GARANT ToolScout

Zerspanungshandbuch



Premium Quality by Hoffmann Group

■ Bohren ■ Gewinde ■ Senken ■ Reiben ■ Sägen
■ Fräsen ■ Drehen ■ Spannen ■ Präzisionsschleifen

GARANT ToolScout

Zerspanungshandbuch

Das Produkt langjähriger Erfahrung und das Experten-Wissen unserer Zerspanungstechniker: Das GARANT Zerspanungshandbuch bietet geballtes Know-How zum Thema Zerspanen und Spannen von A – Z.

Auf über 1000 Seiten finden Sie viele hilfreiche Informationen und Anwendungsempfehlungen – kompakt, übersichtlich und aktuell aufbereitet.

Das ideale Nachschlagewerk für Ihren täglichen Arbeitseinsatz:

- Moderne Fertigungsgrundlagen
- Schneidstoffe und Beschichtungen
- Details zu allen Bearbeitungsverfahren:
  - Bohren, Gewinde, Senken, Reiben, Sägen, Fräsen, Drehen, Spannen und Präzisionsschleifen
- Schnittwerttabellen und Formelsammlung
- Alles rund ums Thema Werkstoffe:
  - Einteilung in Materialgruppen
  - Kennzeichnung und chemische Zusammensetzung
  - Einsatzgebiete, Schnittkraftermittlung
  - Eigenschaftsbewertung durch Härtemessung

Jetzt gleich online testen: www.toolscout.com
mehr dazu auf S. VIII – IX



Premium Quality by Hoffmann Group

Inhalt



GARANT 360°Tooling

Leistungsstarke Services für produktivere Zerspanungsprozesse



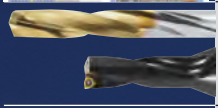
1. Werkstoffe

Eisenwerkstoffe, Nichteisenmetalle, Kunststoffe



2. Grundlagen

Werkstoffe, Zerspanbarkeit, moderne Fertigungstechnologie, Schneidstoffe, Beschichtungen und Formelsammlungen



3. Bohren

Spanungsgrößen, Kräfte, Hauptzeit, Bohrtiefen / Vorbohren, HSS, VHM, Bohrergebnis, Wendeplatten, Tieflochbohren, Einsatzrichtwerte



4. Gewinde

Berechnungen, Gewindeschneiden, Gewindeformen, Gewindefräsen, Einsatzrichtwerte



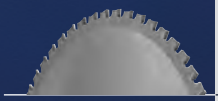
5. Senken

Spanungsgrößen, Kräfte, Hauptzeit, Ausführungen, Einsatzrichtwerte



6. Reiben

Spanungsgrößen, Kräfte, Hauptzeit, Ausführungen, Toleranzen von Oberflächen, Einsatzrichtwerte



7. Sägen

Berechnungen, Kreissägen, Bandsägen, Einsatzrichtwerte



8. Fräsen

Berechnungen, HSS, VHM, Wendeplatten, Einsatzrichtwerte



9. Drehen / Rändeln

Berechnungen, Außendrehen, Innendrehen, Gewindedrehen, Abstechen, Stechdrehen, Einsatzrichtwerte



10. Spannen

Wuchten, Werkzeugspannungen, VDI-Halter, SK-, HSK-, HSK-T-, PSC- und TS-Werkzeugaufnahmen, Schrumpfen, Voreinstellen, Nullpunktspannen, Mehrfachspannen, Teileapparat



11. Präzisionsschleifen

- konventionell
- superabrasiv



Index

ISO-Passungen, SI-Einheiten, Umrechnungstafeln, Härtevergleichstabelle

Rundum für Sie da!

Leistungsstarke Services für
produktivere Zerspanungsprozesse



Kompetente Expertenberatung und Prozessoptimierung

- 590 zuverlässige Verkaufsberater
- 115 erfahrene Zerspanungs-spezialisten
- 40 qualifizierte Messtechnik-spezialisten
- 10 professionelle Betriebseinrich-tungsberater
- 20 Experten für Prozesskosten-optimierung
- Experten-Hotlines
- Erstklassiger Innendienst
- Regionale Test- und Vorführzentren
- Professionelles TrainingCenter





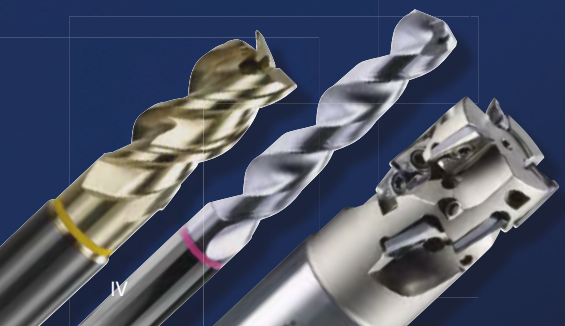
GARANT ToolRoom

Individuell geplante Betriebseinrichtung für strukturierte CNC-Arbeitsplätze



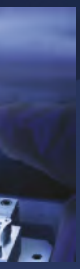
GARANT ToolGrinding

Original-Nachschliff für höchste Werkzeug-Leistung und -Standzeit





Premium Quality by Hoffmann Group



GARANT ToolAudit

Produktionsbegleitende Messtechnik für sichere Zerspanungsergebnisse



GARANT eTool

Einheitliche Werkzeugdaten für CAD- / CAM-Systeme

satz



Werkzeugplanung



GARANT ToolScout

Intelligente Werkzeugauswahl und Technologiedatenermittlung

rgung



GARANT ToolConcept

Bauteilbezogene Bearbeitungskonzepte zur Unterstützung der Fertigungsplanung



GARANT Tool24

Flexible Automatensysteme für die effiziente und sichere Werkzeugversorgung

GARANT eTool

Einheitliche Werkzeugdaten
für CAD- / CAM-Systeme

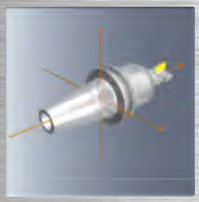
Ihre Vorteile

- Top-aktuelle und einheitliche Datenqualität
- Herstellerübergreifend aus einer Hand
- Einfach importierbar in Ihre CAD-/CAM-, Simulations- und Werkzeugverwaltungssysteme
- Zeit- und kostensparend in der Arbeitsvorbereitung
- Hohe Planungs- und Prozesssicherheit
- Schneller, einfacher und kostenloser Zugriff



Daten für über 25.000 Werkzeuge

- 2D-Zeichnungen: DXF (BMG-Layer)
- 3D-Volumenmodelle:
  - STEP
  - SAT
  - STL
- Textdaten:
  - DIN 4000 (csv)
  - TDM (bas/dat)



Trennstellen-information

- Darstellung von Komplettwerkzeugen
- Zusammenbau über definierte Nullpunkte
- In allen 3D- und TDM-Daten enthalten



Lückenlose Fertigungsplanung

- Exakte Simulation
- Erkennen von Bearbeitungsgrenzen und Kollisionspunkten
- Vermeidung von Werkzeug- und Maschinenschäden
- Zuverlässige Planung der Bearbeitungszeit



Kostenlos im eShop

- Für alle Zerspanungs- und Spannwerkzeuge
- Frei wählbare Datenformate
- Komplettdaten-Download von Produktgruppen zum komfortablen Import in Anwendungssysteme

Garant®
Premium Quality by Hoffmann Group

Schluss mit Warten auf Daten!

www.eshop.hoffmann-group.com



GARANT ToolScout

Intelligente Werkzeugauswahl und Technologiedatenermittlung

Ihre Vorteile

- Blitzschnelles Finden der geeigneten Zerspanungswerkzeuge
- Planungssichere Schnittdaten, Werkstoff- und Werkzeuginformation
- Durchgängige Prozesskette: ohne Medienbruch Werkzeuge finden, Schnittdaten ermitteln und direkt im eShop bestellen
- Jederzeit aktuell, einfach zu bedienen und kostenlos verfügbar



Werkzeugsuche

- In nur 3 Schritten zum Ergebnis
- Anwendungsbezogene Suche für Mono- und Modularwerkzeuge
- Hersteller- und normenübergreifend
- Alle geeigneten Werkzeuge auf einen Blick
- Komfortable Filterfunktionen



Schnittdaten-Direktsuche

- Ohne Umweg
- Für vorhandene Werkzeuge
- Automatische Erkennung passender Komponenten bei modularen Werkzeugen



myToolScout

- Ihre persönliche Arbeitsumgebung
- Speichern Sie Ihre Abfragen oder Schnittdaten – jederzeit änder- und abrufbar
- Ihre Maschinendaten als Suchkriterium
- Ihre bestandsgeführten Werkzeuge
- Ihre persönlichen Daten



Komfortable Anwendung

- Schnittdaten- und Wirtschaftlichkeitsvergleich
- Umfassende Werkstoffdatenbank
- Vielfältige Zusatzinformationen
- Direkte Bestellung und CAD-Daten-Download im eShop

Premium Quality by Hoffmann Group



Finden statt suchen!

www.toolscout.com

GARANT ToolConcept

Bauteilbezogene Bearbeitungskonzepte zur Unterstützung der Fertigungsplanung

Ihre Vorteile

- Unterstützendes Know-how von erfahrenen Zerspanungsexperten für Ihr Bauteil
- Schneller von der Planung bis zur Umsetzung
- Erleichterung Ihrer Projektplanung
- Maximale Planungssicherheit
- Optimale Zerspanungsergebnisse
- Alle relevanten Informationen gebündelt und jederzeit elektronisch verfügbar



Individuelle Beratung

- Ihr persönlicher technischer Berater vor Ort
- Ihr Bauteil
- Analyse und Definition der Aufgabenstellung und Rahmenbedingungen



Komplettbearbeitungslösung

- Experten mit AV-Erfahrung
- Entwicklung Bearbeitungsstrategie
- Auslegung Werkzeuge und Spanntechnik
- Auf Wunsch inkl. Definition Messstrategie und Messmittel



Interaktives Angebot

- Ihr persönliches Komplett-Angebot in interaktiver Online-Form
- Inklusive:
  - Bearbeitungsstrategie
  - Werkzeugempfehlung
  - Hauptzeit-, Schnitt- und CAD-Daten (Komplettwerkzeuge!)
  - Kaufmännische Aufstellung



Prozessbegleitung

- Unterstützung bei:
  - Anlauf/Einfahren
  - Mitarbeiterschulung
  - Prozessoptimierung

Premium Quality by Hoffmann Group

Alles was ich zur Planung brauche!

Sprechen Sie einfach mit Ihrem Zerspanungs-fachberater der Hoffmann Group



GARANT Tool24

Flexible Automatensysteme für die effiziente und sichere Werkzeugversorgung

Ihre Vorteile

- 100 % Verfügbarkeit – rund um die Uhr, an 365 Tagen im Jahr
- Klare Kostenzuordnung, Transparenz und Auswertbarkeit von Verbräuchen
- Optimierter Bestand
- Schlüsselfertige Projektbetreuung durch Experten – von der Beratung bis zur Inbetriebnahme
- Maßgeschneiderte Systeme für Ihre Anforderungen









Schlüsselfertige Projektbetreuung

- 10 Jahre Know-how im Bereich Ausgabesysteme
- Maßgeschneiderte Auslegung:
  - Beratung vor Ort
  - Systemauslegung
  - Softwarekonfiguration
  - Inbetriebnahme

Flexible Schranklösungen

- Vielfältige Varianten von Schubladen-, Spiral- und Vollautomatikschränken
- Jederzeit erweiterbar
- Optische Lagerplatzanzeige
- Vereinzelung auf Stück möglich
- Lieferbar in allen RAL-Farben

Intelligente Software

- 3 Steuerungsmodelle zur Auswahl
- Mehrlieferantenfähig
- Vernetzbar mit ERP-und Werkzeugverwaltungssystemen
- Individuelle Reports
- Nachschleif- und Entleihfunktion
- Benutzerverwaltung
- Über Barcode steuerbar

Nie war der Einstieg so leicht

- GARANT Tool24 Start-N
- Kostengünstiges Einstiegsmodell
- Robustes Schrankgehäuse, einzeln verriegelte Regalfächer
- Grundversion mit 48 (= max. 384 Artikel) oder 76 (= max. 608 Artikel) Laden
- Wichtigste Softwarefunktionen
- Jederzeit erweiterbar

Garant®

Premium Quality by Hoffmann Group



Ein System wie für mich gemacht!

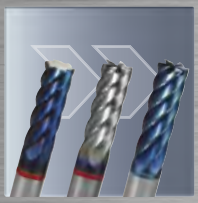
Kontakt: tool24info@hoffmann-group.com

GARANT ToolGrinding

Original-Nachschliff für höchste Werkzeug-Leistung und -Standzeit

Ihre Vorteile

- Volle Leistungsfähigkeit und Präzision durch Original-Nachschliff und -Beschichtung
- Umfangreiche Schleifservices aus einer Hand
- Einfache, schnelle und termingetreue Abwicklung
- Wirtschaftlich und kostensparend
- Transparente, faire Preise ohne verdeckte Zuschläge



Original-Nachschliff und -Beschichtung

- Einsatz von Original-Produktionsmaschinen
- Original-Geometrie
- Bis zu 100 % Zerspanungsleistung
- Bis zu 95 % Standzeit
- Professionelles Expertenteam
- Höchste Sorgfalt bei Prüfung, Aufbereitung und Logistik



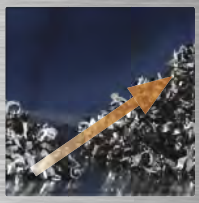
Alles aus einer Hand

- Herstellerkompetenz im Technology-Center:
  - Wiederaufbereitung
  - Wunschbeschichtung für Neuwerkzeuge
  - Individuelle Stufenbohrer
  - Anpassung von Standardwerkzeugen
  - Messprotokollservice



Einfacher geht´s nicht

- Effizienter Abhol- und Lieferservice
- Kostenfreie Abholung mittels Systembox in 24h
- Prüfung, Bearbeitung und Qualitätskontrolle
- Rücksendung der wieder einsatzbereiten Werkzeuge



Maximale Wirtschaftlichkeit

- Volle Präzision, Zerspanungsleistung und Standzeit – bei jedem Nachschliff
- Vermeidung unnötiger Anpassung von Maschinenparametern
- Höchste Prozess- und Planungssicherheit



www.hoffmann-group-systembox-s.com
+49 911 6581-371

Garant®
Premium Quality by Hoffmann Group



Nichts ist so gut wie das Original!

Kontakt: tc@hoffmann-group.com

GARANT ToolRoom

Individuell geplante Betriebseinrichtung
für strukturierte CNC-Arbeitsplätze

Ihre Vorteile

Unsere Einrichtungen optimieren an entscheidenden Punkten Ihre Prozesskette:

- Korrekte Arbeitsvorbereitung
- Schonende Lagerung der Werkzeuge
- Sicherer und flexibler Transport der Werkzeuge
- Systematische Bereitstellung
- Schutz der Mitarbeiter, Werkzeuge und Maschinen



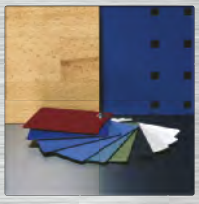
Kompetente Fachberatung

- Erfahrene Einrichtungsprofis
- Fachberatung ausgerichtet auf Ihren Maschinenpark
- Optimierung der Fertigungsumgebung rund um die Zerspanungsprozesse



Intelligente Planung

- CAD-basierte Projektplanung
- Virtuelle Darstellung und Rundgänge
- Detailgetreue, praxisgerechte CNC-Arbeitsplatzgestaltung
- Optimale Produktauswahl, nach Ihren Anforderungen und Abläufen



Individuelles Angebot

- Verbindlich und transparent
- Höchste Planungs- und Investitionssicherheit
- Garantierte Materialstabilität und Langlebigkeit
- Bestes Nutzen-Preis-Verhältnis



Perfekte Lieferung und Montage

- Zur richtigen Zeit, am richtigen Ort
- Schonender Transport
- Sichere Warenübergabe
- Optionale Montage durch geschulte Aufbauteams
- Schlüsselfertige Übergabe

Premium Quality by Hoffmann Group

Alles griffbereit!

Sprechen Sie einfach mit Ihrem Betriebseinrichtungsfachberater der Hoffmann Group



GARANT ToolAudit

Produktionsbegleitende Messtechnik
für sichere Zerspanungsergebnisse

Ihre Vorteile

- Zuverlässige Information zu Ihren Fertigungsprozessen
- Auditsichere Prozesse
- Minimale Ausfallkosten
- Höchste Verfügbarkeit Ihrer Messmittel
- Optimales Messmittelportfolio
- Minimaler Verwaltungsaufwand
- Vollständige Dokumentation











Messverfahren und -Strategie

- Expertenberatung durch Messtechnik-Profis
- Während der Planung (GARANT ToolConcept), am ersten Prototypen, in der Vorserie oder in der Fertigung
- Abgestimmt auf:
  - Toleranzen
  - Fertigungsverfahren
  - Prozess
  - Losgröße

Messmittelauswahl

- Herstellerunabhängig und objektiv
- Aus dem Sortiment der Hoffmann Group und unserer Hersteller
- Mit Demogeräten
- In den Hoffmann Group Messräumen
- Richtige Auswahl:
  - Spart Zeit/Kosten
  - Erhöht die Flexibilität
  - Reduziert den Ausschuss

Messmittelverwaltung

- Geeignete Lagerung
- Schnelle Ersatzbeschaffung
- Überwachung/Zertifizierung
- DIN-gerechte Prüfpläne
- Verwaltungssoftware trendic® und trendic Web® – einfach und papierlos

Zuverlässiger Kalibrierservice

- Schnell, einfach, auditsicher
- 2.500 Kalibrierungen täglich
- Effizienter Abhol- und Lieferservice
- Kalibrierung innerhalb 2–5 Tagen (bis 100 St.)
- Umfangreiche Akkreditierung
- Auditsichere Verwaltung der Kalibrier-Scheine



www.hoffmann-group-systembox.com
+49 5307 933-200

Premium Quality by Hoffmann Group

Keine Kompromisse bei der Präzision!

Sprechen Sie einfach mit Ihrem Messtechnik-fachberater der Hoffmann Group



Bohren



Artikelgruppen	Vorteile
GARANT HSS- und HSS/E-Bohrer	Universeller Einsatz auch für schwer zerspanbare Materialien
GARANT HPC-VHM-Bohrer	Hochleistungsbohren mit spezieller Schneidengeometrie Bohren bis 12 × D und Innenkühlung Hart-Bohren sowie Alu- und Gusswerkstoffe
GARANT HPC-Tiefloch-bohrer	Bohren bis 50 × D Universal-Ausführung oder speziell für die Alu-Bearbeitung
GARANT HPC-H7-Passungsbohrer	Bohren und Reiben in einem Arbeitsgang
GARANT VHM-Bohrer	Für moderne Werkstoffe: Bohren in CFK/GFK

Bohren



Artikelgruppen	Vorteile
KOMET KUB K2 Wechselkopfbohrer	Für stehenden oder rotierenden Einsatz Ø 12 – 15,9 mm bis 5 ×D
GARANT MTC Wendeplatten-Vollbohrer	Stehend und rotierend auf MTM Universeller Einsatz Ø 14 – 44 mm
KOMET Wendeplatten-bohrer	Für stehenden oder rotierenden Einsatz Ø 14 – 65 mm bis 8×D
KOMET Aufbohrer	Universeller Einsatz Ø 24 – 91 mm
KOMET Ausspindelköpfe	Universeller Einsatz
GARANT NC-Anbohrer	mit 90° und 142° Spitzenwinkel
GARANT „5 in 1“	Universal-Bohr-, Dreh- und Senkwerkzeug

Premium Quality by Hoffmann Group

Gewinde

Bohren / Formen / Fräsen



Artikelgruppen	Vorteile
GARANT HSS/E- / PM Gewinde-schneiden	Universeller Einsatz Einfache Handhabung Sichere Auswahl und Zuordnung durch Farbringsystem Synchron-Gewinde-bohrer für prozess-sicheren Einsatz
GARANT VHM-Gewinde-schneiden	Hart-Gewinde-schneiden, auch G-Gewinde
GARANT Gewindeformen	Spanlose Gewindeherstellung Synchron-Gewinde-former für prozess-sicheren Einsatz
GARANT Gewindefräsen	Kernlochbohren Gewindefräsen zum Erzeugen aller Gewindegrößen auch für HSC-Maschinen

Gewinde

Fräsen / Drehen



Artikelgruppen	Vorteile
GARANT Gewindefräsen	Zirkulargewindefräsen – hohe Produktivität durch 3 bzw. 6 Zähne Hochleistungsgewin-defräsen – HPC für 60°- und 55°-Gewinde
KOMET Uni Turn	Gewindedrehen (Innengewinde ab M6) (siehe Kapitel Drehen)
GARANT Gewindedrehen	Voll-, Teil- und Semiprofilplatten für Metrisch-, Zoll- und Trapezgewinde Micro-Gewinde-dreheinsätze – für metrische Gewinde
GARANT Profildrehen	Nuten für O- und Seegeringe

Das gesamte GARANT Zerspanungshandbuch – download unter: www.garant-tools.com

Senken

Senken



Artikelgruppen	Vorteile
GARANT HSS-Kegelsenker	Universeller Einsatz. TiCN für hohe Standzeiten
GARANT HM-Kegelsenker	Hart-Senken Senken in Alu-, VA- und Gusswerkstoffe
GARANT DIN-Flachsenker	Universeller Einsatz
GARANT Kombi-Flachsenker	Stufenbohrungen und Senkungen außerhalb der Norm



Artikelgruppen	Vorteile
GARANT Rückwärtssenker	Rückwärtiges Ansenken von Bohrungen
KOMET Senker	Frässenker 90° Ansenkungen für Zylinderkopfschrauben
GARANT „5 in 1“	Universalwerkzeug zum Bohren, Drehen, Senken
GARANT Wendeplatten-Frässenker	Universeller Einsatz Winkel von 10° – 80° Stufenlos verstellbar

Premium Quality by Hoffmann Group

Reiben



Artikelgruppen	Vorteile
GARANT HSS/E-Reibahlen	Universeller Einsatz
GARANT NC-Reibahlen HSS/E und VHM	NC-gerechte Ausführung Aufnahme in Hydro-Dehnspann-Futter oder HG-Futter Erhöhte Rundlauf-genauigkeit
GARANT VHM-Reibahlen HPC	Hart-Reiben Reiben in VA- und Gusswerkstoffen
GARANT Hochleistungs-Reibahlen	HPC-/HSC-Reiben für Grund- und Durch-gangsbohrungen. Schneidplatten nach Wahl
GARANT Dehnreibahle	Maßhaltigkeit durch Dehnschraube
Dihart Reamax TS Halter mit Reib-köpfen	Modulares System mit fertig geschliffenen Reibköpfen für Passung H7 oder auf Ø/Passung nach Angabe gefertigt

Sägen



Artikelgruppen	Vorteile
GARANT HSS-Metall-Kreissägen	Universeller Einsatz
GARANT HM-bestückte Kreissägen	Hochleistungs-verzahnung für hoch-tourige Maschinen zum Sägen von Alu
VHM-Kreissägen	Präzisionsverzahnung für hohe Schnitt-leistung
GARANT HSS- und Bimetall-Sägeblätter	Universeller Einsatz Verzahnung und Zahnform je entsprechender Anwendung für Kunst-stoffe/NE-Metalle bis hochlegierte Stähle
GARANT RÖNTGEN HM-Sägeband	Hochleistungs-Sägen

Das gesamte GARANT Zerspanungshandbuch – download unter: www.garant-tools.com

Fräsen

Fräsen



Artikelgruppen	Vorteile
GARANT HSS- und HSS/E-Fräser	Auch für schwer zerspanbare Materialien
GARANT Pulverstahlfräser	Trockenfräsen und für schwer zerspanbare Materialien
GARANT VHM-Fräser	HSC-/HPC-/MTC-Fräsen
GARANT „Diabolo“	Speziell zur Hartbearbeitung ab 0,2 mm
GARANT „ZOX“	Speziell für Alu- und NE-Bearbeitung
GARANT „Diamant“	Speziell für Thermo- und Duroplaste sowie Composites



Artikelgruppen	Vorteile
GARANT Planmesserköpfe	HPC Hochleistungs-Messerköpfe für die schwere Schrupp-zerspanung
GARANT Tangential-Messerköpfe	HPC 70° Hochleistungs-Planmesserköpfe HPC 90° Hochleistungs-Eckmesserköpfe für Alu, Stahl und Guss
GARANT MTC-Fräser	90° Hochleistungs-Eck- und Fasenfräser mit Schnittkraft-reduzierung Für den Einsatz auf MTM

Fortsetzung ▶

Premium Quality by Hoffmann Group

Fräsen



Artikelgruppen	Vorteile
GARANT Wendeplatten-Fräser	Tauch-, Plan-, Eck-, Fasen- und Kopierfräsen ISO-Wendeplatten Trägerwerkzeuge mit Innenkühlung
GARANT Wendeplatten-Frässenker	Winkel von 10° – 80° stufenlos einstellbar (siehe Kapitel Senken)
GARANT Zirkularfräsen	Nuten (Innen und Außen) für O-Ringe, Seegerringe, Gewinde, Sonderprofile (siehe Kapitel Gewinde)
GARANT Scheiben- / Trennfräser	Zum Nuten-, Trennfräsen. Für NE-Metalle, Stahl, Inox, Guss. Breiten: 1,6 mm / 2,2 mm / 3,05 mm / 4 mm / 5 mm / 6 mm

Drehen



Artikelgruppen	Vorteile
GARANT HPC-/ MTC-Drehen	Universalspanbrecher (MTC) mit weichem Schnitt
GARANT ISO Drehen	Universeller Einsatz Polierte und Diamant-Wendeplatten für NE-Metalle Hart-Drehen mit CBN Titanbearbeitung Feindrehen (für Langdrehautomaten)
GARANT Abstechen / Stechdrehen	Universeller Einsatz Zwei- sowie dreischneidiges Stechdrehprogramm
GARANT Micro-Feindrehen	Ausdrehen, Stechen, Gewinde ab ∅ 1 mm
KOMET Uni Turn Feindrehen	Feinstdrehen für Bohrungen ab ∅ 3 mm Sonderprofile

Das gesamte GARANT Zerspanungshandbuch – download unter: www.garant-tools.com

Rändeln



Artikelgruppen	Vorteile
Rändeldrücken Spanlose Bearbeitung	Universeller Einsatz Auch für CNC-Maschinen
Rändelfräsen Spanabhebende Bearbeitung	Für konventionelle Drehmaschinen
Einstellbare Rändelwerkzeuge	Für CNC-Drehmaschinen
Beschriften	

Spannen



Artikelgruppen	Vorteile
SK-Aufnahmen	Für konventionelle und HSC-Bearbeitung
HSK-Aufnahmen	Für Präzisions- und HSC-Bearbeitung
PSC, TS und HSK-T Aufnahmen	Hohe Steifigkeit, hohe Wechsel- und Positioniergenauigkeit
Präzisions-aufnahmen	Optimaler Rundlauf Höchste Werkzeugstandzeit Für HSC-Bearbeitungstechnik
Schrumpf-technologie Schrumpfgerät	Hohe Rundlauf-genauigkeit Hohe Drehzahlen
VDI-Halter	
Angetriebene Werkzeuge (AGW's)	Komplettbearbeitung Rationalisierung
Voreinstellen	Rüstkostenreduktion
Nullpunktspann-system, Mehrfachspann-schiene, Teilapparat	Rüstkostenreduktion Reduzierung von Maschinen Stillstandzeiten

Premium Quality by Hoffmann Group

Präzisionsschleifen





Artikelgruppen	Vorteile
TYROLIT CBN- und Diamant- Flach- und Außenrund-schleifscheiben	Superabrasive Schleifmittel für hochlegierte Stähle / HM.
TYROLIT Keramisch gebundene Flach-, Profil- und Außenrund-schleifscheiben	Universeller Einsatz
TYROLIT Keramisch gebundene Innenrund-schleifscheiben	Universeller Einsatz
TYROLIT Schleifbock-scheiben	Universeller Einsatz Reduzierringe für alle gängigen Wellen-Ø

Artikelgruppen	Vorteile
TYROLIT CBN- und Diamant-Werkzeug-Schleiftöpfe und -teller	Schwingungs-dämpfende VIB-Star Scheibenkörper
TYROLIT Sägeschärf-Scheiben	Für Metall- und Holz-bearbeitungssägen
TYROLIT Trennscheiben	Konventionelle und superabrasive Trennscheiben Labortrennen
TYROLIT Abrichtwerkzeuge	Abrichtwerkzeuge für superabrasive Schleifscheiben Diamant-Abricht-werkzeuge für konventionelle Schleifscheiben

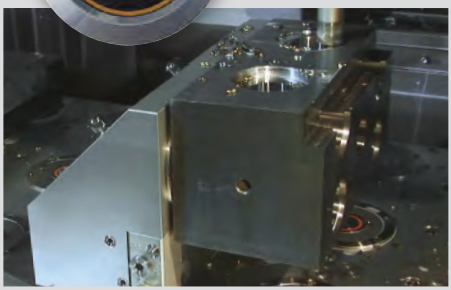
Das gesamte GARANT Zerspanungshandbuch – download unter: www.garant-tools.com

HPC: High-Performance-Cutting
MTC: Multi-Task-Cutting

Maximale Effizienz mit HPC- / MTC-Power beim Bohren, Fräsen und Drehen

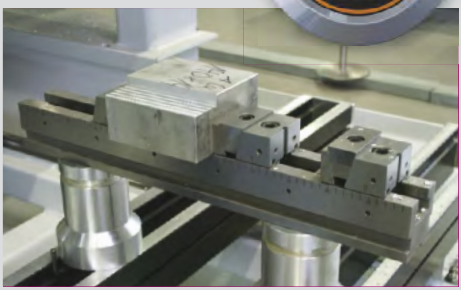
Hohe Spindel-Leistung

Volle Schubkraft auf Knopfdruck



Stabile Aufspannungsverhältnisse

Maximale Leistung nutzen -
mit HPC-Werkzeugen



Instabile Aufspannungsverhältnisse

Maximale Leistung unter ungünstigen Einsatzbedingungen mit MTC-Werkzeugen

GARANT HPC- / MTC-Werkzeuge mit beeindruckenden Vorteilen:

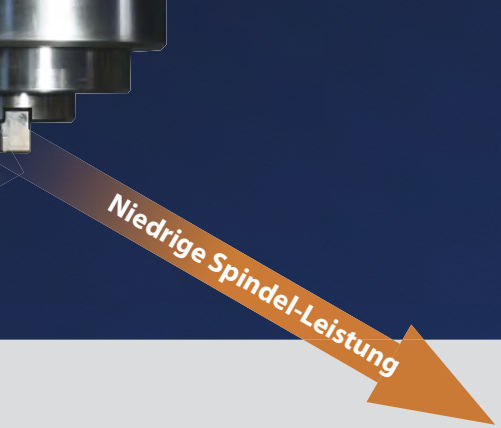
- Kompromisslose Dynamik
- Höchste Prozesssicherheit
- Reduzierte Fertigungskosten

Mit GARANT HPC- / MTC-Werkzeugen können Sie Arbeitsprozesse beschleunigen und Kosten gnadenlos ausbremsen!

Überzeugen Sie sich selbst!

Bis zu 15 % reduzierte Stückkosten durch GARANT HPC- / MTC-Werkzeuge





Optimierte Schnittkraft für maximales Zerspanungsvolumen



Top-Leistung dank reduzierter Schnittkraft

GARANT MTC-Werkzeuge erreichen das gleiche Zerspanungsvolumen wie HPC-Werkzeuge. Und das bei geringerer Leistungsaufnahme – daher eignet sich diese neue Werkzeug-Generation hervorragend für den Einsatz auf modernen Dreh- und Fräszentren (MTMs) sowie auf kleineren Maschinen.

Schalten Sie mit MTC-Werkzeugen auf höchste Produktivität und reduzieren Sie so die Prozesskosten deutlich.

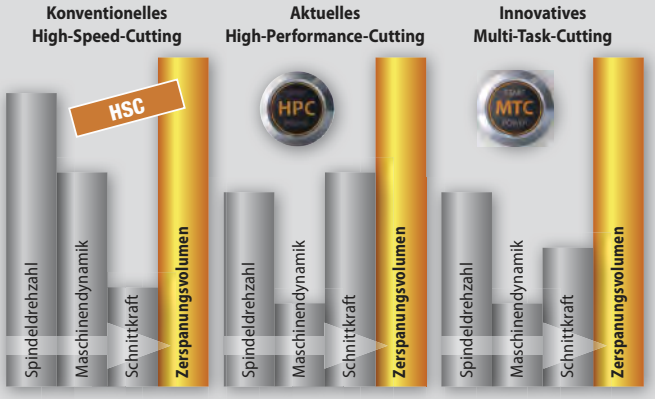

Foto: INDEX

Geringere Spindelleistung

Mehrachsige Universalmaschinen nutzen die Zerspanungsvorteile der GARANT MTC-Werkzeuge.

Maximales Zerspanungsvolumen

Dank optimierter Geometrien erreichen HPC- / MTC-Werkzeuge das gleiche Zerspanungsvolumen wie die konventionelle HSC-Bearbeitung – und das bei geringerer Maschinenleistung.



GARANT Farbringsystem –

Maßstab für die gesamte Branche

Mit innovativen Entwicklungen setzen wir mit GARANT immer wieder neue Akzente.

So haben wir u. a. für unsere Premium-Marke GARANT ein spezielles Farbringsystem zur einfachen und schnellen Unterscheidung von Zerspanungswerkzeugen entwickelt. Diese Farbcodierung ist im Markt bereits Standard geworden. Das spricht deutlich für unsere hohe Kompetenz und die besondere Qualität von GARANT Hochleistungs-Werkzeugen.



Gelbring = für Stahl bis 500 N/mm², Alu und Magnesium

- Weiche, langspanende Stähle
- Kupfer und Kupferlegierungen
- Messing langspanend
- Aluminiumlegierungen langspanend
- Thermoplastische Kunststoffe
- Faserverstärkte Thermo- und Duroplaste bis 30 % Faseranteil
- Honeycombs



Rotring = für Stahl bis 1100 N/mm² bzw. 1400 N/mm²

- Für hochfeste und vergütete Stähle
- Feinstkornbaustahl
- Kurzspanende Werkzeugstähle
- Kupfer und Kupferlegierungen hart
- Bronze kurzspanend



Blauring = für rostbeständige Stähle

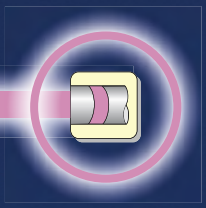
- Säurebeständige Stähle (V4A) schwerspanbar
- Kupfer und Kupferlegierungen weich
- Bronze langspanend
- Alu-Gusslegierungen (z.B. AlSi9Mg)
- Automaten- und Werkzeugstähle bis 750 N/mm²
- Baustähle

Premium Quality by Hoffmann Group



Pinkring = für Titan und exotische Legierungen

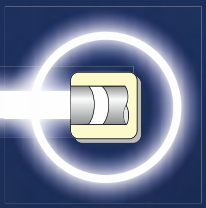
- Werkzeugstähle
- Hochfeste Stähle über 1100 N/mm²
- Mangan Hartstähle
- Schwerspanbare Stähle (Hastelloy, Inconell)
- Duroplastische Kunststoffe

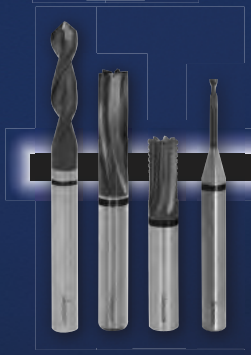




Weißring = für Grauguss, Messing und Bronze

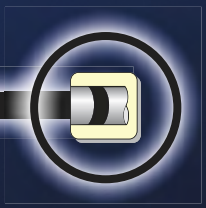
- Bronze kurzspanend
- Magnesium und Magnesiumlegierungen
- Kunststoff hart
- Messing kurzspanend





Schwarzring = für Composites und Graphit

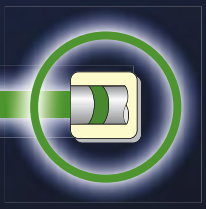
- Thermo- und Duroplaste
- CFK / GFK, Faserverstärkte Thermoplaste bis 30 % Faseranteil
- Hybride, Honeycombs, MMC's
- CFK, GFK, Faserverstärkte Duroplaste bis 80 % Faseranteil
- Graphit





Grünring = für universellen Einsatz

- Gutspanende Stähle bis 750 N/mm²
- Vergütete Stähle bis 1100 N/mm²
- Rostbeständige Stähle bis 750 N/mm²
- Kupfer und Kupferlegierungen hart
- Messing langspanend
- Alu-Legierungen kurz- und langspanend
- Grau- und Temperguss
- Zink- und Magnesiumlegierungen
- Baustähle, weich, langspanend



Inhalte

1 Werkstoffmaterialgruppen 4
1.1 Einteilung in GARANT-Werkstoffmaterialgruppen 4
1.2 Benennung von Werkstoffen 37
1.2.1 Bezeichnungssysteme für Stähle und Gusseisen 38
1.2.2 Bezeichnungssysteme für Nichteisenwerkstoffe 42
1.2.3 Kennzeichnung thermoplastischer Formmassen 44

2 Eisenwerkstoffe 45
2.1 Stahlwerkstoffe 45
2.1.1 Einteilung der Stähle 45
2.1.2 Beeinflussung der Zerspanbarkeit von Stählen 46
2.1.2.1 Zerspanbarkeit in Abhängigkeit des Kohlenstoffgehaltes 46
2.1.2.2 Zerspanbarkeit in Abhängigkeit der Legierungselemente 48
2.1.2.3 Zerspanbarkeit in Abhängigkeit von der Wärmebehandlung 49
2.1.3 Zerspanbarkeit unterschiedlicher Stahlwerkstoffe 50
2.1.4 Zerspanbarkeit von Toolox 54
2.2 Eisengusswerkstoffe 55
2.2.1 Einteilung der Eisengusswerkstoffe 55
2.2.2 Zerspanbarkeit der Eisengusswerkstoffe 57

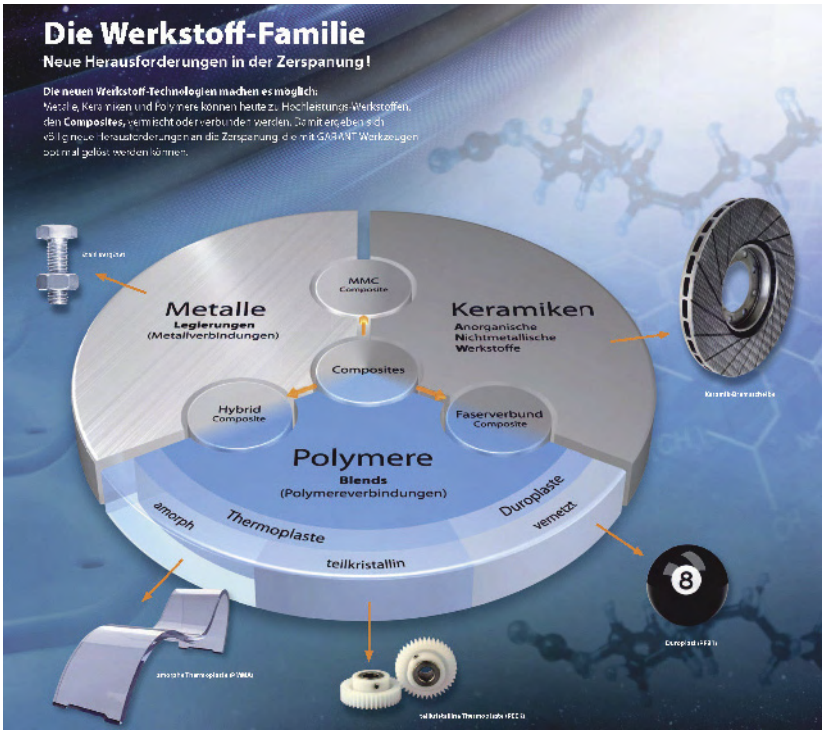
3 Nichteisenmetalle 60
3.1 Aluminium und Aluminiumlegierungen 60
3.1.1 Einteilung der Aluminiumlegierungen 60
3.1.2 Zerspanbarkeit von Aluminiumlegierungen 61
3.2 Magnesium und Magnesiumlegierungen 64
3.3 Titan und Titanlegierungen 66
3.4 Kupfer und Kupferlegierungen 68
3.5 Nickelbasislegierungen 69
3.6 Kobaltbasislegierungen 71

4 Kunststoffe 72
4.1 Einteilung der Kunststoffe 72
4.1.1 Thermoplaste 73
4.1.2 Duroplaste 73
4.1.3 Faserverstärkte Kunststoffe 74
4.1.3.1 Glasfaserverstärkte Kunststoffe (GFK) 75
4.1.3.2 Kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe (CFK) 75
4.2 Eigenschaften von Kunstoffen 76
4.2.1 Thermisches Verhalten von Kunststoffen 76
4.2.1.1 Glasübergangstemperatur Tg 76
4.2.1.2 Ausdehnung und Wärmebehandlung 77

4.2.2 Dichte, Festigkeit und Steifigkeit 78
4.2.3 Thermische und mechanische Eigenschaften 80
4.2.4 Chemische Beständigkeit 81
4.3 Moderne Werkstoffe – neue Anwendungstabelle 82
4.4 Erkennen, Eigenschaften und Bezeichnungen von Kunststoffen 84
4.5 Zerspanbarkeit von Kunststoffen 85
4.5.1 Zerspanbarkeit von Thermo- und Duroplaste 85
4.5.2 Zerspanbarkeit von faserverstärkten Kunststoffen 87

5 Eigenschaftsbewertung durch Härtemessung der Werkstoffe 89

5.1 Härteprüfung für Metalle 89
5.1.1 Statische Härteprüfverfahren 89
5.1.2 Vergleich von Härteangaben 90
5.2 Härteprüfung von Kunststoffen 90
5.2.1 Kugeleindruckhärte bei harten Kunststoffen 90
5.2.2 Shore-Härte bei weichen Kunststoffen 92



1. Werkstoffmaterialgruppen

1.1 Einteilung in GARANT-Werkstoffmaterialgruppen

Tabelle 1.1 gibt einen Überblick über die Einteilung der Werkstoffe in verschiedene Materialgruppen. In der nachfolgenden *Tabelle 1.2* sind neben der Kennzeichnung der Werkstoffe, ihre chemische Zusammensetzung und Einsatzgebiete sowie Angaben zur Ermittlung der Schnittkraft enthalten.

Material-gruppe	Bemerkung	Seite
1.0	Allgemeine Baustähle bis 500 N/mm^2	6
1.1	Allgemeine Baustähle mit 500–850 N/mm^2	6
2.0	Automatenstähle bis 850 N/mm^2	6
2.1	Automatenstähle mit 850–1000 N/mm^2	7
3.0	Unlegierte Vergütungsstähle bis 700 N/mm^2	7
3.1	Unlegierte Vergütungsstähle mit 700–850 N/mm^2	7
3.2	Unlegierte Vergütungsstähle mit 850–1000 N/mm^2	8
4.0	Legierte Vergütungsstähle mit 850–1000 N/mm^2	8
4.1	Legierte Vergütungsstähle mit 1000–1200 N/mm^2	8
5.0	Unlegierte Einsatzstähle bis 750 N/mm^2	9
6.0	Legierte Einsatzstähle bis 1000 N/mm^2	9
6.1	Legierte Einsatzstähle über 1000 N/mm^2	10
7.0	Nitrierstähle bis 1000 N/mm^2	10
7.1	Nitrierstähle über 1000 N/mm^2	10
8.0	Werkzeugstähle bis 850 N/mm^2	11
8.1	Werkzeugstähle mit 850–1100 N/mm^2	11
8.2	Werkzeugstähle über 1100 N/mm^2	12
9.0	Schnellarbeitsstähle mit 850–1200 N/mm^2	13
10.0	Gehärtete Stähle mit 45–55 HRC	14
10.1	Gehärtete Stähle mit 55–60 HRC	14
10.2	Gehärtete Stähle mit 60–67 HRC	14

Tabelle 1.1 Einteilung der Werkstoffe in GARANT-Materialgruppen

Tabelle 1.1 Fortsetzung Einteilung der Werkstoffe in GARANT-Materialgruppen

Material-gruppe	Bemerkung	Seite
11.0	Verschleißfester Konstruktionsstahl mit 1350 N/mm^2	14
11.1	Verschleißfester Konstruktionsstahl mit 1800 N/mm^2	14
12.0	Federstähle bis 1500 N/mm^2	14
13.0	Rostfreie Stähle – geschwefelt bis 700 N/mm^2	15
13.1	Rostfreie Stähle – austenitisch bis 700 N/mm^2	15
13.2	Rostfreie Stähle – austenitisch bis 850 N/mm^2	17
13.3	Rostfreie Stähle – martensitisch/ferritisch bis 1100 N/mm^2	19
14.0	Sonderlegierungen bis 1200 N/mm^2	21
15.0	Gusseisen bis 180 HB (GG)	22
15.1	Gusseisen ab 180 HB (GG)	22
15.2	Gusseisen (Kugelgraphit, Temperguss) ab 180 HB (GGG, GT)	23
15.3	Gusseisen (Kugelgraphit, Temperguss) ab 260 HB (GGG, GT)	23
16.0	Titan, Ti-Legierungen bis 850 N/mm^2	24
16.1	Titan, Ti-Legierungen mit 850–1200 N/mm^2	24
17.0	Aluminium langspanend, Al-Knetlegierungen bis 350 N/mm^2; Magnesium	24
17.1	Aluminium kurzspanend	25
17.2	Al-Gusslegierungen mit Si > 10%	25
18.0	Kupfer, niedrig legiert bis 400 N/mm^2	26
18.1	Messing, kurzspanend bis 600 N/mm^2	26
18.2	Messing, langspanend bis 600 N/mm^2	26
18.3	Bronze, kurzspanend bis 600 N/mm^2	26
18.4	Bronze, kurzspanend mit 600–850 N/mm^2	27
18.5	Bronze, langspanend bis 850 N/mm^2	27
18.6	Bronze, langspanend mit 850–1200 N/mm^2	27
19.0	Graphit	27
20.0	Thermoplaste	28
20.1	Duroplaste	33
20.2	Faserverstärkte Kunststoffe	34

Tabelle 1.2 Einteilung in GARANT-Werkstoff-Materialgruppen

Material-gruppe	Werkstoff-nummer	Kurzzeichen DIN	Haupt-wert der spezif. Schnitt-kraft kc1.1 [N/mm²]	Anstieg der Tan-gente (s. Bild 2.24 u. Gl. 2.14) m	Festigkeit [N/mm²]	Chemische Zusammensetzung [%]	Verwendung
1.0	Allgemeine Baustähle bis 500 N/mm²						
	1.0037	St 37-2	1780	0,17	340–470	0,17 C; 1,4 Mn; 0,045 P; 0,045 S; 0,009 N	Allgemeiner Baustahl
1.1	Allgemeine Baustähle mit 500–850 N/mm²						
	1.0050	St 50-2	1990	0,26	470–610	0,3 Cmax; 1,4 Mn; 0,045 P; 0,045 S; 0,009 N	Allgemeiner Baustahl
	1.0060	St 60-2	2110	0,17	570–710	0,4 Cmax; 1,4 Mn; 0,045 P; 0,045 S; 0,009 N	Allgemeiner Baustahl
2.0	Automatenstähle bis 850 N/mm²						
	1.0711	9 S 20	1200	0,18	460–710	0,13 C; 0,05 Si; 0,6-1,2 Mn; 0,1 P; 0,18-0,25 S	Einsatzgehärtete Massenteile für Autoindustrie
	1.0718	9 S MnPb 28	1200	0,18	360–570	0,14 C; 0,9-1,3 Mn; 0,27-0,33 S; 0,15-0,35 Pb	Massenteile für Autoindustrie (mit Pb-Zusatz ausgezeichnete Zerspanung)
	1.0726	35 S 20	1200	0,18	540–740	0,32-0,39 C; 0,1-0,3 Si; 0,7-1,1 Mn; 0,18-0,25 S	Massenteile mittlerer Festigkeit für Automobilindustrie
	1.0727	45 S 20	1200	0,18	640–840	0,42-0,5 C; 0,1-0,3 Si; 0,7-1,1 Mn; 0,18-0,25 S	Massenteile höherer Festigkeit für Automobilindustrie
	1.0737	9 S MnPb 36	1200	0,18	490–740	0,15 C; 0,1-0,3 Si; 1,1-1,5 Mn; 0,1 P; 0,34-0,4 S; 0,15-0,35 Pb	Massenteile für Autoindustrie (mit Pb-Zusatz ausgezeichnete Zerspanung)

Tabelle 1.2 Fortsetzung – Einteilung in GARANT-Werkstoff-Materialgruppen

Material-gruppe	Werkstoff-nummer	Kurzzeichen DIN	Haupt-wert der spezif. Schnitt-kraft kc1.1 [N/mm²]	Anstieg der Tan-gente (s. Bild 2.24 u. Gl. 2.14) m	Festigkeit [N/mm²]	Chemische Zusammensetzung [%]	Verwendung
2.1	Automatenstähle mit 850–1000 N/mm²						
	1.0728	60 S 20	1200	0,18	670–880	0,57-0,65 C; 0,1-0,3 Si; 0,7-1,1 Mn; 0,06 Pmax, 0,18-0,25 S	Massenteile höchster Festigkeit, Automobilindustrie, Apparate-, Geräte- und Maschinenbau
3.0	Unlegierte Vergütungsstähle bis 700 N/mm²						
	1.0402	C 22	1800	0,16	470–620	0,17-0,24 C; 0,4 Si; 0,4-0,7 Mn; 0,4Cr; 0,4Ni;	Bauteile mit geringer Beanspruchung
	1.0501	C 35	1516	0,27	600–750	0,32-0,39 C; 0,4 Si; 0,5-0,8 Mn; 0,4 Cr; 0,4 Ni	Bauteile mit etwas höherer Beanspruchung
	1.1180	Ck 35	1860	0,20	600–750	0,32-0,39 C; 0,4 Si; 0,5-0,8 Mn; 0,4 Cr; 0,4 Ni	Bauteile für etwas höhere Beanspruchung im allg. Maschinen- und Fahrzeugbau
3.1	Unlegierte Vergütungsstähle mit 700–850 N/mm²						
	1.0503	C 45	1680	0,26	650–800	0,42-0,5 C; 0,4 Si; 0,5-0,8 Mn; 0,4 Cr; 0,4 Ni	Bauteile mittlerer Beanspruchung
	1.1191	Ck 45	2220	0,14	650–800	0,42-0,5 C; 0,5-0,8 Mn,0,1 Mo; 0,4 Ni	Bauteile mittlerer Beanspruchung im allg. Maschinen- und Fahrzeugbau

Tabelle 1.2 Fortsetzung – Einteilung in GARANT-Werkstoff-Materialgruppen

Material-gruppe	Werkstoff-nummer	Kurzzeichen DIN	Haupt-wert der spezif. Schnitt-kraft kc1.1 [N/mm²]	Anstieg der Tan-gente (s. Bild 2.24 u. Gl. 2.14) m	Festigkeit [N/mm²]	Chemische Zusammensetzung [%]	Verwendung
3.2	Unlegierte Vergütungsstähle mit 850–1000 N/mm²						
	1.0601	C60	1690	0,22	800–950	0,57 bis 0,65 C; 0,40 Si max. 0,60 bis 0,90 Mn; 0,045 P max; 0,045 S max; 0,40 Cr max; 0,10 Mo max; 0,40 Ni max	Bauteile mit hoher Festigkeit und verstärkten Anforderungen an den Verschleißwiderstand im Fahrzeug-, Motoren- und Maschinenbau, oberflächen-härtbar (z.B. Getriebeteile, Wellen, Achsen), weiterer Einsatz im Werkzeugbau
	1.1221	Ck 60	2130	0,18	750–1000	0,57-0,65 C; 0,4 Si; 0,6-0,9 Mn; 0,4 Cr; 0,4 Ni	Bauteile für hohe Beanspru-chung im allg. Maschinen- und Fahrzeugbau
4.0	Legierte Vergütungsstähle mit 850–1000 N/mm²						
	1.1167	36Mn5	1710	0,27	640–1080	0,32-0,4 C, 0,4 Si; 1,2-1,5 Mn; 0,035 P; 0,035 S	Bauteile höherer Festigkeit für allg. Maschinenbau
	1.7003	38 Cr 2	2070	0,25	800–950	0,35-0,42 C; 0,5-0,8 Mn; 0,4-0,6 Cr; 0,4 Si max, 0,035 P max, 0,035 S max	Höher beanspruchte Bauteile im Fahrzeug-, Motoren- und Maschinenbau wie Getriebe-teile, Achsen, Wellen
	1.7030	28 Cr 4	2070	0,25	850–1000	0,24-0,31 C; 0,6-0,9 Mn; 0,9-1,2 Cr; 0,4 Si max, 0,035 P max, 0,030 S max	Kleine Teile höherer Beanspru-chung im Fahrzeug-, Motoren- und Maschinenbau wie Getrie-beräder, Antriebswellen
4.1	Legierte Vergütungsstähle mit 1000–1200 N/mm²						
	1.6582	34CrNiMo6	1800	0,27	800–1400	0,3-0,38 C; 0,4 Si; 0,5-0,8 Mn; 0,035 P; 0,035 S; 1,3-1,7 Cr; 0,15-0,3 Mo; 1,3-1,7 Ni	hochverschleißfeste Teile im Automobil- und Motorenbau, Kurbelwellen, Steuerungsteile, Getriebeteile
	1.7218	25 CrMo 4	2070	0,25	650–1100	0,22-0,29 C; 0,6-0,9 Mn; 0,9-1,2 Cr; 0,15-0,3 Mo	Teile im Automobil- und Fahrzeugbau, Achsschenkel, Achswellen, Turbinenteile

Tabelle 1.2 Fortsetzung – Einteilung in GARANT-Werkstoff-Materialgruppen – Fortsetzung GARANT-Materialgruppe 4.1

Material-gruppe	Werkstoff-nummer	Kurzzeichen DIN	Haupt-wert der spezif. Schnitt-kraft kc1.1 [N/mm²]	Anstieg der Tan-gente (s. Bild 2.24 u. Gl. 2.14) m	Festigkeit [N/mm²]	Chemische Zusammensetzung [%]	Verwendung
4.1	Legierte Vergütungsstähle mit 1000–1200 N/mm²						
	1.7220	34 CrMo 4	2240	0,21	750–1200	0,3-0,37 C; 0,6-0,9 Mn; 0,9-1,2 Cr; 0,15-0,3 Mo	Bauteile hoher Zähigkeit im Automobil- und Fahrzeugbau, Kurbel- und Achswellen, Achsschenkel, Pleuelstangen
	1.7225	42 CrMo 4	2500	0,26	800–1300	0,38-0,45 C; 0,6-0,9 Mn; 0,9-1,2 Cr; 0,15-0,3 Mo	Bauteile hoher Zähigkeit im Automobil- und Fahrzeugbau, Kurbel- und Achswellen, Achsschenkel, Pleuelstangen
	1.7707	30 CrMoV 9	1710	0,27	900–1450	0,26-0,34 C; 0,4 si; 0,4-0,7 Mn; 0,035 P; 0,035 S; 2,3-2,7 Cr; 0,15-0,25 Mo; 0,1-0,2 V	Bauteile hoher Zähigkeit im Automobil- und Fahrzeugbau, Kurbelwellen, Bolzen, Schrauben
	1.8159	50 CrV 4	2220	0,26	850–1300	0,47-0,55 C; 0,7-1,1 Mn; 0,9-1,2 Cr; 0,1-0,25 V	hochverschleißfeste Teile im Automobil- und Getriebebau, Zahnräder, Antriebsritzel, Wellen, Gelenkteile
5.0	Unlegierte Einsatzstähle bis 750 N/mm²						
	1.0401	C 15	1820	0,22	590–880	0,12-0,18 C; 0,4 Si; 0,3-0,6 Mn; 0,045 P; 0,045 S; 0,009 N	Bau- und Maschinenteile
	1.1141	Ck 15	1630	0,17	590–740	0,12-0,18 C; 0,4 Si; 0,3-0,6 Mn; 0,035 P; 0,035 S	Kleine Maschinenbauteile mit niedriger Kernfestigkeit
6.0	Legierte Einsatzstähle bis 1000 N/mm²						
	1.5919	15CrNi6	2100	0,26	500–590	0,14-0,19 C; 0,4 Si; 0,4-0,6 Mn; 0,035 P max; 1,4-1,7 Cr, 1,4-1,7 Ni, 0,035 S max	Bauteile im Fahrzeug-, Motoren- und Apparatebau wie Antriebsritzel, Kolbenbolzen, Getriebewellen

Tabelle 1.2 Fortsetzung – Einteilung in GARANT-Werkstoff-Materialgruppen – Fortsetzung GARANT-Materialgruppe 6.0

Material-gruppe	Werkstoff-nummer	Kurzzeichen DIN	Haupt-wert der spezif. Schnitt-kraft kc1.1 [N/mm²]	Anstieg der Tan-gente (s. Bild 2.24 u. Gl. 2.14) m	Festigkeit [N/mm²]	Chemische Zusammensetzung [%]	Verwendung
6.0	Legierte Einsatzstähle bis 1000 N/mm²						
	1.7012	13 Cr 2	2100	0,26	690–930	0,1-0,16 C; 0,15-0,35 Si; 0,4 -0,6 Mn; 0,035 P max; 0,3 -0,5 Cr, 4,25-4,75 N, 0,035 S max	Kleinere Bauteile im Fahrzeug- und Maschinenbau mit erforderlichen erhöhten Verschleiss-widerstand wie Nockenwellen, Kolbenbolzen, Zylinder
	1.7131	16 MnCr 5	2100	0,26	500	0,14-0,19 C; 0,4 Si; 1,0-1,3 Mn; 0,035 P; 0,8-1,1 Cr	Zahnräder, Teller- und Getriebe-räder, Wellen, Bolzen, Zapfen
6.1	Legierte Einsatzstähle über 1000 N/mm²						
	1.7147	20 MnCr 5	2140	0,25	800–1400	0,17-0,22 C; 0,4 Si; 1,1-1,4 Mn; 0,035 P; 0,035 S; 1,0-1,3 Cr	Getriebe- und Gelenkteile, Zahnräder, Teller- und Kegel-räder, Wellen, Bolzen, Teile für höhere Kernfestigkeit
	1.7262	15 CrMo 5	2290	0,17	640–1180	0,15-0,35 C; 0,15-0,35 Si; 0,8-1,1 Mn; 1,0-1,3 Cr; 0,2-0,3 Mo	stark auf Verschleiß bean-spruchte Teller- und Getriebe-räder, Zahnräder, Kurbelwellen, Bolzen, Buchsen
7.0	Nitrierstähle bis 1000 N/mm²						
	1.8504	34 Cr Al 6	1740	0,26	< 780	0,3-0,37 C; 0,15-0,35 Si; 0,6-0,9 Mn; 0,035 P max; 0,035 S max, 0,8-1,1 Al, 1,2-1,5 Cr	Heißdampfarmaturenteile, Ventilspindeln, Kolbenstangen
	1.8506	34 Cr Al S 5	1740	0,26	< 930	0,3-0,37 C; 0,15-0,4 Si; 0,6-0,9 Mn; 0,1 P max; 0,07-0,11 S, 0,8-1,2 Al, 1,0-1,3 Cr	Verschleißteile hoher Ober-flächenhärte
	1.8507	34 CrAlMo 5	1740	0,26	800–1000	0,3-0,37 C; 0,4 Si; 0,5-0,8 Mn; 1,0-1,3 Cr; 0,8-1,2 Al	Heißdampfarmaturenteile hoher Dauerstandfestigkeit, Teile bis 80 mm Dicke
7.1	Nitrierstähle über 1000 N/mm²						
	1.8519	31 CrMo V 9	1740	0,26	1000–1200	0,26-0,34 C; 0,4 Si; 0,4-0,7 Mn; 0,025 P max,0,03 S max; 2,3-2,7 Cr. 0,15-0,25 Mo; 0,1-0,2 V	Heißdampfarmaturenteile, Ventilspindeln, Kurbelwellen, Verschleißteile

Tabelle 1.2 Fortsetzung – Einteilung in GARANT-Werkstoff-Materialgruppen – Fortsetzung GARANT-Materialgruppe 7.1

Material-gruppe	Werkstoff-nummer	Kurzzeichen DIN	Haupt-wert der spezif. Schnitt-kraft kc1.1 [N/mm²]	Anstieg der Tan-gente (s. Bild 2.24 u. Gl. 2.14) m	Festigkeit [N/mm²]	Chemische Zusammensetzung [%]	Verwendung
7.1	Nitrierstähle über 1000 N/mm²						
	1.8550	34CrAlNi7	1740	0,26	850–1050	0,3-0,37 C; 0,4 Si max; 0,4-0,7 Mn; 0,025 P max; 0,03 S max; 0,8-1,2 Al; 1,5-1,8 Cr; 0,15-0,25 Mo; 0,85-1,15 Ni	schwere Maschinenbauteile, Kolbenstangen, Tauchkolben und Spindeln besonders großer Abmessungen
8.0	Werkzeugstähle bis 850 N/mm²						
	1.1730	C 45 W	1680	0,26	< 190 HB	0,4-0,5 C; 0,15-0,4 Si; 0,6-0,8 Mn; 0,035 P; 0,035 S	Unleg. Werkzeugstahl, Getrieberäder, Antriebswellen, Aufbaumaterial für Schnitte und Stanzen
	1.2067	100 Cr 6	1410	0,39	< 223 HB	0,95-1,1 C; 0,15-0,35 Si; 0,25-0,45 Mn; 0,03 P max; 0,03 S max, 1,35-1,65 Cr	Schnittwerkzeuge, Kaltwalzen, Ziehdorne, Gewindewerkzeuge
	1.2721	50NiCr13	1710	0,27	<845	0,45-0,55 C; 0,15-0,35 Si; 0,4-0,6 Mn; 0,035 P; 0,035 S, 0,9-1,2 Cr; 3,0-3,5 Ni	Werkzeugstahl für Kaltarbeit, Kaltschlagmatrizen aller Art, Massivprägewerkzeuge, Scherenmesser
8.1	Werkzeugstähle mit 850–1100 N/mm²						
	1.2312	40CrMnMoS 8-6	1800	0,27	1100–1150	0,34-0,45 C; 0,3-0,5 Si; 1,4-1,6 Mn; 0,03 P; 0,05-0,1 S; 1,8-2,0 Cr; 0,15-0,25 Mo	Werkzeugstahl für Kaltarbeit, Werkzeuge für die Kunststoffverarbeitung, Formrahmen, gut zerspanbar
	1.2316	X 36 CrMo 17	1820	0,26	< 285 HB	0,33-0,43 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 15-17 Cr; 1,0-1,3 Mo; 1,0 Ni; 1,0 Ti	Werkzeugstahl für die Kaltarbeit, Korrosionsbeständiger Sonderstahl für Pressformen zum Verpressen chemisch angreifender Massen
	1.2363	X100 CrMo V51	1820	0,26	< 231 HB	0,95-1,05 C; 0,35-0,65 Mn; 4,5-5,5 Cr; 0,9-1,4 Mo	Werkzeugstahl für Kaltarbeit, Schnitt- und Stanzwerkzeuge, Gewindewalzbacken

Tabelle 1.2 Fortsetzung – Einteilung in GARANT-Werkstoff-Materialgruppen – Fortsetzung GARANT-Materialgruppe 8.1

Material-gruppe	Werkstoff-nummer	Kurzzeichen DIN	Haupt-wert der spezif. Schnitt-kraft kc1.1 [N/mm²]	Anstieg der Tan-gente (s. Bild 2.24 u. Gl. 2.14) m	Festigkeit [N/mm²]	Chemische Zusammensetzung [%]	Verwendung
8.1	Werkzeugstähle mit 850–1100 N/mm²						
	1.2851	34 CrAl 6	1820	0,26	780-980	0,30-0,37 C; 0,15-0,35 Si; 0,6-0,9 Mn; 0,035 Pmax; 0,035 Smax, 1,2-1,5 Cr, 0,8-1,1 Al	Werkzeugstahl für Kaltarbeit, Kunststoffpressformen für Oberflächennitrierung
		TOOLOX 33	1820	0,26	1080 (33 HRC)	0,25 C; 0,6 Si; 0,9 Mn; 1,2 Cr; 0,7 Ni; 0,4 Mo; 0,125 V	Gehärteter und angelassener Werkzeugstahl, der auf geringe Restspannung ausgelegt ist. Werkzeugstahl speziell für Kunststoffspritzformen bzw. für Biegewerkzeuge, Konstruktions- und Verschleißteile
8.2	Werkzeugstähle über 1100 N/mm²						
	1.2080	X210 Cr1 2	1820	0,26	< 248 HB	1,9-2,2 C; 0,1-0,4 Si; 0,15-0,45 Mn; 11-12 Cr; 0,1-0,4 Ti	Werkzeugstahl für Kaltarbeit, Hochleistungsschnitt- und Stanzwerkzeuge, Stempel, Messerbacken, Räumnadeln, Ziehmatrizen u. -dorne
	1.2379	X155Cr VMo12-1	1820	0,26	< 255 HB	1,5-1,6 C; 0,15-0,45 Mn; 11-12 Cr; 0,9-1,1 V	Werkzeugstahl für Kaltarbeit, Bruchempfindliche Schnitte, Gewindewalzbacken und -rollen, Schermesser, Räumnadeln, Fräser
	1.2436	X 210 CrW 12	1820	0,26	< 255 HB	2,0-2,25 C; 0,15-0,45 Mn; 11-12 Cr; 0,6-0,8 W	Werkzeugstahl für Kaltarbeit, Hochleistungsschnitt- und Stanzwerkzeuge, Stempel, Messerbacken, Räumnadeln, Ziehdorne, Holzfräser

Tabelle 1.2 Fortsetzung – Einteilung in GARANT-Werkstoff-Materialgruppen – Fortsetzung GARANT-Materialgruppe 8.2

Material-gruppe	Werkstoff-nummer	Kurzzeichen DIN	Haupt-wert der spezif. Schnitt-kraft kc1.1 [N/mm²]	Anstieg der Tan-gente (s. Bild 2.24 u. Gl. 2.14) m	Festigkeit [N/mm²]	Chemische Zusammensetzung [%]	Verwendung
8.2	Werkzeugstähle über 1100 N/mm²						
	1.2710	45 NiCr 6	1710	0,27	930–1960	0,4-0,5 C; 0,15-0,35 Si; 0,5-0,8 Mn; 0,035 P; 0,035 S; 1,2-1,5 Cr; 1,5-1,8 Ni	Werkzeugstahl für Kaltarbeit, zähe Kaltscherenmesser, Achsen für Stützwalzen
	1.2767	X 45 NiCrMo 4	1820	0,26	< 262 HB	0,4-0,5 C, 0,1-0,4 Si; 0,15-0,45 Mn; 0,03 P 0,03 S;1,2-1,5 Cr; 0,15-0,35 Mo; 3,8-4,3 Ni	Werkzeugstahl für Kaltarbeit, Präge-, Biegewerkzeuge, Druckleisten an Abkantpressen, Scherenmesser für dickstes Schneidgut
	1.2824	70 MnMoCr 8	1820	0,26	> 58 HRC	0,65-0,75 C; 0,1-0,5 Si, 1,8-2,5 Mn; 0,03 Pmax; 0,03 Smax, 0,9-1,2 Cr, 0,9-1,4 Mo	Legierter Werkzeugstahl für Kaltarbeit
	1.3241	ASP 60	1820	0,26	850–1200	nach Herstellerangaben	Werkzeugstahl
9.0	Schnellarbeitsstähle mit 850–1200 N/mm²						
	1.3243	S 6-5-2 (DMo 5)	1820	0,26	240–300 HB	0,86-0,94 C; 0,45 Si; 0,4 Mn; 0,03 P; 0,03 S; 3,8-4,5 Cr; 4,5-7,2 Mo; 6,0-6,7 W; 1,7-2,0 V	Reibahlen, Spiral- und Gewinde-bohrer, Fräser, Räumnadeln, Dreh-, Hobel- und Zahnrad-stoßmesser
	1.3255	S 18-1-2-5	1820	0,26	240–300 HB	0,75-0,83 C; 0,45 Si; 0,4 Mn; 0,03 P; 0,03 S 3,8-4,5 Cr; 0,5-0,8 Mo; 17,5-18,5 W; 1,4-1,7 V 4,5-5,0 Co	Dreh-, Hobel- u. Stoßmesser, Schruppfräser, hervorragende Schneidkraft und Zähigkeit
	1.3265	S 18-1-2-10	1820	0,26	240–300 HB	0,72-0,8 C; 0,45 Si; 0,4 Mn; 0,03 P; 0,03 S; 3,8-4,5 Cr; 0,5-0,8 Mo; 17,5-18,5 W; 1,4-1,7 V; 9-10 Co	Dreh-, Hobelmesser, Fräser bes-ter Warmhärte zum Bearbeiten von Stählen

Tabelle 1.2 Fortsetzung – Einteilung in GARANT-Werkstoff-Materialgruppen

Material-gruppe	Werkstoff-nummer	Kurzzeichen DIN	Haupt-wert der spezif. Schnitt-kraft kc1.1 [N/mm²]	Anstieg der Tan-gente (s. Bild 2.24 u. Gl. 2.14) m	Festigkeit [N/mm²]	Chemische Zusammensetzung [%]	Verwendung
10.0	Gehärtete Stähle mit 45–55 HRC						
		Toolox 44	2500	0,26	1250 (45 HRC)	0,31 C; 0,6 Si; 0,9 Mn; 1,35 Cr; 0,7 Ni; 0,8 Mo; 0,145 V	Gehärteter und angelassener Werkzeugstahl, der auf eine geringe Restspannung ausgelegt ist. Speziell für Kunststoffformen
10.1	Gehärtete Stähle mit 55–60 HRC						
10.2	Gehärtete Stähle mit 60–67 HRC						
11.0	Verschleißfester Konstruktionsstahl mit 1350 N/mm²						
		Hardox 400	2600	0,26	1350	nach Herstellerangaben	Verschleißfestes Blech mit guter Bieg- und Schweißbarkeit, z.B. für Schaufeln, Kipper, Frontlader
11.1	Verschleißfester Konstruktionsstahl mit 1800 N/mm²						
		Hardox 500	2600	0,29	1800	nach Herstellerangaben	Biegbares und Schweißbares, verschleißfestes Blech für Anwendungen, die höheren Verschleißwiderstand erfordern, z.B. Behälter
12.0	Federstähle bis 1500 N/mm²						
	1.5023	38 Si 7	1800	0,27	1180–1370	0,35-0,42 C; 1,5-1,8 Si; 0,5-0,8 Mn; 0,03 P max; 0,03 S max	Blattfedern, Federplatten, Federringe
	1.7176	55 Cr 3	1800	0,27	1370–1620	0,52-0,59 C; 0,25-0,5 Si; 0,7-1,1 Mn; 0,03 P max; 0,03 S max	Warmgeformte Federn, Drehstabfedern, Schraubenfedern für den Fahrzeugbau
	1.8159	51 CrV 4	2220	0,26	1100–1300	0,47-0,55 C; 0,4 Si; 0,7-1,1 Mn; 0,035 P max; 0,03 S max; 0,9-1,2 Cr; 0,1-0,2 V	Feder- und Werkzeugstahl, hochbeanspruchte Teile im Flugzeug-, Motoren- und Maschinenbau wie Gelenk- und Getriebeteile, Achsen

Tabelle 1.2 Fortsetzung – Einteilung in GARANT-Werkstoff-Materialgruppen

Material-gruppe	Werkstoff-nummer	Kurzzeichen DIN	Haupt-wert der spezif. Schnitt-kraft kc1.1 [N/mm²]	Anstieg der Tan-gente (s. Bild 2.24 u. Gl. 2.14) m	Festigkeit [N/mm²]	Chemische Zusammensetzung [%]	Verwendung
13.0	Rostfreie Stähle -geschwefelt bis 700 N/mm²						
	1.4104	X 14 CrMo S 17	1820	0,26	650–850	0,1-0,17 C; 1,0 Si; 1,5 Mn; 0,04 P; 0,15-0,35 S; 15,5-17,5 Cr; 0,2-0,6 Mo	Konstruktionsteile für Automatenbearbeitung (Schrauben, Achsen)
	1.4305	X 8 CrNi S 18-9	2088	0,29	500–750	0,1C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,15-0,35 S; 17-19 Cr; 8-10 Ni; 0,11 N; 1,0 Cu	nichtrostende Teile für Nahrungsmittelindustrie, Foto-, Farben-, Öl-, Seifen-, Papier- und Textilindustrie
13.1	Rostfreie Stähle -austenitisch bis 700 N/mm². (Beurteilung der Zerspanbarkeit über PRE-Faktor Seite 52)						
	1.3912	Alloy 36	2550	0,16	490	nach Herstellerangaben	Für Anwendungen auch im Tief-temperaturbereich, für normale Messgeräte, Behälter und Rohr-leitungen zum Transport von Flüssiggas
	1.4113	X 6 Cr Mo 17-1	2600	0,19	440–660	0,08 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 0,04 P; 0,03 S; 16-18 Cr; 0,9-1,3 Mo	Radkappen, Stoßstangen, Kühlergrill, Griffe,
	1.4301	X 5 CrNi 18 10	2350	0,21	500–700	0,07 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,03 S; 17-19 Cr; 0,5 Mo; 9-11,5 Ni	Apparate und Geräte für Nahrungsmittelindustrie
	1.4303	X 5 CrNi 18 12	2350	0,21	490–690	0,06 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,03 S; 17-19 Cr; 11-13 Ni	Chemische Industrie, Schrauben, Muttern, Kaltfließpressteile
	1.4306	X 2 CrNi 19 11	2350	0,21	460–680	0,03 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,03 S; 18-20 Cr; 10-12,5 Ni	Nahrungsmittelindustrie, Seifen-, Kunstfaserindustrie
	1.4401	X5CrNiMo1712 2	2600	0,19	530–680	0,07 C; 1 Si; 2 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 0,11 N; 16,5- 18,5 Cr; 2-2,5 Mo; 10-13 Ni	Teile und Apparate für chem. und Textilindustrie
	1.4404	GX2 CrNiMo1810	2600	0,19	530–680	0,03 C; 1 Si; 2 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 16,5-18,5 Cr; 2-2,5 Mo; 10-13 Ni; 0,11 N	Teile für chem. Industrie, Farben-, Öl- und Textilindustrie
	1.4435	X2CrNiMo18-143	2600	0,19	550–700	0,03 C; 1,0 Si; 2 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 17-18 Cr; 2,5-3 Mo; 12,5-15 Ni; 0,11 N	geschweißte Teile erhöhter chem. Beständigkeit in der Zell-stoff- und Textilindustrie

Tabelle 1.2 Fortsetzung – Einteilung in GARANT-Werkstoff-Materialgruppen – Fortsetzung GARANT-Materialgruppe 13.1

Material-gruppe	Werkstoff-nummer	Kurzzeichen DIN	Haupt-wert der spezif. Schnitt-kraft kc1.1 [N/mm²]	Anstieg der Tan-gente (s. Bild 2.24 u. Gl. 2.14) m	Festigkeit [N/mm²]	Chemische Zusammensetzung [%]	Verwendung
13.1	Rostfreie Stähle -austenitisch bis 700 N/mm². (Beurteilung der Zerspanbarkeit über PRE-Faktor Seite 52)						
	1.4436	X5CrNiMo 17 13 3	2600	0,19	550–700	0,05 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 16,5-18,5 Cr; 2,5-3 Mo; 10,5-13 Ni; 0,11 N	geschweißte Teile erhöhter chem. Beständigkeit in der Zellstoff- und Textilindustrie
	1.4438	X2CrNiMo 18 16 4	2600	0,19	550–700	0,03 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 17,5-19 Cr; 3-4 Mo; 13-16 Ni; 0,11 N	Apparate der chem. Industrie
	1.4550	X 6 CrNiNb 18 10	2550	0,18	500–700	0,08 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 17-19 Cr; 9-12 Ni	Bauteile der Nahrungs-mittelindustrie
	1.4845	X 12 CrNi 25-21	2550	0,18	500–700	0,1 C; 1,5 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 24-26 Cr; 19-22 Ni; 0,11 N	für Teile in Industrieöfen, Dampf-kesseln, Erdölanlagen
	1.4864	X12NiCrSi36-16 (Incoloy DS)	2550	0,18	580	0,15 C; 1,0-2,0 Si; 2,0 Mn; 0,030 P max; 0,020 S max; 15-17 Cr, 33-37 Ni.	für Teile im Ofen- und Apparate-bau
	1.4876	X10NiCrAlTi32-21 (Incoloy 800)	2550	0,18	450–680	0,12C max; 1,0 Si max; 2,0 Mn max; 0,030 P max; 0,020 S max; 19-23 Cr;30 30-34 Ni; 0,15-0,6 Ti; 0,5 Cu max; 0,15-0,6 Al	Bauteile der chemischen Industrie
	1.4971	X12CrCoNi21-20 (N 155)	2550	0,18	314–641	0,08-0,16 C; 1,0 Si max; 2,0 Mn max; 0,045 P max; 0,030 S max; 20-22,5 Cr; 2,5-3,5 Mo; 19-21 Ni, 0,10-0,2 N; 0,75-1,25 B; 2,0-3,0 W; 18,5-21 Co	für Bauteile in Gasturbinen und Triebwerken, Bolzen, Schrauben, Muttern

Tabelle 1.2 Fortsetzung – Einteilung in GARANT-Werkstoff-Materialgruppen – Fortsetzung GARANT-Materialgruppe 13.1

Material-gruppe	Werkstoff-nummer	Kurzzeichen DIN	Haupt-wert der spezif. Schnitt-kraft kc1.1 [N/mm²]	Anstieg der Tan-gente (s. Bild 2.24 u. Gl. 2.14) m	Festigkeit [N/mm²]	Chemische Zusammensetzung [%]	Verwendung
13.2	Rostfreie Stähle -austenitisch bis 850 N/mm². (Beurteilung der Zerspanbarkeit über PRE-Faktor Seite 52)						
	1.4031	X38 Cr 13	1820	0,26	800	0,36-0,42 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 0,04 P; 0,03 S; 12,5-14,5 Cr	Schneidwaren, Kugellagerkugeln, Federn, Kolbenstangen
	1.4034	X 46 Cr 13	1820	0,26	800	0,43-0,5 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 0,04 P; 0,03 S; 12,5-14,5 Cr	Schneidwaren, Kugellagerkugeln, Federn, Kolbenstangen
	1.4311	X 2 CrNiN 18 10	2550	0,18	550–760	0,03 C; 1 Si; 2 Mn; 0,045 P; 0,03 S; 16,5-17 Cr; 8,5-11,5 Ni; 0,12-0,22 N	Druckgefäße für den Apparatebau, Nahrungsmittelindustrie
	1.4362	X 2 CrNiN 23 4	2550	0,18	600–850	0,03 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,035 P; 0,015 S; 22-24 Cr; 0,1-0,6 Mo; 3,5-5,5 Ni; 0,05- 0,2 N; 0,1-0,6 Cu	hochfester Werkstoff für chemischen Apparatebau
	1.4371	X12CrMnNi18 8 5	2550	0,18	650–850	0,03 C; 1 Si; 6-8 Mn; 0,045P; 0,015 S; 0,15-0,2 N; 16-17 Cr; 3,5-5,5 Ni	Rost- und säurebeständiger Stahl
	1.4417	GX2CrNiMoN27-7-3	2600	0,19	>650	0,03 C max; 1,0 Si max; 1,5 Mn max; 0,03 P max; 0,02 S max; 24-26 Cr; 3,0-4,0 Mo; 6,0-8,5 Ni; 0,15-0,25 N; 1,0 Cu max; 1,0 W max	Rost- und säurebeständiger Stahlguss
	1.4429	X2CrNiMoN1713 3	2600	0,19	580–780	0,03 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 16,5-18,5 Cr; 2,5-3 Mo; 11-14 Ni; 0,12-0,22 N	Druckbehälter erhöhter chem. Beständigkeit
	1.4539	X2NiCrMoCu25205	2550	0,18	530–730	0,02 C; 0,7 Si; 2,0 Mn; 0,03 P; 0,01 S; 19-21 Cr; 4-5 Mo; 24-26 Ni; 0,15 N; 1,2-2,0 Cu	chem. und petrochem. Industrie, Zellstoff- und Papierindustrie

Tabelle 1.2 Fortsetzung – Einteilung in GARANT-Werkstoff-Materialgruppen

Material-gruppe	Werkstoff-nummer	Kurzzeichen DIN	Haupt-wert der spezif. Schnitt-kraft kc1.1 [N/mm²]	Anstieg der Tan-gente (s. Bild 2.24 u. Gl. 2.14) m	Festigkeit [N/mm²]	Chemische Zusammensetzung [%]	Verwendung
13.2	Rostfreie Stähle – austenitisch bis 850 N/mm². (Beurteilung der Zerspanbarkeit über PRE-Faktor Seite 52)						
	1.4541	X 6 CrNiTi 18-10 (V4A)	2550	0,18	520–720	0,08 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 17-19 Cr; 9-12 Ni; 0,7 Ti	Bauteile der Luft- und Raumfahrt sowie der Nahrungsmittelindustrie
	1.4544	X 10 CrNiTi 18 9	2550	0,18	500–750	0,08 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,035 P; 0,025 S; 17-19 Cr; 9-11,5 Ni	Bauteile der Luft- und Raumfahrt
	1.4546	X 5 CrNiNb 18-10	2550	0,18	500–750	0,08 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,03 S; 17-19 Cr; 9-11,5 Ni; 1,0 Nb	für höhere Anforderungen an Korrosionsbeständigkeit und Kaltumformbarkeit bei geringer Festigkeit
	1.4558	X3CrNiTiAl20-32 (Sanicro 30)	2550	0,18	450–700	0,030 C; 0,7 Si max; 1,0 Mn max; 0,020 P max; 0,015 S max; 20-23 Cr; 32-35 Ni; 0,15-0,45 Al	Standardwerkstoff für Dampfer-zeuger und Speisewassererhit-zer in Kraftwerken
	1.4571	X6CrNiMoTi17 12 2	2550	0,18	540–690	0,08 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 16,5-18,5 Cr; 2-2,5 Mo; 10,5-13,5 Ni	Apparate der chem. Industrie,
	1.4573	X10 CrNiMoTi 18-12	2550	0,18	490–740	0,1 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,03 S; 16,5-18,5 Cr; 2,5-3 Mo; 12-14,5 Ni	Apparate der chem., Textil-, Foto-, Farben-, Kunstharz- u. Gummiind.
	1.4583	X10CrNiMoNb18-12	2550	0,18	490–740	0,1 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,03 S; 16,5-18,5 Cr; 2,5-3 Mo; 12-14,5 Ni	geschweißte Teile für Textil-, Far-ben- und Treibstoffindustrie
	1.4828	X 15 CrNiSi 20-12	2550	0,18	550–750	0,2 C; 1,5-2 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 19-21 Cr; 11-13 Ni, 0,11 N	für Luftvorwärmer
	1.4841	X 15 CrNiSi 25-20	2550	0,18	550–800	0,2 C; 1,5-2,5 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,03 S; 24-26 Cr; 19-22 Ni	für Teile von Wärme-behandlungsöfen
	1.4864	X 12 NiCrSi 36-16	2550	0,18	550–750	0,15 C; 1-2 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 15-17 Cr; 33-37 Ni; 0,11 N	für Teile im Ofen- und Apparate-bau für hohe Betriebstempera-turen

Tabelle 1.2 Fortsetzung – Einteilung in GARANT-Werkstoff-Materialgruppen – Fortsetzung GARANT-Materialgruppe 13.2

Material-gruppe	Werkstoff-nummer	Kurzzeichen DIN	Haupt-wert der spezif. Schnitt-kraft kc1.1 [N/mm²]	Anstieg der Tan-gente (s. Bild 2.24 u. Gl. 2.14) m	Festigkeit [N/mm²]	Chemische Zusammensetzung [%]	Verwendung
13.2	Rostfreie Stähle -austenitisch bis 850 N/mm². (Beurteilung der Zerspanbarkeit über PRE-Faktor Seite 52)						
	1.4878	X8CrNiTi 18-10	2550	0,18	500–750	0,12 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,03 S; 17-19 Cr; 9-11,5 Ni	für Teile unter hoher mechanischer Beanspruchung
	1.4935	X20CrMoWV12-1	1820	0,26	690–830	0,17- 0,25 C; 0,1- 0,5 Si; 0,3-0,8 Mn; 0,045 P; 0,03 S; 11,0-12,5 Cr; 0,8-1,2 Mo; 0,3-0,8 Ni; 0,25-0,35 V; 0,4-0,6 W	Teile in Wärmekraftanlagen, im Dampfkessel- und Turbinenbau, Wärmetauscher
13.3	Rostfreie Stähle -martensitisch/ferritisch bis 1100 N/mm². (Beurteilung der Zerspanbarkeit über PRE-Faktor Seite 52)						
	1.4000	X6 Cr 13	1820	0,26	400–700	0,08 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 0,04 P; 0,03 S; 12-14 Cr	Konstruktionsteile in Wasser und Dampf, Beschläge, Verkleidungen
	1.4002	X6 Cr Al 13	1820	0,26	400–700	0,08 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 0,04 P; 0,03 S; 13-15 Cr, 0,1-0,3 Al	Apparatebau der Erdölindustrie (z.B. Crackanlagen), geschweißte Teile des Wasserkraftwerkbaus
	1.4005	X12 CrS 13	1820	0,26	650–850	0,08-0,15 C; 1,0 Si, 1,5 Mn; 0,04 P; 0,15-0,35 S; 12-14 Cr; 0,6 Mo	Teile aller Art wie Schrauben, Muttern, Bolzen, Konstruktionsteile in Wasser und Dampf
	1.4006	X12 CrS 13	1820	0,26	650–850	0,08-0,15 C; 1,0 Si, 1,5 Mn; 0,04 P; 0,03 S; 11,5-13,5 Cr,075 Ni	Konstruktionsteile in Wasser und Dampf sowie mild wirkenden Medien der Lebensmittelindustrie, vorwiegend im vergüteten Zustand
	1.4016	X6 Cr 17	1820	0,26	400–630	0,08 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 0,04 P; 0,03 S; 16-18 Cr	Schrauben und Formteile, bei Korrosionserscheinungen

Tabelle 1.2 Fortsetzung – Einteilung in GARANT-Werkstoff-Materialgruppen – Fortsetzung GARANT-Materialgruppe 13.3

Material-gruppe	Werkstoff-nummer	Kurzzeichen DIN	Haupt-wert der spezif. Schnitt-kraft kc1.1 [N/mm²]	Anstieg der Tan-gente (s. Bild 2.24 u. Gl. 2.14) m	Festigkeit [N/mm²]	Chemische Zusammensetzung [%]	Verwendung
13.3	Rostfreie Stähle -martensitisch/ferritisch bis 1100 N/mm². (Beurteilung der Zerspanbarkeit über PRE-Faktor Seite 52)						
	1.4021	X20 C5 13	1820	0,26	700–850	0,16-0,25 C; 1,0 Si; 1,5 Mn; 0,04 P; 0,03 S; 12-14 Cr	Achsen, Wellen, Pumpenteile, Kolbenstangen, Ventilkegel, Düsennadeln, Schiffsschrauben, chirurgische Instrumente
	1.4028	X 30 Cr 13	1820	0,26	800–1000	0,26-0,35 C; 1,0 Si; 1,5 Mn; 0,04 P; 0,03 S; 12-14 Cr	Schneidwaren, Kugellagerkugeln, Federn, Kolbenstangen
	1.4057	X 17 CrNi 16-2	1820	0,26	800–950	0,12-0,22 C; 1,0 Si; 1,5 Mn; 0,04 P; 0,03 S; 15-17 Cr; 1,5-2,5 Ni	hochbeanspruchte Maschinenteile, Schrauben, Muttern im Pumpen- und Verdichterbau, Schiffbau
	1.4310	X10 CrNi 18-8	2350	0,21	600–950	0,05-0,15 C; 2 Si; 2 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 16-19 Cr; 0,8 Mo; 6-9,5 Ni; 0,11 N	Bleche höherer Festigkeit für den Fahrzeugbau, Federn
	1.4460	X3CrNiMo 27-5-2	2600	0,19	620–880	0,05 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,035 P; 0,015 S; 25-28 Cr; 1,3-2 Mo; 4,5-6,5 Ni; 0,05-0,2 N	Teile für hohe chem. und mechanische Beanspruchung, z.B. im Schiffbau
	1.4462	X2CrNiMoN 22-5- 3	2550	0,18	660–950	0,03 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,035 P; 0,015 S; 21-23 Cr; 2,5-3,5 Mo; 4,5-6,5 Ni; 0,1-0,22 N	chemische und petrolchemische Industrie
	1.4510	X 3 CrTi 17	1820	0,26	450–600	0,05 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 0,04 P; 0,03 S; 16-18 Cr	Chemischer Apparatebau, Nahrungsmittel-, Färberei- und Seifenindustrie
	1.4512	X 6 CrTi 12	1820	0,26	390–560	0,03C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 0,04 P; 0,015 S; 10,5-12,5 Cr	Schalldämpfer
	1.4923	X 22 CrMoV 12 1	1820	0,26	800–900	0,17-0,23 C; 0,5 Si; 1,0 Mn; 0,03 P; 0,03 S; 10-12,5 Cr; 0,8-12, Mo; 0,3-0,8 Ni; 0,25-0,35 Ti	Bauteile für Reaktortechnik, chemische Industrie, Turbinenbau, Dampfkessel- und Rohrleitungsbau

Tabelle 1.2 Fortsetzung – Einteilung in GARANT-Werkstoff-Materialgruppen – Fortsetzung GARANT-Materialgruppe 13.3

Material-gruppe	Werkstoff-nummer	Kurzzeichen DIN	Haupt-wert der spezif. Schnitt-kraft kc1.1 [N/mm²]	Anstieg der Tan-gente (s. Bild 2.24 u. Gl. 2.14) m	Festigkeit [N/mm²]	Chemische Zusammensetzung [%]	Verwendung
13.3	Rostfreie Stähle -martensitisch/ferritisch bis 1100 N/mm². (Beurteilung der Zerspanbarkeit über PRE-Faktor Seite 52)						
	1.4980	X 5 NiCrTi 26 15	2600	0,19	<1100	0,08 C; 2,0 Si; 2,0 Mn; 0,03 P; 0,03 S; 1,35-16 Cr; 1,0-1,5 Mo; 24-27 Ni; 1,9-2,3 Ti; o,1-0,5 V; 0,35 Al	für Strangpresswerkzeuge
14.0	Sonderlegierungen bis 1200 N/mm²						
	2.4360	NiCu 30 Fe (Monel 400)	2600	0,19	450–700	62 Ni min 1,0 Co; 28-34 Cu, 1,0-2,5 Fe, 0,15 C, 0,5 Al, 2,0 Mn, 0,02 S, 0,5 Si, 0,3 Ti	Luftfahrtwerkstoff mit günstigen mech. und korrosionschemischen Eigenschaften, Druckbehälterbau, Zentrifugen, Schiffsventile
	2.4602	NiCr21 Mo14W (Hastelloy C22)	2088	0,29	690–950	0,01 C; 0,08 Si; 0,5 Mn; 0,025 P; 0,01 S; 2,0-6,0 Fe; 2,5 Co; 20-22,5 Cr; 12,5-14,5 Mo; 2,5-3,5 W; 0,35 V; 50 Ni min	Hervorragende Beständigkeit in oxidierenden Medien, Rührwerke, Wärmetauscher, Abgassysteme, Chemische Industrie für Zentrifugen
	2.4631	NiCr 20 TiAl (Ninomic 80A)	2088	0,29	≥ 1030	0,04-0,1 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 0,02 P; 0,015 S; 18-21 Cr; 65 Ni; 1,8-2,7 Ti; 1,0-1,8 Al; 2,0 Co; 0,2 Cu; 1,5 Fe	Verwendung für Gasturbinenschaufeln, -ringe und -scheiben
	2.4632	Ni Cr 20 Co 18 Ti (Nimonic 90)	2088	0,29	≥ 1080	0,1 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 0,03 P; 0,015 S; 18-21 Cr; 1,0-2,0 Al; 15-21 Co; 0,2 Cu; 2,0 Fe; Rest Ni	für höchstbeanspruchte Bauteile, wie z.B. Gasturbinenschaufeln, Warmarbeitswerkzeuge, Presswerkzeuge, Schmiedehämmer, Schermesser, Federn
	2.4634	NiCo20Cr15MoAlTi (Nimonic 105)	2088	0,29	1140	0,12-0,17 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 0,015 S; 4,5-4,9 Al, 0,003-0,01 B, 18-22 Co; 14-15,7 Cr	Luftfahrtwerkstoff, in Gasturbinen für Schaufeln, Scheiben, Wellen

Tabelle 1.2 Fortsetzung – Einteilung in GARANT-Werkstoff-Materialgruppen – Fortsetzung GARANT-Materialgruppe 14.0

Material-gruppe	Werk-stoff-nummer	Kurzzeichen DIN	Haupt-wert der spezif. Schnitt-kraft kc1.1 [N/mm²]	Anstieg der Tan-gente (s. Bild 2.24 u. Gl. 2.14) m	Festigkeit [N/mm²]	Chemische Zusammensetzung [%]	Verwendung
14.0	Sonderlegierungen bis 1200 N/mm²						
	2.4668	NiCr19NbMo (Inconell 718)	2088	0,29	960–1240	50-55 Ni, 17-21 Cr, 2,8-3,3 Mo, 0,02-0,08 C, 0,35 Si, 0,35 Mn, 0,015 P, 0,015 S, 0,2 Cu, 4,8-5,5 Nb, 1,0 Co, 0,3-0,7Al, 0,7-1,15Ti, 0,002-0,006 B, 11,3 Fe min	Luftfahrtwerkstoff, ausgezeich-nete Eigenschaften im Tiefsttem-peraturbereich, sehr gute Korro-sionsbeständigkeit, Raketentrieb-werke, Gasturbinen, Pumpen
	2.4856	NiCr22Mo9Nb (Inconell 625)	2600	0,19	820–1050	58 Ni min, 20-23 Cr, 5,0 Fe max; 8-10 Mo; 3,15-4,15 Nb; 0,01 C max; 0,5 Si max; 0,5 Mn max; 0,015 P max; 0,015 S max; 1,0 Co max; 0,4 Al max; 0,4 Ti max	Chemischer Apparatebau, Schiffs-bau, Luft- und Raumfahrtindustrie (hervorragende Korrossionsbe-ständigkeit)
15.0	Gusseisen bis 180 HB (GG)						
	0.6015	GG 15	950	0,21	150-200 (80–155 HB)	3,0-3,5 C; 1,5-2,5 Si; 0,5-1,0 Mn; 0,5-0,7 P; 0,15 S	Getriebegehäuse, Werkzeugma-schinenständer, Turbinengehäuse, Führungsleisten
	0.6020	GG 20	1020	0,25	200–300 (115–205 HB)	3,0-3,5 C; 1,5-2,5 Si; 0,5-1,0 Mn; 0,5-0,7 P; 0,15 S	Getriebegehäuse, Werkzeugma-schinenständer, Turbinengehäuse, Führungsleisten
15.1	Gusseisen ab 180 HB (GG)						
	0.6025	GG 25	1160	0,26	250–350 (155–250 HB)	3,0-3,5 C; 1,5-2,5 Si; 0,5-1,0 Mn; 0,5-0,7 P; 0,15 S	Getriebegehäuse, Werkzeugma-schinenständer, Turbinengehäuse, Führungsleisten
	0.6030	GG 30	1470	0,26	300–400 (195–270 HB)	3,0-3,5 C; 1,5-2,5 Si; 0,5-1,0 Mn; 0,5-0,7 P; 0,15 S	Getriebegehäuse, Werkzeugma-schinenständer, Turbinengehäuse, Führungsleisten

Tabelle 1.2 Fortsetzung – Einteilung in GARANT-Werkstoff-Materialgruppen – Fortsetzung GARANT-Materialgruppe 15.1

Material-gruppe	Werkstoff-nummer	Kurzzeichen DIN	Haupt-wert der spezif. Schnitt-kraft kc1.1 [N/mm²]	Anstieg der Tan-gente (s. Bild 2.24 u. Gl. 2.14) m	Festigkeit [N/mm²]	Chemische Zusammensetzung [%]	Verwendung
15.1	Gusseisen ab 180 HB (GG)						
	0.6035	GG 35	1470	0,26	350–450 (275–285 HB)	3,0-3,5 C; 1,5-2,5 Si; 0,5-1,0 Mn; 0,5-0,7 P; 0,15	Getriebegehäuse, Werkzeugmaschinenständer, Turbinengehäuse, Führungsleisten
	0.6040	GG 40	1470	0,26	400–500 (290–350 HB)	3,0-3,5 C; 1,5-2,5 Si; 0,5-1,0 Mn; 0,5-0,7 P; 0,15	Getriebegehäuse, Werkzeugmaschinenständer, Turbinengehäuse, Führungsleisten
15.2	Gusseisen (Kugelgraphit, Temperguss) ab 180 HB (GGG, GT)						
	0.7040	GGG-40	1005	0,25	400 (135–185 HB)	Anhaltswerte (chemische Zusammensetzung nach Wahl des Herstellers); 3,5-3,8 C; 2,0-3,0 Si; 0,4 Mn max; 0,1 P max; 0,01 S max; 0,06-0,12 Mg	Kurbelwellen, Walzen, Zahnräder, schlagbeanspruchte Teile im Fahrzeugbau
	0.7060	GGG-60	1480	0,17	600 (200–250 HB)	3,5-3,8 C; 2-3 Si; 0,4 Mn; 0,1 P; 0,01 S; 0,06-0,12 Mg	Kurbelwellen, Walzen, Zahnräder, schlagbeanspruchte Teile im Fahrzeugbau
	0.8040	GTW-40	2060	0,19	360–420 (220 HB)	3,0-3,4 C; 0,4-0,8 Si; 0,4-0,6 Mn; 0,12-0,25 S	Getriebegehäuse, Bremstrommeln, Kurbelwellen, Pleuel, Schaltgabeln, Hebel
15.3	Gusseisen (Kugelgraphit, Temperguss) ab 260 HB (GGG, GT)						
	0.7080	GGG-80	1132	0,44	800 (270–335 HB)	3,5-3,8 C; 2-3 Si; 0,4 Mn; 0,1 P; 0,01 S; 0,06-0,12 Mg	Kurbelwellen, Walzen, Zahnräder, schlagbeanspruchte Teile im Fahrzeugbau
	0.8165	GTS-65	1180	0,24	650 (210–260 HB)	2,3-2,6 C; 1,2-1,5 Si; 0,4-0,5 Mn; 0,1 P; 0,1-0,15 S	Fahrwerkteile wie Nockenwellen, Radnaben, Gelenkköpfe, Schwenklager, Schlossteile

Tabelle 1.2 Fortsetzung – Einteilung in GARANT-Werkstoff-Materialgruppen

Material-gruppe	Werkstoff-nummer	Kurzzeichen DIN	Haupt-wert der spezif. Schnitt-kraft kc1.1 [N/mm²]	Anstieg der Tan-gente (s. Bild 2.24 u. Gl. 2.14) m	Festigkeit [N/mm²]	Chemische Zusammensetzung [%]	Verwendung
16.0	Titan, Titanlegierungen bis 850 N/mm²						
	3.7025	Ti 1	1370	0,21	290–410	0,15 Fe; 0,12 O; 0,05 N; 0,06 C; 0,013 H	Chemischer Apparatebau, Galvanotechnik, Luft- und Raumfahrzeugbau
	3.7114	Ti Al 5 Sn 2,5	1370	0,21	790–830	4,5-5,5 Al, 2,0-3,0 Sn, 0,5 Fe, 0,2 O, 0,08 C, 0,05 N, 0,015 H, 90,3 Ti min	Luftfahrtwerkstoff
	3.7124	Ti Cu 2	1370	0,21	540–650	2,0-3,0 Cu, 0,2 Fe; 0,2 O; 0,1 C; 0,05 N, 0,01 H, 96,4 Ti min	Luftfahrtwerkstoff, komplexe Bauteile, Triebwerksgehäuseteile
16.1	Titan, Titanlegierungen mit 850–1200 N/mm²						
	3.7115	Ti Al 5 Sn 2.5	1370	0,21	≥ 830	4,5.. 55 Al; 2..3 Sn; Rest Ti	Luft- und Raumfahrzeugbau, Armaturen, Maschinenbau
	3.7164	Ti Al 6 V 4 (Ti6-4)	1370	0,21	≥ 900	5,5..6,75 Al; 3,5..4,5 V; Rest Ti	Luft- und Raumfahrzeugbau, Armaturen, Maschinenbau
17.0	Aluminium langspanend, Aluminium-Knetlegierungen bis 350 N/mm², Magnesium						
	3.3206	Al Mg Si 0,5	830	0,23	200–250	98 Al min; 0,35-0,6 Mg; 0,3-0,6 Si; 0,1-0,3 Fe; 0,1 Cu max; 0,1 Mn max; 0,15 Zn max; (Beimengen: 0,05 einzeln max. 0,15 zusammen max)	Stranggepresste Profilquerschnitte für Fahrzeugbau, allgemeinen Maschinenbau oder Bauwesen
	3.3527	AlMg 2 Mn 0,8	780	0,23	190–290	1,6-2,5 Mg; 0,5-1,1 Mn	für höhere Temperaturen, Fahrzeugbau, Schiffbau, Apparatebau
	3.3535	AlMg 3	780	0,23	190–290	2,6-3,6 Mg; (Mn+Cr 0,1-0,6)	Nahrungsmittelindustrie, Apparatebau, Fahrzeugbau, Schiffbau
	3.3547	AlMg 4,5 Mn	780	0,23	275–345	4,0-4,9 Mg; 0,4-1,0 Mn; 0,05-0,25 Cr	Fahrzeugbau, Schiffbau, Druckbehälter
	3.3561	G-AlMg 5	780	0,23	160–220	4,5-5,5 Mg; 0,001-0,4 Mn; 0,001-0,2 Ti	Gussstücke in der chemischen und Nahrungsmittelindustrie
	3.5200	MgMn 2	390	0,19	200–220	1,2-2,0 Mn, 0,1 Si, 0,05 Cu, 0,05 Al, 0,03 Zn, 97,7 Mg min	Luftfahrtwerkstoff, Kraftstoffbehälter, Verkleidungen, Anoden

Tabelle 1.2 Fortsetzung – Einteilung in GARANT-Werkstoff-Materialgruppen – Fortsetzung GARANT-Materialgruppen 17.0

Material-gruppe	Werkstoff-nummer	Kurzzeichen DIN	Haupt-wert der spezif. Schnitt-kraft kc1.1 [N/mm²]	Anstieg der Tan-gente (s. Bild 2.24 u. Gl. 2.14) m	Festigkeit [N/mm²]	Chemische Zusammensetzung [%]	Verwendung
17.0	Aluminium langspanend, Aluminium-Knetlegierungen bis 350 N/mm², Magnesium						
	3.5314	MgAl 3 Zn	390	0,19	240–280	2,5-3,5 Al, 0,7-1,3 Zn, 0,28-0,4 Mn, 0,05 Si, 0,15 Cu, 94,4 Mg min	Luftfahrtwerkstoff für kompliziert gestaltete Bauteile
	3.5812	MgAl 8 Zn	390	0,19	270–310	7,8-9,2 Al, 0,2-0,8 Zn, 0,12-0,3 Mn, 0,1 Si, 0,05 Cu, 0,005 Fe, 89,2 Mg min, 89,2 Mg min	Bauteile mit hoher mechanischer Beanspruchung
17.1	Aluminium kurzspanend						
	3.2151	G–AlSi 6 Cu 4	830	0,23	160–200	5,0-7,5 Si; 3,0-5,0 Cu; 0,1-0,6 Mn; 0,1-0,5 Mg	vielseitig verwendbar im Maschinenbau, Zylinderköpfe
	3.2341	G–AlSi 5 Mg	830	0,23	140–180	91,8 Al [laut DIN: Al Rest]; 5- 6 Si; 0,001-0,4 Mn; 0,001-0,20 Ti; 0,4-0,8 Mg; 0,05 Cu; 0,5 Fe; 0,10 Zn	Teile für die Nahrungsmittel- und chemische Industrie, Beschläge
	3.2371	G – AlSi 7 Mg	830	0,23	230–310	6,5-7,5 Si; 0,25-0,45 Mg; 0,001-0,2 Ti, Rest Al	Gussstücke mittlerer Wanddicke, hoher Festigkeit und Zähigkeit, Flugzeugbau
17.2	Aluminiumgusslegierungen mit Si >10%						
	3.2381.01	G–AlSi 10 Mg	830	0,23	160–210	9-11 Si; 0,2-0,5 Mg; 0,001-0,4 Mn	Dünnwandige , druck- und schwingungsfeste Gussstücke, Motorengehäuse
	3.2581.01	G – AlSi 12	830	0,23	150–200	10,5-13,5 Si; 0,001-0,4 Mn, Rest Al	Dünnwandige , druck- und schwingungsfeste Gussstücke
	3.2583	G-AlSi 12 Cu	830	0,23	150–200	85,1 Asl min 10,5-13,5 Si, 0,001-0,4 Mn, 0,05 Cu, 0,5 Fe, 0,05 Mg, 0,15 Ti, 0,1 Zn	Formschwierige, dünnwandige, schlagbeanspruchte Gussstücke für den Geräte-, Maschinen-, Fahrzeug- und Schiffsbau, Gehäuse, Flügerräder

Tabelle 1.2 Fortsetzung – Einteilung in GARANT-Werkstoff-Materialgruppe

Material-gruppe	Werkstoff-nummer	Kurzzeichen DIN	Haupt-wert der spezif. Schnitt-kraft kc1.1 [N/mm²]	Anstieg der Tan-gente (s. Bild 2.24 u. Gl. 2.14) m	Festigkeit [N/mm²]	Chemische Zusammensetzung [%]	Verwendung
18.0	Kupfer, niedrig legiert bis 400 N/mm²						
	2.0070	SE-Cu	780	0,23	200–250	99,9 Cu min, 0,003 P	Elektrotechnik, Halbzeuge jeder Art
	2.1247	CuBe2	780	0,23	410–540	96,8 Cu min, 1,8-2,1 Be	Lagersitze, Membranen, verschleißfeste Schnecken- und Zahnräder, hochbeanspruchte Massivteile
18.1	Messing, kurzspanend bis 600 N/mm²						
	2.0380	CuZn 39 Pb 2	780	0,18	360–490	58,5-60 Cu, 1,5-2,5 Pb, 0,1 Al, 0,4 Fe, 0,3 Ni, 0,2 Sn, 36,3 Zn min	Teile für Feinmechanik, Maschinen- und Apparatebau
	2.0401	CuZn 39 Pb 3	980	0,25	360–500	57-59 Cu, 2,5-3,5 Pb, 0,1 Al, 0,5 Fe, 0,5 Ni, 35,8 Zn min	Formdrehteile für Automaten
18.2	Messing, langspanend bis 600 N/mm²						
	2.0250	CuZn 20	980	0,25	270–320	18,5 Zn min, 79-81 Cu, 0,02 Al, 0,05 Fe, 0,2 Ni, 0,05 Pb, 0,05 Sn	Kraftfahrzeugelektrik, Manometer
	2.0280	CuZn 33	980	0,25	280–360	31 Zn min, 66-68,5 Cu, 0,02 Al, 0,05 Fe, 0,2 Ni, 0,05 Pb, 0,05 Sn	Tiefziehteile, Metallwaren, Uhrenteile
	2.0332	CuZn 37 Pb 0,5	980	0,25	290–370	62-64 Cu, 0,1-0,7 Pb, 34,6 Zn min, 0,5 Al, 0,2 Fe, 0,3 Ni, 0,1 Sn	Strangpressprofile hoher Genauigkeit, Uhrenindustrie
18.3	Bronze, kurzspanend bis 600 N/mm²						
	2.1090	G-Cu n 7 Zn	640	0,25	120–130	81-85 Cu, 3-5 Zn, 5-7 Pb, 6-8 Sn, 2 Ni, 0,3 Sb, 0,25 Fe, 0,05 P	Gleitlagerschalen im allgemeinen Maschinenbau
	2.1170	G-CuPb 5 Sn	780	0,23	> 240	84-87 Cu, 4-6 Pb, 9-11 Sn, 1,5 Ni, 0,35 Sb, 2,0 Zn, 0,25 Fe, 0,05 P	Warmwalzlager, Werkzeug- und Tischführungen

Tabelle 1.2 Fortsetzung – Einteilung in GARANT-Werkstoff-Materialgruppen

Material-gruppe	Werkstoff-nummer	Kurzzeichen DIN	Haupt-wert der spezif. Schnitt-kraft kc1.1 [N/mm²]	Anstieg der Tan-gente (s. Bild 2.24 u. Gl. 2.14) m	Festigkeit [N/mm²]	Chemische Zusammensetzung [%]	Verwendung
18.4	Bronze, kurzspanend mit 600–850 N/mm²						
	2.0730	CuNi12 Zn24	880	0,23	340–440	63-66 Cu; 1,0-13,0 Ni; 19,9 Zn min; 0,3 Fe max; 0,03 Pb max; 0,5 Mn max; 0,03 Sn max	Feinmechanik und Gerätebau, Nahrungsmittelindustrie
	2.0790	CuNi18 Zn19 Pb1	880	0,23	430–530	59-63 Cu, 17-19 Ni, 15,1 Zn min, 0,3 Fe, 0,3-1,5 Pb, 0,7 Mn	Feinmechanik und Gerätebau, Schiffbau, Bauwesen
18.5	Bronze, langspanend bis 850 N/mm²						
	2.0916	CuAl 5	780	0,23	420–580	95 Cu, 5 Al	Apparate- und Schiffbau, chemische Industrie
	2.0932	CuAl 9 Fe 3 (Ampco 12)	780	0,23	≥ 480	85,2 Cu min, 6,5-8,5 Al, 1,5-3,5 Fe, 1,0 Mn max; 1,0 Ni max; 0,05 Pb max; 0,5 Zn max	Bleche für den chemischen Apparatebau
	2.0960	CuAl9Mn2	780	0,23	440–570	83,9 Cu min; 8-10 Al; 1,5 Fe; 1,5-3 Mn, 0,8 Ni, 0,05 Pb, 0,5 Zn	Hochbelastete Lagerteile, Getriebe- und Schneckenräder, Ventilsitze, Schiffswellen
	2.1020	CuSn6	880	0,23	350–410	91,7 Cu min, 5,5-7,0 Sn, 0,01-0,35 P, 0,1 Fe, 0,3 Ni, 0,05 Pb, 0,3 Zn	Schiffs- und Maschinenbau, Federn aller Art, Elektroindustrie
18.6	Bronze, langspanend mit 850–1200 N/mm²						
		Ampco 25	780	0,23	700–1500	nach Herstellerangaben	Werkzeugbau zur Bestückung von Umformwerkzeugen, Maschinenbau für Teile mit höchster Verschleißfestigkeit
19.0	Graphit						

Tabelle 1.2 Fortsetzung – Einteilung in GARANT-Werkstoff-Materialgruppen

Materialgruppe	Kurzzeichen	Bezeichnung	Einige Handelsnamen	Dichte [g/cm³] DIN 53479	Festigkeit [N/mm²] DIN 53455	E-Modul [N/mm²] DIN 53457	Kerbschlagzähigkeit [kJ/m²] DIN 53453	Längenausdehnungskoeffizient [10⁻⁶/K] DIN 52328	Anwendungstemperatur [°C]	Chemische Beständigkeit gegenüber B ... beständig, BB ... bedingt beständig, U ... unbeständig: Mineralöl	Benzin	Trichlorethylen	Verdünnte Säuren	Verdünnte Laugen	Besondere Eigenschaften	Verwendung
20.0	Thermoplaste															
	PA	Polyamide	Nylon, Durethan, Vestamid							B	B	B	BB	BB		Technische Kunststoffe Zahnräder, Riemenscheiben, Gleitlager, Gehäuse
	PA 6		Ertalon 6SA	1,14	78[1)]	3100	25[++]	105	-40...70						Universelles Material für Konstruktion und Instandhaltung	
	PA 66		Ertalon 66SA	1,14	90[1)]	3300	15[++]	95	-30...80						Gut geeignet für Bearbeitung auf Drehautomaten	
	PC	Polycarbonat	Macrolon, Lexan, Plastocarbon	1,2	60[2)]	2200	30	65	...115	BB	U	U	B	U	Extrem schlagfest, sehr fest, sehr temperaturbeständig	Technischer Kunststoff Maschinenteile, Sicherheitsverglasung

1) Streckspannung
2) Zugfestigkeit
++ gemessen an bis zur Sättigung in Normalklima (23°C / 55%RF) gelagerten Probekörpern

Tabelle 1.2 Fortsetzung – Einteilung in GARANT-Werkstoff-Materialgruppen – Fortsetzung GARANT-Materialgruppe 20.0

Materialgruppe	Kurzzeichen	Bezeichnung	Einige Handelsnamen	Dichte [g/cm³] DIN 53479	Festigkeit [N/mm²] DIN 53455	E-Modul [N/mm²] DIN 53457	Kerbschlagzähigkeit [kJ/m²] DIN 53453	Längenausdehnungskoeffizient [10⁻⁶/K] DIN 52328	Anwendungstemperatur [°C]	Chemische Beständigkeit gegenüber B ... beständig, BB ... bedingt beständig, U ... unbeständig: Mineralöl	Benzin	Trichlorethylen	Verdünnte Säuren	Verdünnte Laugen	Besondere Eigenschaften	Verwendung
20.0	Thermoplaste															
	PE	Polyethylen	Hostalen, Lupolen, Vestolen							BB	B	B	B	B	Niedriges, spez. Gewicht, physiologisch unbedenklich, keine Wasseraufnahme	
	PE-HD			0,95	24 [1)]	800	10	2*10²	-50...80						Tiefziehfähig, stoß- und schlagfest	Chem. Apparatebau, Galvanotechnik, Kühlanlagen...
	PE-HMW			0,95	28 [1)]	900	50	2*10²	-100...80						Sehr hochmolekular, sehr hohe Schlagzähigkeit	Auskleidung von Silos und Bunkern, Papierindustrie, Tiefkühltechnik, Abfüllanlagen, Nahrungsmittelindustrie
	PE-UHMW			0,94	22 [1)]	790	4)	2*10²	-260...80						Sehr hochmolekular, höchste Schlagzähigkeit, sehr abriebfest	
	PEEK	Polyetheretherketon		1,32	97 [1)]	3600	8,2	47	-65...250	B	B	BB	B	B	Fest, steif, chemikalienbeständig, schwer entflammbar	Lager, Anlaufscheiben, Zahnräder, Dichtungen

1) Streckspannung
4) Probe nicht gebrochen

Tabelle 1.2 Fortsetzung – Einteilung in GARANT-Werkstoff-Materialgruppen – Fortsetzung GARANT-Materialgruppe 20.0

Materialgruppe	Kurzzeichen	Bezeichnung	Einige Handelsnamen	Dichte [g/cm³] DIN 53479	Festigkeit [N/mm²] DIN 53455	E-Modul [N/mm²] DIN 53457	Kerbschlagzähigkeit [kJ/m²] DIN 53453	Längenausdehnungskoeffizient [10⁻⁶/K] DIN 52328	Anwendungstemperatur [°C]	Chemische Beständigkeit gegenüber B ... beständig, BB ... bedingt beständig, U ... unbeständig: Mineralöl	Benzin	Trichlorethylen	Verdünnte Säuren	Verdünnte Laugen	Besondere Eigenschaften	Verwendung
20.0	Thermoplaste															
	PP PP-H PP-C	Polypropylen Homopolymer Copolymer	Hastalen PP, Novolen, Vestolen P	0,903 0,91	33 [1] 27 [1]	1450 1350	4) 4)	100...200 100...200	0...100 -30...90	BB	BB	BB	B	B		Standardkunststoff Gehäuse, Ventilatoren
	PS	Polystyrol	Hostyren N., Polystyrol, Vestyron	1,05	55 [2]	3200		80	...70	BB	U	U	B	B	Hart, formstabil, spröde, sehr gute dielektrische Werte	Standardkunststoff; Bedarfsartikel, Haushaltsgüter, Verpackungssektor
	ABS	Acrylnitril-Butadien-Styrol		1,05	50 [1], 37 [2]	2400	23	80...110	-30...80 (Wärmealterung)	B	B	U	B	B	Sehr schlagzäh, gute Steifigkeit, Chemikalienbeständigkeit	Wie bei PS, technische Verwendung (Plattenhalbfabrikate), Gehäuseteile
	PMMA	Polymethylmethacrylat	Degulan, Deglas, Plexiglas, Resarit	1,19	72 [2]	3300	2	70	...70	BB	U	U	B	B	Sehr steif, witterungsbest., schlagempfindlich	Transparenter Kunststoff; Sichtscheiben, optische Linsen

1) Streckspannung
2) Zugfestigkeit
4) Probe nicht gebrochen

Tabelle 1.2 Fortsetzung – Einteilung in GARANT-Werkstoff-Materialgruppen – Fortsetzung GARANT-Materialgruppe 20.0

Materialgruppe	Kurzzeichen	Bezeichnung	Einige Handelsnamen	Dichte [g/cm³] DIN 53479	Festigkeit [N/mm²] DIN 53455	E-Modul [N/mm²] DIN 53457	Kerbschlagzähigkeit [kJ/m²] DIN 53453	Längenausdehnungskoeffizient [10⁻⁶/K] DIN 52328	Anwendungstemperatur [°C]	Chemische Beständigkeit gegenüber B ... beständig, BB ... bedingt beständig, U ... unbeständig: Mineralöl	Benzin	Trichlorethylen	Verdünnte Säuren	Verdünnte Laugen	Besondere Eigenschaften	Verwendung
20.0	Thermoplaste															
	POM - C	Polyoxymethylen Copolymer	Hostaform, Ultraform	1,39	65[1)]	2700	210	110	-50...90 Wärmealterung	B	B	U	B	B	Niedriger Reibwiderstand, abriebfest, gutes Federvermögen	Technischer Kunststoff; Zahnräder, Schaltnocken, Gleitbuchsen
	PTFE	Polytetrafluorethylen	Hostaflon TF, Teflon	2,17	28,5[3)]	400...800 (Zug)	16	136	-200 ...260	B	B	B	B	B	Nicht spritzbarer Thermoplast, hohe Temp.-beständigkeit, Licht- u.Witterungsbeständig	Technischer Kunststoff, Auskleidungen in der Chemie, Umhüllungen, Isolierteile, Dichtungen...
	PI	Polyimid													Hohe mech. Festigkeit Sehr hohe Gebrauchstemp. Sehr gute Kriechfestigkeit Gute Gleiteigenschaft	Hochleistungskunststoff, Lagerbuchsen, Dichtungen, Kolben, Ventilsitze, Ventilkugeln, therm. und elektr. Isolatoren

1) Streckspannung
3) Reißfestigkeit

Tabelle 1.2 Fortsetzung – Einteilung in GARANT-Werkstoff-Materialgruppen – Fortsetzung GARANT-Materialgruppe 20.0

Material-gruppe	Kurz-zeichen	Bezeichnung	Einige Handels-namen	Dichte [g/cm³] DIN 53479	Festigkeit [N/mm²] DIN 53455	E-Modul [N/mm²] DIN 53457	Kerbschlag-zähigkeit [kJ/m²] DIN 53453	Längenausdehnungskoeffizient [10⁻⁶/K] DIN 52328	Anwendungstemperatur [°C]	Chemische Beständigkeit gegenüber B ... beständig, BB ... bedingt beständig, U ... unbeständig					Besondere Eigenschaften	Verwendung
										Mineralöl	Benzin	Trichlor-ethylen	Verdünnte Säuren	Verdünnte Laugen		
20.0	Thermoplaste															
	PI	Poly-imid	Vespel SP-1	1,43	41 2)	3100		55	-273 ...245						Ungefüllt, optimale phys. Eigenschaften Elektr. u. therm. Isolierung	Automobil-, Elektro-, Halbleiter-, Luft- und Raumfahrtindustrie sowie in Militärgeräten
			Vespel SP-211	1,55	24 2)	3100		55	....480 (kurzfristig)						Zusatz 15% Graphit, 10% Teflon; Geringster Reib.koeffizient; Beste Verschleißrate	
			Vespel SP-3	1,6		3300		50	....480 (kurzfristig)						Zusatz 15% Molybdändisulfid	
	PEI	Poly-etherimid		1,27	105 1)	3000	4)	45	-50...170	B	B	BB	B	B	Unverstärkte, amorphe Thermoplaste Hohe mech. Festigkeit; sehr hohe obere Gebrauchstemp. Ausgezeichnete Hydrolysebeständigkeit	Hochleistungskunststoff Elektrotechnik, Lebensmittelindustrie Medizintechnik (für wiederholt zu sterilisierende Gegenstände)

1) Streckspannung
2) Zugfestigkeit
4) Probe nicht gebrochen

Tabelle 1.2 Fortsetzung – Einteilung in GARANT-Werkstoff-Materialgruppen – Fortsetzung GARANT-Materialgruppe 20.0

Materialgruppe	Kurzzeichen	Bezeichnung	Einige Handelsnamen	Dichte [g/cm³] DIN 53479	Festigkeit [N/mm²] DIN 53455	E-Modul [N/mm²] DIN 53457	Kerbschlagzähigkeit [kJ/m²] DIN 53453	Längenausdehnungskoeffizient [10⁻⁶/K] DIN 52328	Anwendungstemperatur [°C]	Chemische Beständigkeit gegenüber B ... beständig, BB ... bedingt beständig, U ... unbeständig					Besondere Eigenschaften	Verwendung
										Mineralöl	Benzin	Trichlorethylen	Verdünnte Säuren	Verdünnte Laugen		
20.0	Thermoplaste															
	PVC - H	Polyvinylchlorid hart	Hostalit, Vinoflex, Vestolit	1,41	60[1]	3200	4	0,8*10²	0...60	B	B	U	B	B	Schwer entflammbar, schlagzäh, tiefziehfähig, licht- und wetterbeständig	Chem. Apparatebau, Laborbau, Elektro-industrie, Werbesektor
	PVC - W	weich		1,22	450[3]					BB	BB		BB	B	Hohe mech. und chem. Beständigkeit. Nicht entflammbar	Prallschutz in Sandstrahlkabinen, Maschinenunterlagen
20.1	Duroplaste															
	MP 183	Melamin/ Phenolharz		1,65	60[2]	10000	1,5	40	135-160	B	B	BB	B	B	Hohe Steifigkeit und Festigkeit; hohe Oberflächenhärte; gute Abriebfestigkeit; hohe Langzeitbeständigkeit	Schaltergehäuse, Anschlussklemmen, Schalter
	PF 31	Phenolharz		1,38	60[2]	9000	1,55	35	140-180	B	B	BB	B	U	Hohe Steifigkeit und Härte, geringe Kriechneigung, hohe Wärmeformbeständigkeit, schwer entflammbar	Gehäuse für Elektrogeräte, Sockelplatten, Lampensockel
	PUR 5220	Polyurethan, wärmestabilisiert		1,14	47[1]	1800	30	120	-40-180	B	BB	U	B	B	Hohe Schlagzähigkeit und Formbeständigkeit, erhöhte Wärmeformbeständigkeit	Für einsatzfähige Prototypen

1) Streckspannung
2) Zugfestigkeit
3) Reißfestigkeit

Tabelle 1.2 Fortsetzung – Einteilung in GARANT-Werkstoff-Materialgruppen

Materialgruppe	Kurzzeichen	Bezeichnung	Einige Handelsnamen	Dichte [g/cm³] DIN 53479	Festigkeit [N/mm²] DIN 53455	E-Modul [N/mm²] DIN 53457	Kerbschlagzähigkeit [kJ/m²] DIN 53453	Längenausdehnungskoeffizient [10⁻⁶/K] DIN 52328	Anwendungstemperatur [°C]	Chemische Beständigkeit gegenüber B ... beständig, BB ... bedingt beständig, U ... unbeständig: Mineralöl	Benzin	Trichlorethylen	Verdünnte Säuren	Verdünnte Laugen	Besondere Eigenschaften	Verwendung
20.2	Faserverstärkte Kunststoffe															
	PA 66-GF30	Polyamid +30% Glasfaser	Ertalon 66 – GF 30	1,29	110[2]	5200		55	-20...110	B	B	B	BB	BB	sehr hoher Verschleißwiderstand Einsatz bei höheren oberen Gebrauchstemperaturen	Technischer Kunststoff Zahnräder, Führungs- und Kupplungsteile, Gehäuseteile
	POM GF 25	Polyoxymethylen +25% Glasfaser	Ultraform N2200 G53	1,58	130[2]	8800	55	30	-50...100	B	B	U	B	B	Guter Reibwiderstand, abriebfest, gutes Federvermögen, durchschlagfest	Hochbelastbare Steuerkurven und Dichtringe, Kfz-Teile, Zahnräder, Lager, Gehäuse
	PP GF 20	Polypropylen + 20% Glasfaser		1,04	33[1]	2900	50	65...105	0...100	B	B	BB	B	B	Niedrige Dichte, sehr chemikalienfest	Lüfterräder, Pumpenteile
	PP GF 30	Polypropylen + 30% Glasfaser		1,14	83[1]	6700	45	70	-30...100	B	B	BB	B	B	Niedrige Dichte, sehr chemikalienfest	Lüfterräder, Pumpenteile

1) Streckspannung
2) Zugfestigkeit

Tabelle 1.2 Fortsetzung – Einteilung in GARANT-Werkstoff-Materialgruppen – Fortsetzung GARANT-Materialgruppe 20.2

Materialgruppe	Kurzzeichen	Bezeichnung	Einige Handelsnamen	Dichte [g/cm³] DIN 53479	Festigkeit [N/mm²] DIN 53455	E-Modul [N/mm²] DIN 53457	Kerbschlagzähigkeit [kJ/m²] DIN 53453	Längenausdehnungskoeffizient [10⁻⁶/K] DIN 52328	Anwendungstemperatur [°C]	Chemische Beständigkeit gegenüber B ... beständig, BB ... bedingt beständig, U ... unbeständig: Mineralöl	Benzin	Trichlorethylen	Verdünnte Säuren	Verdünnte Laugen	Besondere Eigenschaften	Verwendung
20.2	Faserverstärkte Kunststoffe															
	PVDF GF 20	Polyvinylidenfluorid +20% Glasfaser		1,92	90[2)]	10000		72	-40...150	B	B	B	B	B	Fest, kriechfest, dauerbelastbar	Laufräder u. Gehäuse für Pumpen
	PEEK - GF30	Polyetheretherketon +30% Glasfaser	Victrex	1,50	130[2)]	8100	30	25	-20...250	B	B	BB	B	B	hohe mech. Festigkeit, Steifigkeit sehr hohe obere Gebrauchstemp. Gute Kriechfestigkeit bei hohen Temperaturen	Hochleistungskunststoff Zahnräder, Pumpen, Kompressorenteile, Dichtungen, Abstreifer, Ventilsitze, Gleitlager (in der Medizintechnik, Nuklear-, pharmazeutischen, Automobilindustrie u.ä.)

2) Zugfestigkeit

Tabelle 1.2 Fortsetzung – Einteilung in GARANT-Werkstoff-Materialgruppen – Fortsetzung GARANT-Materialgruppe 20.2

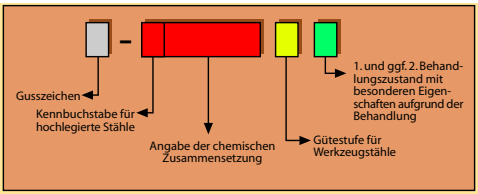
Material-gruppe	Kurz-zeichen	Bezeichnung	Einige Handels-namen	Dichte [g/cm³] DIN 53479	Festigkeit [N/mm²] DIN 53455	E-Modul [N/mm²] DIN 53457	Kerbschlag-zähigkeit [kJ/m²] DIN 53453	Längenausdehnungskoeffizient [10⁻⁶/K] DIN 52328	Anwendungstemperatur [°C]	Chemische Beständigkeit gegenüber B ... beständig, BB ... bedingt beständig, U ... unbeständig: Mineralöl	Benzin	Trichlorethylen	Verdünnte Säuren	Verdünnte Laugen	Besondere Eigenschaften	Verwendung
20.2	Faserverstärkte Kunststoffe															
	PEEK - CF30	Polyetheretherketon +30% Kohlefaser	Victrex	1,44	224[2)]	13000		4...38	-65...250	B	B	BB	B	B	hohe mech. Festigkeit, Steifigkeit sehr hohe obere Gebrauchstemp. Gute Kriechfestigkeit bei hohen Temp.	Hochleistungskunststoff Zahnräder, Pumpen, Kompressorenteile, Dichtungen, Abstreifer, Ventilsitze, Gleitlager (in der Medizintechnik
	PTFE +25% Glas	Polytetrafluorethylen		2,23	11[3)]			92	-200 ...230	B	B	B	B	B	Druckfest, gute chem. Beständigkeit, gutes Reibungs- u. Verschleißverhalten	Druckfeste Dichtungen, Lager, Ventilsitze, Kolbenringe, Dichtringe, Kolbenstangenverpackung
	PTFE +25% Kohle	Polytetrafluorethylen		2,09	11[3)]			95	-200 ...260	B	B	B	B	B	Druck- u. verschleißfest, chemikalienbest., gute Wärmeleitfähigkeit, antistatisch	Kolbenringe, Kolbenführungsringe, Lager, Verpackungen, Ventilsitzringe

2) Zugfestigkeit
3) Reißfestigkeit

1.2 Benennung von Werkstoffen

Die Einteilung der verschiedenen Werkstoffe kann nach DIN wie folgt vorgenommen werden (*Tabelle 1.3*):

Benennung von Werkstoffen nach der chemischen Zusammensetzung DIN 17006



Gusszeichen	
G-	gegossen
GG-	Gusseisen mit Lamellengraphit (auch GGL-)
GGG	Gusseisen mit Kugelgraphit
GH-	Hartguss
GS-	Stahlguss
GT-	Temperguss allgemein
GTS-	Schwarzer Temperguss
GTW-	Weißer Temperguss

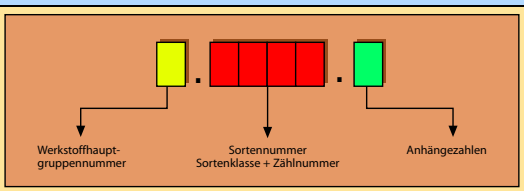
Behandlungszustand (auszugsweise)			
A	Angelassen	HJ (HI)	Oberfläche induktionsgehärtet
B	Beste Bearbeitbarkeit		
E	Einsatzgehärtet	N	Normalgeglüht
F	Mindestzugfestigkeit	S	Spannungsarmgeglüht
G	Weichgeglüht	U	Unbehandelt
H	gehärtet	V	Vergütet

Angabe der chemischen Zusammensetzung	
C	Für unlegierte Stähle
Cf	Stahl für Flamm- und Induktionshärten
Ck	Unlegierter Edelstahl mit niedrigen P- und S-Gehalt
Cm	Unlegierter Edelstahl mit unterer und oberer Begrenzung des S-Gehaltes
Cq	Stahl mit Eignung zur Kaltumformung

Kennbuchstabe für hochlegierte Stähle	
X	Massenanteile der charakteristischen Legierungsbestandteile > 5%

Gütestufen für Werkzeugstähle	
W1	1. Güte
W2	2. Güte
W3	3. Güte
WS	Sondergüte

Benennung nach Werkstoffnummern DIN 17 007



Werkstoffhauptgruppen	
0	Roheisen und Ferrolegierungen
1	Stahl
2	Schwermetalle (NE-Metalle)
3	Leichtmetalle (NE-Metalle)

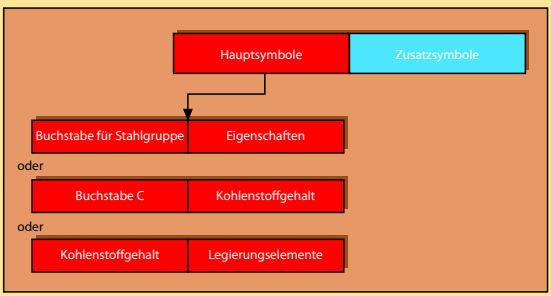
Sortennummer
Die Sortenklassen sind den nachfolgenden Tabellen der jeweiligen Werkstoffe zu entnehmen

Tabelle 1.3 Benennung von Werkstoffen und Werkstoffnummern

1.2.1 Bezeichnungssysteme für Stähle und Gusseisen

Bezeichnungssysteme für Stähle und Gusseisen können nach Kurznamen oder einem Nummernsystem unterschieden werden. In den nachfolgenden *Tabellen 1.4 bis 1.8* werden diese im Überblick dargestellt.

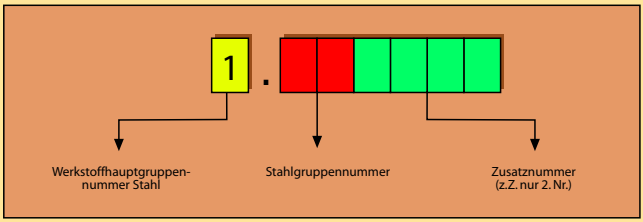
Bezeichnungssystem für Stähle – Kurznamen | **DIN EN 10027-1 DIN 17006-100**



Einsatzgebiet	Buchst.	Eigenschaften	Zusatzsymbol für Stähle	
St. für Stahlbau	**S**	Mindeststreckgrenze R_e in N/mm²	Kerbschlagarbeit bei unterschiedlichen Prüftemperaturen (Bsp.: J2: 27J bei –20 °C)	
	Bsp.: S 355 J2 (bisher St 52)			
St. für Maschinenbau	**E**	Mindeststreckgrenze R_e in N/mm²	G	Andere Güten (evtl. mit Ziffer)
	Bsp.: E 355			
Einsatzgebiet	Buchst.	Kohlenstoffgehalt	Zusatzsymbol für Stähle	
Unlegierte St. Mn-Gehalt <1%	**C**	100 x mittlerer C-Gehalt	E	Vorgeschriebener max. S-Gehalt
	Außer Automatenstähle		R	Vorgeschriebener Bereich für S-Gehalt
	Bsp.: C 35 E (bisher Ck 35)		D	Zum Drahtziehen
			C	Mit besonderer Kaltumformbarkeit
			S	Für Federn
			U	Für Werkzeuge
Einsatzgebiet	Buchst.	Kohlenstoffgehalt	Legierungselemente	
Unlegierte St. Mn-Gehalt <1%	**Ohne**	100 x mittlerer C-Gehalt	Buchstaben	für die charakteristischen Legierungselemente, geordnet nach abnehmenden Gehalten,
Legierte St. Gehalt einzelner Leg.-elemente <5%	Bsp.: 28 Mn 6 (unleg. Stahl) 42 CrMo 4 (leg. Stahl)		Zahlen	getrennt durch Bindestriche, die dem mittleren prozentualen Gehalt der Elemente x Faktor entsprechen, geordnet in der Reihenfolge der Legierungselemente
	G...	= Stahlguss		
	Bsp.: G 20Mo 5		Cr, Co, Mn, Ni, Si, W Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr C, Ce, N, P, S B	Faktor 4 Faktor 10 Faktor 100 Faktor 1000
Legierte St. Mind. ein Leg.-element ≥5%	**X**	100 x mittlerer C-Gehalt		
	Bsp.: X 22 CrMoV 12-1			
	GX	= Stahlguss		
	Bsp.: GX 7 CrNi Mo 12-1			
Einsatzgebiet	Buchst.	Legierungselemente		
Schnellarbeitsstähle	**HS**	Zahlen getrennt durch Bindestrich, die den prozentualen Gehalt der Legierungselemente in folgender Reihenfolge angeben: W – Mo – V – Co		
	Bsp.: HS 7-4-2-5			

Tabelle 1.4 Bezeichnungssystem der Stähle nach Kurznamen

Bezeichnungssystem für Stähle - Nummernsystem	DIN EN 10027-2



Stahlgruppennummern

Unlegierte Stähle		Legierte Stähle	
00, 90	**Grundstähle**		**Qualitätsstähle**
	Qualitätsstähle	**08, 98**	Stähle mit bes. phys. Eigenschaften
01, 91	Allg. Baustähle, Rm < 500 N/mm^2	**09, 99**	Stähle für verschiedene Anwendungsbereiche
02, 92	Sonstige, nicht für Wärmebehandlung vorgesehene Baustähle, Rm < 500 N/mm^2		**Edelstähle**
		20...28	Werkzeugstähle
03, 93	Stähle mit C < 0,12%, Rm < 400 N/mm^2	**29**	Frei
04, 94	Stähle mit 0,12% ≤ C < 0,25% oder 400 N/mm^2 ≤ Rm < 500 N/mm^2	**30, 31**	Frei
		32	Schnellarbeitsstähle mit Co
05, 95	Stähle mit 0,25% ≤ C < 0,55% oder 500 N/mm^2 ≤ Rm < 700 N/mm^2	**33**	Schnellarbeitsstähle ohne Co
06, 96	Stähle mit C ≥ 0,55%, Rm ≥ 700 N/mm^2	**34**	Frei
07, 97	Stähle mit höherem P- oder S-Gehalt	**35**	Wälzlagerstähle
	Edelstähle	**36, 37**	Stähle mit bes. magnetischen Eigenschaften
10	Stähle mit besonderen physikalischen Eigenschaften	**38, 39**	Stähle mit bes. physikalischen Eigenschaften
11	Bau-, Maschinen-, Behälterstähle mit C < 0,5%	**40...45**	Nichtrostende Stähle
12	Maschinenbaustähle mit C ≥ 0,5%	**46**	Chem. beständige und hochwarmfeste Ni-Leg.
13	Bau-, Maschinen-, Behälterstähle mit bes. Anforderungen	**47, 48**	Hitzebeständige Stähle
14	frei	**49**	Hochwarmfeste Werkstoffe
15...18	Werkzeugstähle	**50...84**	Bau-, Maschinen-, Behälterstähle Geordnet nach Legierungselementen
19	frei	**85**	Nitrierstähle
		86	Frei
		87...89	Nicht für Wärmebehandlung bestimmte Stähle, hochfeste schweißgeeignete Stähle

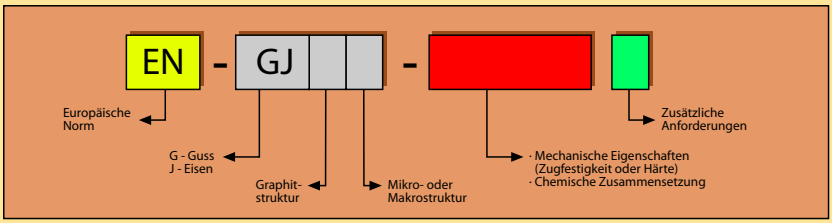
Tabelle 1.5 Bezeichnungssystem der Stähle nach Nummernsystem

Beispiele für Stahlbezeichnungen:

		GARANT-Werkstoffgruppe	(vgl. Kapitel „Werkstoffe“, Abschnitt 1.1)
1.0402	C 22	Vergütungsstahl	3.0
1.2067	100 Cr 6	Werkzeugstahl	8.0
1.8519	31 CrMo V9	Nitrierstahl	7.1

Die Benennung von Gusseisen nach DIN 17006 ist der *Tabelle 1.3* zu entnehmen. In den nachfolgenden *Tabellen 1.6* und *1.7* sind die Bezeichnungssysteme für die Kurzzeichen bzw. das Nummernsystem nach EU-Norm dargestellt. *Tabelle 1.8* beinhaltet das Nummernsystem für Gusseisen nach DIN 17007.

Bezeichnungssystem für Gusseisen – Kurzzeichen nach EU-Norm | **DIN EN 1560**



Graphitstruktur		Mikro- oder Makrostruktur	
L	Lamellar	A	Austenit
S	Kugelig	F	Ferrit
M	Temperkohle	P	Perlit
V	Vermikular (wurmförmig)	M	Martensit
N	Graphitfrei (Hartguss)	L	Ledeburit
Y	Sonderstruktur	Q	Abgeschreckt
		T	Vergütet
		B	Nicht entkohlend geglüht *)
		W	Entkohlend geglüht
		*)	nur für Temperguss

Zusätzliche Anforderungen	
D	Rohgussstück
H	Wärmebehandeltes Gussstück
W	Schweißgeeignet
Z	Zusätzlich festgelegte Anforderungen

Mechanische Eigenschaften

– Angabe der **Zugfestigkeit** und Angabe eines Buchstaben zur Beschreibung der Probestücke
  S Probestück getrennt gegossen
  U Probestück angegossen
  C Probestück einem Gussstück entnommen
  Zusätzlich, falls erforderlich
  – Angabe der Dehnung in %
  – Angabe der Prüftemperatur für Schlagfestigkeit
– Angabe der **Härte**

Bsp.: **EN-GJS-400-18S-RT**

Gusseisen mit Kugelgraphit, Mindestzugfestigkeit Rm = 400 N/mm², Dehnung A = 18%, Schlagzähigkeit bei Raumtemperatur am getrennt gegossenen Probestück gemessen

Bsp.: **EN-GJS-HB 150**

Gusseisen mit Kugelgraphit und einer Härte von 150 HB

Chemische Zusammensetzung

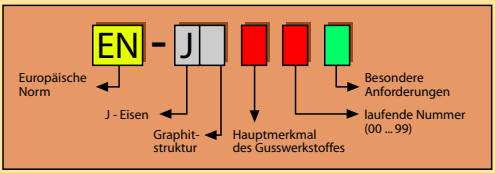
Buchstabe X und die Angabe der wesentlichen Legierungselemente und deren Gehalte in fallender Reihenfolge

Bsp.: **EN-GJL-XNiMn 13-7**

Legiertes Gusseisen mit Lamellengraphit, mit 13% Ni und 7% Mn

Tabelle 1.6 Bezeichnungssystem von Gusseisen nach Kurzzeichen

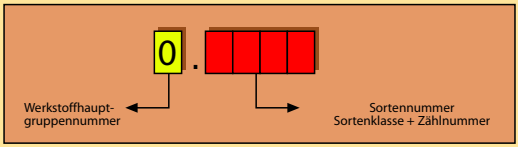
Bezeichnungssystem von Gusseisen – Nummernsystem nach EU-Norm	DIN EN 1560



Hauptmerkmal		Besondere Anforderungen			
0	Reserve	0	Keine	5	Schlagzähigkeit bei Tieftemp.
1	Zugfestigkeit	1	Probestück getrennt gegossen	6	Schweißeignung
2	Härte	2	Probestück angegossen	7	Rohgussstück
3	Chemische Zusammensetzung	3	Probestück entnommen	8	Gussstück wärmebehandelt
4...9	Reserve	4	Schlagzähigkeit bei Raumtemp.	9	Zusätzliche Anforderungen
Bsp.: EN-JL 2 03 0		Gusseisenwerkstoff mit Lamellengraphit, Hauptmerkmal Härte, ohne besondere Anforderungen (Kurzbezeichnung des Werkstoffes EN-GJL-HB 195)			

Tabelle 1.7 Bezeichnungssystem von Gusseisen nach Nummernsystem

Bezeichnungssystem von Gusseisen - Nummernsystem	DIN 17007



Sortenklassen der Werkstoff-Hauptgruppe 0			
00...09	Roheisen für Stahlerzeugung	60...61	Gusseisen mit Lamellengraphit, unlegiert
10...19	Roheisen für Gusserzeugung	62...69	Gusseisen mit Lamellengraphit, legiert
20...29	Sonderroheisen	70...71	Gusseisen mit Kugelgraphit, unlegiert
30...49	Vorlegierungen	72...79	Gusseisen mit Kugelgraphit, legiert
50...59	Reserve	80...81	Temperguss, unlegiert
		82	Temperguss, legiert
		83...89	Temperguss, Reserve
		90...91	Sondergusseisen, unlegiert
		92...99	Sondergusseisen, legiert

Tabelle 1.8 Bezeichnungssystem von Gusseisen nach DIN-Nummernsystem

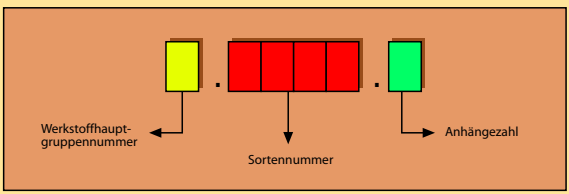
Beispiele für Gussbezeichnungen:

Europäische Norm		Bisher		GARANT-Werkstoffgruppe (vgl. Kap. 1, Abschn. 1.1)
Werkstoffnr.	Kurzname	Werkstoffnr.	Kurzname	
EN-JL 1020	EN-GJL-150	0.6015	GG 15	15.0
EN-JS 1030	EN-GJS- 400-15	0.7040	GGG-40	15.2
EN-JM 1030	EN-GJMW-400	0.8040	GTW-40	15.2
EN-JM 1180	EN-GJMB-650	0.8165	GTS-65	15.3

1.2.2 Bezeichnungssysteme für Nichteisenwerkstoffe

Bezeichnungssysteme für Nichteisenwerkstoffe werden analog denen der Eisenwerkstoffe unterschieden. In den *Tabellen 1.9* und *1.10* sind die numerischen Bezeichnungssysteme dargestellt.

Bezeichnungssystem von Nichteisenmetallen - Nummernsystem | **DIN 17007**



Werkstoff-hauptgruppe		Sortennummern		Anhängezahl	
2	Schwer-metalle	2.0000 ... 2.1799	Cu	0	Unbehandelt
		2.1800 ... 2.1999	Reserve	1	Weich
		2.2000 ... 2.2499	Zn, Cd	2	Kaltverfestigt (zwischenhärten)
		2.2500 ... 2.2999	Reserve	3	Kaltverfestigt („hart" und darüber)
		2.3000 ... 2.3499	Pb	4	Lösungsgeglüht, ohne mechan. Nacharbeit
		2.3500 ... 2.3999	Sn	5	Lösungsgeglüht, kaltnachgearbeitet
		2.4000 ... 2.4999	Ni, Co	6	Warmausgehärtet, kaltnachgearbeitet
		2.5000 ... 2.5999	Edelmetalle	7	Warmausgehärtet, ohne mechan. Nacharbeit
		2.6000 ... 2.6999	Hochschmelzende Metalle	8	Entspannt, ohne vorherige Kaltverfestigung
		2.7000 ... 2.9999	Reserve	9	Sonderbehandlungen
3	Leicht-metalle	3.0000 ... 3.4999	Al		
		3.5000 ... 3.5999	Mg		
		3.6000 ... 3.6999	Reserve		
		3.7000 ... 3.7999	Ti		
		3.8000 ... 3.9999	Reserve		

Tabelle 1.9 Bezeichnungssystem von Nichteisenmetallen nach DIN-Nummernsystem

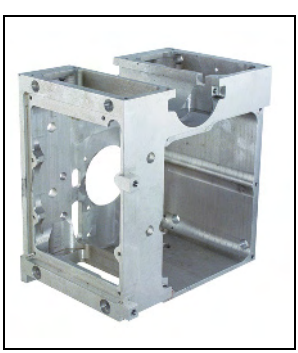
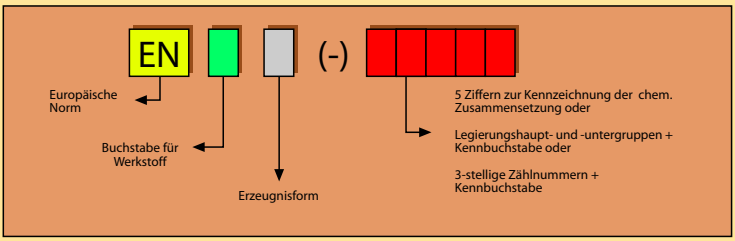


Bild 1.1Leichtmetallgehäuse einer Wärmebildkamera

Bezeichnungssystem von Nichteisenmetallen – Nummernsystem nach EU-Norm	DIN EN 573, DIN EN 1412, DIN EN 1754



Buchstabe für Werkstoff (auszugsweise)		Erzeugnisform	
A	Aluminium	A	Anoden
M	Magnesium	B	Blockform
Cu	Kupfer	C	Gusswerkstoff
		F	Schweißzusatzwerkstoffe und Hartlote
		M	Vorlegierungen
		R	Raffiniertes Kupfer
		S	Werkstoff in Form von Schrott
		W	Knetwerkstoff
		X	Nicht genormte Werkstoffe

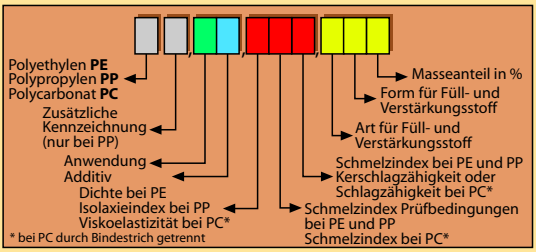
Tabelle 1.10 Numerisches Bezeichnungssystem von Nichteisenmetallen nach EU-Norm

Beispiele für Gussbezeichnungen:

Europäische Norm		Bisher		GARANT-Werkstoffgruppe (vgl. Kap. 1, Abschnitt 1.1)
Werkstoffnr.	Kurzname	Werk-stoffnr.	Kurzname	
Aluminium und Al-Legierungen				
EN AW–5754	EN AW-5754 [AlMg3]	3.3535	Al Mg 3	17.1
EN AC-43000	EN AC-43000 [AlSi10Mg]	3.2381.01	G-Al Si 10 Mg	17.2
EN AC-44200	EN AC-44200 [AlSi12]	3.2581	Al Si 12	17.2
Magnesium und Mg-Legierungen				
EN MC 21110	EN-MC Mg Al 8 Zn 1	3.5812.01	G-Mg Al 8 Zn 1	17.0
Kupfer und Cu-Legierungen				
CC 491 K	CuSu5ZnPb5-C	2.1020	G-CuSu5ZnPb	18.5
CC 750 S	CuZn33Pb2-C	2.0290.1	G-CuZn33Pb	18.2
CC 495 K	CuSn10Pb10-C	2.1176.01	G-CuPb10Sn	18.3

1.2.3 Kennzeichnung thermoplastischer Formmassen

Kennzeichnung thermoplastischer Formmassen — Polyethylen (PE) DIN 16 776-1: 1984-12; Polypropylen (PP) DIN 16 774-1: 1984-12; Polycarbonat (PC) DIN 7744-1: 1986-07



Anwendung

B	Blasformen
C	Kalandrieren
D	Schallplattenherstellung
E	Extrudieren (Rohre)
F	Extrudieren (Folie)
G	Allgem. Anwendung
H	Beschichtung
K	Kabel- , Drahtisolierung
L	Monofilextrusion
M	Spritzgießen
Q	Pressen
R	Rotationsformen
S	Pulversintern
T	Bandherstellung
X	keine Angabe
Y	Faserherstellung

Zusätzliche Kennzeichnung bei PP

H	Homopolymerisate des Polypropylens
B	Thermoplastische Block-Copolymerisate
R	Thermopl. Statische Copolymerisate
Q	Mischung der Gruppen H, B, R

Additiv

A	Verarbeitungs-stabilisator
B	Antiblockmittel
C	Farbmittel
D	Pulver
E	Treibmittel
F	Brandschutzmittel
G	Granulat
H	Wärmealterungsstab.
K	Metalldesaktivator
L	Lichtstabilisator
N	Naturfarben
P	schlagzäh, modif.
R	Entformungshilfsmittel
S	Gleit-, Schmiermittel
T	erhöhte Transparenz
W	Hydrolysestabilisator
X	vernetzbar
Y	erhöhte elektr. Leitfäh.
Z	Antistatikum

Isotaxie - Index bei PP

Kennzahl	Masseanteil in %
95	>90 ... 100
85	>80 ... 90
75	>70 ... 80
65	>60 ... 70
55	>50 ... 60

Dichte in g/cm³ bei PE

Kennzahl	über	bis
15		0,917
20	0,917	0,922
25	0,922	0,927
30	0,927	0,932
35	0,932	0,937
40	0,937	0,942
45	0,942	0,947
50	0,947	0,952
55	0,952	0,957
60	0,957	0,962
65	0,962	

Viskositätszahl bei PC in cm³/g

Kennzahl	über	bis
46		46
49	46	52
50	52	58
61	58	64
67	64	70
70	70	

Füll- und Verstärkungsstoff bei PE und PP

Art		Form	
A	Asbest	B	Kugeln
B	Bor	D	Pulver
C	Kohlenstoff	F	Fasern
G	Glas	G	Mahlgut
K	Kreide ($CaCO_3$)	H	Whisker (faserförmige Einkristalle)
L	Cellulose		
M	Mineralien, Metall	S	Blättchen
S	Synth. organ. Mat.	X	nicht spezifiziert
T	Talkum	Z	andere
W	Holz		
X	nicht spezifiziert		
Z	andere		

Füllstoffe beim PC

Masseanteil in %

Kennzahl	über	bis	Kennzahl	über	bis	Kennzahl	über	bis
5		7,5	40	37,5	42,5	75	72,5	77,5
10	7,5	12,5	45	42,5	47,5			
15	12,5	17,5	50	47,5	52,5	80	77,5	82,5
20	17,5	22,5	55	52,5	57,5			
25	22,5	27,5	60	57,5	62,5	85	82,5	87,5
30	27,5	32,5	65	62,5	67,5			
35	32,5	37,5	70	67,5	72,5	90	87,5	

Schlagzähigkeit a_n in kJ/m²

Zeichen	a_n über	a_n bis
A0		10
A1	10	30
A3	30	50
A5	50	70
A7	70	90
A9	90	

Kerbschlagzähigkeit a_k in kJ/m²

Zeichen	a_k über	a_k bis
B0		8
B1	8	16
B3	16	24
B5	24	32
B7	32	40
B9	40	

Schmelzindex in g/10 min

für PE, PP Kennzahl	über	bis	für PC Kennzahl	über	bis
000		0,1	03		3
001	0,1	0,2	05	3	6
003	0,2	0,4	09	6	12
006	0,4	0,8	18	12	24
012	0,8	1,5	24	24	
022	1,5	3,0			
045	3,0	6,0			
090	6,0	12			
200	12	25			
400	25	50			
700	50				

Schmelzindex-Prüfbedingungen

Der Schmelzindex MFI gibt die Masse an, die unter den festgelegten Bedingungen durch eine Düse gedrückt wird.

D	190 °C / 2,16 kg
T	190 °C / 5 kg
G	190 °C / 21,6 kg
M	230 °C / 2,16 kg
–	300 °C / 1,2 kg

Bezeichnung einer PE-Formmasse für Extrusion von Folien mit Gleitmittel einer Dichte von 0,981 g / cm³ und einem Schmelzindex MFI bei 190 °C / 2,16 kg von 4,2 g / 10 min:
Formmasse DIN 16776 – PE, FS, 20 D 045

Tabelle 1.11 Kennzeichnung der thermoplastischen Formmassen

2 Eisenwerkstoffe

Eisen-Kohlenstoff-Legierungen mit einem Kohlenstoffgehalt **bis 2%** werden als **Stähle** bezeichnet; Werkstoffe mit **mehr als 2%** Kohlenstoffgehalt als **Gusseisen**.

Gusseisen besitzt mit Ausnahme einiger Gusslegierungen und Gusseisen mit Kugelgraphit nur eine mäßige Zugfestigkeit. Stahl dagegen ist zäh, immer warm umformbar und bei niedrigem Kohlenstoffgehalt auch kalt umformbar. Durch eine Wärmebehandlung (Härten und Vergüten) lässt sich die Festigkeit von Stahl erheblich vergrößern, allerdings nimmt die Verformbarkeit dabei wesentlich ab.

2.1 Stahlwerkstoffe

2.1.1 Einteilung der Stähle

Die Stahlwerkstoffe werden nach ihren Legierungselementen, ihren Gefügebestandteilen und ihren mechanischen Eigenschaften in Gruppen eingeteilt.

In Abhängigkeit vom **Legierungsgehalt** wird unterteilt in:

- Unlegierte Stähle
- Niedriglegierte Stähle (Gehalt jedes Legierungselementes beträgt < 5%)
- Hochlegierte Stähle (Gehalt eines der Legierungselemente beträgt mind. 5%)

Unlegierte Stähle werden in Stahlwerkstoffe, die nicht für eine Wärmebehandlung vorgesehen sind, und in Stähle für eine Wärmebehandlung eingeteilt.

Niedriglegierte Stähle haben prinzipiell ähnliche Eigenschaften wie unlegierte Stähle. Technisch wichtig ist die wesentlich verbesserte Härtbarkeit, aber auch die erhöhte Warmfestigkeit und Anlassbeständigkeit.

Hochlegierte Stähle sind für Sondereigenschaften erforderlich.

Zunderbeständigkeit oder besondere physikalische Eigenschaften lassen sich nur durch hochlegierte Stähle erzeugen.

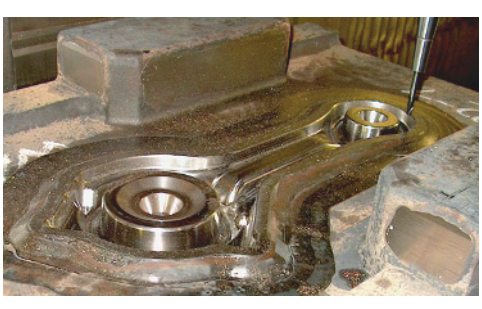


Bild 1.2 Gesenkschmiedewerkzeug

Für den Anwender ist häufig eine Kennzeichnung sinnvoll, aus denen weitere wichtige Eigenschaften entnommen werden können. Deshalb werden Stahlwerkstoffe auch praxisgerecht nach **Einsatzbereichen** und Verwendungen unterschieden in:

- Automatenstähle
- Einsatzstähle
- Vergütungsstähle
- Nitrierstähle
- Werkzeugstähle
- Nichtrostende und säurebeständige Stähle

Im Abschnitt 1 dieses Kapitels sind die Stahlwerkstoffe in Werkstoffgruppen eingeordnet und ihre Eigenschaften und Anwendungsbereiche tabellarisch aufgeführt.

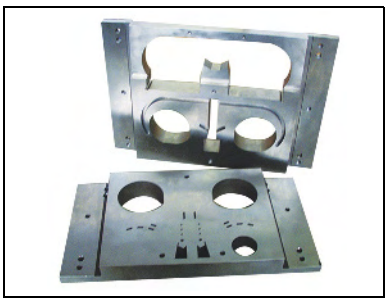


Bild 1.3 Stanzwerkzeug

2.1.2 Beeinflussung der Zerspanbarkeit von Stählen

Die Zerspanbarkeit eines Werkstückwerkstoffes ist stets im Zusammenhang mit den angewendeten Bearbeitungsverfahren, dem Schneidstoff und den Schnittbedingungen zu beurteilen. Werkstoffseitig ist die Zerspanbarkeit der Stähle durch das Gefüge und die mechanischen Eigenschaften (Härte, Festigkeit) bestimmt.

2.1.2.1 Zerspanbarkeit in Abhängigkeit des Kohlenstoffgehaltes

Kohlenstoffstähle (Unlegierte Qualitätsstähle) mit einem Kohlenstoffgehalt von **C < 0,8%** werden als untereutektoid (bezüglich des Eisen-Kohlenstoff-Diagrammes – vgl. auch *Bild 1.5*) bezeichnet. Die wesentlichen Gefügebestandteile sind **Perlit (**Mischung aus Ferrit und Zementit, hohe Härte) und **Ferrit** (geringe Härte, große Verformungsfähigkeit).

Bei der Zerspanung bereitet **Ferrit** große Schwierigkeiten durch:

- Große Neigung zum Verkleben mit dem Werkzeug, Aufbauschneidenbildung
- Bildung von unerwünschten Band- und Wirrspänen (große Verformungsfähigkeit)
- Schlechte Oberflächengüte und Gratbildung an den Werkstücken

Perlit dagegen führt bei der Zerspanung zu Schwierigkeiten hinsichtlich:

- Starker abrasiver Verschleiß
- Höhere Zerspankräfte

Die Zerspanbarkeit von Stählen mit einem Kohlenstoffgehalt von **C < 0,25%** wird im wesentlichen durch die o.g. Eigenschaften des **Ferrits** geprägt. Bei niedrigen Schnittgeschwindigkeiten bilden sich Aufbauschneiden. Der Werkzeugverschleiß nimmt mit steigender Schnittgeschwindigkeit langsam zu, die Schnitttemperatur ebenfalls. Unter diesen Umständen sind Werkzeuge mit einem möglichst positiven Spanwinkel zu wählen. Es entstehen insbesondere bei verfahrungsbedingten niedrigen Schnittgeschwindigkeiten schlechte Oberflächen und verstärkt Grat.

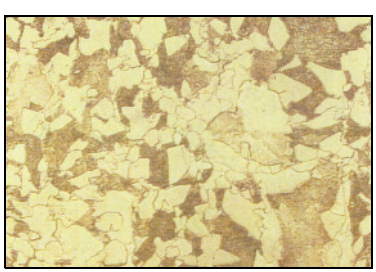


Bild 1.4
Ferritisch-perlitisches Gefüge (Ferrit hell)

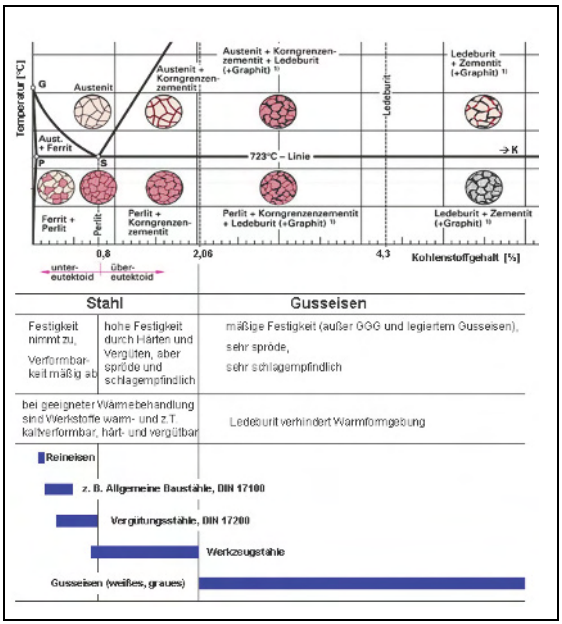


Bild 1.5
Schematische Einteilung der Eisen-Kohlenstoff-Legierungen

Bei Kohlenstoffstählen im Bereich von **0,25% < C < 0,4%** wirken die Eigenschaften des **Perlits** auf die Zerspanbarkeit, d.h.:

- Es kommt zu einer Verringerung der Klebneigung und damit der Aufbauschneidenbildung.
- Infolge der größeren Belastung der Kontaktzone steigt die Schneidentemperatur bei der Zerspanung und damit der Werkzeugverschleiß.
- Das Gefüge beeinflusst positiv die Oberflächengüte, die Spanbildung und die Spanform.

Eine **gute Zerspanbarkeit** weisen Kohlenstoffstähle **bei etwa 0,25% C** auf.

Eine weitere Steigerung des Kohlenstoffgehaltes (**0,4% < C < 0,8%**) bewirkt eine weitere **Zunahme des Perlits**, bis bei 0,8% C ausschließlich Perlit vorliegt. Die Stähle gelten im allgemeinen nur hinsichtlich der Spanbildung und der Oberflächengüte als gut spanbar. Infolge der größeren Härte und Festigkeit ist mit zunehmenden Verschleiß zu rechnen. Zur Reduzierung des Verschleißes sollte mit verringerten Schnittgeschwindigkeiten oder mit Kühlmitteln gearbeitet werden.

Bei übereutektischen Kohlenstoffstählen (**C > 0,8%**) bilden sich bei langsamer Abkühlung an Luft ebenfalls Ferrit und Zementit. Im Gegensatz zu untereutektischen Kohlenstoffstählen tritt kein Ferritnetz auf, sondern der Ferrit liegt nur gelöst im Perlit vor. Die Perlitbildung setzt direkt von den Austenitkorngrenzen aus ein. Bei C-Gehalten deutlich über 0,8% scheidet sich Zementit an den Korngrenzen aus, d.h. dass der nun auch frei vorliegende Zementit Schalen um die Austenit- bzw. Perlikörnern bildet. Derartige Stähle rufen beim Zerspanen sehr starken Verschleiß hervor. Neben der stark abrasiven Wirkung der harten und spröden Gefügebestandteile bewirken die auftretenden hohen Drücke und Temperaturen auch schon bei vergleichsweise niedrigen Schnittgeschwindigkeiten starken Kolk- und Freiflächenverschleiß (siehe auch Kapitel „Grundlagen“, Abschnitt 1.2). Aufgrund dessen sollte mit kleinen Schnittgeschwindigkeiten und großen Spanungsquerschnitten sowie mit stabilen Schneidkanten gearbeitet werden.

2.1.2.2 Zerspanbarkeit in Abhängigkeit der Legierungselemente

Legierungselemente werden bewusst beigefügt, um die mechanischen und thermischen Eigenschaften gezielt zu beeinflussen. Im folgenden wird der Einfluss einiger wichtiger Legierungselemente auf die Zerspanbarkeit der Stahlwerkstoffe beschrieben.

- **Chrom und Molybdän** verbessern die Härtbarkeit des Stahles und beeinflussen somit bei Einsatz- und Vergütungsstählen die Zerspanbarkeit über Gefüge und Festigkeit. Bei Stählen mit höherem Kohlenstoffgehalt bzw. Legierungsgehalten bilden diese Elemente harte Sonder- und Mischkarbide, die die Zerspanung verschlechtern können. Ähnliches trifft auf **Wolfram** zu.
- **Nickel** beeinflusst ebenfalls die Festigkeit des Stahles und bewirkt eine Erhöhung der Zähigkeit. Dies führt generell zu einer ungünstigen Zerspanbarkeit, insbesondere bei den austenitischen Ni-Stählen (besonders bei höheren Ni-Gehalten).
- **Silizium** erhöht die Festigkeit des Ferrits und bildet z. B. in Verbindung mit Aluminium harte Si-Oxid (Silikat)-Einschlüsse. Hieraus kann ein erhöhter Werkzeugverschleiß resultieren.
- Durch das Zulegieren von **Phosphor** wird ein kurzbrüchiger Span erzielt. Bei Gehalten bis zu 0,1 % wirkt sich Phosphor positiv auf die Zerspanbarkeit aus. Bei höheren P-Gehalten ergeben sich zwar bessere Oberflächenqualitäten, aber ein verstärkter Werkzeugverschleiß.
- **Titan** und **Vanadin** können bereits in kleinen Mengen eine erhebliche Festigkeitssteigerung verursachen. Hinsichtlich der Zerspankräfte und Spanbildung sind aufgrund der starken Kornverfeinerung schlechte Ergebnisse zu erwarten.
- **Schwefel** besitzt nur eine geringe Löslichkeit im Eisen, bildet aber je nach Legierungsbestandteilen im Stahl stabile Sulfide. Mangansulfide MnS sind erwünscht, da sie die Zerspanung positiv beeinflussen (kurzbrüchige Späne, geringere Aufbauschneidenbildung, bessere Werkstückoberflächen). Mit der Höhe des Schwefel-Anteils im Stahl lässt sich die Spanbrüchigkeit und die Gratbildung beim Zerspanen wesentlich beeinflussen.
- **Mangan** verbessert die Härtbarkeit und steigert die Festigkeit der Stähle. Aufgrund der hohen Affinität zu Schwefel bildet Mangan mit dem Schwefel Sulfide. Mangangehalte bis zu 1,5 % begünstigen bei Stählen mit niedrigem Kohlenstoffgehalt die Zerspanung infolge der guten Spanbildung. Bei höherem Kohlenstoffgehalt wird jedoch die Zerspanung negativ beeinflusst durch den höheren Werkzeugverschleiß.

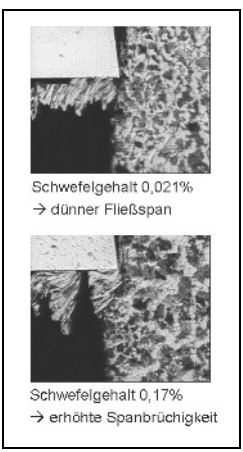


Bild 1.6 Einfluss des Schwefelgehalts auf die Spanbildung bei Stahl C45

- **Blei** hat einen relativ niedrigen Schmelzpunkt und liegt im Eisen in der Form submikroskopischer Einschlüsse vor. Bei der Zerspanung bildet sich ein schützender Bleifilm zwischen Werkzeug und Werkstückwerkstoff und verringert somit den Werkzeugverschleiß und die spezifischen Schnittkräfte. Die Späne werden kurzbrüchig.

2.1.2.3 Zerspanbarkeit in Abhängigkeit von der Wärmebehandlung

Durch eine gezielte Wärmebehandlung ist das Gefüge derart zu beeinflussen, dass neben der Änderung der mechanischen Eigenschaften auch die Zerspanbarkeit den Anforderungen angepasst werden kann.

In nachfolgender *Tabelle 1.12* ist die Wirkung verschiedener Wärmebehandlungsverfahren auf die Zerspanbarkeit von Stahlwerkstoffen in Bezug auf Werkzeugverschleiß und Spanbildung zusammenfassend dargestellt.

Wärmebehandlungsverfahren	Gefügebeeinflussung	Zerspanbarkeit
Normalglühen	Austenitisierung und Abkühlung an Luft. Gleichmäßiges und feinkörniges Gefüge durch Umkristallisation	Abhängig vom Kohlenstoffgehalt des Stahles (vgl. Abschnitt 2.1.2.1): Ferrit – schlechte Spanbildung, geringer Verschleiß Perlit – bessere Spanbildung, höherer Verschleiß
Hochglühen (Grobkornglühen)	Grobkörniges Gefüge mit geschlossenem Ferrit-Netz und eingelagerten Perlit und Bainit, Grenzen durch Beeinträchtigung der Festigkeitseigenschaften	Relativ geringer Werkzeugverschleiß, Gute Spanbildung, Hohe Oberflächengüten
Weichglühen	Verminderung der Werkstoffhärte, Ferritreicher Perlit mit globularem Zementit (weich, gut verformbar)	Günstiger Werkzeugverschleiß, Spanbildung mit zunehmendem Ferritanteil im Gefüge schlechter
Härten	Austenitisierung und schnelle Abkühlung ➔ Umwandlung Austenit in Martensit, Steigerung der Werkstoffshärte und Festigkeit	Hoher abrasiver Werkzeugverschleiß bei Einsatz konventioneller Schneidstoffe, Gute Spanbildung
Vergüten	Härten und Anlassen ➔ Martensit wird durch erneute Erwärmung gezielt zum Zerfall gebracht	Bessere Zerspanbarkeit mit zunehmenden Martensitzerfall

Tabelle 1.12 Zerspanbarkeit in Abhängigkeit von der Wärmebehandlung

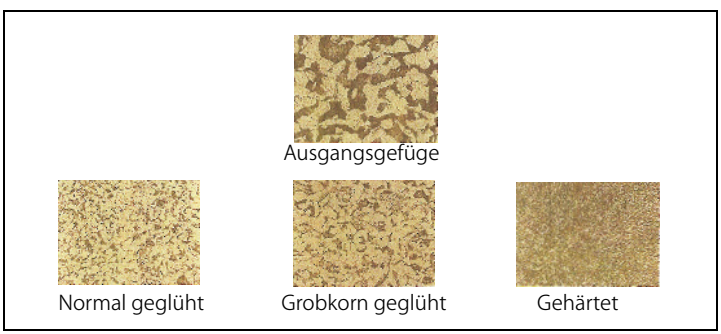


Bild 1.7 Gefügebilder Stahl C60, verschieden wärmebehandelt

2.1.3 Zerspanbarkeit unterschiedlicher Stahlwerkstoffe

Stahlwerkstoff	Besonderheiten	Zerspanbarkeit	Effekte
Automatenstahl z.B.: 9 S Mn 28 9 S MnPb 28 35 S 20 45 S 20	Hauptlegierungselemente: Pb, P, S, Mn in Verbindung mit Schwefel bildet das erwünschte Mangansulfid MnS	Schnittgeschwindigkeitsabhängige Standzeitgewinne insbesondere durch Pb-Zusatz möglich (50% bis 70%) [2] Senkung der Schnittkräfte um bis zu 50% möglich	Kurzbrüchige Späne Saubere Werkstückoberflächen Geringe Neigung zur Aufbauschneidenbildung Geringer Werkzeugverschleiß
Einsatzstahl z.B.: Ck 15 16 MnCr 5 20 MoCr 4 18 CrNi 8	Unleg. Baustähle, Qualitäts- und Edelstähle sowie legierte Edelstähle mit einem Kohlenstoffgehalt C < 0,2%	Hohe Schnittgeschwindigkeiten zur Verringerung der Aufbauschneidenbildung vorzugsweise mit Hartmetall-Werkzeugschneiden Herabsetzen des Vorschubes Angepasste Werkzeuggeometrie (positive Spanwinkel)	Gute Oberflächenqualitäten
	Einsatzhärte: Aufkohlung der Randzone auf 0,6–0,9% C (Härte bis 60 HRC)	Hartfertigbearbeitung mit Feinstkornhartmetallen, Mischkeramiken, CBN-Schneidstoffen	Guter Spanbruch Sehr gute Oberflächenqualitäten
Vergütungsstahl z.B.: Ck 45 42 CrMo 4 30 CrMoV 9 36 CrNiMo 4	Kohlenstoffgehalt 0,2% < C < 0,6% Hauptlegierungselemente: Chrom Cr Nickel Ni Vanadin V Molybdän Mo Silizium Si Mangan Mn	Zerspanbarkeit ist sehr stark von entsprechenden Legierungselementen und Wärmebehandlung abhängig *Vergüten* meist nach Schrupp- und vor Schlicht- bzw. Feinbearbeitung Niedrigere Schnittgeschwindigkeiten mit zunehmendem Kohlenstoffgehalt (Perlitanteil)	
		Schruppvorgang meist wegen der hohen Zerspanraten im normalisierten Zustand des Werkstoffes (Normalglühen)	Sehr gute Zerspanbarkeit Geringer Werkzeugverschleiß
		Fertigbearbeitung mit niedrigen Schnittgeschwindigkeiten vorwiegend mit Hartmetallwerkzeugen der P-Gruppe (HSS nur für Bohren und Gewindeschneiden) Einsatz von Schneidkeramik und CBN-Schneidstoffen nur bei Härten größer 45HRC (vgl. Hartbearbeitung von Einsatzstahl)	Geringer Werkzeugverschleiß

Tabelle 1.13 Zerspanbarkeit unterschiedlicher Stahlwerkstoffe

Tabelle 1.13 Fortsetzung Zerspanbarkeit unterschiedlicher Stahlwerkstoffe

Stahlwerkstoff	Besonderheiten	Zerspanbarkeit	Effekte
Nitrierstahl z.B.: 34 CrAlNi 7 31 CrMo 12 34 CrAlS	Kohlenstoffgehalt 0,2% < C < 0,45% Hauptlegierungs-elemente: Cr, Mo, Al, V Hohe Werkstoff-oberflächenhärte durch spröde Metallnitride	Zerspanung erfolgt wegen sehr hoher Werkstoff-oberflächenhärte *vor dem Nitrieren*	
		Vergüteter Ausgangswerk-stoff: Niedrige Schnittgeschwindig-keiten	Vertretbarer Werkzeug-verschleiß
		Unvergüteter Ausgangswerk-stoff	Schlechte Spanabfuhr Gratbildung
		Ni-Gehalt > 1%	Schlecht zerspanbar
		Zusatz von Schwefel S	Günstig zerspanbar
Werkzeugstahl z.B.: C 45 C 60	C-Gehalt < 0,9% bei unlegierten Werkzeugstählen	Verwendung von titan- und titankarbidhaltigen Hartmetallschneidstoffen (P 20)	Erhöhte Klebneigung Aufbauschneidenbildung Relativ schlechte Zerspanbarkeit Schlechte und raue Oberflächen
		Vergüten der Werkzeugstähle	Verbesserung der Zerspanbarkeit
Nichtrostende und *Hochwarmfeste Stähle* z.B.: X5CrNiNb18-10	Chromgehalt > 12%	Überwiegend ferritische Stähle	Gut zerspanbar
	zusätzlicher Nickel-Anteil 10–13%	Austenitische Stähle: Niedrige Schnittgeschwindigkeiten Relativ hohe Vorschübe zur Verringerung der Anzahl der Schnitte	Schlecht zerspanbar Hohe Klebneigung Aufbauschneidenbildung Neigung zur Kaltverfestigung



Bild 1.8 Fräsen von Vergütungsstahl

Zur Beurteilung der Zerspanbarkeit von rostfreien Stählen (GARANT-Werkstoffmaterialgruppen 13 und 14, *Tabelle 1.1 und 1.2*) kann der nachfolgend aufgeführte PRE-Faktor (**P**itting **R**estistence **E**quivalent), der den Widerstand von rostfreien Stählen gegen die sogenannte Lochfraßkorrosion beschreibt (engl. Pitting), zu Hilfe genommen werden.

$$\text{PRE-Faktor} = \%\,Cr + 3{,}3 \cdot \%\,Mo + 30 \cdot \%\,N$$

Cr ... Chrom
Mo ... Molybdän (Gl. 1.1)
N ... Stickstoff
%... Prozentualer Anteil der Elemente

Insbesondere für das Drehen von rostfreien Stählen gelten folgende Bereiche zur Beurteilung der Zerspanbarkeit:

PRE-Faktor-Bereich	Bewertung der Zerspanbarkeit	Werkstoffbeispiele	
		Werkstoffbezeichnung	GARANT-Materialgruppe
PRE < 16	Gut	X6Cr13 (1.4000) X10Cr13 (1.4006) X30Cr13 (1.4028)	13.1 13.2 13.3
16 < PRE < 22	Mittel	X5CrNi 18 10 (1.4301)	13.1
22 < PRE < 34	Schwierig	X6CrNiMoTi 17 12 2 (1.4571)	13.1
PRE > 35	Sehr schwierig	X8CrNiMo 27 5 (1.4460)	13.3

Tabelle 1.14 PRE-Faktor zur Beurteilung der Zerspanbarkeit von rostfreien Stählen

Beispiel zur Berechnung des PRE-Faktors

Werkstoff: X 8 Cr Ni Mo 27 5 (1.4460, GARANT-Werkstoffmaterialgruppe 13.3)

Analyse:						
	Cr:	25,0	...	28,0	% Differenz = 3,0 %	Δ Cr = 1,5%
	Mo:	1,3	...	2,0	% Differenz = 0,7 %	Δ Mo = 0,35%
	N:	0,05	...	0,2	% Differenz = 0,15 %	Δ N = 0,075%

31 **41**

PRE-Faktor	= (25,0+Δ Cr)%	+ 3,3 · (1,3+ΔMo)%	+ 30 · (0,05+ΔN)%
	= 26,5%	+ 3,3 · 1,65%	+ 30 · 0,125%
PRE-Faktor	**= 35,7**		

In *Tabelle 1.15* ist exemplarisch ein Überblick über realisierbare Schnittparameter für das Drehen von Stahl gegeben.

Schnittgeschwindigkeit[1] / Werkstoffe	240 m/min bis 400 m/min	180 m/min bis 320 m/min	130 m/min bis 250 m/min	120 m/min bis 220 m/min	110 m/min bis 190 m/min
Allgemeine Baustähle	–	bis 0,2% C z. B. St52-3[2]	über 0,2% C z. B.St52-1[2]		
Automatenstahl unbehandelt	Nicht für Wärmebehandlung best. Stähle z. B. 9 S Mn 28	–	–	–	–
Automatenstahl vergütet	–	bis 0,45% C z. B. 35 S 20 V	über 0,45% C z. B. 60 S 20 V	–	–
Einsatzstahl unlegiert	Behandelt auf Ferrit-Perlit-Gefüge (BG) z. B. Ck15 BG	–	–	–	–
Einsatzstahl legiert	–	Behandelt auf Ferrit-Perlit-Gefüge (BG) z. B. 16MnCr5 BG	Behandelt auf best. Festigkeit (BF) z. B. 16CrNiMo6 BF	–	–
	–	–	Unbehandelt[3] z. B. 16MnCr5 U	Unbehandelt[3] z. B. 17CrNiMo6 U	–
Vergütungsstahl unlegiert weichgeglüht (G)	–	bis 0,4% C z. B. Cf 35 G	über 0,4% C z. B. Cf 53 G, Ck60 G	über 0,6% C z. B. Cf 70 G	–
Vergütungsstahl unlegiert normalgeglüht (N)	–	bis 0,45% C z. B. Ck 45 N	über 0,45% bis 0,55%C z. B. Cf 53 N, Ck55 N	über 0,55% C z. B. Ck 60 N	–
Vergütungsstahl unlegiert vergütet (V)	–	–	bis 0,45% C oder bis 800 N/mm^2 z. B. Ck 35 V, Cf 45 V	über 0,45% bis 0,6%C oder über 800 N/mm^2 z. B. Ck 55 V	–
Vergütungsstahl legiert weichgeglüht (G) oder auf verbesserte Bearbeitbarkeit behandelt (B)	–	bis 0,3% C oder bis 200 HB z. B. 25 CrMo4 B	bis 0,4% C oder über 200 bis 230 HB z. B. 24 CrMo5 B	über 0,4% C oder über 230 HB z. B. 24CrNiMo6 B, 50 CrMo4 G	–
Vergütungsstahl legiert vergütet (V)	–	–	bis 0,4% C oder über 700 bis 800 N/mm^2 z. B. 34 Cr4 V	bis 0,5% C oder über 800 - 1000 N/mm^2 z. B 42 CrMo4 V	über 1000 N/mm^2 z. B. 50 CrV4 V, 30 CrNiMo8 V

1) Schnittgeschwindigkeiten unter Verwendung unbeschichteter Hartmetallwerkzeuge
2) infolge starker Streuungen unterschiedliche Zerspanbarkeit möglich
3) unterschiedliche Zerspanbarkeit je nach Anteil der Gefügebestandteile
[N/mm^2] Angaben zur Zugfestigkeit
[HB] Angaben zur Werkstoffhärte

Tabelle 1.15 Realisierbare Schnittgeschwindigkeit für Stahlwerkstoffe

2.1.4 Zerspanbarkeit von Toolox

Der Werkzeugstahl Toolox ist insbesondere für die Branche der Werkzeug- und Formenbauer ein Werkstoff der neuen Generation. Toolox steht in zwei Güten zur Verfügung: Toolox 33 mit einer Härte von 300 HB und Toolox 44 mit 45 HRC. Beide Toolox-Güten besitzen Eigenschaften wie hohe Reinheit und ein fehlerfreies Gefüge durch eine gerichtete Erstarrung.

Toolox 33 ist ein gehärteter und angelassener Werkzeugstahl, der auf geringe Restspannungen ausgelegt ist. Er besitzt eine Härte (300 HB), die den Werkstoffen 1.2311, 1.2312 bzw. 1.2738 (vgl. Werkstoffmaterialgruppe 8.1, Abschnitt 1.1) entspricht, jedoch eine bessere Eignung zur maschinellen Bearbeitbarkeit (vgl. *Bild 1.9*). Seine mechanischen Werte, verbunden mit der sehr guten Formstabilität machen Toolox 33 auch zu einer echten Alternative für Einsatz- und Nitrierstähle oder auch zum häufig eingesetzten Vergütungsstahl 42CrMo4. Toolox 33 ist für eine weitere Wärmebehandlung nicht vorgesehen. Nitrieren oder Beschichten ist bei Temperaturen unter 590 °C möglich. Das Einsatzspektrum von Toolox 33 reicht von Maschinenbaukomponenten über Form- und Biegewerkzeuge bis hin zu Konstruktions- und Verschleißteilen.

Toolox 44 ist ein Werkzeugstahl, der gebrauchsfertig wärmebehandelt ist, so dass z.B. Werkzeugbauer ihre Formen nicht mehr zum Härten außer Haus geben müssen. Das Material hat eine ungewöhnliche chemische Zusammensetzung. Der Unterschied zu anderen Legierung besteht darin, dass der Kohlenstoff- und Schwefelanteil stark verringert wurde und der Siliziumanteil höher ist. Der geringe Kohlenstoffanteil führt zur Bildung von 30% weniger Karbiden, was u.a. die gute Bearbeitbarkeit erklärt. Aufgrund seiner Härte stellt der Werkstoff Anforderungen an die Zerspanung wie scharfe Werkzeuge und Vermeidung von Vibrationen, um den Werkzeugverschleiß klein zu halten. Toolox 44 hat viele Einsatzbereiche wie Kunststoff-Gießformen, Abkantpresswerkzeuge, Verschleißleisten, rotierende Werkzeuge bis hin zu hart beanspruchten Maschinenkomponenten.

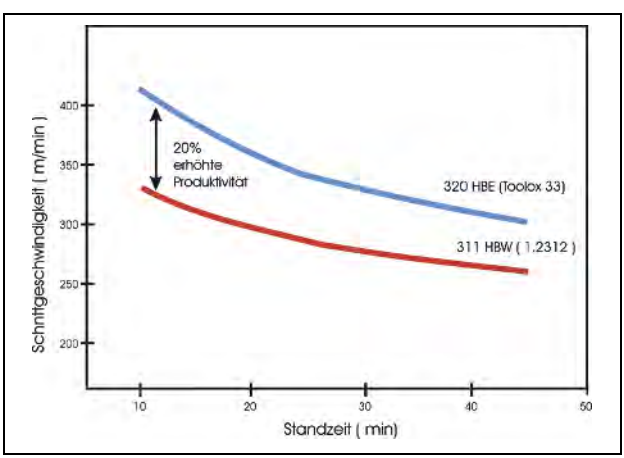


Bild 1.9 Werkzeugstandzeit beim Planfräsen

2.2 Eisengusswerkstoffe

2.2.1 Einteilung der Eisengusswerkstoffe

Unter **Eisengusswerkstoffen** sind Eisen-Kohlenstoff-Legierungen mit einem Kohlenstoffgehalt **C > 2%** (meistens bis 4% – vgl. *Bild 1.5*) zu verstehen. Legierungselemente sind meist Silizium, Mangan, Phosphor und Schwefel. Korrosions- und Warmfestigkeit sind durch Zusatz von Nickel, Chrom, Molybdän und Kupfer zu verbessern. Die Legierungszusätze in Gusswerkstoffen beeinflussen die Zerspanbarkeit in dem Maße, wie sie als Karbidbildner wirken bzw. wie sie auf die Festigkeit und/oder Härte einwirken. In *Bild 1.10* ist die prinzipielle Einteilung der Eisengusswerkstoffe dargestellt.

Die Bezeichnungen der Eisengusswerkstoffe nach EU-Norm sind der *Tabelle 1.6* (Abschnitt 1.2) zu entnehmen.

Stahlguss ist in Formen gegossener Stahl, der nachträglich lediglich nur noch als Formgebungsverfahren zerspant wird. Wegen der guten Zähigkeit wird Stahlguss überall dort eingesetzt, wo neben schwingenden Beanspruchungen auch Stoß- und Schlagbelastungen auftreten.

Hartguss hat ein sprödes Gefüge und erreicht nicht die hohen Zugfestigkeitswerte wie Stahlguss. Im Maschinenbau wird Vollhartguss (über den gesamten Querschnitt weiß erstarrt) nur wenig und dann fast ausschließlich im unbearbeiteten Gusszustand verwen-

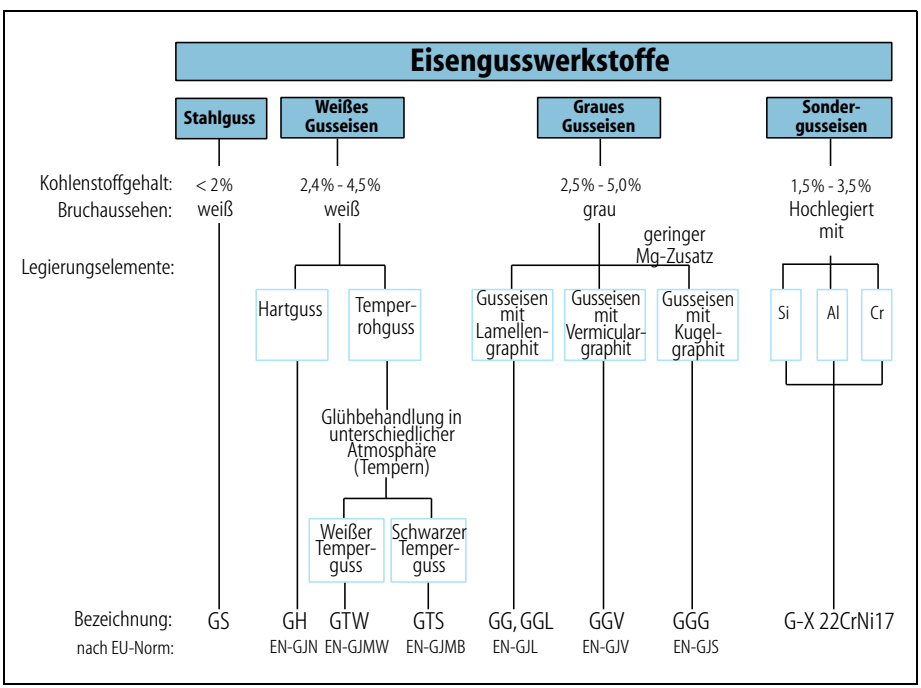


Bild 1.10 Einteilung der Eisengusswerkstoffe

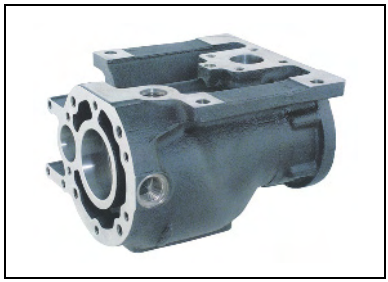


Bild 1.11 Schraubenverdichter

det. Wesentlich größere Bedeutung hat der Schalenhartguss (gezielte Abkühlung, so dass lediglich die Randschicht weiß erstarrt) mit seiner harten und verschleißfesten Oberfläche bei verbesserter Zähigkeit im Kern. Anwendungsbeispiele sind u.a. Walzen, Nockenwellen, Stempel u.ä.

Seine charakteristischen Eigenschaften erhält **Temperguss**, auch schmiedbarer Guss genannt, erst durch eine Glühbehandlung (Tempern). Je nach Wärmebehandlung entsteht **schwarzer** oder **weißer** Temperguss. Hinsichtlich der Festigkeit nimmt Temperguss eine Mittelstellung zwischen Grauguss und Stahlguss ein. Die Zerspanbarkeit von weißem Temperguss ist in Abhängigkeit der Wandstärke bei dicken Teilen wegen des erhöhten Perlitanteiles schwieriger als bei dünnen Teilen (entkohlte Schicht erreicht im allgemeinen eine Stärke von 7 mm). Deshalb wird weißer Temperguss vorwiegend für dünnwandige Teile eingesetzt. Bei schwarzem Temperguss liegt im Gegensatz zu weißem über dem gesamten Querschnitt des Gussteiles ein gleichmäßiges Gefüge aus Ferrit mit eingelagerter Temperkohle vor. Schwarzer Temperguss ist somit im allgemeinen leichter zerspanbar als weißer. Er wird bevorzugt für dickwandige Bauteile verwendet, die weiter spanend bearbeitet werden sollen.

Die verschiedenen **Graugusstypen** unterscheiden sich im wesentlichen durch die geometrischen Form des jeweils vorliegenden Graphits. Gusseisen mit **Lamellengraphit EN-GJL** (als **Grauguss** oder **GG** bezeichnet) besitzt hervorragende Dämpfungseigenschaften, ist jedoch nicht so fest wie weißes Gusseisen. Kleinste Gefügeänderungen führen schon zu erheblichen Werkzeugstandzeitschwankungen. Gusseisen mit Kugelgraphit **EN-GJS** (als **Sphäroguss** oder **GGG** bezeichnet) hat ein niedrigeres Dämpfungsvermögen (ca. um Faktor 2), lässt sich jedoch relativ gut zerspanen. **ADI-Gusswerkstoffe** (Austempered Ductile Iron) als relativ neue Werkstoffgruppe haben als Basis Gusseisen mit Kugelgraphit. Darauf aufbauend wird durch eine mehrstufige Wärmebehandlung eine Werkstoffqualität erreicht, die sich durch Eigenschaften wie große Dehnung mit hoher Zugfestigkeit und besondere Verschleißbeständigkeit für extreme Anwendungen auszeichnet. Durch die Wärmebehandlung wird eine spezielle Mikrostruktur eingestellt. Ein derartiges Gefüge besteht aus nadeligem Ferrit in einer mit Kohlenstoff übersättigten austenitischen Matrix (Kohlenstoff liegt überwiegend in Form von kugeligen Partikeln vor). Als Bezeichnung für das Gefüge hat sich **„Ausferrit“** durchgesetzt. Im Vergleich zu konventionellem Gusseisen (GJS und GJL) hat ADI eine deutlich höhere spezifische Festigkeit. Sie liegt im Bereich von höherfesten Stählen und Leichtmetallen. Die Anwendungen von ADI-Guss liegen insbesondere in hoch beanspruchten Bauteilen von Fahrzeugen, Hydraulikeinrichtungen sowie Getrieben. Aufgrund der hohen Festigkeit sowie Verschleißbeständigkeit erweist sich die wirtschaftliche Zerspanung von ADI-Guss hinsichtlich der erreichbaren Werkzeugstandzeiten jedoch als schwierig. Gusseisen mit **Vermicullargraphit EN-GJV** (als GGV bezeichnet) ist ein in neuster Zeit entwickelter Werkstoff, der die positiven Eigenschaften des GG und des GGG in sich vereint. Er ordnet sich

somit zwischen dem Grauguss und Sphäroguss ein. GGV wächst in Form von Fingern und Ästen aus einer Lamelle und enthält nicht mehr als 20% Graphitkugeln. Sein Einsatz wird insbesondere im Dieselmotorenbau zu erwarten sein. Probleme bereitet dieser Gusseisenwerkstoff jedoch z. Z. noch hinsichtlich seiner Zerspanbarkeit.

2.2.2 Zerspanbarkeit der Eisengusswerkstoffe

Die Zerspanbarkeitseigenschaften der Eisengusswerkstoffe werden sehr stark von der Menge und der Ausbildung des eingelagerten Graphits beeinflusst.

Die Graphiteinlagerungen im Eisengusswerkstoff reduzieren zum einen die Reibung zwischen Werkzeug und Werkstoff und unterbrechen zum anderen das metallische Grundgefüge. Dies führt zu einer im Vergleich zu Stahl günstigeren Zerspanbarkeit, die sich durch kurzbrüchige Späne, niedrigere Zerspankräfte und höhere Werkzeugstandzeiten auszeichnet.

Bei der Zerspanung von **Hartguss** (weißes Gusseisen) wird die Werkzeugschneide infolge des hohen Anteils an Zementit im Werkstoffgefüge hoch beansprucht. Zur Erreichung einer wirtschaftlichen Standzeit sollte die Schnittgeschwindigkeit mit steigender Werkstoffhärte reduziert werden. Eine Reduzierung der Spanungsdicke bewirkt dabei eine geringere Werkzeugschneidenbelastung. Der Einsatz von Schneidkeramik erlaubt im Vergleich zu Hartmetallen eine Schnittgeschwindigkeitserhöhung um den Faktor 3 bis 4.

Aufgrund der guten plastischen Verformbarkeit der **Tempergusssorten** kommt es bei der Zerspanung zur Bildung von unerwünschten Fließspänen. Die Temperkohle und die im Grundgefüge eingelagerten Mangansulfide bewirken jedoch eine Verbesserung des Spanbruches und damit der Zerspaneigenschaften. Aufgrund der unterschiedlichen Gefügestruktur ist schwarzer Temperguss (GTS) bei gleicher Werkstoffhärte deutlich besser zerspanbar als weißer Temperguss Temperguss (GTW). (vgl. auch *Tabelle 1.16*)

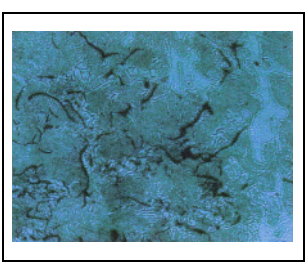


Bild 1.12 Gefüge von Grauguss mit Lamellengraphit

Beim **Gusseisen mit Lammellengraphit** (vgl. *Bild 1.12*) ist das stahlähnliche Grundgefüge von Graphitlamellen unterbrochen, die während des Zerspanvorganges zu einer Reiß- oder mit zunehmender Schnittgeschwindigkeit zu einer Scherspanbildung führen. Dadurch entstehen stets kurzbrüchige Späne (meist Bröckelspäne). Ein übermäßiger Freiflächenverschleiß wird somit verhindert. Darüber hinaus ist eine Absenkung der Zerspankräfte feststellbar. An den Werkstückkanten können bei der Zerspanung Ausbrüche entstehen. Die erzeugte Oberflächengüte ist vom Fertigungsverfahren, von den Schnittbedingungen und von der Feinheit und Gleichmäßigkeit des Grauguss-Gefüges abhängig.

Ist die Lamellenstruktur gestört (z.B. Lamellen in Form von Rosetten – „B-Graphit“) kann die Standzeit bei hohen Schnittgeschwindigkeiten bei sonst gleichen Bedingungen bis um den Faktor 10 variieren.

Im **Gusseisen mit Kugelgraphit** (GGG) liegt der Graphit als globulare Einschlüsse vor (vgl. *Bild 1.13*). Das Grundgefüge der Sorten mit niedriger Festigkeit und guter Zähigkeit (z.B. wie beim abgebildeten GGG 40) besteht zum überwiegenden Teil aus dem nicht

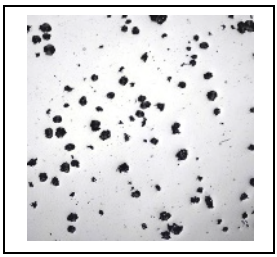


Bild 1.13 Gefügebild GGG 40

harten Ferrit. Im Gegensatz zu Gusseisen mit Lamellengraphit erfolgt die Spanbildung hier nicht durch Rissbildung an den Graphiteinschlüssen. Das metallische Grundgefüge und die darin eingebetteten Graphitkugeln werden plastisch verformt. Es treten dabei Wendelspäne auf, die jedoch wegen den Graphiteinlagerungen leicht brüchig sind. Das Problem bei der Zerspanung mit höheren Schnittgeschwindigkeiten ist der Freiflächenverschleiß. Die Späne zeigen dabei eine zähe Bruchcharakteristik und neigen besonders im Trockenschnitt zur Scheinspanbildung, d.h. zu einer Plastifizierung des Werkstoffes zwischen Freifläche und Werkstück.

ADI-Gusswerkstoffe lassen sich prinzipiell hinsichtlich der Zerspanbarkeit dem Gusseisen mit Kugelgraphit zuordnen. Sie werden sowohl vor der Wärmebehandlung als auch im vergüteten Zustand spanend bearbeitet.

Dabei lassen sich Molybdän legierte ADI-Sorten im Vergleich zu Kupfer oder Nickel legierten Sorten deutlich schlechter zerspanen. Einen ähnlichen Einfluss wie Molybdän übt Mangan aus. Als Grund ist das Vorliegen von instabilen Restaustenitbereichen anzusehen, die während der Zerspanung in Martensit umklappen und damit den Werkzeugverschleiß erhöhen. Sowohl im Vergleich zu anderen Gusseisenwerkstoffen mit Kugelgraphit als auch zu Stahl mit ähnlicher Festigkeit werden bei gleichen Schnittgeschwindigkeiten beim Zerspanen der duktilen ADI-Gusswerkstoffe deutlich geringere Werkzeugstandzeiten erreicht. Kennzeichnend ist insbesondere bei der Zerspanung mit Hartmetallschneidstoffen ein extremer Kolkverschleiß. Jedoch kann sowohl beim Drehen als auch beim Bohren durch eine Hartstoffbeschichtung der Werkzeugschneide und durch Einsatz von Kühlschmieremulsion eine Verbesserung der Standzeit erreicht werden. Weiterhin verbessert der Einsatz von Drehwerkzeugen mit positivem Spanwinkel die Zerspanbarkeit.

Bei **Vermiculargusseisen** (GGV) ist der Vermicullargraphit korallenbaumartig verzweigt. Somit kann er für die Zerspanung ähnlich gute Dienste leisten wie der Lamellengraphit.

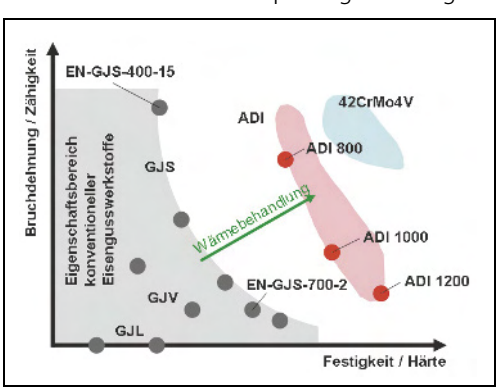


Bild 1.14 Eigenschaftsvergleich verschiedener Werkstoffe

GGV hat bei niedrigen Schnittgeschwindigkeiten gegenüber dem GGG erhebliche Vorteile und unterscheidet sich in seiner Zerspanungscharakteristik kaum vom GG gleicher Härte. So ähnelt die Zerspanbarkeit von perlitischem GGV bei einer Schnittgeschwindigkeit von $v_c = 300$ m/min der von GG-25. Bei Schnittgeschwindigkeiten über 300 m/min tritt hoher Freiflächenverschleiß an der Werkzeugschneide auf, der durch die abrasive Wirkung der Graphiteinschlüsse hervorgerufen wird.

Die Randzone gegossener Werkstücke (**Gusshaut**) weist wegen nichtmetallischer Einschlüsse, veränderter Gefügeausbildung und/oder Verzunderungen eine schlechtere Zerspanbarkeit auf als die Kernzone. Infolge dessen kommt es bei Nichtreduzierung der Schnittparameter zu einem verstärkten abrasiven Verschleiß und zur Ausbildung einer Verschleißkerbe an der Werkzeugschneide. (vgl. Kapitel „Grundlagen" Abschnitt 1.2)

In *Tabelle 1.16* sind exemplarisch zu erreichende Schnittwerte in Abhängigkeit vom zu zerspanenden Gusswerkstoff zusammenfassend dargestellt.

Werkstoff	Verfahren	Werkzeug/ Schneidstoff	Vorschub pro Schneide f_z [mm/Z]	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min]
GTS 55 GTS 70	Drehen	HM, unbeschichtet	0,3 ... 0,6	50 ... 150
		HM, beschichtet	0,3 ... 0,6	75 ... 170
GTW 45	Drehen	HM, unbeschichtet	0,1 ... 0,6	45 ... 150
		HM, beschichtet	0,1 ... 0,6	80 ... 240
GG 25 bis GG 40	Drehen	HM, unbeschichtet	0,1 ... 0,4	50 ... 200
		HM, beschichtet	0,4	80 ... 200
	Fräsen	Planfräser/HM, unbeschich.	0,2 ... 0,4	70 ... 130
		Planfräser/HM, beschichtet	0,2 ... 0,4	90 ... 190
		Planfräser/CBN	0,15	1.500 ... 2.000
	Bohren	D10 mm/<5xD/HM	0,1 ... 0,14	25 ... 40
		D10 mm/>5xD/HM	0,12	30 ... 90
GGG 40 bis GGG 70 GGG(AD)	Drehen	HM, unbeschichtet	0,1 ... 0,6	40 ... 230
		HM, beschichtet	0,15 ... 0,6	60 ... 240
	Bohren	D10 mm/bis 2,5xD/ VHM, beschichtet	0,3 ... 0,4	40 ... 85
	Ausbohren/ Feindrehen	Ausbohrwerkzeug/HM	0,10 ... 0,15	200 ... 400
GGV	Leicht erhöhte Schnittwerte gegenüber GG			

Tabelle 1.16 Exemplarisch realisierbare Schnittgeschwindigkeiten für Gusswerkstoffe

Eine Aussage zur Zerspanbarkeit von Eisengusswerkstoffen in Verbindung mit **Härteangaben** in Brinell (HB) ist relativ unzuverlässig. Diese Angabe sagt nichts aus zur Abrasionshärte des Gusses, die sich aufgrund von Sandeinschlüssen und freier Karbide besonders ungünstig auf die Zerspanbarkeit auswirkt. So hat z.B. ein Guss mit einer Brinellhärte von 180 HB und einer Anzahl freier Karbide wesentlich schwierigere Zerspanungseigenschaften als ein Gusswerkstoff gleichen Härtegrades, jedoch mit 100% perlitischem Gefüge und ohne freie Karbide.

3 Nichteisenmetalle

3.1 Aluminium und Aluminiumlegierungen

3.1.1. Einteilung der Aluminiumlegierungen

Aluminiumwerkstoffe werden nach Knet- und Gusslegierungen unterschieden. Bei **Knetlegierungen** steht die plastische Verformbarkeit, bei **Gusslegierungen** das Formfüllungsvermögen im Vordergrund. Eine weitere Unterteilung des Aluminiums und dessen Legierungen kann nach der Legierungsverfestigung vorgenommen werden. Unterschieden wird dann in **aushärtbare** (Verfestigung durch Mischkristallbildung) und **nichtaushärtbare** bzw. naturharte (Verfestigung durch Ausscheidungen von vorher gelösten Bestandteilen) Aluminiumlegierungen.

Bild 1.15 gibt einen Überblick über die Vielzahl der Legierungen. Die wichtigsten Hauptlegierungselemente für Aluminium sind Silizium, Magnesium, Zink, Kupfer und Mangan.

Aushärtbare **Aluminium-Knetlegierungen** werden dann bevorzugt, wenn deren günstiges Verhältnis Festigkeit zu Dichte bzw. ihre große Korrosionsbeständigkeit für verschiedene Anwendungen im Maschinen-, Fahrzeug- und Flugzeugbau genutzt werden sollen.

Für die **Aluminium-Gusslegierungen** stehen die Festigkeitswerte nach den Gießeigenschaften erst an zweiter Stelle. Deshalb können die Gusslegierungen in ihrer Zusammensetzung z.T. erheblich von den Knetlegierungen abweichen.

Technisch wichtig sind insbesondere Al-Si-Gusslegierungen. Eutektische Al-Si-Legierungen (Si-Gehalt bei 12%) besitzen eine gute Festigkeit und eine ausgezeichnete Vergießbarkeit. Bevorzugt werden sie für dünnwandige, druck- und flüssigkeitsdichte Gussstücke im Maschinen- und Gerätebau benutzt. Ihre Gießeigenschaften werden mit sinkendem Si-Gehalt schlechter.

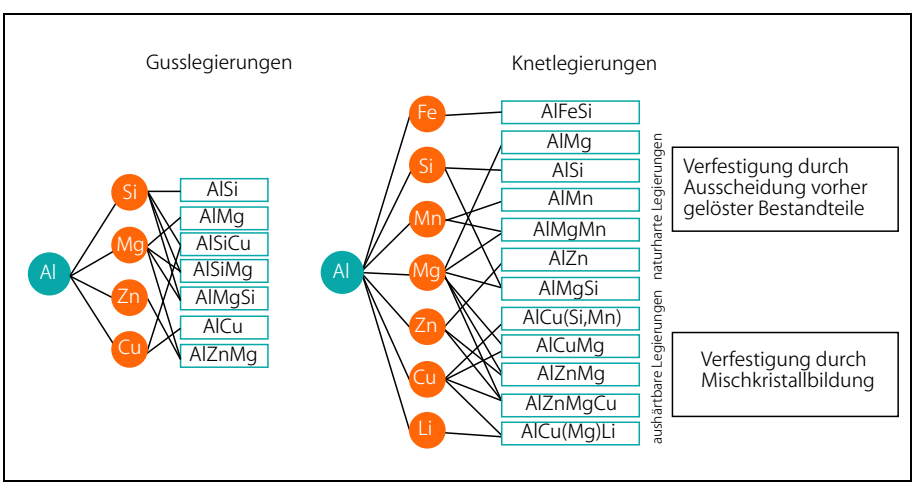


Bild 1.15 Schematische Einteilung der Aluminiumguss- und Aluminiumknetlegierungen

Die Entwicklung von Al-Kolbenlegierungen für Verbrennungskraftmaschinen hat in einzelnen Fällen zu übereutektischen Zusammensetzungen geführt (Si > 12%). Mit steigendem Si-Gehalt wird somit eine Absenkung des Ausdehnungskoeffizienten der Al-Legierung erreicht.

3.1.2 Zerspanbarkeit von Aluminiumlegierungen

Aluminium gilt im allgemeinen als leicht spanbar. Gegenüber Stahl gleicher Festigkeit sind die auftretenden Schnittkräfte wesentlich günstiger (ca. 30% der von Stahl). Die Spanform ist wegen des verhältnismäßig großen möglichen Spanvolumens bei Aluminium ein wichtiges Kriterium. Sie hängt vom Werkstoff selbst, den Schnittbedingungen und z.T. auch von der Werkzeuggeometrie ab. Die Standzeit differiert beim Zerspanen von Aluminium mitunter in großen Grenzen. Die entscheidende Verschleißgröße ist der Freiflächenverschleiß. Kolkverschleiß tritt bei der Aluminiumzerspanung nicht auf.

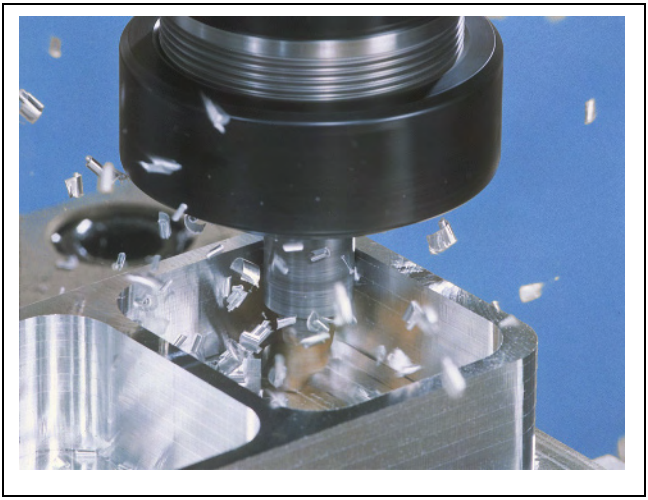


Bild 1.16 Taschenfräsen von Aluminium

GARANT-Technologiewerte für die Aluminiumzerspanung:

Fräsen von Al Mg 3g

Werkzeug	Schneidplatte	Spannmittel	Schnittwerte
90° Messerkopf HPC Durchmesser 50	BGHX	Kurzer Aufsteckdorn Sk 40 D22	v_c = 1.260 m/min n = 8.000 U/min f_z = 0,25 mm/Z v_f = 6.000 mm/min a_e = 50 mm a_p = 5,5 mm
Tauchfräser mit Innenkühlung Durchmesser 42	VCTG 22	Kurzer Aufsteckdorn Sk 40 D22	v_c = 790 m/min n = 6.000 U/min f_z = 0,18 mm/Z v_f = 3.400 mm/min a_e = 35 mm a_p = 3 mm
Al-VHM-Schruppfräser Durchmesser 16		Flächenspannfutter	v_c = 400 m/min n = 8.000 U/min f_z = 0,298 mm/Z v_f = 7.000 mm/min a_e = 16 mm a_p = 15 mm
VHM-Schruppschlichtfräser Durchmesser 16		Flächenspannfutter	v_c = 390 m/min n = 8.000 U/min f_z = 0,1 mm/Z v_f = 3.200 mm/min a_e = 0,2 mm a_p = 20 mm
VHM-Fräser-HSC Durchmesser 16		HG-Futter	v_c = 400 m/min n = 8.000 U/min f_z = 0,45 mm/Z v_f = 7.200 mm/min a_e = 15 mm a_p = 1 mm

Hinweis: Dieses Beispiel gilt für konventionelle NC-Maschinen mit Spindeldrehzahlen bis max. 8000 U/min.

GARANT-Technologiewerte für die Aluminiumzerspanung:

Bohren / Gewindeschneiden von Al Mg 3

Werkzeug	Beschichtung	Spannmittel	Schnittwerte
VHM-Spiralbohrer Durchmesser 10,2	TiAlN	HD-Spannfutter	v_c = 400 m/min n = 12.000 U/min f = 0,6 mm/U
GL-Maschinen-Gewindebohrer Synchro Durchmesser 12	TiCN	HD-Spannfutter	v_c = 50 m/min n = 1.400 U/min f_z = 1,75 mm/Z v_f = 2.450 mm/min a_e = 12 mm
GARANT Gewindefräser UNIversal mit IK Durchmesser 6,2		HG-Spannfutter	v_c = 120 m/min n = 6.000 U/min f_z = 0,02 mm/Z v_f = 400 mm/min

Bei **Aluminium-Knetwerkstoffen** bereitet der Verschleiß keinerlei Probleme. Gut zu bearbeiten sind sie mit HSS- und HM-Werkzeugen. Selbst bei relativ hohen Werkzeugbeanspruchungen liegen die Standzeiten noch bei 1 bis 2 Schichten. Reinaluminium und aushärtbare Knetwerkstoffe im weichem Zustand neigen insbesondere bei niedrigen Schnittgeschwindigkeiten oft zur Scheinspanbildung oder zur Aufbauschneidenbildung. Durch die resultierende Veränderung der Schneidengeometrie und damit einem Anstieg der Temperatur durch Reibung ist häufig mit einer schlechten Oberfläche zu rechnen. Abhilfe schaffen höhere Schnittgeschwindigkeiten, vergrößerte Spanwinkel (bis 40°) und eventuell der Einsatz von Kühlschmiermittel.

Aluminium-Gusswerkstoffe ohne Silizium sind hinsichtlich ihrer Spanbarkeit etwa so einzuschätzen wie die entsprechenden Knetwerkstoffe. Aushärtbare und untereutektische Al-Si-Gusslegierungen (Silizium-Gehalt bis zu 12%) weisen mit steigendem Si-Anteil schlechtere Zerspanungseigenschaften auf. Harte und spröde Einschlüsse wie das Si selbst oder Al_2O_3 verbessern zwar die Spanbrüchigkeit erhöhen jedoch den Werkzeugverschleiß. Hartmetalle eignen sich gut als Schneidstoffe für die Zerspanung. Die Auswahl sollte jedoch in Abhängigkeit von den Schnittparametern und dem Bearbeitungsverfahren (unterbrochener oder glatter Schnitt) erfolgen.

Übereutektische Al-Si-Gusslegierungen (Si-Gehalt über 12%) lassen sich hinsichtlich der Spanform und erzielbarer Oberflächengüte mit Hartmetallen (HM) und polykristallinen Diamantwerkzeugen (PKD) gut bearbeiten. Die groben Si-Partikel in dem relativ harten Grundgefüge bewirken jedoch einen sehr deutlichen Standzeitabfall gegenüber den untereutektischen Gusslegierungen.

Kern- und Randzonen gegossener Werkstücke weisen mitunter sehr unterschiedliche Zerspanungseigenschaften auf. Lediglich für **eutektischen Al-Si-Legierungen** wurde dieser Unterschied nicht ermittelt.

Nachfolgend sind exemplarisch einige Richtwerte für verschiedene Verfahren der technisch interessanten Al-Si-Legierungen aufgeführt.

Werkstoff	Verfahren	Schneidstoff	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min]	Vorschub pro Schneide f_z [mm/Z]	Schnitttiefe a_p [mm]
Untereutektische Al-Legierungen (Si-Gehalt < 12%)	Drehen	HSS	< 400	< 0,5 [1)]	< 6
		HM	< 1.200	< 0,6 [1)]	< 6
		PKD	< 1.500	< 0,3 [1)]	< 1
	Fräsen	HSS	< 300	≈ 0,3	< 6
		HM	< 700	≈ 0,3	< 8
		PKD	< 2.500	≈ 0,15	< 2,5
	Bohren	HSS	80 ... 100	0,1 ... 0,4 [1)]	–
		HM	< 500	0,15 [1)]	–
		PKD	Weniger geeignet zum Bohren ins Volle aufgrund von Quetschvorgängen im Querschneidenbereich		
Übereutektische Al-Legierungen (Si-Gehalt > 12%)	Drehen	HM	< 400	< 0,6 [1)]	< 4
		PKD	< 1.000	< 0,2 [1)]	< 0,8
	Fräsen	HM	< 500	≈ 0,25	< 8
		PKD	< 1.500	≈ 0,15	< 2
	Bohren	HM	200 ... 300	0,15 [1)]	–
		PKD	Weniger geeignet zum Bohren ins Volle aufgrund von Quetschvorgängen im Querschneidenbereich		

1) Für die Verfahren Drehen und Bohren gilt statt Zahnvorschub der Vorschubwert f [mm/U]

Tabelle 1.17 Verfahrensabhängige Richtwerte für die Zerspanung verschiedener Aluminiumlegierungen

3.2 Magnesium und Magnesiumlegierungen

Magnesium und seine Legierungen besitzen die geringste Dichte aller metallischen Werkstoffe bei gleichzeitig mittleren Festigkeitseigenschaften.

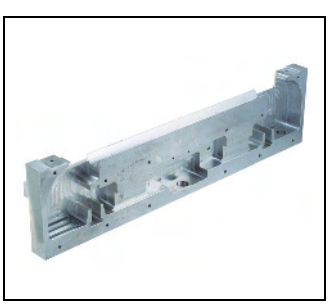


Bild 1.17 Trägerteil aus Magnesium

Magnesium ist hervorragend zerspanbar. Die hohe chemische Reaktionsfreudigkeit erfordert jedoch ganz besondere Schutzmaßnahmen gegen Selbstentzündung. Die hohe Affinität zu Sauerstoff macht trotz der schützenden Oxidschicht Korrosionsmaßnahmen erforderlich. Durch die sehr hohe Schwindung beim Erstarren (ca. 4%) neigt Magnesium zur Mikroporosität. Diese Nachteile lassen sich durch Legieren mit Aluminium und Zink weitestgehend vermeiden. Da Mangan die Korrosionsbeständigkeit verbessert, enthalten die wichtigsten Magnesium-Legierungen diese drei Zusätze.

Magnesium und seine Legierungen zeichnen sich im Vergleich zu anderen Metallen insbesondere durch ihre geringen Zerspanungskräfte aus. Jedoch sind, vergleichbar zur Bearbeitung niedriglegierter Aluminiumlegierungen, starke adhäsive Erscheinungen zwischen den meisten Schneidstoffen und dem bearbeiteten Werkstoff zu beobachten. Wenn Sicherheitsvorkehrungen gegen die Brandgefahr getroffen werden, ist die Magnesiumzerspanung trocken mit PKD-Werkzeugen bei hohen Schnittgeschwindigkeiten (v_C > 2000 m/min) möglich. Die Gefahr geht dabei insbesondere bei der Bearbeitung mit geringen Spanungsquerschnitten von den feinen, leicht entzündbaren und sich im Arbeitsraum der Maschine kontaminierenden Bröckelspänen aus. Unbeschichtete und mit TiN-beschichtete Hartmetalle sind bei Schnittgeschwindigkeiten v_C > 600 m/min nur unter Verwendung von Kühlschmierstoffen einzusetzen. Außerdem sind Werkzeuge mit einem ausreichend großen Freiwinkel zu wählen.

Nachfolgend sind exemplarisch einige Richtwerte für die Zerspanung von Magnesium-Legierungen aufgeführt.

Werkstoff	Verfahren	Schneidstoff	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min]	Vorschub pro Schneide f_z [mm/Z] 1)	Schnitttiefe a_p [mm]
Mg-Legierungen	Feindrehen	HSS	250 ... 300	0,01 ... 0,03	0,05 ... 0,3
		HM	300 ... 500	0,01 ... 0,04	0,05 ... 0,4
		PKD	< 900	0,03 ... 0,06	0,02 ... 0,1
	Schaftfräsen	HSS	200 ... 260	0,03 ... 0,01	–
		HM	400 ... 800	0,02 ... 0,1	–
		PKD	4.000	0,15	–
	Bohren	HSS	140	0,36 ... 0,8	–
		VHM	200 ... 600	0,03 ... 0,16	–

1) Für die Verfahren Drehen und Bohren gilt statt Zahnvorschub die Angabe als Vorschubwert f [mm/U]

Tabelle 1.18 Verfahrensabhängige Richtwerte für die Zerspanung verschiedener Magnesiumlegierungen

3.3 Titan und Titanlegierungen

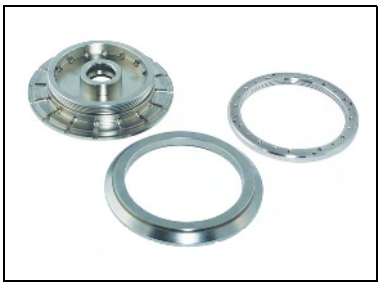


Bild 1.18 PKD-Schneidenträger aus Titan für Bilstersäge

Titan vereinigt hohe Festigkeit mit geringer Dichte und ausgezeichneter Korrosionsbeständigkeit. Dieser Kombination von Eigenschaften verdankt das Titan mit seinen Legierungen trotz des hohen Preises eine ausgedehnte Anwendung in Spezialgebieten wie z.B. der Raum- und Luftfahrt, in Strahltriebwerken und Hochleistungsmotoren sowie in der Medizintechnik.

Legierungszusätze von Aluminium, Zinn, Zirkon oder Sauerstoff begünstigen eine hexagonale Gefügestruktur (**α-Legierung** – mäßig kaltverformbar, für Anwendungen bei höheren Temperaturen, z.B. Strahlentriebwerke). Zusätze von Vanadium, Chrom, Molybdän und Eisen eine kubisch-raumzentrierte Struktur (**β-Legierung** – besser kaltverformbar, hohe Festigkeit jedoch bei höherer Dichte). Ein Kompromiss beider Strukturen ist bei den **zweiphasigen (α+β)-Legierungen** gegeben (Beispiel: TiAl6V4), die sich durch ein besonders günstiges Verhältnis von Festigkeit zu Dichte auszeichnen. Diese Legierungen erreichen im ausgehärteten Zustand die besten Festigkeitseigenschaften.

Im Gegensatz zu den sonstigen Leichtmetallen nimmt Titan eine Sonderstellung hinsichtlich der **Zerspanbarkeit** ein, da es aufgrund seiner mechanischen und physikalischen Eigenschaften (z.B. geringe Wärmeleitfähigkeit, niedriger Elastizitätsmodul) zu den als schwer zerspanbar geltenden Werkstoffen zählt.

Die entstehende Wärme wird nur in einem geringen Umfang über die Späne abgeführt, die Späne neigen dazu, an der Schneide festzukleben. Die Werkzeuge unterliegen einer periodischen Wechselbelastung durch die sich bildenden Lamellenspäne und der diskontinuierlichen Spanbildung. Somit ist bei längeren Schnittzeiten mit Ermüdungsvorgängen (Ausbröckelungen, Freiflächenverschleiß) an der Werkzeugschneide zu rechnen. Auf Kühlschmierstoffe kann nicht verzichtet werden.

Die Reaktionsfreudigkeit des Titans z.B. mit Sauerstoff kann zur Verpuffung bzw. Entzündung von Titanstaub führen.

Reintitan und **α-Legierungen** lassen sich **am besten**, **β-Legierungen am schlechtesten bearbeiten**. Insbesondere die Schneidstoffentwicklung hat hier in den letzten Jahren zu einem erheblichen Wandel in den anwendbaren Schnittgeschwindigkeiten geführt. Zum Einsatz kommen neben unbeschichteten Hartmetallen der K- und P-Sorte auch beschichtete K-Hartmetalle (z.B. K10, TiCTiN beschichtet), um den Schnittgeschwindigkeitsbereich weiter zu erhöhen. Die Standzeit der Werkzeuge wird signifikant von der Schnittgeschwindigkeit und dem dabei hauptsächlich auftretenden Freiflächenverschleiß bestimmt.

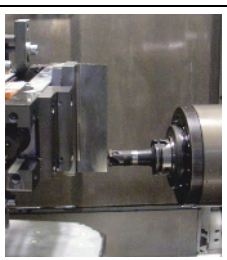


Bild 1.19 Fräsen von Titan

Folgende Punkte sollten bei der **Titanzerspanung** Beachtung finden:

- Scharfe Schneiden mit ausreichend großem Freiwinkel
- Positive Spanwinkel bei HSS-Werkzeugen, eher negative Spanwinkel bei HM-Fräsern
- Vorschub optimieren
- Vibrationsgefahr minimieren, für stabile Bedingungen und zuverlässig gespannte Werkstücke sorgen
- Gleichlauffräsen bevorzugen
- Kühlschmierstoff entsprechend dem Bearbeitungsverfahren verwenden
- Bearbeitungstemperatur beherrschen durch Begrenzen der Verschleißentwicklung

Nachfolgend sind exemplarisch einige Richtwerte für die Zerspanung tabellarisch zusammengefasst.

Werkstoff	Verfahren	Schneidstoff	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min]	Vorschub pro Schneide f_z [mm/Z] [1)]
Reintitan (geglüht) z.B. Ti 99,8 Ti 99,2 Ti 99,0	Drehen	HSS	30 ... 75	0,13 ... 0,4 [1)]
		HM	50 ... 170	0,13 ... 0,5 [1)]
	Stirnfräsen	HSS	15 ... 55	0,1 ... 0,3
		HM	70 ... 180	0,1 ... 0,4
	Bohren	HSS	12 ... 35	0,05 ... 0,45 [1)]
		HM	–	–
• **-Legierungen** (geglüht) z.B. Ti Mn 8,Ti Al12 Sn11 Zr5 Mo1, Ti Al6 V4 (α+β)-Legierungen (geglüht) z.B. Ti Al7 Mo4, Ti Al6 V6 Sn2 Cu1 Fe1	Drehen	HSS	6 ... 24	0,13 ... 0,4 [1)]
		HM	15 ... 80	0,13 ... 0,4 [1)]
	Stirnfräsen	HSS	6 ... 21	0,08 ... 0,2
		HM	25 ... 90	0,1 ... 0,2
	Bohren	HSS	6 ... 14	0,05 ... 0,40 [1)]
		HM	20 ... 75	0,1 ... 0,3 [1)]
• **-Legierungen** (lösungsgeglüht und ausgehärtet) z.B. Ti Al6 V4, Ti Al6 Sn2 Zr4 Mo2 (α+β)-Legierungen (lösungsgeglüht und ausgehärtet) z.B. Ti Al 5 Sn2 Zr2 Mo4 Cr4, Ti Al8 Mo1 V1	Drehen	HSS	9 ... 20	0,13 ... 0,4 [1)]
		HM	12 ... 60	0,13 ... 0,4 [1)]
	Stirnfräsen	HSS	6 ... 17	0,05 ... 0,15
		HM	20 ... 50	0,1 ... 0,2
	Bohren	HSS	6 ... 9	0,025 ... 0,25 [1)]
		HM	20 ... 75	0,1 ... 0,3 [1)]
• **-Legierungen** (geglüht oder lösungsgeglüht) z.B. Ti V8 Cr6 Mo4 Zr4 Al3, Ti V8 Fe5 Al1	Drehen	HSS	8 ... 12	0,13 ... 0,4 [1)]
		HM	15 ... 50	0,13 ... 0,4 [1)]
	Stirnfräsen	HSS	6 ... 12	0,08 ... 0,18
		HM	20 ... 40	0,1 ... 0,2
	Bohren	HSS	8	0,025 ... 0,20 [1)]
		HM	–	–
• **-Legierungen** (lösungsgeglüht und ausgehärtet) z.B. Ti Cr11 Mo7,5 Al3,5 Ti V8 Fe5 Al1	Drehen	HSS	8 ... 10	0,13 ... 0,4 [1)]
		HM	12 ... 35	0,13 ... 0,4 [1)]
	Stirnfräsen	HSS	6 ... 9	0,05 ... 0,15
		HM	15 ... 30	0,1 ... 0,2
	Bohren	HSS	6	0,025 ... 0,15 [1)]
		HM	–	–

1) Für die Verfahren Drehen und Bohren gilt statt Zahnvorschub die Angabe als Vorschubwerte f [mm/U]

Tabelle 1.19 Verfahrensabhängige Richtwerte für die Zerspanung verschiedener Titanlegierungen

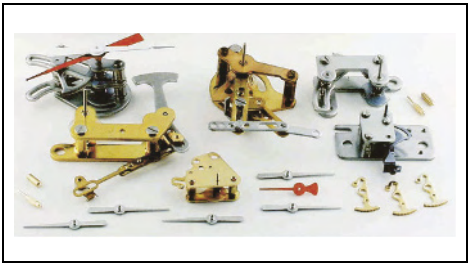


Bild 1.20 Teile aus Messing und Neusilber

3.4 Kupfer und Kupferlegierungen

Die Festigkeit von Kupfer lässt sich durch geringe Legierungszusätze erheblich steigern. Das erfolgt durch Mischkristallbildung (Silber, Arsen) oder Aushärtung (Chrom, Zirkon, Kadmium, Eisen oder Phosphor).

Mehr als 37% Zink in der Zusammensetzung von Kupfer-Zink-Legierungen (**Messing**) bewirken einen Abfall der Zähigkeit der Legierung bei gleichzeitig ansteigender Härte. Das ist für spanabhebende Verfahren günstig, da sich kürzere Späne bilden.

Neusilber sind Kupfer-Zink-Legierungen in denen ein Teil des Kupfers durch Nickel ersetzt wurde. Der Nickelzusatz bewirkt die weiße, silberähnliche Farbe. Technische Neusilber-Legierungen enthalten einen Ni-Anteil von 10 bis 25%. Bleihaltige Neusilber-Legierungen, die bessere Festigkeitseigenschaften als bleihaltige Messinge aufweisen, werden in der Feinmechanik und für die Herstellung von Reißzeugen verwendet.

Die klassischen **Bronzen** sind Kupfer-Zinn-Legierungen mit einem Zinn-Gehalt bis maximal 8,5%. Für Gusslegierungen erreicht man eine Festigkeitssteigerung durch einen Zinn-Zusatz bis 14%. Für Gussteile insbesondere im Maschinenbau ist es erforderlich, den spröden Gefügezustand mit seinen nachteiligen Auswirkungen auf die Zähigkeit des Werkstoffes durch eine Wärmebehandlung zu beseitigen.

Als **Rotbronze** bezeichnet werden Bronzen, die außer Zinn zusätzlich Zink und Blei enthalten. Sie werden für korrosionsbeanspruchte Maschinenteile und Apparaturen oder Lagerschalen verwendet.

Sonderbronzen bezeichnen Legierungen von Kupfer und Aluminium, Mangan oder Silizium oder einer Kombination dieser Elemente. Sie werden heute zutreffender als Kupfer-Legierungen bezeichnet.

Reines Kupfer ist aufgrund der großen Zähigkeit und hohen Verformbarkeit **schlecht zerspanbar**. Legierungen mit den Elementen Zn, Sn, Al und Si haben meist eine günstige Spanform. Legierungen mit den Elementen Pb, Se, Te sind vergleichbar mit der Zerspanbarkeit von Automatenstahl (vgl. *Tabelle 1.13*). In *Tabelle 1.20* werden exemplarisch Richtwerte für die Bearbeitung aufgeführt.

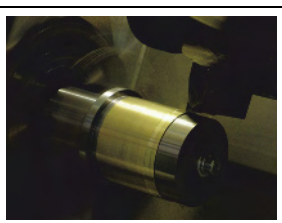


Bild 1.21 Drehen von Bronze

Verfahren	Schneidstoff	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min]	Vorschub pro Schneide f_z [mm/Z][1)]	Schnitttiefe a_p [mm]
Drehen	HSS	10 ... 220	0,1 ... 0,63 [1)]	0,6 ... 4
	HM	75 ... 1.300	0,1 ... 0,8 [1)]	0,6 ... 4
Fräsen	HSS	10 ... 80	0,1 ... 0,35	0,6 ... 4
	HM	40 ... 560	0,1 ... 0,2	0,6 ... 4
Bohren	HSS	18 ... 80	0,1 ... 0,4 [1)]	–
	HM	50 ... 125	0,1 ... 0,4 [1)]	–

1) Für die Verfahren Drehen und Bohren gelten statt Zahnvorschub die Angaben als Vorschubwerte f [mm/U]

Tabelle 1.20 Verfahrensabhängige Richtwerte für die Bearbeitung von Kupferlegierungen

3.5 Nickelbasislegierungen

Die Legierung **NiCr20** bildet die **Basis** für zahlreiche **warmfeste** Legierungen. Durch Zusatz von Chrom wird die Schmelztemperatur erhöht und die Zunderbeständigkeit verbessert.

Hochwarmfeste Legierungen auf dieser Basis (vgl. auch Kapitel „Werkstoffe", Abschnitt 1, Werkstoffgruppe 13.3) enthalten Zusätze von Titan und Aluminium. Durch Ti und Al werden die Legierungen aushärtbar. Die Anwendung derartiger Legierungen in hohen Temperaturen lässt wegen der Überalterung des Werkstoffes nur eine begrenzte Einsatzdauer zu (besondere Überwachungen erforderlich). Die Warmfestigkeit lässt sich durch Kobaltzusätze steigern. Weitere Legierungszusätze sind Molybdän und Wolfram.

Korrosionsbeständige Nickellegierungen sind mit den Zusätzen Chrom, Molybdän und Kupfer versetzt. Diese Legierungen übertreffen auch die Korrosionsbeständigkeit austenitischer Stähle an chemischer Beständigkeit. Korrosionsbeständige Nickellegierungen werden fast ausschließlich vom Apparatebau für die chemische Industrie verarbeitet.

Tabelle 1.21 zeigt die Einteilung der Nickelbasislegierungen sowie beispielhaft für das Drehen und Fräsen Richtwerte für die Zerspanung.

☺ → Schwierigkeitsgrad der Zerspanbarkeit → ☹										
	Knetlegierungen / Gusslegierungen								Gusslegierungen	
	Ni-Cu-Leg.		Ni-(Cr)-Mo-Leg. Nicht aushärtbare Ni-Fe-Cr-Leg. bzw. Ni-Cr-Fe-Leg.		Aushärtbare Ni-Fe-Cr-Leg. bzw. Ni-Cr-Fe-Leg. bzw. Ni-Cr-Co-Leg.				Sonderlegierungen (hochwarmfeste Gusslegierungen)	
	Beispiele									
	Monell 400 Monell 401 Monell 404 Monell R 405		Hastelloy B Hastelloy X Incoloy 804 Incoloy 825 Inconel 600 Inconel 601		Incoloy 901 Incoloy 903 Inconel 718 Inconel X-750 Nimonic 80 Waspaloy		Nimonic 90 Nimonic 95 Rene 41 Udimet 500 Udimet 700 Astralloy		IN – 100 Inconell 713 C Mar – M 200 Nimocast 739	
	Richtwerte									
	geglüht		geglüht		geglüht		lösungsgeglüht		gegossen, ausgehärtet	
	Drehen									
Schneidstoff	HSS	HM[2]	HSS	HM[2]	HSS	HM[2]	HSS	HM[2]	HSS	HM[2]
v_c [m/min]	30	105	6 ... 8	30 ... 35	6 ... 8	24 ... 30	3,6 ... 5	21 ... 24	3,5 ... 5	11 ... 18
f_z [mm/Z] [1]	0,18	0,18	0,13 ... 0,18	0,13 ... 0,18	0,13 ... 0,18	0,13 ... 0,18	0,13 ... 0,18	0,13 ... 0,18	0,13	0,13
a_p [mm]	1	1	0,8 ... 2,5	0,8 ... 2,5	0,8 ... 2,5	0,8 ... 2,5	0,8 ... 2,5	0,8 ... 2,5	0,8 ... 2,5	0,8 ... 2,5
	Schaftfräsen									
Schneidstoff	HSS	HM	HSS	HM	HSS	HM	HM	HM	HSS	HM
v_c [m/min]	15 ... 17	46 ... 50	5 ... 6	18 ... 20	3,6 ... 6	14 ... 15	3,6 ... 6	14 ... 15	2 ... 3,6	8 ... 15
f_z [mm/Z]	0,03 ... 0,07[3]	0,03 ... 0,07[3]	0,03 ... 0,06[3]	0,03 ... 0,04[3]	0,03 ... 0,06[3]	0,04 ... 0,05[3]	0,03 ... 0,06[3]	0,04 ... 0,05[3]	0,01 ... 0,05[3]	0,03 ... 0,04[3]
	0,07 ... 0,10[4]	0,07 ... 0,10[4]	0,06 ... 0,07[4]	0,03 ... 0,04[4]	0,05 ... 0,07[4]	0,05 ... 0,06[4]	0,05 ... 0,07[4]	0,05 ... 0,06[4]	0,05 ... 0,07[3]	0,03 ... 0,05[4]
a_e [mm]	d/2 – d/4		d/2 – d/4		d/2 – d/4		d/2 – d/4		d/2 – d/4	
1)	*Für das Verfahren Drehen gilt statt Zahnvorschub die Angabe als Vorschub f [mm/U]*									
2)	*Hartmetall der K-Sorte*									
3)	*Gilt bei Fräserdurchmesser 10 bis 18 mm*									
4)	*Gilt bei Fräserdurchmesser 25 bis 50 mm*									

Tabelle 1.21 Einteilung der Nickelbasislegierungen und Richtwerte für die Zerspanung

Prinzipiell zählen die **Nickelbasislegierungen** zu den **schwer zerspanbaren** Werkstoffen. Bei den **aushärtbaren Legierungen** sollte nur die Schlichtbearbeitung im ausgehärteten Zustand erfolgen. Die **Gusslegierungen** sind aufgrund des grobkörnigen Gefüges und der geringen Korngrenzenfestigkeit schwer zerspanbar. Für die Oberflächenqualität bereiten hier herausgerissene Materialpartikel und Korngrenzenrisse häufig Schwierigkeiten.

Nickelbasislegierungen erfordern aufgrund der sich ergebenden hohen Schnittemperaturen eine Zerspanung mit optimierten, scharfkantigen **Werkzeugen** meist aus Hartmetall oder Keramik. Da diese Legierungen beim Spanen oft stark schmieren sowie durch die nur verhältnismäßig niedrig möglichen Schnittgeschwindigkeiten zur Aufbauschneidenbildung neigen, sollten die Werkzeuge über einen relativ großen Spanwinkel γ (ca. 5° bis 15°) und einen ausreichenden Freiwinkel α (6° bis 10°) verfügen.

3.6 Kobaltbasislegierungen

Kobaltbasislegierungen werden aufgrund ihrer guten Warmfestigkeit und Zunderbeständigkeit bis etwa 950 °C als Konstruktionswerkstoffe verwendet. Wegen der begrenzten Ressourcen von Kobalt geht der Trend zum Einsatz von kobaltfreien oder kobalthaltigen Nickelbasislegierungen (wie z. B. Nimonic) z. B. für den Triebwerkbau.

Zur Oberflächenbeschichtung von hochbeanspruchten Bauteilen (z.B. bei Schmiedegesenken) werden Kobaltbasislegierungen heute in vielen Bereichen der Industrie verwendet (**Stellite**). Die wichtigsten Legängeierungselemente sind neben Eisen und bis zu 1% Kohlenstoff andere hochschmelzende Metalle wie Chrom, Nickel, Wolfram, Tantal und Niob.

Vergleichende Angaben zur **Spanbarkeit** von Kobaltbasislegierungen liegen nur in begrenztem Maße vor. Allgemein gilt aber, dass diese Legierungen möglichst im ausgehärteten Zustand oder nicht aushärtbare Legierungen im kaltgezogenen Zustand zerspant werden sollten.

Als Schneidstoffe kommen meist Hartmetalle der K-Sorte zum Einsatz. Für die Stellit-Bearbeitung gewinnt, durch die möglichen höheren Schnittgeschwindigkeiten, der CBN-Einsatz an Bedeutung. Das Drehen ist hier bei gleicher Standzeit mit dreimal höheren Schnittgeschwindigkeiten möglich. Beim Fräsen sollte zur Beruhigung des Laufes mit schrägverzahnten Werkzeugen gearbeitet werden. Beim Bohren ist die Bohrerfase wegen der hohen Werkzeugbelastung im Querschneidenbereich nur halb so groß wie bei üblichen Bohrern. Spezialanschliffe (z.B. Kreuzschliff) sollten vorgesehen werden. Schneidöle unterstützen hier besonders die Zerspanbarkeit dieser Legierungen. Reiben sollte aufgrund der damit verbundenen Kaltverfestigung vermieden werden.

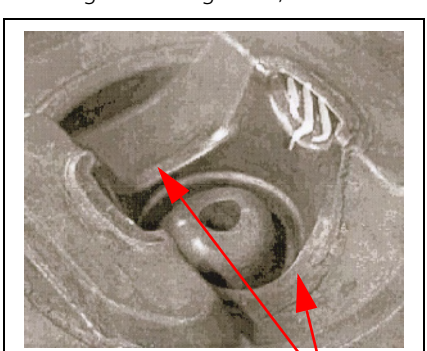


Bild 1.22
Schmiedegesenk mit Verschleißschutzschicht (Stellit) an den hochbeanspruchten Kanten

Nachfolgend sind beispielhaft einige verfahrensabhängige Richtwerte für die spanende Bearbeitung von Kobaltbasislegierungen aufgeführt.

Verfahren	Schneidstoff	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min]	Vorschub pro Schneide f_z [mm/Z] 1)	Schnitttiefe a_p [mm]	Kühlschmierstoff
Drehen	HSS	3 ... 8	0,1 ... 0,3	0,2 ... 2,0	Emulsion oder Schwefelhaltiges Schneidöl
	HM 2)	8 ... 15	0,1 ... 0,3		
	CBN	15 ... 30	0,1 ... 0,3		
Fräsen	HSS	3 ... 7	0,1 ... 0,2		
	HM 2)	7 ... 12	0,1 ... 0,2		
	CBN	10 ... 20	0,1 ... 0,2		
Bohren	HM 2)	3 ... 6	0,05 ... 0,12	–	Schwefelhaltiges Schneidöl

1) Für die Verfahren Drehen und Bohren gelten statt Zahnvorschub die Angaben als Vorschubwerte f [U/mm]
2) Hartmetall der K-Sorte

Tabelle 1.22 Verfahrensabhängige Richtwerte für die Zerspanung von Kobaltbasislegierungen

4 Kunststoffe

Ein herausragendes Merkmal von Kunststoffen (organische Polymere) ist, dass sich ihre technischen Eigenschaften, wie Formbarkeit, Härte, Elastizität, Bruchfestigkeit, Temperatur- und Wärmeformbeständigkeit sowie chemische Beständigkeit, durch die Wahl von Ausgangsmaterial, Herstellungsverfahren und Beimischung von Additiven in weiten Grenzen variieren lassen.

4.1 Einteilung der Kunststoffe

Polymere lassen sich prinzipiell auf Grund ihrer physikalischen Eigenschaften in Thermoplaste, Elastomere und Duroplaste einteilen.

Kunststoffe werden nach ihrem Aufbau, den daraus folgenden Eigenschaften und dem Verhalten bei Erwärmung eingeteilt.

4.1.1 Thermoplaste

Thermoplaste kommen als amorphe und teilkristalline Polymere vor (vgl. *Bild 1.23*). Durch Energiezufuhr werden diese Materialien beliebig oft weich und formbar bis plastisch und schmelzen schließlich. Je nach Anwendungsgebiet werden die Thermoplaste unterteilt in:

- Standardkunststoffe wie z.B.
  Polyethylen (PE), Polystyrol (PS), Polyvenylchlorid (PVC) und Polypropylen (PP)
- Konstruktionskunststoffe wie z.B.
  Polymethylmethacrylat (PMMA – Acrylglas, Plexiglas), Polyamide (PA), Polyoxymethylen (POM) und Polytetrafluorethylen (PTFE – Teflon)
- Hochleistungskunststoffe wie z.B. Polyetheretherketon (PEEK) und Polytetrafluorethylen (PTFE - Teflon)

Eine weitere Unterscheidung der Thermoplaste erfolgt nach ihrer Temperaturempfindlichkeit.

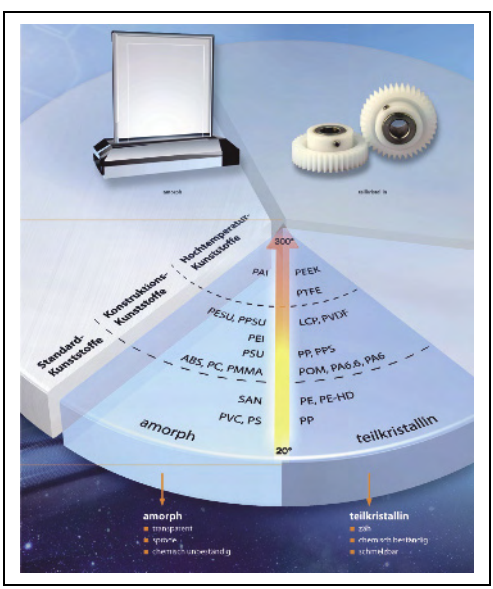


Bild 1.23 Einteilung von Thermoplaste

4.1.2 Duroplaste

Werden Duroplaste erwärmt, so verändert sich ihr mechanisches Verhalten nur geringfügig. Diese Kunststoffe sind vor der Verarbeitung unvernetzt (meist flüssig) und härten dann durch Erwärmen oder durch Zugabe von Härter in ihrer endgültigen Form aus. Danach sind sie gegen Wärme und Chemikalien besonders widerstandsfähig und nicht mehr plastisch verformbar. Der Vorgang ist nicht wiederholbar. Sie sind härter und spröder als Thermoplaste.

Duroplaste sind nicht schweißbar, ausgehärtet in organischen Lösungsmitteln nicht löslich, manche quellbar. Duroplastische Vorprodukte sind einerseits als „Formmassen" zur Verarbeitung über die Schmelze und anschließender thermischer Aushärtung erhältlich, andererseits gibt es sie als flüssige „Reaktions- oder Gießharze", die bei Raumtemperatur verarbeitet und katalytisch ausgehärtet werden können.

Einige Duroplaste sind:

- Phenolharze (PF), Aminoharze
- Polyurethanharze (PUR)
- Epoxidharze (EP), oft mit Glasfasern verstärkt verarbeitet zu glasfaserverstärkten Kunststoffen (GFK, vgl. nachfolgenden Abschnitt))
- Ungesättigte Polyesterharze (UP) – Gießharze

4.1.3 Faserverstärkte Kunststoffe

Als Verbundwerkstoffe bezeichnet man Stoffe, die aus mehreren Einzelwerkstoffen bestehen und zu einem Werkstoff verbunden wurden. Dadurch werden die erwünschten Eigenschaften der einzelnen Werkstoffe in einem Werkstoff vereint.

Der Stoff, der im Verbund eine Erhöhung der Festigkeit oder Härte bewirkt, heißt Verstärkungskomponente oder Verstärkungsmaterial, den anderen Stoff, der den Zusammenhalt des Körpers sicherstellt, nennt man Bindung oder Matrix. Besteht die Verstärkungskomponente aus Fasern, so spricht man von **faserverstärkten Verbundstoffen**.

Durch die Verstärkung werden die Verbundwerkstoffe in ihrer Festigkeit, Steifigkeit und Härte verbessert. Darüber hinaus können je nach Verbundkombination aber auch andere Eigenschaften wie z.B. die Leitfähigkeit für Wärme und Elektrizität, die Temperaturbeständigkeit und die Verschleißfestigkeit erhöht werden. Die verstärkende Wirkung der Fasern sowie die mechanischen Eigenschaften des Verbundwerkstoffes werden einerseits durch die Länge, den Durchmesser und den chemischen Aufbau der Fasern bestimmt, andererseits durch die Menge und die Lage der Fasern.

Für die **Anwendung** als Matrixwerkstoff können alle leichtfließenden Thermoplaste und Duroplaste eingesetzt werden, inkl. Elastomere und Dispersionen. Bei den Thermoplasten sind vorwiegend Polypropylen (PP) und Polyamid (PA) neben PC, PS, PE im Einsatz. Bei den Duroplasten werden wegen ihrer ausgezeichneten mechanischen und elektrischen Eigenschaften sowie der sehr günstigen Benetzungseigenschaften Epoxidharze (EP), aber auch Polyesterharze, Silikonharze oder Vinylesterharze bevorzugt eingesetzt.

Ein großer **Vorteil** von Faser-Verbundwerkstoffen liegt darin, dass sich der Anwender einen speziell auf seinen Anwendungsfall ausgerichteten Werkstoff durch ein jeweils geeignetes Einbetten der Faser in die Matrix gestalten kann. Außer Glas, dem klassischen Faserwerkstoff, werden vor allem die vergleichsweise teueren Kohlenstofffasern dem Basispolymer zugesetzt.

4.1.3.1 Glasfaserverstärkte Kunststoffe (GFK)

Glasfaserverstärkte Kunststoffe bestehen meistens aus den Duroplasten Polyester- oder Epoxidharz und Glasfasern. Da einzelne Glasfasern (geringe Dicke) schwer zu handhaben sind, werden sie als Stränge (Rovings) oder als Gewebe, Matten oder Vliese verarbeitet. Während der Herstellung der Formteile ist der Kunststoff flüssig und wird anschließend ausgehärtet.

Die **Eigenschaften** von GFK werden durch das verwendete Harz und die Art der Glasfasern, durch den Anteil der Glasfasern am Gesamtvolumen sowie ihrer Anordnung bestimmt. Die Festigkeit nimmt mit steigenden Fasergehalt und der Ausrichtung der Fasern in eine Richtung zu.

Verstärkungsart	Glasgehalt [Gew.-%]	E-Modul [N/mm^2]
Glasseiden-Matte	25	6000
	35	8000
	45	10000
Glasseiden-Gewebe	45	12000
	55	16000
	65	20000
Glasseiden-Roving	75	40000

Tabelle 1.23 Abhängigkeit des E-Moduls vom Glasgehalt und der Verstärkungsart bei glasfaserverstärkten Polyesterharzen

4.1.3.2 Kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe (CFK)

Bauteile aus kohlefaserverstärkten Kunststoffen setzen sich zusammen aus einer festigkeitsbestimmenden, hochharten und temperaturstabilen Faser (Verstärkungskomponente) auf Kohlenstoffbasis, die in eine duktile Matrix mit niedriger Temperaturfestigkeit eingebettet ist. Die verschiedenen Kohlenstoff-Fasern können dabei auf die unterschied-lichsten Arten mit den in Frage kommenden polymeren Matrizen verbunden werden. Das führt zu einer Vielzahl an Werkstoffkombinationen mit zum Teil erheblich voneinander abweichenden Eigenschaften. Diese Werkstoffe werden unter dem Begriff CFK zusammengefasst.

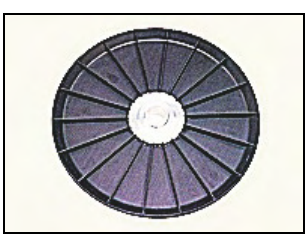


Bild 1.24 CFK-Verdichterscheibe

Um das ausgezeichnete **Eigenschaftsprofil** möglichst effektiv zu nutzen, setzt man Kohlenstofffasern heute in der Regel als Endlosfasern ein, bei einem Faservolumengehalt von 50 bis 80 Prozent.

In erster Linie finden kohlefaserverstärkte Kunststoffe ihre **Anwendung** in den Bereichen der Luftfahrt (z.B. Seitenleitwerkkasten, Verstrebungen, Bremsklappen) oder aber im Maschinenbau, wo Aufgabenstellungen, wie reduzierte Massenträgheit oder gutes Dämpfungsverhalten zu erfüllen sind (hochdynamische Maschinenkomponenten). Als weiteres Einsatzgebiet dieser Werkstoffe ist die Sportartikel- und Freizeitbranche zu nennen (z.B. Tennisschläger, Surfboards, Fahrradrahmen).

4.2 Eigenschaften von Kunststoffen

Kunststoffe zeichnen sich, verglichen mit keramischen oder metallischen Werkstoffen, durch eine Reihe von ungewöhnlichen Eigenschaften aus.

4.2.1 Thermisches Verhalten von Kunststoffen

4.2.1.1 Glasübergangstemperatur Tg

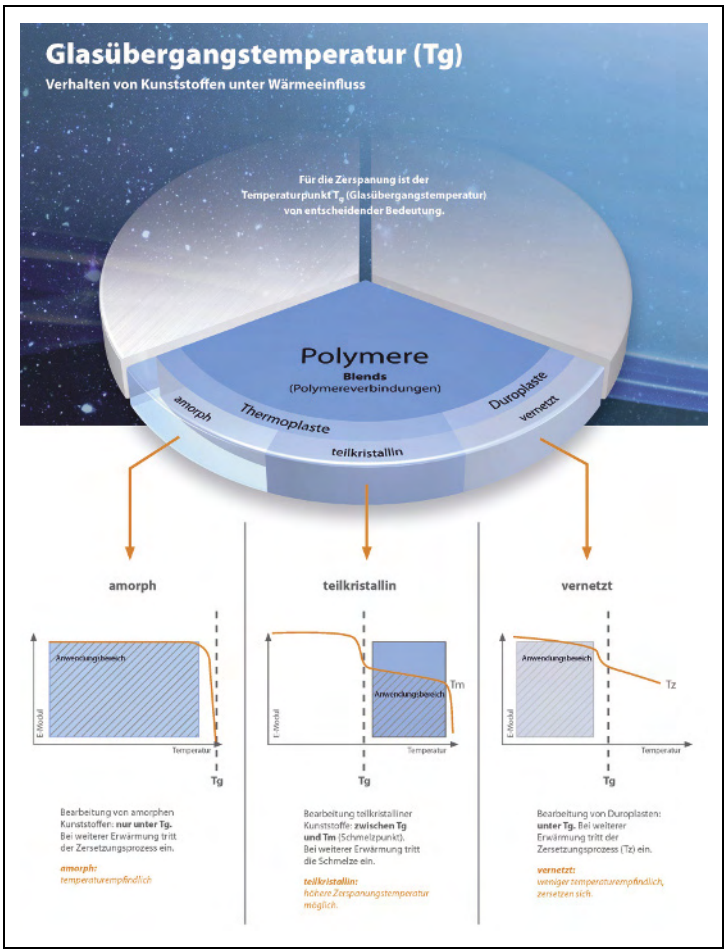


Bild 1.25 Verhalten von Kunststoffen unter Wärmeeinfluss

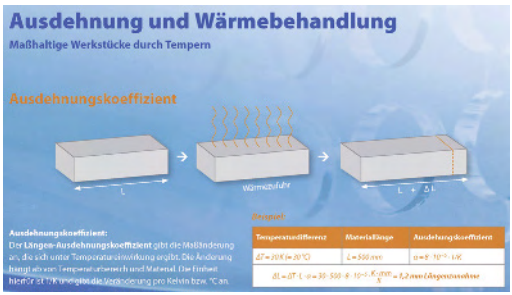


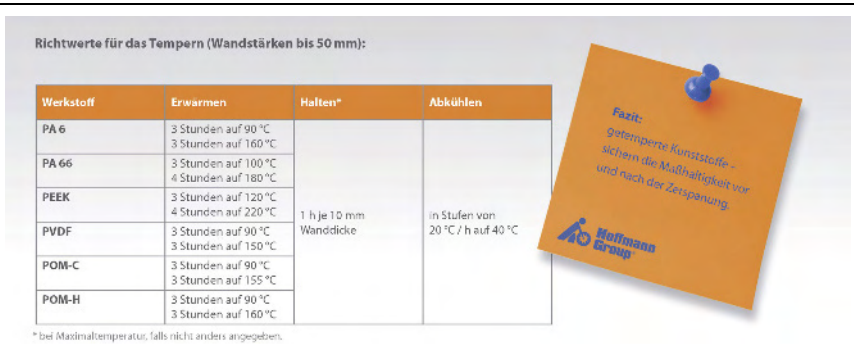
Bild 1.26 Ausdehnungskoeffizient unter Temperatureinwirkung

4.2.1.2 Ausdehnung und Wärmebehandlung

Kunststoffe besitzen eine schlechte Wärmeleitfähigkeit und benötigen eine gute Wärmeabfuhr bzw. Kühlung. Zerspanungswärme führt bei Kunststoffen zu wesentlich höherer Wärmeausdehnung und Werkstückverspannungen als bei Metallen. Erforderlich sind für Kunststoffe deshalb auch größere Fertigungstoleranzen.

Maßgenaue Teile müssen thermisch vorbehandelt werden. Das Tempern bietet die größtmögliche Gewähr für Maßhaltigkeit vor und nach der Bearbeitung. Hohe Zerspanungsvolumen können ein zusätzliches Zwischentempern erforderlich machen. Auch Kunststoffe mit hoher Wasseraufnahme (z.B. PA) müssen thermisch vorbehandelt werden. Unter Umständen empfiehlt sich eine grobe Vorzerspanung mit anschließendem Tempervorgang.

Das Tempern erhöht bei Kunststoffen die Festigkeit sowie Beständigkeit gegenüber Chemikalien. Wassergehalt (bei PA) und innere Spannungen, die bei der Zerspanung entstehen, werden deutlich reduziert. Die spezifischen Temperaturen und Zeiten sind bei den Herstellern zu erfragen.



Richtwerte für das Tempern (Wandstärken bis 50 mm):

Werkstoff	Erwarmen	Halten*	Abkühlen
PA 6	3 Stunden auf 90 °C 3 Stunden auf 160 °C	1 h je 10 mm Wanddicke	in Stufen von 20 °C / h auf 40 °C
PA 66	3 Stunden auf 100 °C 4 Stunden auf 180 °C		
PEEK	3 Stunden auf 120 °C 4 Stunden auf 220 °C		
PVDF	3 Stunden auf 90 °C 3 Stunden auf 150 °C		
POM-C	3 Stunden auf 90 °C 3 Stunden auf 155 °C		
POM-H	3 Stunden auf 90 °C 3 Stunden auf 160 °C		

* bei Maximaltemperatur, falls nicht anders angegeben.

Bild 1.27 Richtwerte für das Tempern

4.2.2 Dichte, Festigkeit und Steifigkeit

Die **Dichte** der meisten Kunststoffe liegt zwischen 800 und 2200 kg/m^3. Sie sind damit erheblich leichter als Metalle oder keramische Werkstoffe. In Bezug auf die mechanischen Eigenschaften sind Kunststoffe anderen Werkstoffklassen häufig unterlegen. Ihre Festigkeit und Steifigkeit erreicht meist nicht die von Metallen oder Keramiken. Wegen der geringen Dichte kann dies jedoch teilweise mit konstruktiven Mitteln (höhere Wandstärken) oder dem Einsatz von faserverstärkten Kunststoffen kompensiert werden.

Der **E-Modul** (Elastizitätsmodul) ist bei Kunststoffen die **Kennzahl für die Steifigkeit**. Kunststoffe werden wie Metalle im Zugversuch geprüft, allerdings nicht bis zum Bruch. Der E-Modul ist erreicht, wenn sich die Werkstückprobe im Versuch nicht mehr linear verhält. Dabei verhalten sich sprödharte (amorphe) Kunststoffe beim Zugversuch anders als zähharte (teilkristalline) Kunststoffe (vgl. *Bild 1.28*).

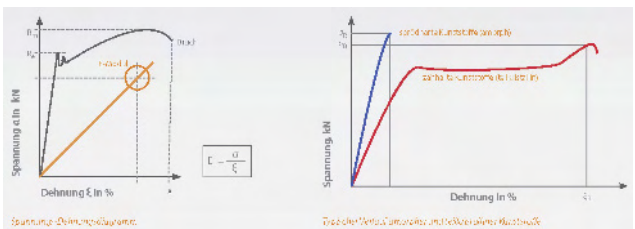


Bild 1.28 Spannungs-Dehnungs-Diagramme

Der E-Modul hat keinen strengen Bezug zur Zugfestigkeit, Streckgrenze oder Härte. Ein direkter Vergleich mit der Zugfestigkeit ist nicht zulässig.

Wärme hat einen entscheidenden Einfluss auf die Steifigkeit der Kunststoffe. **Der E-Modul steht somit in direkter Anhängigkeit von der Temperatur des Kunststoffes**. Bereits eine Temperaturdifferenz von 77 °C kann erhebliche Unterschiede beim E-Modul bewirken (vgl. *Bild 1.29*).

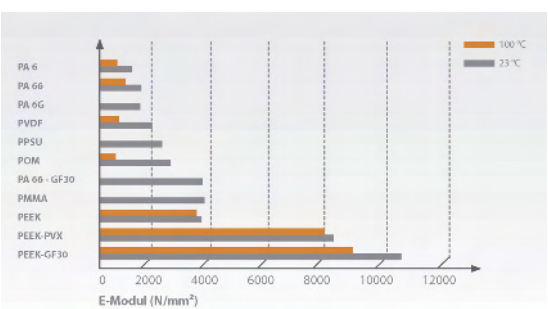


Bild 1.29 E-Modul in Abhängigkeit von der Temperatur

Neben der Temperatur **beeinflusst die Faserrichtung bei faserverstärkten Kunststoffen den E-Modul**. Wird ein faserverstärkter Kunststoff quer zum Faserverlauf im Zugversuch geprüft, liegt ein geringerer E-Modul vor. In Faserrichtung wird dagegen ein vielfach höherer Wert erreicht (vgl. *Bild 1.30*).

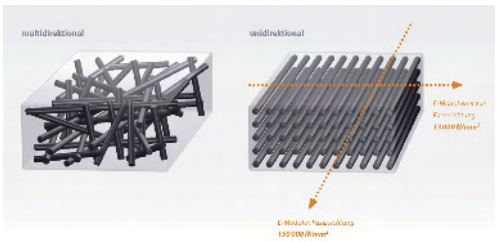


Bild 1.30 E-Modul in Abhängigkeit von der Faserrichtung

Aufgrund der sich einstellenden Faserorientierung lassen sich mechanische Kennwerte nur bedingt miteinander vergleichen. Im *Bild 1.31* ist die spezifische Festigkeit gegenüber dem Leichtbaupotential, das sich aus dem Quotienten des E-Moduls und der Dichte in der dritten Potenz ergibt, aufgetragen. Bei vergleichbarer spezifischer Festigkeit sind erhebliche Steigerungen im Leichtbaupotential durch die Variation der verwendeten Faser möglich.

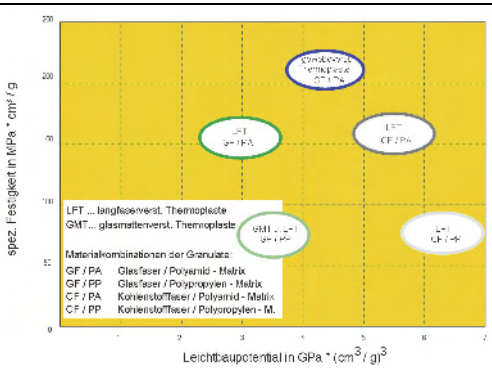


Bild 1.31 Einordnung verschiedener faserverstärkter Kunststoffe nach spezifischer Festigkeit und Leichtbaupotential

Wegen des geringen E-Moduls der Kunststoffe muss insbesondere dort, wo Biege- und Knickbeanspruchungen auftreten, mit wesentlich größeren Verformungen gerechnet werden als bei den Metallen. In vielen Fällen spielt aber ein Mangel an Steifigkeit bzw. die daraus resultierende Verformbarkeit keine kritische Rolle. Kunststoffe nehmen eine hohe Formänderungsarbeit auf und zeigen dadurch ein gutes Dämpfungsverhalten (Dämpfung bei Kunststoffen 9- bis 10-mal so groß wie die der Metalle). Dies ist z. B. entscheidend für die Geräuschminderung beim Lauf von bewegten Teilen (z. B. Zahnräder).

4.2.3 Thermische und mechanische Eigenschaften

Bezeichnung	Zusätze bzw. Farben	Thermisch						Mechanisch						
		Dauergebrauchs-temperatur	Gebrauchstemperatur kurzzeitig	Schmelztemperatur (DIN 53765)	Längenausdehnungs-koeffizient (23°)	Feuchtigkeitsaufnahme in NK bis zur Sättigung (DIN EN ISO 62)	Wasseraufnahme bis zur Sättigung (DIN EN ISO 62)	Dichte (DIN 53479)	Streckspannung (DIN EN ISO 527)	Reißdehnung (DIN EN ISO 527)	Elastizitätsmodul Zugversuch (DIN EN ISO 527)	Elastizitätsmodul Biegeversuch (DIN EN ISO 178)	Härte (ISO 2039/1, D/AS IM D 2240, (r)ISO 2039/2	Schlagzähigkeit (DIN EN ISO 179), o. Br. = ohne Bruch
		°C	°C	°C	10^{-5} 1/K	%	%	g/cm³	MPa	%	MPa	MPa	MPa	kJ/m²
PETG	transparent	65	70		7			1,27	52	80	1900		97	o. Br.
PMMA	transparent, farbig	100	100		7	1	2	1,19	60	4,5	3000		175	15
PC	transparent	120	140		7	0,15	0,36	1,20	60		2300		100	o. Br.
PE 300	natur, schwarz	90	90	130	14	< 0,05	0,02	0,95	25		1000	1000 – 1400	50	o. Br.
PE 500	natur	90	120	136	20	0,01		0,95	25	> 50	1100	900	52	o. Br.
PE 1000	natur, schwarz, grün	90	120	135	20	0,01	0,02	0,93	17	> 50	650	800	35	o. Br.
PA 6	natur	100	160	220	8	3	9,5	1,13	85	70	3000		160	o. Br.
PA 6 schwarz	schwarz	100	160	220	18	3	8,5	1,14	75	> 25	2700		107	o. Br.
PA 6 G	natur	100	180	220	6	2,5	5,5	1,15	85	3	3300		100	o. Br.
PA 6 G schwarz	schwarz	100	170	210	9,5		6	1,15	75	40	2800		145	
PA 66	natur	100	170	260	8	2,8	8,5	1,14	80	40	3100	2830	170	o. Br.
PA 12	natur	110	150	175	10	0,7	1,6	1,01	40	240	1200			o. Br.
PA 12 G	natur	110	155	175				1,02	54	> 100	1800			> 100
PEEK	natur, schwarz	260	300	343	5	0,1	0,5	1,32	95	25	3000	4100		o. Br.
PEEK PVX	je 10 % Graphit, PTFE, Kohle, schwarz	260	300	343	2,2	0,1	0,1	1,48		1,5	9500	8100	208	30
PEEK MT	farbig, schwarz	260	300	343	5	0,1	0,5	1,32	95	20	3000	4100		o. Br.
PF CC 201								1,3 – 1,4				7000		8,8
PF GC 201								1,6 – 1,8				14000		25
PF CP 201								1,3 – 1,4				7000		
PVDF	natur	150	150	172	13	< 0,05	< 0,05	1,77	50	> 30	2000	2000	80	o. Br.
POM	natur, schwarz	100	140	165	10	< 0,3	0,5	1,41	65	30	2700		145	o. Br.
POM GF25	25 % Glasfaser, grauweiß	100	140	165	3	0,15		1,58		3	9000		195	40
PA 6 GF30	30 % Glasfaser, schwarz	100	180	220	2 – 3	2,1	6,6	1,35		2,5	8500		147	55
PA 66 GF30	30 % Glasfaser, schwarz	100	170	260	2 – 3	1,5	5,5	1,35		3	8000		175	7,0
PEEK GF30	30 % Glasfaser	260	300	343	2	0,1	0,5	1,49		2,5	9500	10000		60
PTFE	weiß	260	260	327	12	0,1		2,18	25	> 50	700		30	o. Br.

Bei Polyamiden hängen die Werte stark vom Feuchtigkeitsgehalt ab!
Die Tabelle zeigt einen allgemeinen Überblick ohne Gewähr auf Vollständigkeit, technische Änderungen sind vorbehalten.

4.2.4 Chemische Beständigkeit

Chemische Substanzen wirken unterschiedlich auf Kunststoffe ein. Neben der Verweilzeit und mechanischen Belastung sind unbedingt auch Temperatur und Konzentration zu beachten. Nachfolgend aufgeführt sind technische Daten für Thermoplaste.

	PE	PA6	PA 66	PEEK	POM-C	POM-H	PVDF	PTFE
Acetamid 50 %		●	●			●	●	●
Aceton	○	○	○	●	●	●	○	●
Ammoniak	●	●	●	●	●	○	●	●
Anon	○	●	●			●	○	●
Äthanol 96 %	●	●	●	●	●	●	●	●
Äthylacetat	●	●	●		○	●	●	●
Äthylether	●	●	●		●	●	●	●
Äthylenchlorid	○	●	●		–	–		●
Benzin	○	●	●	●	●	●	●	●
Benzol	○	●	●		●	●	●	●
Borsäure, wässrig 10 %	●	●	●	●	–	●	●	●
Butylacetat	○	●	●		●	●	●	●
Calciumchlorid, wässrig 10 %	●	●	●	●	●	○	●	●
Chlorbenzol	–	●	●		●	●		●
Chloroform	–	–	○		–	–	●	●
Citronensäure, wässrig 10 %	●	○	○	●	○	–	●	●
Cyclohexan	●	●	●		●	●	●	●
Cyclohexanon	●	●	●		●	●	○	●
Dekalin	○	●	●			●		●
Dieselöl	●	●	●		●	●	●	●
Dimethylformamid	●	●	●		●	–		●
Diocthylphthalat	●	●	●		●	●		●
Dioxan	○	●	●		○	●	●	●
Essigsäure, konzentriert	●	–	–	–	○	–		●
Essigsäure, wässrig 10 %	●	–	–	●	●	○	●	●
Formaldehyd, wässrig 30 %	●	●	●	●	●	–	●	●
Formamid	○	●	●			○		●
Freon, Frigen, flüssig	○	●	●	–		●		●
Glykol	●	●	●	●	●	●	●	●
Glysantin, wässrig 40 %	●	●	●	●	●	●	●	●
Glyzerin	●	●	●		●	●	●	●
Heizöl	●	●	●		●	●	●	●
Heptan, Hexan	–	●	●	●	●	●		●
Isooctan	●	●	●			●		●
Isopropanol	●	●	●		●	●	●	●
Kalilauge, wässrig 50 %	●	●	●	●	●	–	–	●
Kalilauge, wässrig 10 %	●	●	●		●	–	○	●
Kaliumbichromat, wässrig 10 %	●	●	●		●	○	●	●
Kaliumpermanganat, wässrig 1 %	●	–	–	●	●	○	●	●
Kupfer- (II)-Sulfat, 10 %	●	●	●	●	●	–	●	●
Methanol	●	●	●		●	●	●	●
Methylethylketon	●	●	●	●	○	●	○	●

	PE	PA6	PA 66	PEEK	POM-C	POM-H	PVDF	PTFE
Methylenchlorid	○	○	○		○	○	●	●
Milchsäure, wässrig 90 %	●	–	–		●	–	●	●
Natriumbisulfit, wässrig 10 %	●	●	●	●	–	–	●	●
Natriumbicarbonat, wässrig 10 %	●	●	●	●	●	○	●	●
Natriumchlorid, wässrig 10 %	●	●	●	●	●	●	●	●
Natriumnitrat, wässrig 10 %	●	●	●		●	●	●	●
Natriumthiosulfat, wässrig 10 %	●	●	●		●	●	●	●
Natronlauge, wässrig 50 %	●	●	●	●	●	–	●	●
Nitrobenzol	●	○	○		○	○		●
Oxalsäure, wässrig 10 %	●	○	○	●	–	○	●	●
Ozon	○	–	–		–	–	●	●
Paraffinol	●	●	●		●	●	●	●
Perchlorethylen	–	○	○		●	●	●	●
Petroleum	●	●	●		●	●	●	●
Phenol, wässrig	●	–	–		–	–	●	●
Phosphorsäure, konzentriert	●	–	–	●			●	●
Phosphorsäure, wässrig 10 %		–	–	●	○	–		●
Propanol	●	●	●		●	●	●	●
Pyridin	○	●	●		●	○	●	●
P-3-Lösung, wässrig		●	●		●	–		●
Salicylsäure		●	●			○	●	●
Salpetersäure, wässrig 10 %	●	–	–	●	–	–	●	●
Salzsäure, wässrig 36 %	●	–	–	●	–	–	●	●
Schwefelkohlenstoff	○	●	●		●	●	●	●
Schwefelsäure, konzentriert 98 %	○	–	–	–	–	–	○	●
Schwefelwasserstoff, gesättigt	●	●	●	●		–		●
Siliconöle	●	●	●		●	●	●	●
Styrol	○	●	●			●		●
Teer		○	○			●		●
Tetrachlorkohlenstoff	–	●	●		●	○	●	●
Tetrahydrofuran	○	●	●		○	–	●	●
Tetralin	○	●	●		●	●		●
Triethanolamin	●	●	●		●	–		●
Trichloretylen	–	○	○	●	–	–	●	●
Trilon B, wässrig 10 %		●	●					●
Vaseline	○	●	●		●	●	●	●
Wasser, kalt	●	●	●	●	●	●	●	●
Wasser, warm	●	○	○	●	○	–	●	●
Wasserstoffperoxyd, wässrig 30 %	●	–	–	○	–	–	●	●
Wasserstoffperoxyd, wässrig 0,5 %	●	–	–		●	○	●	●
Weinsäure	●	●	●	●	○	○	●	●
Xylol	–	●	●	●	●	●	●	●

● = beständig ○ = bedingt beständig – = nicht beständig

Die Tabelle zeigt einen allgemeinen Überblick ohne Gewähr auf Vollständigkeit, technische Änderungen sind vorbehalten.

4.3 Moderne Werkstoffe – neue Anwendungstabelle

Spezielle Verwendungstabelle –

für Werkzeuge zur Bearbeitung moderner Werkstoffe

Glasfaseranteil (GF) oder Kohlefaseranteil (CF) jeweils in % angegeben.

Moderne Werkstoffe	PMMA Acryl	PA 66	PF 31	PVDF GF20
Bezeichnung	Poly-methyl-metha-crylat	Polyamide PA, PA6, PA6.6, PA12	Phenoplast PF CP, PF CC201, PF CC42	Poly-vinyliden-fluorid
Art	Thermoplast: amorph	Thermoplast: teilkristallin	Duroplast: vernetzt	Thermoplast: teilkristallin
Marken (Auszug)	Plexiglas, Deglas, Perspex	–	Bakelit	–
Eigenschaften	alkoholempfindlich, polierbar, kratzfest, gut spanbar	hohe Wasseraufnahme, gut spanbar, vorwärmen auf 120 °C und tempern	gut spanbar	hohe chemische Beständigkeit, schwierig zerspanbar, abrassiv, Delaminationsgefahr
Faser-Anteil %	–	–	–	20 % Glasfaser
Tg (°C)	105	80	190	150
E-Modul (N/mm²)	3200	3300	9000	10 000
Zugfestigkeit (MPa)	70	50	50	–
Ausdehnungskoeffizent	$7\times10^{-5}\times1/K$	$8\times10^{-5}\times1/K$	$3{,}5\times10^{-5}\times1/K$	$13\times10^{-5}\times1/K$
Feuchtigkeitsaufnahme %	1	2,8	–	0,04
Wasseraufnahme %	2	8,5	1,15	0,05

v_c = m/min	PMMA Acryl	PE-HD	PA 66	PEEK	PF 31	AFK Aramid	PVDF GF20	POM GF25	PA 66 GF30
ISO-Code:	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	Thermoplaste				Duro	Kunststoffe			

Moderne Werkstoffe	PE-HD	PEEK	AFK Aramid	POM GF25
Bezeichnung	Polyethylen High Density PE 300, PE 500, PE 1000	Poly-ether-ether-keton	Aramid aromatische polyaramide Fasern	Poly-oxy-methylen
Art	Thermoplast: teilkristallin	Thermoplast: teilkristallin	Thermoplast: teilkristallin	Thermoplast: teilkristallin
Marken (Auszug)	Murtfeldt S, Hostalen PE	Tecapeek, Victrex PEEK	Kevlar, Nomex	Hostaform, Ultraform
Eigenschaften	gut spanbar	hohe Zug- und Biegewechselfestigkeit, gut spanbar	schwierig zerspanbar, spezielle Geometrie erforderlich, Delaminationsgefahr	vielseitiger Kunststoff, schwierig zerspanbar, abrassiv, Delaminationsgefahr
Faser-Anteil %	–	–	–	25 % Glasfaser
Tg (°C)	100	145	200	100
E-Modul (N/mm²)	1000	3600	59 000 – 127 000	8800
Zugfestigkeit (MPa)	–	70	–	–
Ausdehnungskoeffizent	$20\times10^{-5}\times1/K$	$5\times10^{-5}\times1/K$	–	$12\times10^{-5}\times1/K$
Feuchtigkeitsaufnahme %	–	0,1	–	0,3
Wasseraufnahme %	0,01	0,5	–	0,5



Für weitere detaillierte Informationen:
www.hoffmann-group.com
▶ downloads

PA 66 GF30	PTFE CF25	Hybride	MMC	Graphit
Polyamide	Poly-tetra-fluor-ethylen	–	Metall – Matrix – Compound	–
Thermoplast: teilkristallin	Thermoplast: teilkristallin	Kombination von Metallen, Polymeren, Fasern, mindestens 3 Schichtlagen	Kombination von Metall und Keramik, auch mit Faserfüllungen	mineralisch, Halbmetall / Nichtmetall oder synthetisch, polykristalliner Graphit
–	Teflon, Kynar, Tecaflon	–	–	–
schwierig zerspanbar, abrassiv, Delaminationsgefahr	schwierig zerspanbar, abrassiv, Delaminationsgefahr	schwierig zerspanbar, unterschiedliche Materialien	sehr schwierig zerspanbar, nur mit Diamantbeschichtung oder PKD / CVD	hohe Leitfähigkeit, extrem abrassiv, nur mit Diamantbeschichtung oder PKD, CVD, hoher Vorschub möglich
30 % Glasfaser	25 % Kohlefaser	materialabhängig	materialabhängig	–
80	260	materialabhängig	materialabhängig	–
5200	4200	materialabhängig	materialabhängig	–
–	–	materialabhängig	materialabhängig	Mohshärte 1,5
$8 \times 10^{-5} \times 1/K$	$13 \times 10^{-5} \times 1/K$	materialabhängig	materialabhängig	–
2,8	0,1	materialabhängig	materialabhängig	–
8,5	0,1	materialabhängig	materialabhängig	–

PEEK GF30	PTFE CF25	PEEK CF30	Hybride	Honey-comb Sandwich	MMC	CFK GFK	Graphit	Uni		max	min		Air
N	N	N	N	N	N	N	N						
und Fasern						Duro	Generell						

PEEK GF30	PEEK CF30	Honeycomb Sandwich	CFK	GFK
Poly-ether-ether-keton	Poly-ether-ether-keton	–	–	–
Thermoplast: teilkristallin	Thermoplast: teilkristallin	wabenförmige Struktur mit Deckschicht, Metall, Polymere, Fasern, Schicht-Ständerkonstruktion	Carbonfaser – Duroplast Faserformen: HTA, HTS, IMS, Cyanatesterharz, vernetzt	Glasfaser – Duroplast
–	–	–	–	–
schwierig zerspanbar, abrassiv, Delaminationsgefahr	schwierig zerspanbar, abrassiv, Delaminationsgefahr	schwierig zerspanbar, da vertikale und horizontale Materialien	extrem geringe Wärme-ausdehnung, sehr abrassiv, nur mit Diamantbeschichtung oder PKD, CVD	sehr geringe Wärme-ausdehnung, sehr abrassiv, nur mit Diamantbeschichtung oder PKD, CVD
30 % Glasfaser	30 % Kohlefaser	materialabhängig	bis 80 % Kohlefaser	bis 80 % Glasfaser
145	145	materialabhängig	–	–
8100	13 000	materialabhängig	140 000 (Zug) 12 000 (Quer)	140 000 (Zug) 12 000 (Quer)
–	–	materialabhängig	–	–
$5 \times 10^{-5} \times 1/K$	$5 \times 10^{-5} \times 1/K$	materialabhängig	–	–
0,1	0,1	materialabhängig	–	–
0,5	0,5	materialabhängig	–	–

4.4 Erkennen, Eigenschaften und Bezeichnungen von Kunststoffen

Das Erkennen der Kunststoffe aufgrund äußerer Merkmale ist wesentlich schwieriger als bei Metallen. Metalle haben eine sie kennzeichnende Eigenfarbe. Kunststoffe können durch ihre Einfärbbarkeit völlig unterschiedlich aussehen.

In der nachfolgenden Übersicht sind einige **Erkennungsmerkmale** der Kunststoffe aufgeführt.

Kurzzeichen	Bezeichnung	Einige Handels- und Markennamen	Aussehen	Mechanische Eigenschaften	Beurteilung des Brennverhaltens		Geruch der Schwaden
					Entflammbar	Art und Farbe der Flamme	
Thermoplaste							
PA PA 6 PA 66	Polyamid	Nylon, Grilon, Grilamid, Akulon, Ultramid, Trogamid, Vestamid	Milchig weiß	Hart, fest, zäh	Schwer anzündbar, knistert, tropft ab, zieht Fäden, brennt nach Anzünden weiter	Bläulich, gelber Rand	Verbranntes Horn
PC	Polycarbonat	Macrolon, Lexan, Plastocarbon			Rußend, brennt in der Flamme, erlischt außerhalb	leuchtend	Phenol
PE	Polyethylen	Ertalene, Hostalen, Lupolen	Milchig, durchscheinend	Dehnbar und flexibel	Tropft brennend ab	Gelb mit blauem Kern	Paraffin
PMMA	Polymethylmethacrylat	Plexiglas, Perspex, Diakon, Lucite	Farblos, glasklar	Fest, unzerbrechlich	Knistert, brennt nach Anzünden weiter	leuchtend	Fruchtig, süßlich
POM	Polyoxymethyl	Delrin, Ertacetal, Polyfyde			Brennt, tropft, brennt nach Anzünden weiter	Schwach blau	Formaldehyd stechend
PTFE	Polytetrafluorethylen	Teflon, Hostaflon, Fluon	Milchig weiß, undurchsichtig	Fest und zäh	verkohlt		stechend
PP	Polypropylen	Hostalen PP, Vestolen, Luparen			Tropft brennend ab, brennt nach Anzünden weiter	Gelb mit blauem Kern	Paraffin
PS	Polystyrol	Trolitul, Styron, Styropor	Farblos, glasklar	Hart und spröde	Stark rußend (Flocken)	Gelb leuchtend und flackernd	Styrol, süßlich
PVC	Polyvinylchlorid	Vestolit weich, Weich-Mipolam, Soflex, Hostalit, Vinnol, Vinoflex	Trüb, durchscheinend, farblos	Hart und fest	rußend	Gelb leuchtend	Stechend nach Salzsäure

Tabelle 1.24 Erkennungsmerkmale der Kunststoffe – Fortsetzung nächste Seite

Tabelle 1.24 Fortsetzung Erkennungsmerkmale der Kunststoffe

Kurz-zeichen	Be-zeich-nung	Einige Handels- und Markennamen	Aussehen	Mechani-sche Eigen-schaften	Beurteilung des Brennverhaltens		Geruch der Schwa-den
					Entflammbar	Art und Farbe der Flamme	
Duroplaste							
EP	Epoxid-harze	Araldit, Grilonit, Epikote, Trolon	Farblos durchschei-nend bis gelblich	Hart und zäh	Rußend, brennt nach Anzünden weiter	gelb	Undefi-nierbar je nach Härter
MF	Mela-min-form-aldehyd	Madurit, Melan, Supraplas			Verkohlt, weiße Kanten, kaum anzündbar bzw. brennt in der Flamme, erlischt außerhalb	erlischt	Fisch-artiger Geruch, ver-brannte Milch
PF	Phenol-harze, Amino-harze	Bakelit, Durophen, Novolacke	Gelblich bis braun	Hart, zerbrechlich	Rußend, kaum anzündbar bzw. brennt in der Flamme, erlischt außerhalb	erlischt	Phenol
PUR	Ver-netzte Polyu-rethane	Vulkollan, Contilan, Moltop	Farblos durchschei-nend bis gelblich	Hartzäh bis gummi-elastisch	Schäumt, brennt nach Anzünden weiter	Leuchtend gelb	stechend
UP	Unge-sättigte Polyes-ter	Leguval, Vestopal, Art-rite, Acrest	Gelblich bis braun	Hart, zerbrechlich	Rußend, brennt nach Anzünden weiter	Leuchtend gelb	Styrol, scharf

4.5 Zerspanbarkeit von Kunststoffen

4.5.1 Zerspanbarkeit von Thermo- und Duroplaste

Kunststoffe sind im Vergleich zu metallischen Werkstoffen sehr gut zerspanbar. Aus den Materialeigenschaften der Kunststoffe ergeben sich jedoch einige Besonderheiten, die nachfolgend beschrieben werden.

Aufgrund der schlechten Wärmeleitfähigkeit und der relativ geringen Schmelztemperaturen der meisten Kunststoffe muss darauf geachtet werden, dass bei der Bearbeitung möglichst wenig Wärme entwickelt und auf das zu bearbeitende Werkstück übertragen wird. Um die Folgen einer thermischen Überbeanspruchung (Verfärbung, Aufschmelzen der Oberfläche, Verzug) des Kunststoffes zu vermeiden sind insbesondere folgende **Kriterien** zu beachten:

- Die Werkzeugschneiden müssen stets einwandfrei und gut geschärft sein
- Der Freiwinkel muss ausreichend groß sein, so dass immer nur die Schneide am Werkstück zur Vermeidung von Reibung anliegt (vgl. auch *Tabelle 1.24*)
- Es ist für eine gute Spanabfuhr zu sorgen, damit es zu keinen Wärmestau kommt.
- Kühlmittel sind zwar in der Regel nicht erforderlich, jedoch bei großer Wärmeentwicklung und zum Spanabtransport (z.B. beim Bohren und Gewindeschneiden) zu verwenden. Dabei können übliche Kühlmittel oder Bohremulsionen bis 5% Ölanteil verwendet werden. Für Kunststoffe, die zur Spannungsrissbildung neigen, wie z.B. PC, sollten eher Wasser oder Pressluft zur Kühlung eingesetzt werden.

Hinsichtlich der einzusetzenden Maschinen sind Zuschnitte, Leisten und lange Profile oder Grobzerspanungen vorteilhaft auf Holzbearbeitungsmaschinen herzustellen. Für die Fertigung von Fräs- und Drehteilen haben sich Werkzeugmaschinen für die Leichtmetallbearbeitung bewährt.

Als **Werkzeugschneidstoffe** eignen sich sehr gut Vollhartmetall und teilweise HSS-Werkzeuge für die Bearbeitung. Die verhältnismäßig geringe Härte stellt keine besonderen Anforderungen an die Schneidstoffqualität. Die für die Metall- und Holzbearbeitung vorliegende Schneidengeometrie ist unverändert einsetzbar. Ein Verschleiß der Schneidkanten ist unter diesen Bedingungen kaum feststellbar und die Standzeit somit nahezu unbegrenzt.

Die auftretenden Zerspanungskräfte sind bedeutend geringer als bei der Metallzerspanung. Somit genügen demzufolge auch geringere Aufspannkräfte. Zu große Spannkräfte bringen oft Verformungen der Werkstücke mit sich (besonders bei dünnwandigen Teilen wichtig).

Die Bearbeitungstoleranzen für Werkstücke aus thermoplastischen Kunststoffen sind wesentlich größere als die für Metallteile angewandten. Die Gründe sind in den wesentlich größeren thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Kunststoffe, den Volumenänderungen durch Feuchtigkeitsaufnahme und den durch das Freiwerden von Restspannungen während der Bearbeitung auftretenden Verformungen zu suchen.

	Drehen	Fräsen	Bohren	Sägen			
				Bandsägen		Kreissägen	
Schneidstoff	SS	SS	SS	SS	HM	SS	HM
Freiwinkel α [°]	5 ... 15	5 ... 15	3 ... 10	30 ... 40	10 ... 15	30...40	10...15
Spanwinkel γ [°]	0 ... 10	10 ... 15	3 ... 5	0 ...8		5 ... 8	0 ... 5
Einstellwinkel des Drehmeißels κ_r [°]	45 ... 60	–	–	–		–	
Spitzenwinkel des Bohrers σ [°]	–	–	60...90 (110)	–		–	
Zahnteilung T [mm]	–	–	–	2 ...8			
Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min]	200 ... 500	400 ... 800	50 ... 100	50 ... 500		1000 ... 3000	
Vorschub f [mm/U]	0,1 ... 0,5[1)]	0,05[2)]	0,1 ... 0,5	–		–	

1) Schnitttiefe a_p bis 6 mm
2) Vorschub pro Schneide [mm/Z]

Tabelle 1.25 Werkzeuggeometrie, Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe für die Kunststoffzerspanung

Das Gewindeschneiden ist mit herkömmlichen Werkzeugen ohne Schwierigkeiten möglich. Der Spanwinkel von 0° soll nicht überschritten werden. Die Gewindegänge können jedoch, wenn man die Schrauben häufig löst, beschädigt werden. Selbstschneidende Schrauben (keine Blechschrauben) haben sich für selten zu lösende Verbindungen bewährt.

4.5.2 Zerspanbarkeit von faserverstärkten Kunststoffen

Der Schwierigkeitsgrad bei der Zerspanung faserverstärkter Kunststoffe wird insbesondere von der Art der Faser, der Faserrichtung bzw. des Faserverlaufs sowie dem aufgebrachten Oberflächenschutz bestimmt.

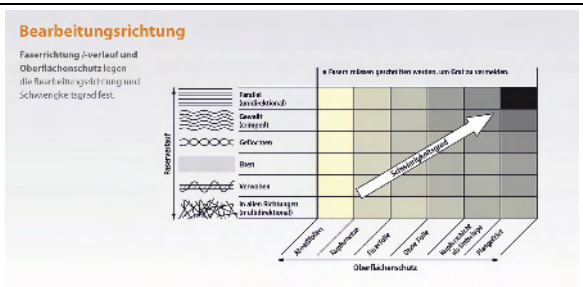


Bild 1.32 Beeinflussung der Zerspanbarkeit faserverstärkter Kunststoffe

Als typische Bearbeitungsaufgaben im Bereich der Faser-Verbundwerkstoffe sind insbesondere Nachbearbeitungen und die Erzeugung von Funktionsflächen zu nennen. Bedingt durch die Vielzahl der möglichen Kombinationen aus Faser und Matrix im Zusammenhang mit den verbundspezifischen Einflussgrößen können in der Regel einzelne Aspekte zur Zerspanung häufig nur in Kombination mit einer Verbundwerkstoffvariante betrachtet werden.

Im Gegensatz zu Duroplasten, die bis zu ihrer Zersetzungstemperatur im festen Zustand verbleiben, erweichen Thermoplaste ab der Glasübergangstemperatur. Hierdurch nimmt die ohnehin niedrige Temperaturbelastbarkeit der Matrix weiter ab. Zusätzlich kann aufgeschmolzenes Matrixmaterial zu Verklebungen an der Werkzeugschneide führen, welche dann den Werkzeugverschleiß erhöhen.

Im Vergleich zu Fasergeweben ist das Bearbeiten von Laminaten, die mit Fasermatten verstärkt sind, ungleich einfacher. Während bei Mattenverstärkungen lediglich die Zug- und Biegefestigkeit der Fasern überwunden werden muss, kommt bei Geweben die textile Struktur als verstärkendes Element hinzu. Zur spanenden Bearbeitung von faserverstärkten Kunststoffen sind daher **Schneidstoffe** erforderlich, die einen hohen Widerstand gegen abrasiven Verschleiß leisten. Zu diesen Schneidstoffen zählen neben den Vollhartmetallen kubisches Bornitrid (CBN) und polykristalliner Diamant (PKD) – siehe auch Kapitel Grundlagen.

Hartmetalle besitzen zwar eine hohe Flexibilität hinsichtlich der Werkzeuggeometrie und sind kostengünstig herzustellen, aber ihre Standzeit bei der Bearbeitung faserverstärkter Kunststoffe ist i.a. sehr viel geringer als bei polykristallinem Diamant. Durch die im Vergleich zu Hartmetall und kubischen Bornitrid wesentlich höhere Härte und Wärmeleitfähigkeit des PKD wird dieser Schneidstoff sowie diamantbeschichtete Hartmetallwerkzeuge bevorzugt zur Bearbeitung von faserverstärkten Kunststoffen eingesetzt.

Als **Verschleißformen** treten insbesondere Freiflächenverschleiß, Schneidkantenverrundungen und beim Einsatz von unbeschichteten Hartmetall auch im geringen Maße Kolkverschleiß auf (siehe auch Kapitel Grundlagen). Unbeschichtetes Hartmetall verschleißt infolge der hohen Abrasivbelastung stark an der Freifläche, dadurch wird die Reibfläche zwischen Werkstück und Werkzeug vergrößert. Das führt zum Ansteigen der Zerspanungstemperatur und zum Zersetzen der Kunststoff-Matrix.

Hinsichtlich der **Schneidenfeingeometrie** sollte ein kleiner Schneidkantenradius eingehalten werden. Aufgrund der ausgeprägten Sprödbruchcharakteristik der Glas- und Kohlestofffasern können die Werkzeuggeometrien in etwa denen der zur Metallbearbeitung verwendeten Werkzeugen entsprechen (vgl. auch *Tabelle 1.25*).

Für die Fräsbearbeitung von Bauteilen aus gerichteten Langfasern sollten leicht gedrallte Fräser mit sehr scharfen Schneiden verwendet werden, weil nur mit diesen Werkzeugen ein sauberes Trennen der Fasern möglich ist. Als günstige Werkzeugwinkel haben sich Keilwinkel β von etwa 75° bei einem Spanwinkel γ von 0° erwiesen. Ein Verkleinern des Spanwinkels und damit eine schärfere Schneide bringt nur kurzfristig einen Vorteil, dem ein größerer Verschleiß entgegenwirkt.

Die Schnittkräfte sind im Vergleich zu metallischen Werkstoffen sehr niedrig. Es liegt jedoch eine starke Abhängigkeit der Bearbeitungsqualität von der Faserorientierung vor. Grundsätzlich muss auf die materialbedingten Schwierigkeiten beim Zerspanen von CFK hingewiesen werden, welche sich aus den Inhomogenitäten im Werkstoffaufbau des Werkstoffes und der hohen Abrasivität der Kohlenstofffaser ergeben. Der führt zu einem deutlich von der Metallbearbeitung abweichenden Zerspanverhalten. Bei der Kohlenstofffaser ist es das spröde, hochharte Bruchverhalten, welches die Zerspanbarkeit beeinflusst. Es sollte deshalb immer im **Gegenlauf** gefräst werden.

	Drehen	Fräsen	Bohren	Sägen	
				Bandsägen	Kreissägen
Schneidstoff	HM / PKD	HM / PKD	HM / PKD	HM / PKD	HM / PKD
Freiwinkel α [°]	5 ... 10	5 ... 10	6 ... 8	25 ... 40	10 ... 15
Spanwinkel γ [°]	10 ... 15	5 ... 15	6 ... 10	0 ... 8	0 ... 15
Einstellwinkel des Drehmeißels κ_r [°]	45 ... 60	–	–	–	–
Spitzenwinkel des Bohrers σ [°]	–	–	90 ... 120	–	–
Zahnteilung T [mm]	–	–	–	4 ... 6	8 ... 25
Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min]	... 400	1000 ... 1500	100 ... 120	300	1000 ... 3000
Vorschub f [mm/U]	0,05 ... 0,5[1)]	0,05[2)]	0,1 ... 0,3	–	–

Hinweis: Alle Werte sind lediglich als Richtgrößen anzusehen. Es besteht eine starke Abhängigkeit der Schnittparameter von der Faserart und der Faserorientierung.

1) Schnitttiefe a_p bis 10 mm 2) Vorschub pro Schneide [mm/Z]

Tabelle 1.26 Werkzeuggeometrie, Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe für faserverstärkte Kunststoffe

5 Eigenschaftsbewertung durch Härtemessung der Werkstoffe

Die Härtewerte werden bei allen Verfahren als reine Zahlenwerte ohne Einheiten angegeben. Anstelle der Maßeinheit steht hinter der Zahl das Kurzzeichen des Prüfverfahrens. Manchmal sind Härteangaben mit der Einheit [N/mm^2] versehen. Diese Schreibweise entspricht nicht den üblicherweise verwendeten DIN-Härteprüfverfahren.

5.1 Härteprüfung für Metalle

5.1.1 Statische Härteprüfverfahren

Bei den statischen Verfahren wird die Prüfkraft stoßfrei aufgebracht und wirkt auf die Probe eine bestimmte Zeit ein. Nach dem Entlasten wird der bleibende Eindruck ausgemessen.

Bezeichnung	Norm	Kurzzeichen	Beschreibung	Anwendung
Messung der Eindruckfläche				
BRINELL-verfahren	DIN EN ISO 6506-1	HB	Bestimmung des Eindruckdurchmessers einer Hartmetallkugel	Nur für weiche Werkstoffe, Härtewerte höchstens 450 HB
VICKERS-verfahren	DIN ISO 4516, DIN EN ISO 6507-1	HV	Bestimmung der quadratischen Eindruckfläche einer Diamantpyramide	Universell anwendbar, Für weiche, sehr harte Werkstoffe, dünne Teile und Schichten Härtewerte zw. 3 HV (z.B. Blei), 1800 HV (Hartmetall) und 3599 HV (CBN)
Messung der Eindringtiefe				
ROCKWELL-B-Verfahren	DIN EN ISO 6508-1	HRB	Bestimmung der Eindringtiefe einer Hartmetallkugel	Für Werkstoffe mittlerer Härte, z.B. Stähle mit niedrigem Kohlenstoffgehalt oder Messing Härtewerte zw. 35 HRB und 100 HRB
ROCKWELL-C-Verfahren		HRC	Bestimmung der Eindringtiefe eines Diamantkegels	Vorwiegend für gehärtete und angelassene Stähle am weitesten verbreitet zur Prüfung der Gleichmäßigkeit von Wärmebehandlungen zulässige Werte zwischen 20 HRC und 70 HRC

Tabelle 1.27 Härteprüfverfahren für Metalle nach DIN

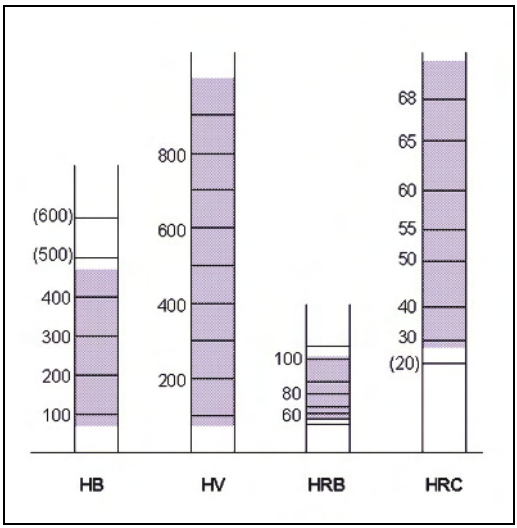


Bild 1.33 Vergleich der Härtewerte nach DIN 50 150

5.1.2 Vergleich von Härteangaben

Exakt vergleichbar sind nur Härtewerte, die mit dem gleichen Verfahren unter gleichen Bedingungen ermittelt wurden. Ein Vergleich der Härtewerte verschiedener Verfahren ist allenfalls noch für ähnliche Werkstoffe zulässig. In *Bild 1.33* sind die Werteskalen von 4 gebräuchlichen Verfahren gegenübergestellt. Diese Darstellung gilt für Stähle und entspricht den Härtevergleichstabellen nach DIN.

DIN 50 150 sieht für Stahl eine Abschätzung der Zugfestigkeit aus der Vickershärte vor. Für Werkstoffe mit Härtewerten zwischen 80 und 650 HV ist die Zugfestigkeit R_m (in N/mm^2) im Mittel:

$$R_m = c \cdot \text{HV (oder HB)} \qquad \text{(Gl. 1.2)}$$

Der Faktor c für die Abschätzung der Zugfestigkeit R_m wird meist vorgeschlagen zu:

$c \approx 3{,}5$ für Stahl
$c \approx 5{,}5$ für Cu und Cu-Legierungen geglüht
$c \approx 4{,}0$ für Cu und Cu-Legierungen kaltverformt
$c \approx 3{,}7$ für Al und Al-Legierungen.

5.2 Härteprüfung von Kunststoffen

Die wichtigsten Härteprüfungen beziehen sich bei Kunststoffen genauso wie bei Metallen auf die Feststellung der Eindruckhärte. Dabei sind die bei Kunststoff angewandten Prüfungen von denen abgeleitet, die ursprünglich für Metalle entwickelt wurden.

5.2.1 Kugeleindruckhärte bei harten Kunststoffen

Kunststoffe haben im Vergleich zu Metallen eine ausgeprägte viskoelastische Verformungskomponente. Wird der Eindringkörper entlastet, dann geht der elastische Anteil der Deformation augenblicklich, anschließend der viskoelastische Anteil allmählich zurück. Damit würde auch die gemessene Eindrucktiefe (bzw. die daraus berechnete Härte-

zahl) nicht nur von der Belastungszeit, sondern auch von der Zeitspanne abhängig, die nach der Entlastung verstrichen ist.

Bei Kunststoffen ist es deshalb besser, den Eindringkörper eine gewisse Zeit zu belasten und dann unter Last die gesamte (elastische, viskoelastische und viskose) Eindringtiefe zu messen. Nach diesem Prinzip wird sowohl die modifizierte α-Rockwell-Härte als auch die gebräuchliche Kugeleindruckhärte (DIN 53456) ermittelt.

Zu beachten ist, dass die Ergebnisse von Prüfmethoden, bei denen der Gesamteindruck gemessen wird (*α-Rockwell*-Härte, ***Kugeleindruckhärte***) **nicht verglichen werden kann** mit Ergebnissen, bei denen der bleibende Eindruck zu Grunde liegt (***ROCKWELL-, BRINELL-, VICKERS-Härte***). Es handelt sich hierbei um zwei grundsätzlich verschiedene Prüfverfahren.

In nachfolgender Tabelle ist die **Kugeleindruckhärte** verschiedener thermoplastischer und duroplastischer Kunststoffe dargestellt. Im Vergleich dazu sind die Werte der Kugeleindruckhärte einiger Metalle aufgeführt.

GARANT-Materialgruppe	Kennzeichen	Kunststoff	Kugeleindruckhärte [N/mm^2]
Thermoplaste			
20.0	PA 6/6	Polyamid	60 bis 80
	PE niedriger Dichte	Polyethylen	14 bis 20
	PE hoher Dichte	Polyethylen	18 bis 30
	PP	Polypropylen	65 bis 80
	PS	Polystyrol	110
	PVC hart	Polyvinylchlorid	120
Duroplaste			
20.1	EP	Epoxidharz	150 bis 180
	PF (Pressteile)	Phenolharz	130
	UP	Polyesterharz	130 bis 200
Metalle			
17.0 bis 17.2	Aluminium-Legierungen		900 bis 1100
18.1 und 18.2	Messing		700 bis 1400
18.3 bis 18.6	Bronze		600 bis 1800
15.0 bis 15.3	Gusseisen		1400 bis 2400
10.0 bis 10.2	Stahl gehärtet		1300 bis 2500

Tabelle 1.28 Härteangaben für verschiedene Kunststoffe und Metalle

5.2.2 Shore-Härte bei weichen Kunststoffen

Bei weich gemachten oder gummiähnlichen Kunststoffen ist die einfache, aber nicht allzu genaue Shore-Härte-Prüfung (DIN 53505) üblich, welche als Eindringkörper einen Stahlstift (Form A, C oder D) verwendet. Die Eindringtiefe wird auf einer Messuhr abgelesen (Shore-Härte-Einheiten von Null = kein Widerstand, d.h. maximaler Eindruck bis Einhundert = sehr hoher Widerstand, d.h. kein Eindruck).

Eine **exakte Umrechnung** und Zuordnung der nach verschiedenen Prüfverfahren ermittelten Messwerten und Härteskalen ist nicht möglich. In nachfolgender Tabelle ist dennoch zur Orientierung eine vergleichende Gegenüberstellung von Härtezahlen dargestellt.

Shore-Härte Form A (Kegelstumpf) DIN 53505	**Shore-Härte Form C (Kegelstumpf) DIN 53505**	**Shore-Härte Form D (Kegelspitze) DIN 53505**	**α-ROCKWELL-Härte Form B ASTM D 785**	**Kugeleindruckhärte [N/mm^2] DIN 53456**
Vorzugsweise für weiche Kunststoffe	Für weiche, aber verhältnismäßig steifere Kunststoffe, insbesondere zur weiteren Differenzierung der Härte		Vorzugsweise für harte Kunststoffe	
40	–	–	–	–
45	–	–	–	–
50	–	–	–	–
55	–	–	–	–
60	–	–	–	–
65	–	17	–	–
70	36	22	–	–
75	43	28	–	–
80	50	30	–	4,8
85	57	34	–	6
90	65	38	–	8,5
–	70	43	–	11
93	75	48	–	13
–	80	51	–	15
–	85	53	–	18,5
–	90	55	–	20
–	–	57	–	25
–	–	59	46	30
–	–	61	–	35

Tabelle 1.29 Gegenüberstellung von Härtezahlen

Tabelle 1.29 Fortsetzung Gegenüberstellung von Härtezahlen

Shore-Härte Form A (Kegelstumpf) DIN 53505	**Shore-Härte Form C (Kegelstumpf) DIN 53505**	**Shore-Härte Form D (Kegelspitze) DIN 53505**	**α-ROCKWELL-Härte Form B ASTM D 785**	**Kugeleindruck-härte [N/mm^2] DIN 53456**
Vorzugsweise für weiche Kunststoffe	Für weiche, aber verhältnismäßig steifere Kunststoffe, insbesondere zur weiteren Differenzierung der Härte		Vorzugsweise für harte Kunststoffe	
–	95	64	–	40
–	–	67	–	45
–	–	71	85	50
–	–	74	88	60
–	–	77	90	70
–	–	80	93	80
–	–	83	96	90
–	–	86	97	100
–	–	90	100	120
–	–	–	103	140
–	–	–	106	160
–	–	–	109	180
–	–	–	113	200
–	–	–	117	220
–	–	–	122	240

Inhalt



1 Zerspanbarkeit 96
1.1 Vorgänge bei der Spanbildung 96
1.1.1 Spanbildungsmodell 96
1.1.2 Spanstauchung 97
1.1.3 Spanungs- und Schnittgrößen (am Beispiel Längsdrehen) 98
1.1.4 Spanarten 99
1.1.5 Spanformen 100
1.1.6 Aufbauschneidenbildung 102
1.2 Werkzeugverschleiß 103
1.2.1 Verschleißursachen 103
1.2.2 Verschleißformen 104
1.2.2.1 Freiflächenverschleiß 104
1.2.2.2 Kolkverschleiß 105
1.2.2.3 Plastische Verformung 105
1.2.2.4 Kerbverschleiß 106
1.2.2.5 Kammrissbildung 106
1.2.2.6 Schneidenausbruch 107
1.3 Standgröße – Standzeit 108
1.3.1 Standzeitdiagramm und Standzeitgleichung 108
1.3.2 Einflussgrößen auf die Standzeit 110
1.4 Zerspankraft und Leistungskriterien 113
1.4.1 Zerspankraft 113
1.4.1.1 Zerspankraftkomponenten 113
1.4.1.2 Schnittkraft und spezifische Schnittkraft 114
1.4.1.3 Einflussgrößen auf die Schnittkraft und spezifische Schnittkraft 119
1.4.1.4 Vorschub- und Passivkraft 120
1.4.2 Leistung und Drehmoment 122
1.4.3 Zeitspanvolumen und spezifisches Spanvolumen 122
1.4.4 Ermittlung des Leistungsbedarfs 123
1.5 Oberflächenqualität 124

2 Moderne Fertigungstechnologien 126
2.1 High Speed Cutting (HSC) 127
2.2 High Performance Cutting (HPC) 129
2.3 Multi Task Cutting (MTC) 131
2.4 Trockenzerspanung und Minimalmengenschmierung 132
2.4.1 Notwendigkeit, Effekte und Besonderheiten 133
2.4.2 Trockenbearbeitungsgerechte Werkzeuge 134
2.4.3 Minimalmengenschmierung 135

2.5 Hartzerspanung 136
2.5.1 Besonderheiten, Anforderungen und Potentiale 138
2.5.2 Hartzerspanung am Beispiel Fräsen 139
2.6 Mikrozerspanung 141

3 Schneidstoffe und Beschichtungen 142
3.1 Einteilung der Schneidstoffe 142
3.1.1 Hochleistungsschnellarbeitsstähle (HSS), PM-Stähle 144
3.1.2 Hartmetalle (HM oder VHM) 146
3.1.3 Cermets 148
3.1.4 Polykristallines kubisches Bornitrid (PKB oder CBN) 149
3.1.5 Polykristalliner Diamant (PKD) 151
3.2 Beschichtungen 152
3.2.1 Beschichtungsverfahren 152
3.2.3 Schichten 153
3.3 Schneidstoffübersicht 154
3.3.1 GARANT-Schneidstoffe zum Fräsen 155
3.3.2 KYOCERA – und Stellram – Schneidstoffe zum Fräsen 156
3.3.3 GARANT-Schneidstoffe zum Bohren 157
3.3.4 KOMET-Schneidstoffe zum Bohren und Drehen 157
3.3.5 DIHART-Schneidstoffe zum Reiben 157
3.3.6 GARANT-Schneidstoffe zum Drehen 158
3.3.7 KYOCERA – und Stellram – Schneidstoffe zum Drehen 159

4 Formelverzeichnis 160
Geschwindigkeit, Vorschub 160
Zeitspanvolumen 160
Oberflächenkennwerte 160
Kraft, Leistung und Moment beim Zerspanen 161
Hauptzeit 165



1 Zerspanbarkeit

Maßgebend für das Ergebnis eines spanabhebenden Bearbeitungsvorganges sind eine Reihe von Einflussgrößen, die sich aus dem Zusammenwirken von Werkstück, Werkzeug und Werkzeugmaschine sowie dem Spanbildungsprozess selbst ergeben. Ein Teil der möglichen Einflussgrößen ist im *Bild 2.1* zusammenfassend dargestellt.

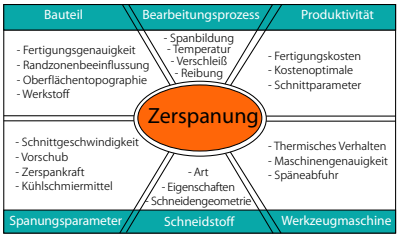


Bild 2.1 Einflussgrößen auf den spanabhebenden Bearbeitungsvorgang

1.1 Vorgänge bei der Spanbildung

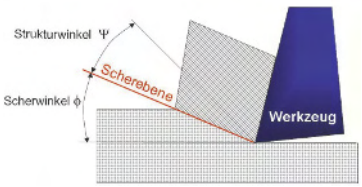
1.1.1 Spanbildungsmodell

Beim **Spanbildungsvorgang** dringt der Schneidkeil in den Werkstückwerkstoff ein, der dadurch elastisch und plastisch verformt wird. Beim Überschreiten der Fließ- und Bruchgrenze beginnt im Bereich der Scherzone die Spanbildung (Abscheren bzw. Fließen des Werkstoffs). Der Winkel zwischen der Scherebene und der Schnittrichtung des Werkzeuges kennzeichnet den Scherwinkel Φ (vgl. *Bild 2.2*, links). Während der Spanentstehung erfolgt eine Umorientierung der Kristalle in Gleitrichtung, die in sogenannten Spanwurzelaufnahmen (*Bild 2.2*, rechts) als Strukturlinien zu erkennen sind. Diese Strukturlinien schließen mit der Scherebene den Strukturwinkel Ψ ein.

Es existieren verschiedene Theorien, die die Vorgänge bei der Zerspanung erfassen und beschreiben. Die meisten Theorien über die Spanbildung bemühen sich, ausgehend von bestimmten, oft vereinfachten Annahmen und Randbedingungen, Gleichungen für die Abhängigkeit des Scherwinkels aufzustellen. Die Modellvorstellung nach MERCHANT (vgl. Bilder 2.2 und 2.3) liefert nachfolgende Beziehung zur Ermittlung des Scherwinkels F, die vom Werkzeug-Spanwinkel und von der Spanstauchung ausgeht.

$$\tan \Phi = \frac{\cos \gamma}{\lambda_h - \sin \gamma} \qquad \text{(Gl. 2.1)}$$

Φ Scherwinkel
γ Spanwinkel
λ_h Spandickenstauchung



Modellvorstellung nach MERCHANT



Schliffbild einer Spanwurzelaufnahme

Bild 2.2 Schematische Darstellung der Spanbildung

1.1.2 Spanstauchung

Verformungen und Reibungsvorgänge bei der Spanbildung bewirken die Spanstauchung, die als Änderung der Spangrößen gegenüber den zugehörigen Spanungsgrößen bezeichnet wird. Der Wert der Spanstauchung hängt vom Formänderungsvermögen des Werkstoffes und von den geometrischen Verhältnissen am Schneidkeil ab. Entsprechend den Abmessungen des Spans wird in Spandicken- und Spanbreitenstauchung unterschieden.

Als **Spandickenstauchung** wird das Verhältnis von Spandicke h_1 und Spanungsdicke h bezeichnet. Als Folge der Stauchvorgänge bei der Zerspanung wird aus der Spanungsdicke h die Spandicke h_1, die auf Grund des Stauchens immer größer als die Spanungsdicke h ist. Die Spandickenstauchung errechnet sich wie folgt:

$$\lambda_h = \frac{h_1}{h} > 1 \qquad \text{(Gl. 2.2)}$$

λ_h Spandickenstauchung
h Spanungsdicke [mm]
h_1 Spandicke [mm]

Allgemein gilt für die **Spanbreitung**:

$$\lambda_b = \frac{b_1}{b} \gg 1 \qquad \text{(Gl. 2.3)}$$

λ_b Spanbreitung
b Spanungsbreite [mm]
b_1 Spanbreite [mm]

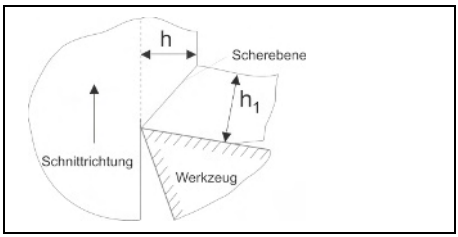
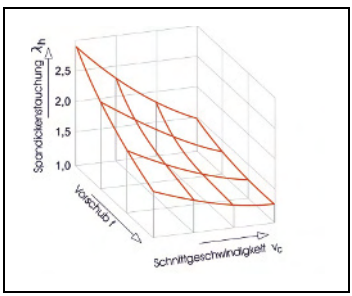


Bild 2.3
Schematische Darstellung der Spanstauchung (nach Merchant)

Die Stauchung des Spanquerschnitts bewirkt, dass die Spanlänge kürzer ist als der von der Schneide zurückgelegte Schnittweg. Die **Spankürzung** errechnet sich wie folgt:

$$\lambda_l = \frac{l_1}{l} < 1 \qquad \text{(Gl. 2.4)}$$

λ_l Spankürzung
l von Schneide zurückgelegte Schnittlänge [mm]
l_1 Spanlänge [mm]



Zur Beurteilung insbesondere zum Vergleich von Spanungsvorgängen ist die Spanstauchung sehr gut geeignet, da sie im Zusammenhang mit allen anderen Auswirkungen des Spanbildungsvorganges (z.B. Schnittkraft, Oberflächenqualität) steht und sowohl von den Werkstoffeigenschaften als auch den Spanungsbedingungen beeinflusst wird. *Bild 2.4* zeigt die Abhängigkeit der Spandickenstauchung λ_h von Vorschub f und Schnittgeschwindigkeit v_c schematisch

Bild 2.4 Einflüsse auf die Spandickenstauchung

1.1.3 Spanungs- und Schnittgrößen (am Beispiel Längsdrehen)

Die Spanungsgrößen sind zur Ermittlung der mechanischen Beanspruchung wesentlich. Sie sind aus den Schnittgrößen (Schnitttiefe a_p und Vorschub f) abgeleitet und legen den Spanungsquerschnitt A fest, der senkrecht zur Schnittrichtung/Schnittgeschwindigkeit v_c liegt (vgl. *Bild 2.5*). Folgende Beziehungen gelten:

Spanungsbreite b:

$$b = \frac{a_p}{\sin \kappa}$$

(Gl. 2.5)

b	Spanungsbreite	[mm]
a_p	Schnitttiefe	[mm]
κ	Einstellwinkel Hauptschneide	[°]

Spanungsbreite b (entspricht bei einer geraden Schneide der Länge der im Eingriff befindlichen Hauptschneide):

$$h = f \cdot \sin \kappa$$

(Gl. 2.6)

h	Spanungsdicke	[mm]
f	Vorschub	[mm/U]
κ	Einstellwinkel Hauptschneide	[°]

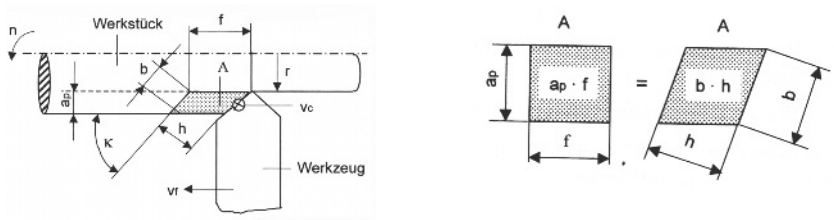
Spanungsquerschnitt A:

$$A = a_p \cdot f = b \cdot h$$

(Gl. 2.7)

A	Spanungsquerschnitt	[mm^2]
a_p	Schnitttiefe	[mm]
f	Vorschub	[mm/U]
b	Spanungsbreite	[mm]
h	Spanungsdicke	[mm]

Die Schnittgrößen Schnitttiefe a_p und Vorschub f werden an der Maschine eingestellt. Die Spanungsgrößen Spanungsbreite b und Spanungsdicke h werden über den Einstellwinkel κ aus den Schnittgrößen a_p und f abgeleitet (vgl. auch *Bild 2.5*).



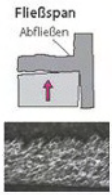
v_c *Schnittgeschwindigkeit*
v_f *Vorschubgeschwindigkeit*
n *Drehzahl*
r *Werkstückradius*

Bild 2.5 Spanungsgrößen am Beispiel Drehen und Spanungsquerschnitt

1.1.4 Spanarten

Nach der Auswirkung des Spanbildungsprozesses auf den sich bildenden Span werden drei **Spanarten** unterschieden. Die einzelnen Spanarten sind wesentlich vom Werkstoff und von den Spanungsbedingungen abhängig. Die Spanarten (nicht zu verwechseln mit den Spanformen – *Abschnitt 1.1.5*) gehen oft ineinander über.

Fließspan

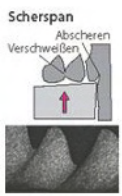


Kennzeichen:
- zusammenhängender Span
- unterschiedliche Oberfläche
- untere Seite immer glatt

Spanbildung:
- kontinuierliches Abfließen des Werkstoffes
- Spanelemente werden in der Scherzone nicht getrennt, sondern kontinuierlich umgeformt

Bedingungen:
- zäher Werkstoff bei günstigsten Spanbedingungen (hohe Schnittgeschwindigkeit, positive Spanwinkel)

Scherspan

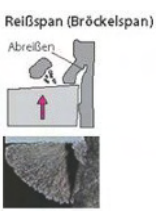


Kennzeichen:
- einzelne, nicht zusammenhängende Spanelemente erkennbar
- Oberfläche stark gezackt

Spanbildung:
- Spanlamellen werden in der Scherebene nur gering umgeformt, voneinander getrennt, aber anschließend wieder verschweißt

Bedingungen:
- Störform des Fließspans
- Störursachen: Ungleichheiten im Werkstoff, Schwingungen, zu kleiner Spanwinkel, große Schnitttiefe, kleine Schnittgeschwindigkeit

Reißspan (Bröckelspan)



Kennzeichen:
- einzelne, nicht zusammenhängende Spanelemente
- raue Oberfläche durch Bruchgefüge (vorauseilender Riss)

Spanbildung:
- spröde Werkstoffe reißen bereits nach geringer Verformung in der Scherzone (z.B. Guss, Hartguss, Gussbronze, Messing)
- bei extrem spröden Werkstoffen völliger Zerfall der Spanlamellen

Bedingungen:
- Werkstoffe mit geringem plastischen Verhalten (geringe Schnittgeschwindigkeit, negative Spanwinkel)

1.1.5 Spanformen

Die Form des entstehenden Spanes wird von allen Faktoren beeinflusst, die am Spanungsprozess beteiligt sind. Die Spane können prinzipiell wie folgt eingeteilt werden:

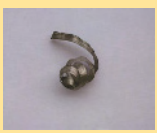
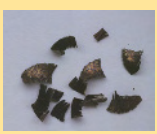
Klasse	Spanform und Spanraumzahl R		Beurteilung
1	Bandspan R ≥ 90		Ungünstig ☹
2	Wirrspan R ≥ 90		Ungünstig ☹
3	Wendel- oder Schraubenspan R ≈ 60		Brauchbar 😐
4	Wendel- oder Schraubenbruchspan R ≈ 25		Günstig ☺
5	Spiralspan R ≈ 10		Günstig ☺
6	Spiralspanstücke R ≈ 5		Günstig ☺
7	Bröckelspan oder Spanbruchstücke R ≈ 3 Teilweise verschweißt		Brauchbar 😐

Tabelle 2.1 Spanformklassen

Für die **industrielle Praxis** werden kurzgebrochene Späne gefordert, da lange Bandspäne eine Unfallgefahr darstellen, Wirrspäne Werkzeug und Werkstück unbrauchbar machen können und nur bei kurzgebrochenen Spänen aufgrund des geringen Raumbedarfs ein reibungsloser Spänetransport gewährleistet ist. Die Einflüsse der Spanungsbedingungen auf die Spanform sind in *Tabelle 2.2* und *Bild 2.6* zusammenfassend dargestellt.

Um die Spanformen nach dem Raumbedarf zu klassifizieren, wurde die Spanraumzahl R eingeführt. Günstig sind Späne mit einer Spanraumzahl R = 5 bis 25.

$$R = \frac{Q_{Sp}}{Q_W} \qquad \text{(Gl. 2.8)}$$

R Spanraumzahl
Q_{Sp} Volumen oder Raumbedarf der ungeordneten Spanmenge [mm^3/min]
Q_W Abgetrenntes Werkstoffvolumen [mm^3/min]

Spanungsbedingungen	Einfluss auf die Spanform
Schnittgeschwindigkeit	Mit zunehmender Schnittgeschwindigkeit verschlechtert sich die Spanform in Abhängigkeit vom Werkstoff
Vorschub	Mit zunehmendem Vorschub verbessert sich die Spanbrechung; allerdings bedingen hohe Vorschübe schlechtere Oberflächengüten
Schnitttiefe	Je größer die Schnitttiefe, desto schlechter die Spanbrechung
Spanwinkel	Negativer Spanwinkel bedingt gute Spanbrechung, jedoch eine schlechtere Oberflächenqualität
Einstellwinkel	Je größer der Einstellwinkel, desto besser die Spanbrechung
Spanleitstufen	Spanleitstufen verbessern gezielt die Spanbrechung (Anpassung an Prozess erforderlich)

Tabelle 2.2 Beeinflussung der Spanform durch Spanungsbedingungen und Schneidengeometrie

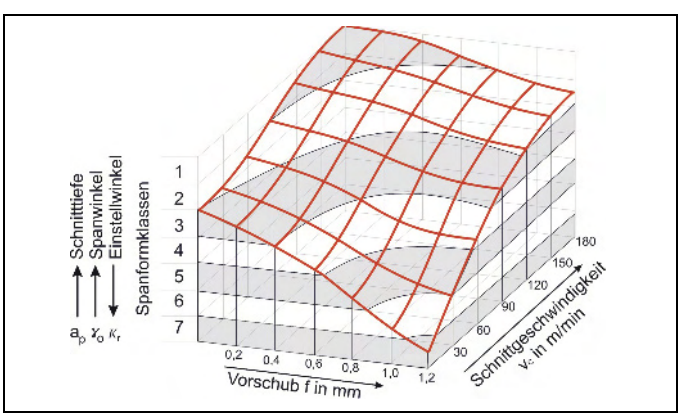


Bild 2.6 Einflüsse auf die Spanform beim Drehen

1.1.6 Aufbauschneidenbildung

Während der Spanbildung werden diejenigen Werkstück-Werkstoffschichten, die nach der Trennung die Grenzschicht zwischen der Spanfläche und der Spanunterseite bilden, plastisch stark verformt. Bei der Zerspanung können unter ungünstigen Bedingungen Pressschweißungen auftreten. Besonders bei niedrigen Schnittgeschwindigkeiten besteht die Gefahr einer intensiven **Aufbauschneidenbildung**.

Aufbauschneiden entstehen durch stark verformtes und verfestigtes Werkstückmaterial, welches als Verklebung die Aufgabe der Schneidkante übernimmt. Je nach Schnittbedingungen wandern an der Spanunterseite von der Aufbauschneide Werkstoffbestandteile periodisch ab. Das hat negative Auswirkungen auf die Schneidkante des Werkzeuges (Ausbrüche) und das Werkstück (Oberflächengüte, Maßhaltigkeit). Im *Bild 2.7* ist das Schema der Aufbauschneidenbildung dargestellt.

Eine Möglichkeit zur Verhinderung von unnötiger Reibung an den Kontaktflächen und damit erhöhten Temperaturen, ist in der Anwendung einer dem jeweiligen Bearbeitungsprozess angepassten optimalen Schneidengeometrie sowie in optimierten Schnittparametern zu sehen. Insbesondere können folgende **Maßnahmen** die Aufbauschneidenbildung verhindern:

- Erhöhung der Schnittgeschwindigkeit
- Vergrößerung des Spanwinkels
- Einsatz von Beschichtungen
- Einsatz einer wirksamen Kühlung

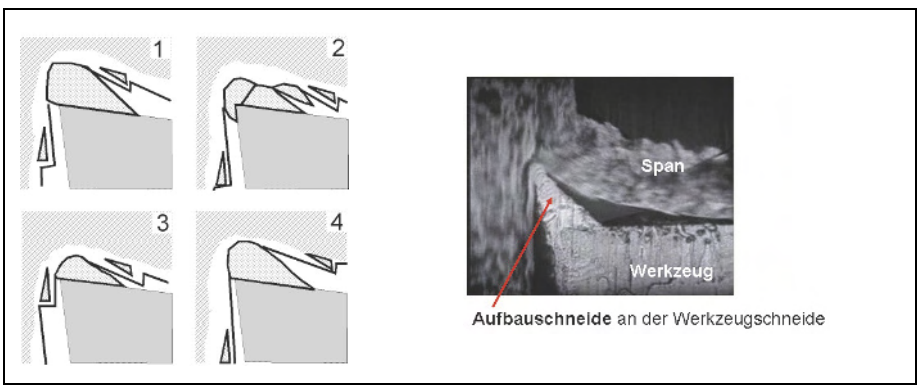


Bild 2.7 Schema der periodischen Aufbauschneidenbildung

1.2 Werkzeugverschleiß

1.2.1 Verschleißursachen

Verschleiß wird durch gleichzeitige mechanische und thermische Belastung des Schneidkeils hervorgerufen. Die wichtigsten Ursachen sind dabei:

- Mechanischer Abrieb
- Abscheren von Pressschweißstellen
- Oxidationsvorgänge
- Diffusion

Bei niedrigen Schnittgeschwindigkeiten und leicht spanbaren Werkstoffen tritt der mechanische (abrasive) Verschleiß in den Vordergrund; bei höheren Schnittgeschwindigkeiten und schwerer spanbaren Werkstoffen dagegen die thermisch bedingten Verschleißursachen Oxidation und Diffusion *(Bild 2.8)*.

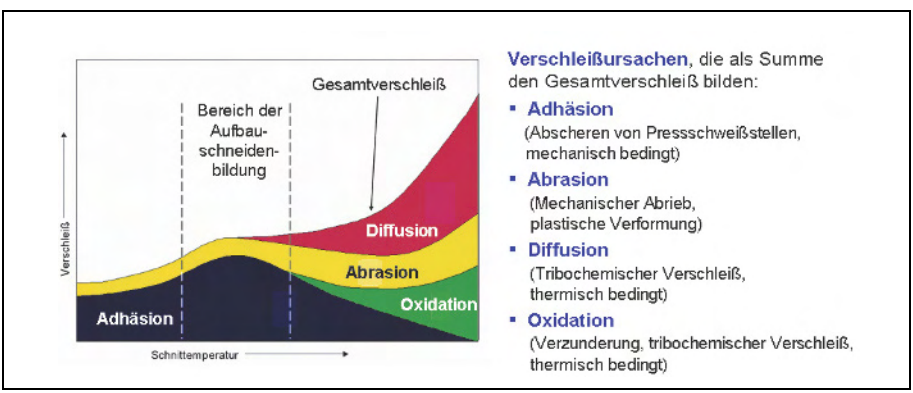
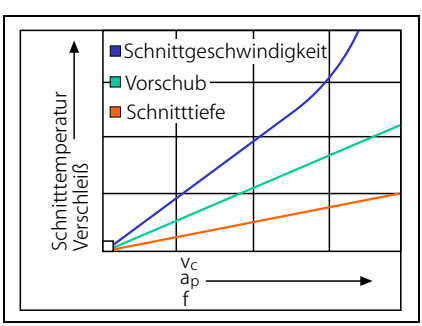


Bild 2.8 Verschleißursachen bei der Zerspanung (nach VIEREGGE)



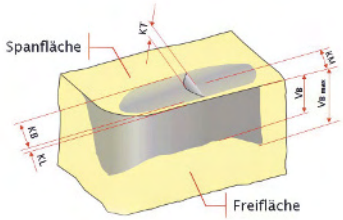
Wie in *Bild 2.9* ersichtlich hängen die bei der Zerspanung wirkende Schnitttemperatur und der auftretende Verschleiß wesentlich von den jeweiligen Zerspanungsbedingungen ab. Die Erhöhung der Schnittgeschwindigkeit, der Schnitttiefe bzw. des Vorschubes verhalten sich direkt proportional zu Schnitttemperatur und Verschleiß.

Bild 2.9 Einfluss der Zerspanungsbedingungen auf Schnitttemperatur und Verschleiß

1.2.2 Verschleißformen

Die Ausprägung der einzelnen **Verschleißformen** dient zur Beurteilung des Standvermögens des Werkzeuges. Unterscheiden lassen sich prinzipiell folgende Verschleißformen:

- Freiflächenverschleiß
- Kolkverschleiß
- Plastische Verformung
- Kerbverschleiß
- Ausbröckelung
- Kammrissbildung
- Werkzeugbruch



VB	Verschleißmarkenbreite
VB_{max}	max. Verschleißmarkenbreite
KT	Kolktiefe
KM	Kolkmittenabstand
KB	Kolkbreite
KL	Kolklippenbreite

Bild 2.10 Verschleißgrößen am Beispiel des Drehmeißels

1.2.2.1 Freiflächenverschleiß

Als **Freiflächenverschleiß** wird der annähernd gleichmäßige Abtrag von Schneidstoff an der Freifläche des Werkzeuges bezeichnet. Die Verschleißfläche verläuft in etwa parallel zur Schnittrichtung und wird als Verschleißmarkenbreite (VB oder VB_{max}) bezeichnet.

Auftretender Verschleiß an der Freifläche des Werkzeuges bewirkt:

- ein Ansteigen der Schnittkräfte,
- zunehmende Vibrationen,
- steigende Temperaturen,
- eine Verschlechterung der Oberflächengüte,
- Maßungenauigkeiten am Werkstück.

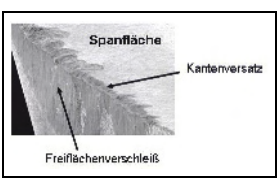


Bild 2.11 Freiflächenverschleiß

Durch den Freiflächenverschleiß ergibt sich eine Rückversetzung der Schneidkante. Dieser Kantenversatz wird auf der Freifläche bzw. der Spanfläche senkrecht zur Schneidkante gemessen und erstreckt sich von der ursprünglichen bis zur tatsächlichen Kante.

Ursache	Abhilfe
zu hohe Schnittgeschwindigkeit	Schnittgeschwindigkeit senken
Schneidstoff mit unzureichender Verschleißfestigkeit	Schneidstoff mit höherer Verschleißfestigkeit wählen, beschichtete Güteklasse wählen
nicht angepasster Vorschub (zu geringer Vorschub)	Vorschub in richtiges Verhältnis zu Schnittgeschwindigkeit und Schnitttiefe setzen (Vorschub erhöhen)

Tabelle 2.3 Problembehandlung – übermäßiger Freiflächenverschleiß

1.2.2.2 Kolkverschleiß

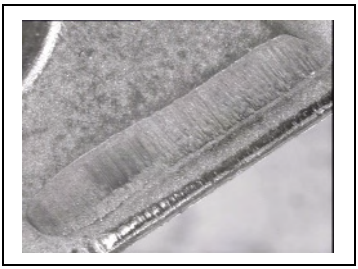


Bild 2.12 Kolkverschleiß

Als **Kolkverschleiß** wird ein muldenförmiger Abtrag von Schneidstoff auf der Werkzeugspanfläche bezeichnet (Diffusion und Abrasion – vgl. *Bild 2.8*). Übermäßiger Kolkverschleiß führt zu einer Schwächung der Schneidkante, zu größeren Spanverformungen und in deren Folge zu einem Anstieg der Schnittkräfte. Dadurch nimmt die Gefahr des Schneidenbruchs zu.

Ursache	Abhilfe
zu hohe Schnittgeschwindigkeit	Schnittgeschwindigkeit herabsetzen, verschleißfestere Schneidstoffsorte verwenden
nicht angepasster Vorschub	Vorschub, Schnittgeschwindigkeit, Schnitttiefe (zu gering) ins richtige Verhältnis setzen
zu geringer Spanwinkel	Werkzeughalter und Wendeschneidplatten mit positivem Spanwinkel benutzen
falsch zugeführtes Kühlmittel	Kühlmittelmenge und/oder -druck erhöhen, für verbesserte Zuführung an die Schneidstelle sorgen
Schneidstoff mit zu geringer Verschleißfestigkeit	Schneidstoff mit höherer Verschleißfestigkeit wählen, Beschichtung verwenden

Tabelle 2.4 Problembehandlung – übermäßiger Kolkverschleiß

1.2.2.3 Plastische Verformung

Plastische Verformung tritt insbesondere infolge thermischer Überlastung der Schneidkante auf. Zur Beurteilung des Schneidstoffes ist die Warmhärte dabei der ausschlaggebende Faktor.

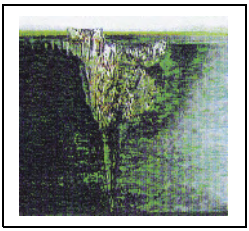


Bild 2.13 Plastische Verformung

Ursache	Abhilfe
zu hohe Arbeitstemperatur, daher Erweichung des Grundmaterials durch zu hohe Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe sowie harte Werkstückstoffe	Schnittgeschwindigkeit senken, verschleißfestere Schneidstoffsorten verwenden, Spanquerschnitt (insbes. Vorschub) verkleinern, Einsatz angepasster Kantenverrundung, Anstellwinkel verkleinern, Kühlung vorsehen
Beschädigung der Beschichtung	rechtzeitig Plattenwechsel vornehmen

Tabelle 2.5 Problembehandlung – übermäßige plastische Verformung

1.2.2.4 Kerbverschleiß

Kerbverschleiß kann sowohl an der Haupt- als auch an der Nebenschneide auftreten. Er führt zu mangelnder Oberflächenbeschaffenheit und zum Risiko des Schneidenbruches. Kerbverschleiß an der Hauptschneide ist auf mechanische Ursachen zurückzuführen. Kerbverschleiß der Nebenschneide ist ein typischer Adhäsionsverschleiß (vgl. *Bild 2.8*), kann aber auch in Zusammenhang mit Oxidationsverschleiß auftreten. Der Kerbverschleiß konzentriert sich dann auf die Stelle der Schneidkante, wo Luft an die Schneidzone gelangen kann.

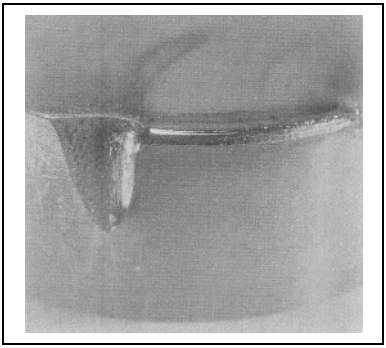


Bild 2.14 Kerbverschleiß

Ursache	Abhilfe
Oxidation Abrieb	Geeignete Beschichtung wählen, Schnittgeschwindigkeit verringern, falls jedoch wärmebeständiges Material mit keramischen Schneidstoffen bearbeitet wird → Schnittgeschwindigkeit erhöhen

Tabelle 2.6 Problembehandlung – Kerbverschleiß

1.2.2.5 Kammrissbildung

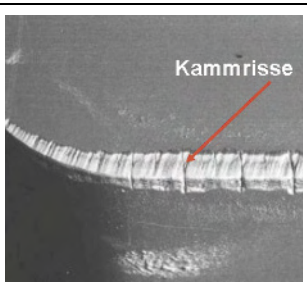


Bild 2.15 Kammrissbildung

Wärmerisse **(Kammrissbildung)** treten als Ermüdungsverschleißform infolge thermischer Schocks auf (oft bei spröden Schneidstoffen oder bei Temperaturwechsel). Dabei bilden sich Risse senkrecht zur Schneidkante, wobei einzelne Schneidstoffpartikel zwischen den Rissen verstärkt ausbröckeln und zum plötzlichen Schneidenbruch führen können.

Ursache	Abhilfe
Sich ändernde Spandicke	Gleichmäßige Eingriffsbedingungen wählen
Schwankende Kühlschmierstoffzuführung	Kühlmittel gleichmäßig und in ausreichender Menge zuführen, Insbesondere bei Hartmetallen und keramischen Schneidstoffen Kühlung vermeiden
Thermische Wechsellast und damit einhergehende Spannungswechsel (bei unterbrochenen Schnitt)	Schneidstoff mit höherer Zähigkeit und besserer Temperaturwechselbeständigkeit wählen, Kühlschmiermittel in ausreichender Menge zuführen oder ganz vermeiden bei Hartmetallen

Tabelle 2.7 Problembehandlung – Kammrissbildung

1.2.2.6 Schneidenausbruch

Bei **Ausbröckelungen** und **Schneidenbruch** treten mechanische Überbelastungsspitzen auf, die keine gleichmäßige Abnutzung der Schneidkante zulassen. Sie verursachen eine mangelnde Oberflächenbeschaffenheit. Einkerbungen und Abblättern einzelner Partikel sind u.a. Vorboten eines drohenden Werkzeugbruches. Beim mechanischen Ermüdungsbruch verlaufen die Risse hauptsächlich parallel zur Schneidkante.

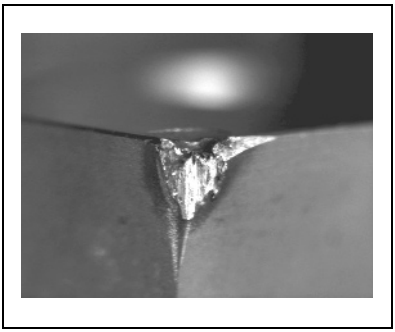


Bild 2.16 Schneidenausbruch

Ursache	Abhilfe
zu spröde (verschleißfeste) Schneidstoffsorte	zähere Schneidstoffsorte verwenden, Schneidkante anfasen
Vibrationen	positiven Span- und Neigungswinkel verwenden, kleineren Spitzenradius verwenden, Auskraglänge des Werkzeughalters verringern, größeren Einstellwinkel vorsehen, Aufbauschneidenbereich meiden (vgl. Abschnitt 1.1.5)
Schneidengeometrie zu schwach	Schneiden mit stärkerer Geometrie wählen, Größere Anfasung insbesondere bei Keramik-Schneiden
Aufbauschneide	Schnittgeschwindigkeit erhöhen, positive Geometrie wählen
zu hoher Vorschub bzw. Schnitttiefe	Spanquerschnitt, insbesondere Vorschub und/oder Schnitttiefe verringern, zähere Schneidstoffsorte verwenden, negative Schneidengeometrie verwenden, Schneidkante anfasen
Übermäßige Lastschwankungen an der Schneidkante, Unterbrochener Schnitt	Schnittgeschwindigkeit und Vorschub anpassen, Schneidstoff mit höherer Zähigkeit wählen, Schneidkante anfasen, Stabilität verbessern, negative Schneidengeometrie verwenden
Späneaufprall	Schneidkante anfasen, negative Schneidengeometrie verwenden, Spanlenkung verändern (Änderung des Vorschubes, Schnittgeschwindigkeit, Spanleitstufe ...), zähere Schneidstoffsorten verwenden

Tabelle 2.8 Problembehandlung – Ausbröckelung und Werkzeugbruch

1.3 Standgröße – Standzeit

Standgrößen geben die Möglichkeiten einer Werkzeugschneide an, schneidend im Einsatz zu sein.

Die **Standzeit**, als bedeutendste Größe zur Beurteilung der Zerspanbarkeit eines Werkstoffes, gibt für eine Werkzeugschneide den Zeitraum an, in dem das Werkzeug bis zum Erreichen eines gewählten Standkriteriums schneidend im Einsatz sein kann (ohne Hilfszeiten). Werden z.B. die geforderten Toleranzen nicht mehr eingehalten oder die geforderten Oberflächenqualitäten mit der im Einsatz befindlichen Schneide nicht mehr erfüllt, so ist die Schneide für diesen Anwendungsfall nicht länger einsetzbar – das Standzeitende ist erreicht.

Neben der Standzeit werden u.a. der Standweg bei der Betrachtung der Verfahren Bohren oder Fräsen sowie die Standmenge für automatische Maschinenfließreihen oder Bearbeitungszentren als Standgrößen zur Bewertung herangezogen.



Bild 2.17 Standbegriffe (nach DIN 6583)

Oft wird die zulässige Verschleißmarkenbreite VB (vgl. Abschnitt 1.2.2.1) als **Standkriterium** verwendet. Dabei wird die Verschleißmarkenbreite auf einen maximal zulässigen Wert VB_{zul} (siehe *Tabelle 2.9*) begrenzt. Die Zeit, die bis zum Erreichen von VB_{zul} vergeht, ist die Standzeit des Werkzeuges.

Bearbeitungsart	Feinschlichten	Schlichten	Leichtes Schruppen	Grobes Schruppen
Verschleißmarkenbreite VB_{zul} [mm]	0,1 ... 0,2	0,2 ... 0,4	0,4 ... 0,6	0,8 ... 1,2

Tabelle 2.9 Zulässige Verschleißmarkenbreite bei Hartmetallen in Abhängigkeit von der Bearbeitungsart

1.3.1 Standzeitdiagramm und Standzeitgleichung

Zuverlässige Standzeiten sind Voraussetzung für eine sichere Produktion. Zur Ermittlung der Standzeit, die praxistauglich experimentell erfolgt, ist die Darstellung ihrer Abhängigkeit von Einflussgrößen (besonders in Abhängigkeit von der Schnittgeschwindigkeit) in Diagrammform gebräuchlich.

Dabei ist für die Beurteilung des Verschleißverhaltens die Abhängigkeit der gewählten Verschleißgrößen von der Schnittzeit von Interesse. Eine relativ gute und einfach zu erfassende Verschleißgröße ist dabei der Freiflächenverschleiß, der deshalb oft herangezogen wird.

Die zeitliche Zunahme der Werkzeugverschleißgröße für bestimmte Schnittgeschwindigkeiten wird in einem Verschleißdiagramm dargestellt. (*Bild 2.18*, Mitte)

Aus den Verschleißkurven lassen sich für das gewählte Standkriterium (z. B. maximal zulässige Verschleißmarkenbereite VB_{max}) die den verschiedenen Schnittgeschwindigkeiten zugeordneten Schnittzeiten t_1 bis t_3 (Standzeiten) ermittelt.

Mit diesen Größen kann ein Standzeit-Schnittgeschwindigkeits-Diagramm (*Bild 2.18, unten*) entwickelt werden. Der Zusammenhang zwischen Standzeit T und Schnittgeschwindigkeit v_c folgt meist angenähert einer Exponentialfunktion. Zur graphischen Darstellung der Abhängigkeiten wird ein doppeltlogarithmischer Maßstab gewählt und liefert somit die Standzeitgerade (TAYLOR-Gerade) im lgT-lg v-Diagramm.

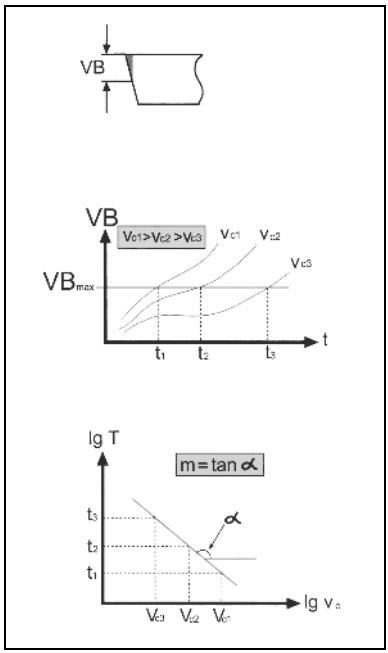
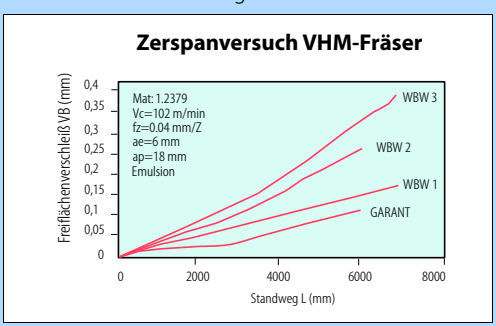


Bild 2.18 Standzeitermittlung

Beispielhaft sind nachfolgende für das **Schruppfräsen** der Freiflächenverschleiß VB in Abhängigkeit vom Standweg L beim Einsatz von verschiedenen Vollhartmetallfräsern dargestellt.





Sehr geringer Verschleiß



Ausbruch der Schneide

Bild 2.19 Zerspanungsversuche zur Ermittlung des Standweges

Der Kurvenverlauf lässt sich über einen großen Bereich durch eine Gerade beschreiben, die nach logarithmischen Betrachtungen zur sogenannten Taylor-Gleichung führt:

$$T = v_c^k \cdot C_v$$

T Standzeit (Gl. 2.9)
v_c Schnittgeschwindigkeit
k Steigung der Geraden (k = m = tan α, vgl. *Bild 2.18*)
C_v Konstante der Standzeit T bei v_c = 1 m/min

bzw.

$$T = \frac{v_c^k}{C_T^k}$$

T Standzeit (Gl. 2.10)
v_c Schnittgeschwindigkeit
k Steigung der Geraden (k = m = tan α, vgl. *Bild 2.18*)
C_T Konstante der Schnittgeschwindigkeit v_c *bei* T = 1 min

Wobei $C_T = C_v^{-(1/k)}$ ist.

Die Umstellung der Gleichung nach der Variablen Schnittgeschwindigkeit v_c liefert die in der Praxis ebenfalls genutzte Darstellung:

$$v_C = T^{\frac{1}{k}} \cdot C_T$$

T Standzeit (Gl. 2.11)
v_c Schnittgeschwindigkeit
k Steigung der Geraden (k = m = tan α, vgl. *Bild 2.18*)
C_T Konstante der Schnittgeschwindigkeit v_c bei T = 1 min

Gebräuchliche Werte der Konstante der Schnittgeschwindigkeit C_T für eine Standzeit von T = 1 min bei einer Verschleißmarkenbreite VB = 0,4 mm und des Steigungsexponenten k sind beispielhaft für das Drehen ausgewählter Werkstoffe im DUBBEL Taschenbuch für Maschinenbau enthalten.

1.3.2 Einflussgrößen auf die Standzeit

Für die praktische Anwendung ist es erforderlich, auch den Einfluss der anderen Spanungsgrößen wie z.B. Vorschub, Schnitttiefe, Werkstoff und Schneidstoff zu kennen und in die Betrachtungen einzubeziehen. In der nachfolgenden *Tabelle 2.10* ist der Einfluss dieser Größen im Überblick dargestellt.

Die Schnittgeschwindigkeit übt den größten Einfluss auf die Standzeit aus. Als nächstwichtigste Einflussgröße ist der Vorschub zu nennen, dessen Variierung im Standzeitdiagramm parallele Geraden unter der Voraussetzung ergeben, dass die Werkstoff-Schneidstoff-Paarung gleich bleibt. Das gleiche gilt auch für den Einfluss der Schnitttiefe, der geometrischen Bedingungen wie Span-, Frei- und Einstellwinkel und annähernd auch für den Einfluss des Hilfsstoffes. Werden dagegen der Werkstoff, der Schneidstoff oder das Verschleißkriterium geändert, so ergeben sich andere Steigungswinkel der Standzeitgeraden.

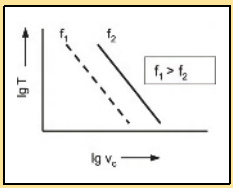
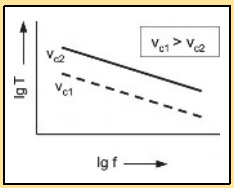
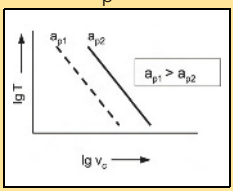
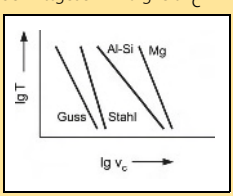
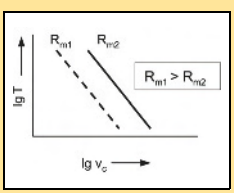
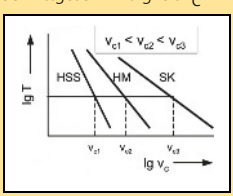
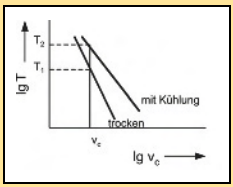
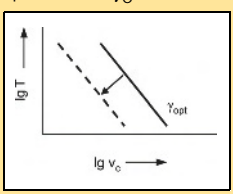
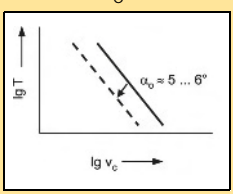
Spanungs-bedingungen	Schnittgeschwindigkeit v_c  Gebräuchlichste Form des Standzeitdiagramms. Die Schnittgeschwindigkeit beeinflusst die Standzeit am stärksten. Die Standzeit fällt mit zunehmender Schnittgeschwindigkeit stark ab. Konstante Größen: Werkstoff, Schneidstoff, Schnitttiefe, Spanwinkel, Freiwinkel, Einstellwinkel	Vorschub f  Mit größer werdendem Vorschub sinkt unter sonst konstanten Bedingungen die Standzeit ab. Der Vorschub beeinflusst die Standzeit stärker als die Schnitttiefe. Konstante Größen: Werkstoff, Schneidstoff, Schnitttiefe, Spanwinkel, Freiwinkel, Einstellwinkel	Schnitttiefe a_p  Mit größer werdender Schnitttiefe sinkt bei sonst konstanten Bedingungen die Standzeit. Konstante Größen: Werkstoff, Schneidstoff, Vorschub, Spanwinkel, Freiwinkel, Einstellwinkel
Werkstoff	Schnittgeschwindigkeit v_c  Bei unterschiedlichen Werkstoffgruppen ändern sich die Steigungswinkel der Standzeitgeraden.	Vorschub f  	Gefügestruktur, Härte, Zugfestigkeit und Legierungselemente beeinflussen die Standzeit wesentlich. Die Standzeit sinkt unter sonst gleichen Bedingungen mit größer werdendem Perlitanteil im Gefüge und mit größer werdender Härte bzw. Zugfestigkeit des Werkstoffes.
		Konstante Größen: Schneidstoff, Vorschub, Schnitttiefe, Spanwinkel, Freiwinkel, Einstellwinkel	
Schneidstoff	Schnittgeschwindigkeit v_c  	Der Schneidstoff hat einen sehr großen Einfluss auf die Standzeit. Das nebenstehende Diagramm zeigt, dass bei konstanter Standzeit mit steigender Schneidstoffqualität die Anwendung höherer Schnittgeschwindigkeiten möglich ist. Wird die Schnittgeschwindigkeit dagegen in bestimmten Bereichen konstant gehalten, so ergeben sich mit steigender Schneidstoffqualität höhere Standzeiten. Konstante Größen: Werkstoff, Vorschub, Schnitttiefe, Spanwinkel, Freiwinkel, Einstellwinkel	

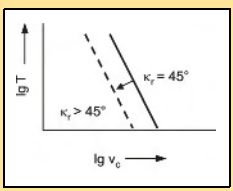
Tabelle 2.10 Beeinflussung der Werkzeugstandzeit – Fortsetzung nächste Seite

Tabelle 2.10 Fortsetzung Beeinflussung der Werkzeugstandzeit

<table>
<tr><td>Hilfsstoff</td><td colspan="3">Schnittgeschwindigkeit v_c
 

Kühlschmiermittel haben je nach ihrer Zusammensetzung eine mehr schmierende oder mehr kühlende Wirkung. Bei niedrigen Schnittgeschwindigkeiten kann durch überwiegende Schmierung, bei höheren Schnittgeschwindigkeiten durch überwiegende Kühlung die Standzeit verbessert werden. Bei sonst konstanten Bedingungen bewirken Kühlung und Schmierung vor allem bei Schnellarbeitsstahlwerkzeugen Standzeiterhöhungen.
Konstante Größen:
Werkstoff, Vorschub, Schnitttiefe, Spanwinkel, Freiwinkel, Einstellwinkel
Schneidstoff: Schnellarbeitsstahl</td></tr>
<tr><td>Geometrie der Schneide</td><td>Spanwinkel γ_o
 

Die Standzeit sinkt unter sonst konstanten Bedingungen, wenn Spanwinkel zum Einsatz kommen, die von den üblichen Richtwerten stark abweichen.
Zu positiver Spanwinkel: Schwacher Schneidkeil
Zu negativer Spanwinkel: Zu starker Kolkverschleiß
Konstante Größen:
Werkstoff, Schneidstoff, Vorschub, Schnitttiefe, Freiwinkel, Einstellwinkel</td><td>Freiwinkel α_o
 

Hält man den Freiwinkel kleiner 5° bis 6° sinkt die Standzeit aufgrund höherer Reibung an der Freifläche unter sonst konstanten Bedingungen.
Eine Erhöhung des Freiwinkels von 10° bis 15° verursacht eine Schwächung des Schneidkeiles.
Konstante Größen:
Werkstoff, Schneidstoff, Vorschub, Schnitttiefe, Spanwinkel, Einstellwinkel</td><td>Einstellwinkel κ_r
 

Je kleiner der Einstellwinkel, desto länger ist die unter Schnitt stehende Schneidkantenlänge unter sonst konstanten Bedingungen, und desto länger ist die Standzeit und umgekehrt.
Konstante Größen:
Werkstoff, Schneidstoff, Vorschub, Schnitttiefe, Spanwinkel, Freiwinkel</td></tr>
</table>

1.4 Zerspankraft und Leistungskriterien

1.4.1 Zerspankraft

Die Kräfte beim Spanen werden auf das Werkstück wirkend betrachtet und definiert. Die Festlegung der Begriffe für alle spanenden Verfahren sind in DIN 6584 zusammengefasst.

1.4.1.1 Zerspankraftkomponenten

Die **Zerspankraft F** ist die auf ein Werkstück wirkende Gesamtkraft. Sie kann in verschiedene Komponenten zerlegt werden, wobei die auf die Arbeitsebene sowie in Schnitt und Vorschubrichtung bezogenen Komponenten von besonderer Bedeutung sind. In den *Bildern 2.20 und 2.21* ist die Zerlegung der Zerspankraft in ihre Komponenten beispielhaft für das Drehen bzw. das Umfangsfräsen dargestellt. Dabei werden die Kräfte in einem Schneidenpunkt angreifend angenommen. Bei mehrschneidigen Werkzeugen müssen die Kräfte auf die einzelnen im Eingriff befindlichen Schneiden betrachtet werden. Sie können durch vektorielle Addition wieder zu einer Gesamtzerspankraft zusammengesetzt werden.

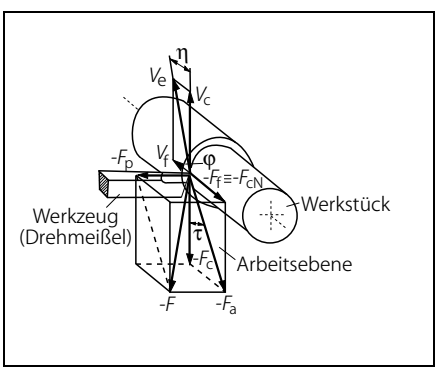


Bild 2.20 Komponenten der Zerspankraft beim Drehen (Vorschubrichtungswinkel $\varphi = 90°$)

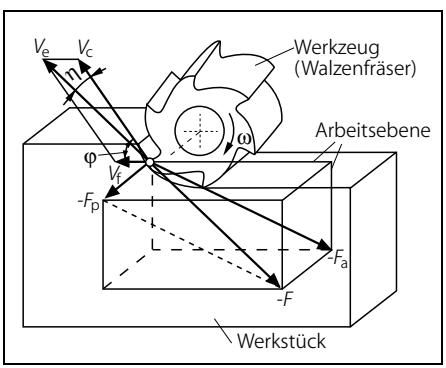


Bild 2.21 Komponenten der Zerspankraft beim Umfangsfräsen im Gegenlauf (Vorschubrichtungswinkel $\varphi < 90°$)

Aus den Kräftezerlegungsmöglichkeiten nach *Bild 2.20* ergeben sich verschiedene mathematische Zusammenhänge.

Für die **Zerspankraft** gilt:

$$F = \sqrt{F_a^2 + F_p^2} \qquad \text{(Gl. 2.12)}$$

Mit Hilfe der Komponenten der **Aktivkraft F_a** wird die Leistung beim Zerspanen erzeugt.

Eine besonders wichtige Komponente der Aktivkraft F_a ist die **Schnittkraft F_c**, die für das tatsächliche Abheben des Spanes und besonders für die Leistungsberechnung sowie die kräftemäßige Auslegung der Werkzeugmaschinen von Bedeutung ist.

Weiterhin sind besonders die Komponenten **Vorschubkraft F_f** und die **Passivkraft F_p** (früher auch Rückkraft genannt) zu erwähnen. Die Kenntnis der Größe und Richtung der Vorschubkraft ist sowohl zur Ermittlung der Vorschubleistung als auch gemeinsam mit der Passivkraft zur Berechnung der Werkzeuge und Werkzeugspanneinrichtungen erforderlich.

Durch die Art des Werkzeugverschleißes lässt sich ein unterschiedlicher Einfluss auf die Zerspankraft feststellen. Kolkverschleiß, der einen größeren positiven Spanwinkel zur Folge hat, führt meist zum Absinken der Zerspankraft. Bei vorherrschendem Freiflächenverschleiß dagegen steigen die Kräfte an, da die Reibfläche zwischen Werkstück und Freifläche größer wird. Eine quantitative Aussage über den Kraftanstieg mit zunehmendem Werkzeugverschleiß ist wegen der Vielzahl der Einflussgrößen nur näherungsweise möglich.

Als Anhaltspunkt für den **Kraftanstieg** können überschlägig angenommen werden:

		Kraftanstieg je 0,1 mm Freiflächenverschleißmarkenbreite VB	Kraftanstieg je Grad Spanwinkeländerung (Spanwinkel Kleiner/größer)
Schnittkraft	F_c	2 ... 5 %	etwa 1,5 %
Vorschubkraft	F_f	etwa 10 %	etwa 5 %
Passivkraft	F_p	etwa 12 %	etwa 4 %

Diese Angaben gelten für das Drehen und sind für andere spanende Verfahren unter Beachtung der Verfahrenskinematik bzw. Schneidengeometrie anwendbar. Sie gelten nicht für das Spanen im Bereich der Bogenschneide (Feinbearbeitung).

1.4.1.2 Schnittkraft und spezifische Schnittkraft

Die **Schnittkraft F_c** als sogenannte „leistungsführende" Kraft ist zusammen mit der Schnittgeschwindigkeit für die Berechnung der Schnitt- bzw. Antriebsleistung der Werkzeugmaschine ausschlaggebend. Die Größe der Schnittkraft hängt in erster Linie vom zu zerspanenden Werkstoff und den wirkenden Spanungsbedingungen (z.B. Schneidengeometrie, Spanungsdicke h) ab. Sie wird deshalb verfahrensspezifisch ermittelt (verfahrensspezifische Spanungsquerschnitte A).

Die **Grundgleichung der Schnittkraft** (je Schneide) ist in *Gl. 2.13* dargestellt, wie sie in ihrer ursprünglichen Form für das Drehen abgeleitet wurde.

Für die **Schnittkraft F_c** beim Drehen gilt nach KIENZLE:

$$F_c = A \cdot k_c = b \cdot h \cdot k_c \qquad \text{(Gl. 2.13)}$$

F_c Schnittkraft [N]
A Spanungsquerschnitt [mm²] nach *Bild 2.22* und Kapitel „Grundlagen", Abschnitt 1.1.3
b Spanungsbreite [mm]
h Spanungsdicke [mm]
k_c spezifische Schnittkraft [N/mm²]

Der Spanungsquerschnitt A ergibt sich dabei, wie im *Bild 2.22* für das Drehen dargestellt, aus der Spanungsbreite b und der Spanungsdicke h. Während der Zerspanung kann sich die Spanungsdicke ändern (z.B. beim Fräsen). Dann wird zur Ermittlung der Schnittkraft von einer mittleren Spanungsdicke h_m ausgegangen (vgl. dazu auch Kapitel „Fräsen" und Abschnitt 4 dieses Kapitels).

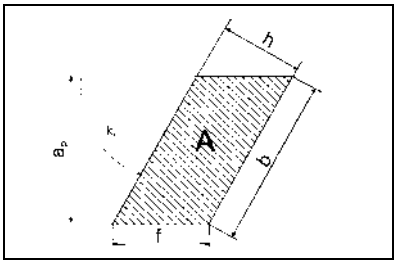


Bild 2.22 Größen am Spanungsquerschnitt beim Drehen

Die **spezifische Schnittkraft k_c** wird zwar maßgeblich vom Werkstoff beeinflusst, ist aber als reine Rechengröße nicht als Werkstoffkennziffer zu betrachten. Im *Bild 2.23* ist die Abhängigkeit der spezifischen Schnittkraft k_c von der Spanungsdicke h dargestellt (vgl. *Gl. 2.14* sowie auch *Tabelle 2.11* für ausgewählte Werkstoffe und Spanungsdicken).

Wichtige Einflussfaktoren für k_c sind:

- Festigkeit und Legierungsbestandteile des zu bearbeitenden Werkstoffes
- Schneidengeometrie des Werkzeuges

$$k_c = \frac{k_{c1.1}}{h^m} \qquad \text{(Gl. 2.14)}$$

$k_{c\,1.1}$ Hauptwert der spezifischen Schnittkraft bei Spanungsquerschnitt A = 1 mm² (b = 1 mm, h = 1 mm)

m Anstieg der Tangente des Steigungswinkels α (vgl. *Bild 2.23*)

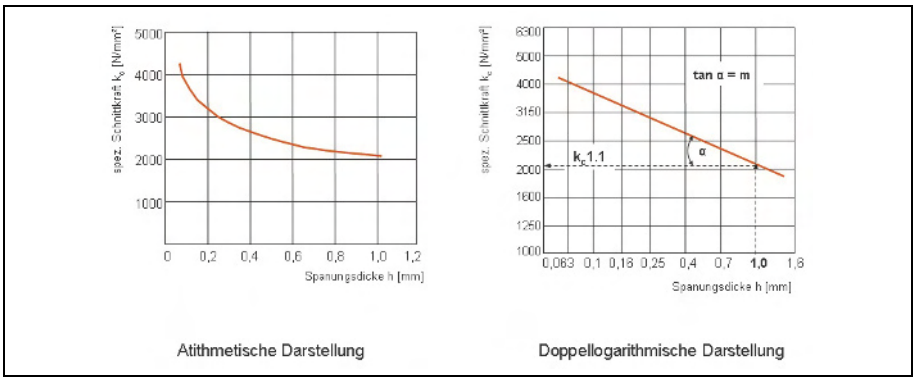


Bild 2.23 Abhängigkeit der spezifischen Schnittkraft k_c von der Spanungsdicke h

Der Hauptwert der spezifischen Schnittkraft $k_{c1.1}$ und der Anstieg m der Tangente des Steigungswinkels α sind werkstoffabhängig und wurden für die verschiedenen Werkstoffe aus Versuchen ermittelt. Für die jeweiligen Materialgruppen sind diese Werte dem Kapitel „Werkstoffe", Abschnitt 1 zu entnehmen. Richtwerte für die spezifische Schnittkraft k_c enthält die nachfolgende *Tabelle 2.11*.

Werkstoffgruppe		Festigkeit [N/mm²]	Werkstoff				Spezifische Schnittkraft kc [N/mm²] in Abhängigkeit von der Spanungsdicke h [mm]									
			Werkstoff Nr.	Werkstoffbezeichnung nach DIN	$kc_{1.1}$ [N/mm²]	m	0,05	0,06	0,1	0,16	0,3	0,4	0,5	0,8	1,6	2,5
1.0	Allg. Baustahl	bis 500	1.0037	St 37-2	1.780	0,17	2.962	2.872	2.633	2.431	2.253	2.080	2.003	1.849	1.643	1.523
1.1	Allg. Baustahl	500–850	1.0050	St 50-2	1.990	0,26	4.336	4.136	3.621	3.205	2.854	2.525	2.383	2.109	1.761	1.568
			1.0060	St 60-2	2.110	0,17	3.511	3.404	3.121	2.881	2.671	2.466	2.374	2.192	1.948	1.806
			1.0070	St 70-2	2.260	0,30	5.552	5.256	4.509	3.916	3.426	2.975	2.782	2.416	1.963	1.717
2.0	Automatenstahl	bis 500	1.0718	9SMnPb28	1200	0,18	1997	1.844	1.775	1.639	1.473	1.402	1.350	1.246	1.108	1.027
3.0	Unleg. Vergütungsstahl	bis 700	1.0402	C 22	1.800	0,16	2.907	2.823	2.602	2.413	2.247	2.084	2.011	1.865	1.670	1.555
			1.0501	C 35	1.516	0,27	3.404	3.240	2.823	2.486	2.204	1.942	1.828	1.610	1.335	1.184
3.1	Unleg. Vergütungsstahl	700–850	1.0503	C 45	1.680	0,26	3.661	3.491	3.057	2.705	2.409	2.132	2.012	1.780	1.487	1.324
			1.1191	Ck 45	2.220	0,14	3.377	3.292	3.064	2.869	2.696	2.524	2.446	2.290	2.079	1.953
3.2	Unleg. Vergütungsstahl	850–1000	1.1221	Ck 60	2.130	0,18	3.652	3.534	3.224	2.962	2.734	2.512	2.413	2.217	1.957	1.806
4.1	Leg. Vergütungsstahl	1000–1200	1.7218	25CrMo4	2.070	0,25	4.378	4.182	3.681	3.273	2.927	2.603	2.462	2.189	1.841	1.646
			1.7225	42CrMo4	2.500	0,26	5448	5195	4549	4026	3585	3173	2994	2649	2212	1970
5.0	Unleg. Einsatzstahl	bis 750	1.0401	C 15	1.820	0,22	3.518	3.380	3.020	2.724	2.469	2.226	2.120	1.912	1.641	1.488
6.0	Leg. Einsatzstahl	bis 1000	1.5919	15CrNi6	1.380	0,30	3390	2.944	2.753	2.391	1.980	1.817	1.699	1.476	1.199	1.048
			1.7131	16MnCr5	2.100	0,26	4.576	4.364	3.821	3.382	3.011	2.665	2.515	2.225	1.858	1.655
6.1	Leg. Einsatzstahl	über 1000	1.7147	20MnCr5	2.140	0,25	4.526	4.324	3.806	3.384	3.026	2.691	2.545	2.263	1.903	1.702
			1.7262	15CrMo5	2.290	0,17	3.811	3.694	3.387	3.127	2.899	2.676	2.576	2.379	2.114	1.960
7.0	Nitrierstahl	bis 1000	1.8507	34CrAlMo5	1.740	0,26	3.792	3.616	3.166	2.802	2.495	2.208	2.084	1.844	1.540	1.371
8.0	Werkzeugstahl	bis 850	1.1730	C45W	1.680	0,26	3.661	3.491	3.057	2.705	2.409	2.132	2.012	1.780	1.487	1.324
			1.2067	100Cr6	1.410	0,39	4.535	3.776	3.461	2.881	2.255	2.016	1.848	1.538	1.174	986
8.1	Werkzeugstahl	850–1100	1.2312	40CrMnMoS8-6	1.800	0,27	4.042	3.847	3.352	2.952	2.617	2.305	2.170	1.912	1.585	1.405
			1.2842	90MnCrV	2.300	0.21	4.315	4.153	3.730	3.380	3.077	2.788	2.660	2.410	2.084	1.897
8.2	Werkzeugstahl	1100–1400	1.2080	X210Cr12	1.820	0.26	3.966	3.782	3.312	2.931	2.610	2.310	2.179	1.929	1.611	1.434

Tabelle 2.11 Richtwerte für die spezifische Schnittkraft k_c

Werkstoffgruppe		Festigkeit [N/mm²]	Werkstoff				Spezifische Schnittkraft kc [N/mm²] in Abhängigkeit von der Spanungsdicke h [mm]									
			Werk-stoff Nr.	Werkstoff-bezeichnung nach DIN	$kc_{1.1}$ [N/mm²]	m	0,05	0,06	0,1	0,16	0,3	0,4	0,5	0,8	1,6	2,5
12.0	Federstahl	bis 1200	1.5023	38Si7	1.800	0,27	4.042	3.847	3.352	2.952	2.617	2.305	2.170	1.912	1.585	1.405
			1.8159	50CrV4	2.220	0,26	4.925	4.697	4.113	3.639	3.241	2.868	2.706	2.395	2.000	1.781
13.0	Rostfr.St.-geschwefelt	bis 700	1.4104	X14CrMpS17	1.820	0,26	3.966	3.782	3.312	2.931	2.610	2.310	2.179	1.929	1.611	1.434
13.1	Rostfr.St.-austenitisch	bis 700	1.4301	X5CrNi18 10	2.350	0,21	4.408	4.243	3.811	3.453	3.144	2.849	2.718	2.463	2.129	1.939
			1.4401	X5CrNiMo17122	2.600	0,19	4.594	4.437	4.027	3.683	3.383	3.094	2.966	2.713	2.378	2.185
13.2	Rostfr.St.-austenitisch	bis 850	1.4034	X46Cr13	1.820	0,26	3.966	3.782	3.312	2.931	2.610	2.310	2.179	1.929	1.611	1.434
13.3	Rostfr.St.-martensitisch/ ferritisch	bis 1100	1.4028	X30Cr13	1.820	0,26	3.966	3.782	3.312	2.931	2.610	2.310	2.179	1.929	1.611	1.434
			2.4631	NiCr20TiAl	2.088	0,29	4.978	4.721	4.071	3.553	3.121	2.724	2.553	2.228	1.822	1.601
15.0	Gusseisen (GG)	bis 180 HB	0.6020	GG 20	1.020	0,25	2.157	2.061	1.814	1.613	1.442	1.283	1.213	1.079	907	811
15.1	Gusseisen (GG)	über 180 HB	0.6040	GG 40	1.470	0,26	3.203	3.055	2.675	2.367	2.108	1.865	1.760	1.558	1.301	1.158
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	ab 180 HB	0.7040	GGG-40	1.005	0,25	2.125	2.031	1.787	1.589	1.421	1.264	1.195	1.063	894	799
			0.8040	GTW-40	2.060	0,19	3.640	3.516	3.191	2.918	2.681	2.452	2.350	2.149	1.884	1.731
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	bis 260 HB	0.7080	GGG-80	1.132	0,44	4.230	3.904	3.118	2.535	2.083	1.694	1.536	1.249	921	756
			0.8165	GTS-65	1.180	0,24	2.422	2.318	2.051	1.832	1.646	1.470	1.394	1.245	1.054	947
16.1	Ti, Ti-Legierungen	850–1200	3.7164	TiAl6V4	1.370	0,21	2.570	2.378	2.222	2.013	1.764	1.661	1.585	1.436	1.241	1.130
17.0	Alu langspanend, Al-Knet-legierungen, Magnesium	bis 350	3.1324	AlCuMg1	830	0,23	1.653	1.585	1.410	552	1.095	1.025	973	874	745	672
			3.5812	MgAl8Zn	390	0,19	689	666	604	1.189	490	464	445	407	357	328
17.1	Alu kurzspanend		3.3535	AlMg3	780	0,23	1.554	1.490	1.325	1.265	1.073	963	915	821	700	632
17.2	Al-Gusslegierungen Si>10%		3.2581	G-AlSi12	830	0,23	1.653	1.585	1.410	1.265	1.142	1.025	973	874	745	672
18.1	Messing, kurzspanend	bis 600	2.0380	CuZn39Pb2	780	0,18	1.337	1.294	1.181	1.085	1.001	920	884	812	717	661
18.3	Bronze, kurzspanend	bis 600	2.1090	CuSn7ZnPb	640	0,25	1.353	1.293	1.138	1.012	905	805	761	677	569	509

Tabelle 2.11 Fortsetzung Richtwerte für die spezifische Schnittkraft k_c

Die angegebenen Werte der spezifischen Schnittkraft in *Tabelle 2.11* sind dabei bezogen auf:

- Schneidstoff: Hartmetall
- Schnittgeschwindigkeit 100 m/min
- Spanwinkel $\gamma = 6°$ für Stahl bzw. $\gamma = 2°$ für Guss
- Einstellwinkel $\kappa = 45°$
- arbeitsscharfe Schneide

Bei Abweichungen von den vorgegebenen Spanungsbedingungen werden **Korrekturfaktoren** zur Berechnung der Schnittkraft F_c erforderlich.

Das trifft besonders zu auf:

- Spanwinkelkorrektur K_γ
- Schnittgeschwindigkeitskorrektur K_v
- Schneidstoffkorrektur K_{Sch}
- Verschleißkorrektur K_{Ver}

$$F_c = b \cdot h \cdot k_c \cdot K_\gamma \cdot K_v \cdot K_{Sch} \cdot K_{Ver} \qquad \text{(Gl. 2.15)}$$

Die **Korrekturfaktoren zur Schnittkraftberechnung** sind der *Tabelle 2.12* zu entnehmen.

	Berechnung / Größenbereich	Bemerkung
K_γ	$K_\gamma = 1 - \frac{\gamma - \gamma_k}{66,7°}$	γ tatsächlich vorliegender Spanwinkel γ_k für Stahlbearbeitung: 6° γ_k für Gussbearbeitung: 2°
K_v	bei $v_c > 80$ m/min vernachlässigbar	Hartmetallschneiden
	1,15	HSS-Schneiden
K_{Sch}	1	Hartmetall
	0,9 ... 0,95	Schneidkeramik
K_{Ver}	1	Arbeitsscharfes Werkzeug
	1,3 ... 1,5	Verschlissenes Werkzeug

Tabelle 2.12 Korrekturwertbestimmung zur Schnittkraftberechnung

1.4.1.3 Einflussgrößen auf die Schnittkraft und spezifische Schnittkraft

Die Größe der Zerspankraft dient zur Beurteilung der Zerspanbarkeit, da allgemein bei der Bearbeitung schwerer zerspanbarer Werkstoffe auch höhere Kräfte auftreten. In *Tabelle 2.13* sind die Einflussgrößen zusammenfassend dargestellt.

Diese Einflussgrößen wirken gleichermaßen auf die spezifische Schnittkraft. Bezüglich des Einflusses von Vorschub bzw. Spanungsdicke und Schnitttiefe bzw. Spanungsbreite auf die spezifische Schnittkraft gelten jedoch grundlegend andere Zusammenhänge. Im **Gültigkeitsbereich des Schnittkraftgesetzes (h = 0,05...2,5 mm)** nimmt die spezifische Schnittkraft mit steigendem Vorschub bzw. Spanungsdicke ab (vgl. *Bild 2.23)*. Der Einfluss der Schnitttiefe bzw. Spanungsbreite kann als annähernd konstant betrachtet werden.

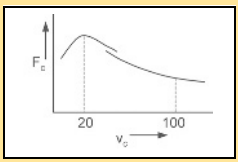
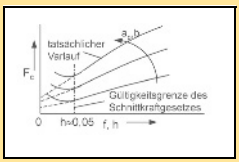
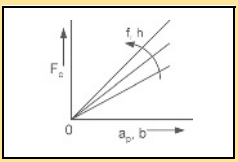
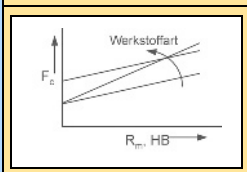
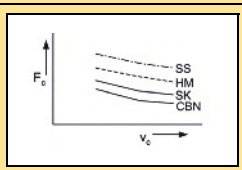
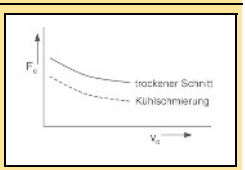
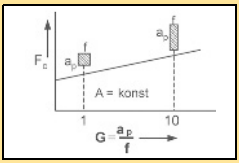
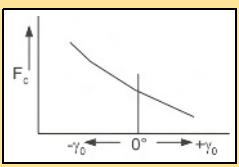
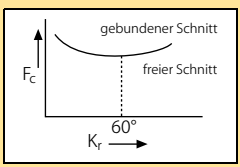
Spanungsbedingungen	Schnittgeschwindigkeit	Vorschub	Schnitttiefe
			
	Im Bereich ab 100 m/min sinkt die Schnittkraft nur noch unwesentlich mit steigender Schnittgeschwindigkeit. Im Bereich unter 100 m/min ist der F_c-Anstieg vom jeweils zu bearbeitenden Werkstoff abhängig.	Der Vorschub *f* bzw. die Spanungsdicke *h* üben einen maßgeblichen Einfluss auf die Schnittkraft aus.	Mit zunehmender Schnitttiefe steigt die Schnittkraft proportional an. Je nach dem gewählten Vorschub steigen die Geraden steiler oder weniger steil an.
	Werkstoff	**Schneidstoff**	**Kühlmittel**
			
	Bei der Bearbeitung unterschiedlicher Werkstoffe ergeben sich bei sonst konstanten Spanungsbedingungen aufgrund der verschiedenen Eigenschaften unterschiedliche Schnittkräfte. In erster Näherung kann angenommen werden, dass mit steigender Zugfestigkeit bzw. Härte die Schnittkraft ansteigt.	SS Schnellarbeitsstahl HM Hartmetall SK Schneidkeramik CBN Kubisches Bornitrid Die dargestellten Verhältnisse gelten für das Spanen von Eisenwerkstoffen.	Durch den Einsatz entsprechender Kühlschmiermittel können die Schnittkräfte gegenüber der Trockenbearbeitung geringfügig gesenkt werden. Entscheidend für den Einfluss auf die Schnittkraft sind jedoch die Wahl geeigneter Schneidstoffe (vgl. Kapitel „Grundlagen", Abschnitt 3).

Tabelle 2.13 Beeinflussung der Schnittkraft – Fortsetzung folgende Seite

<table>
<tr><td>Spanungs-verhältnis
G = a_p / f</td><td colspan="2"> 

Im Allgemeinen werden für das Schruppen ein Spanungsverhältnis im Bereich zwischen G = 2...10 und für das Schlichten ein Verhältnis von G = 10...20 gewählt.
Der Einfluss des Spanungsverhältnisses ist nicht so stark wie der des Vorschubes oder der Schnitttiefe.
Ein kleines Spanungsverhältnis ist hinsichtlich der Kräfte günstiger. Ein großes Spanungsverhältnis ist dagegen zur Erreichung einer hohen Standzeit günstiger.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Geometrie der Schneide</td><td>Spanwinkel</td><td>Einstellwinkel</td></tr>
<tr><td> 

Schnittkraftänderung je Grad Spanwinkeländerung: ca. 1 ... 2% (für γ = –20° ... +30°)</td><td> 

Der Einstellwinkel hat einen verhältnismäßig geringen Einfluss auf die Schnittkraft.</td></tr>
</table>

Tabelle 2.13 Fortsetzung Beeinflussung der Schnittkraft

1.4.1.4 Vorschub- und Passivkraft

Für die **Vorschubkraft F_f** und **Passivkraft F_p** sind in der Literatur im Vergleich zur Schnittkraft nur relativ wenige Untersuchungsergebnisse zu finden. Ihre Berechnungen erfolgen analog zur Schnittkraft. Es gelten folgende analoge Zusammenhänge:

$$F_f = b \cdot k_{f1.1} \cdot h^{1-m_f}$$

F_f	Vorschubkraft [N]	
b	Spanungsbreite [mm]	(Gl. 2.16)
h	Spanungsdicke [mm]	
$k_{f\,1.1}$	Hauptwert der spezifischen Vorschubkraft [N/mm^2]	
1-m_f	Anstiegswert	

$$F_p = b \cdot k_{p1.1} \cdot h^{1-m_p}$$

F_p	Passivkraft [N]	
b	Spanungsbreite [mm]	(Gl. 2.17)
h	Spanungsdicke [mm]	
$k_{p\,1.1}$	Hauptwert der spezifischen Vorschubkraft [N/mm^2]	
1-m_p	Anstiegswert	

In *Bild 2.24* ist der Einfluss des Einstellwinkels auf die Vorschub- und Passivkraft für das Drehen dargestellt. Ersichtlich ist, dass mit zunehmendem Einstellwinkel die Passivkraft ab- und die Vorschubkraft zunimmt.

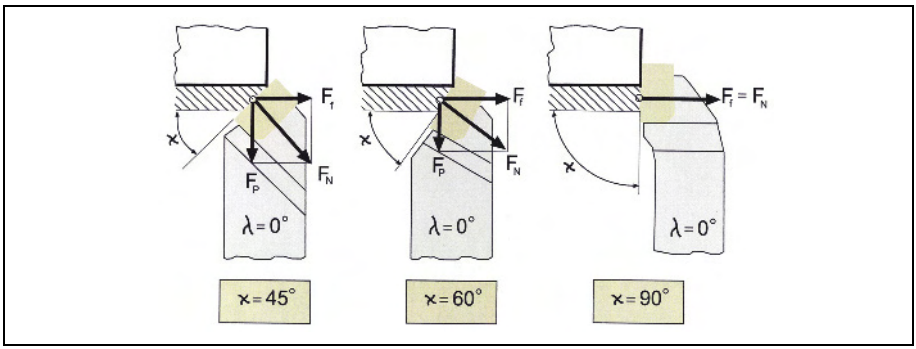


Bild 2.24 Einfluss des Einstellwinkels κ auf die Vorschub- und Passivkraft beim Drehen

Die Hauptwerte der spezifischen Schnitt-, Vorschub- und Passivkräfte einschließlich ihrer Anstiegswerte resultieren aus grundlegenden Untersuchungen von KIENZLE und VICTOR, ergänzt durch KÖNIG, ESSEL sowie DEGNER, LUTZE und SCHÖNHERR sind für ausgewählte Werkstoffe in *Tabelle 2.14* zusammenfassend dargestellt.

GARANT Werkstoff-gruppe	Werkstoff		$kc_{1.1}$ [N/mm²]	An-stieg m	$kf_{1.1}$ [N/mm²]	An-stieg m_f	$K_{p1.1}$ [N/mm²]	An-stieg m_p
1.1	1.0050	St50-2	1990	0,26	351	0,70	274	0,49
	1.0070	St70-2	2260	0,30	364	0,62	311	0,49
3.0	1.0401	C15	1820	0,22	333	0,80	260	0,80
	1.0501	C35	1516	0,27	321	0,8	259	0,54
3.1	1.0503	Ck45	2220	0,14	343	0,68	263	0,48
3.2	1.1221	Ck60	2130	0,18	347	0,71	250	0,41
4.1	1.7225	42CrMo4	2500	0,26	334	0,67	271	0,48
6.0	1.7131	16MnCr5	2100	0,26	391	0,7	324	0,46
6.1	1.7147	20MnCr5	2140	0,25	337	0,68	246	0,52
8.0	1.2067	100Cr6	1410	0,39	318	0,86	362	0,53
8.2	1.2713	55NiCrMoV6	1595	0,21	269	0,79	198	0,66
12.0	1.8159	50CrV4	2220	0,26	317	0,77	315	0,39
13.2	1.4580	X10CrNiMoNb18 10	2550	0,18	181	0,74	173	0,59
15.0	0.6020	GG20	1020	0,25	240	0,70	178	0,46
15.1	0.6030	GG30	1470	0,26	170	0,91	164	0,70
15.2	0.7060	GGG60	1480	0,17	290	0,76	240	0,43
17.1	3.3251	G-AlMg4SiMn	487	0,20	20	1,08	32	0,75

Messbedingungen:
Schnittgeschwindigkeit v_c = 100 m/min, Hartmetall, Einstellwinkel κ = 70°, Eckenwinkel ε = 90°, Neigungswinkel λ = 0°, Schneidkantenradius r_n = 0,8 mm, Freiwinkel α = 5°, Spanwinkel γ = 6° (Stahl), γ = 15° (Alu) bzw. γ = 2° (Guss)

Tabelle 2.14 Hauptwerte der spezifischen Kraftkomponenten und deren Anstiegswerte

1.4.2 Leistung und Drehmoment

Allgemein ergibt sich die Leistung beim Spanen als Produkt aus den Geschwindigkeitskomponenten und den in ihrer Richtung wirkenden Komponenten der Zerspankraft. Es gilt somit allgemein:

$$P = \frac{F \cdot v}{60000}$$

P	Leistung [kW]	
F	Kraft [N]	(Gl. 2.18)
v	Geschwindigkeit [m/min]	

Wird für die Leistungsermittlung vom Drehmoment und der Drehzahl ausgegangen ergibt sich dann:

$$P = \frac{M_d \cdot n}{9550}$$

P	Leistung [kW]	
M_d	Drehmoment [Nm]	(Gl. 2.19)
n	Drehzahl [U/min]	

Die **Schnittleistung** P_c ist für die leistungsmäßige Auslegung einer Werkzeugmaschine am wichtigsten. Sie tritt direkt am Werkzeug auf. Berechnet wird sie wie folgt:

$$P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{60000}$$

P_c	Schnittleistung [kW]	
F_c	Schnittkraft [N]	(Gl. 2.20)
v_c	Schnittgeschwindigkeit [m/min]	

Die **Vorschubleistung P_f** berechnet sich wie folgt:

$$P_f = F_f \cdot v_f$$

P_f	Vorschubleistung [kW]	
F_f	Vorschubkraft [N]	(Gl. 2.21)
v_f	Vorschubgeschwindigkeit [mm/min]	

Für die Auslegung der Antriebsmotoren ist die **Antriebsleistung P_a** ausschlaggebend, bei der Wirkungsgrad η Berücksichtigung findet.

$$P_a = \frac{P_c}{\eta}$$

P_a	Antriebsleistung [kW]	
P_c	Schnittleistung [kW]	(Gl. 2.22)
η	Wirkungsgrad	

1.4.3 Zeitspanvolumen und spezifisches Spanvolumen

Als Maß für die Produktivität einer spanenden Werkzeugmaschine gilt das Zeitspanvolumen oder das spezifische Spanvolumen. Dabei gilt der Grundsatz, dass mit steigendem Zeitspanvolumen bzw. spezifischen Spanvolumen die Maschinengrundzeit sinkt.

Unter **Zeitspanvolumen Q** ist die in der Zeiteinheit abgehobene Spanmenge zu verstehen. Für das Drehen errechnet es sich wie folgt:

$$Q = A \cdot v_c = a_p \cdot f \cdot v_c = b \cdot h \cdot v_c$$

Q	Zeitspanvolumen [cm^3/min]	
A	Spanungsquerschnitt [mm^2]	(Gl. 2.23)
v_c	Schnittgeschwindigkeit [m/min]	

Das **spezifische Spanvolumen Q_c**, auch leistungsbezogenes Zeitspanvolumen, drückt die in einer Zeiteinheit und pro Kilowatt abgespante Spanmenge aus. Es gilt:

$$Q_c = \frac{Q}{P_c} = \frac{A \cdot v_c \cdot 60000}{F_c \cdot v_c} = \frac{60000}{k_c}$$

Q_c spezif. Spanvolumen [cm^3/kW * min]
P_c Schnittleistung [kW]
A Spanungsquerschnitt [mm^2]
F_c Schnittkraft [N]
v_c Schnittgeschwindigkeit [m/min]

(Gl. 2.24)

Damit lässt sich die Größe des spezifischen Spanvolumens Q_c aus der spezifischen Schnittkraft k_c berechnen und umgekehrt. Das leistungsbezogene Zeitspanvolumen Q_c ist demzufolge nicht von der Werkzeugmaschinengüte, sondern von der für den Zerspanungsvorgang vorliegenden werkstoffbezogenen spezifischen Schnittkraft k_c abhängig.

1.4.4 Ermittlung des Leistungsbedarfs

Die Ermittlung des Leistungsbedarfs dient zur Auslegung der Arbeitsparameter. Für eine grobe Leistungsbedarfsanalyse können für die Bearbeitung verschiedener Werkstoffe folgende Faustformeln angewendet werden:

Stahlbearbeitung:

$$P_c = \frac{a_p \cdot f \cdot v_c}{20}$$

P_c Schnittleistung [kW]
a_p Schnitttiefe [mm]
f Vorschub [mm/U]
v_c Schnittgeschwindigkeit [m/min]

(Gl. 2.25)

Gussbearbeitung:

$$P_c = \frac{a_p \cdot f \cdot v_c}{30}$$

(Gl. 2.26)

Aluminiumbearbeitung:

$$P_c = \frac{a_p \cdot f \cdot v_c}{54,5}$$

(Gl. 2.27)

Beispiel:

Gesucht: P_c (Stahlbearbeitung z.B. C 45)

Gegeben: $a_p = 2$ mm, $f = 0,1$ mm, $v_c = 180$ m/min

Lösung:

$$P_c = \frac{2 \cdot 0,1 \cdot 180}{20} = \underline{\underline{1,8 \text{ kW}}}$$

Hinweis: Im Vergleich zur genauen Berechnung (siehe Gl. 2.20) ist die Abweichung der mittels Faustformel berechneten Schnittleistung sehr gering (1,85 kW bei genauer Berechnung). Bei Werkstoffen mit höheren spezifischen Schnittkräften, z.B. bei Werkzeugstählen oder rost- und säurebeständigen Stählen, ist der Leistungsbedarf mit der Faustformel zu gering berechnet.

1.5 Oberflächenqualität

Für einen Endbearbeitungsprozess kann die Güte der erzeugten Oberfläche ein Kriterium für die Auslegung des Zerspanungsprozesses sein. Die **theoretische Rautiefe** ergibt sich durch die Form der Schneidkante und durch die Relativbewegung zwischen Werkzeug und Werkstück. Für das Drehen sind die Zusammenhänge in *Bild 2.25* dargestellt.

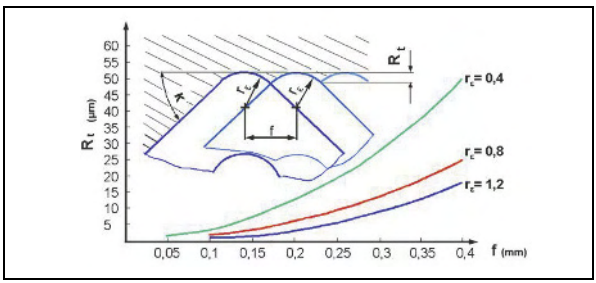


Bild 2.25 Geometrische Eingriffsverhältnisse beim Drehen

$$R_t = \frac{f^2}{8 \cdot r_\varepsilon}$$

R_t (Theoretische) Rautiefe [mm]
r_ε Eckenradius der Schneide [mm]
f Vorschub [mm/U]

(Gl. 2.28)

Somit nimmt die Rautiefe quadratisch mit dem Vorschub zu und linear mit einer Vergrößerung des Schneideneckenradius ab. Die *Gleichung 2.28* gilt für Vorschübe bis $f \geq 0{,}08$ mm. Eine Vergrößerung der Schneideckenrundung bringt ebenfalls eine Verbesserung der Oberflächenqualität, muss jedoch relativ vorsichtig angewandt werden, da flache Schneiden (r_ε groß) bei beginnendem Verschleiß zum Rattern neigen.

Wird der Vorschub bei gleichbleibenden Eckenradius weiter verringert (z.B. f < 0,05 mm beim Drehen), so steigt die Rauheit der Werkstückoberfläche an. Aufgrund der Werkstoffelastizität und des Schneidenverschleißes wird im Bereich der Nebenschneide Werkstoff verdrängt, der anschließend teilweise elastisch zurückfedert. Durch diese Effekte entstehen die sogenannten Spanzipfel. Die tatsächliche Rautiefe ist durch die Bildung der Spanzipfel größer als die theoretisch berechnete Rautiefe. Beim Arbeiten mit kleinem Vorschub und großem Eckenradius darf beim Spanen eine bestimmte Schnitttiefe $a_{p\,min}$ nicht unterschritten werden.

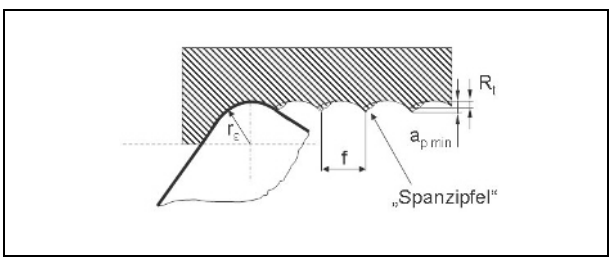


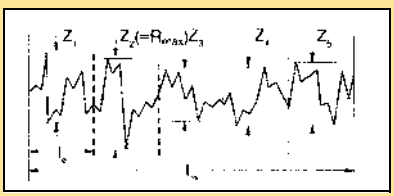
Bild 2.26 „Spanzipfeltheorie" beim Arbeiten mit kleinen Vorschüben

In folgender Tabelle sind die Zusammenhänge gebräuchlicher Rauheitskennwerte im Überblick dargestellt.

Rautiefe R_t (R_{max}), R_z

Maximale Rautiefe R_t (R_{max}) ist die größte Einzelrautiefe innerhalb der Gesamtmessstrecke l_m.

Mittlere Rautiefe R_z ist der Mittelwert aus den Einzelrautiefen Z_i aufeinander folgender Einzelmessstrecken l_e. Sie findet häufig in der Praxis Anwendung.



$$R_z = R_{zDIN} = \frac{1}{n} \cdot (Z_1 + Z_2 + \ldots + Z_n)$$

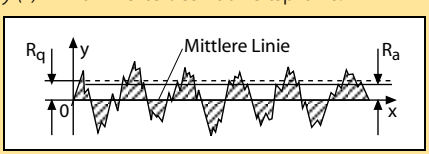
(Gl. 2.29)

Mittenrauwerte R_a, R_q

Arithmetischer Mittenrauwert R_a ist der arithmetrische Mittelwert der Beträge aller Profilwerte des Rauheitsprofils. Er findet häufig in der Praxis Anwendung.

Der quadratische Mittenrauwert R_q ist der quadratische Mittelwert aller Profilwerte des Rauheitsprofils.

$y\,(x)$ = Profilwerte des Rauheitsprofils.



$$R_a = \frac{1}{l} \cdot \int_0^l |y(x)|\,dx$$

(Gl. 2.30)

$$R_q = \sqrt{\frac{1}{l} \cdot \int_0^l |y(x)|\,dx}$$

(Gl. 2.31)

Tabelle 2.15 Ermittlung gebräuchlicher Rauheitskennwerte nach DIN

2 Moderne Fertigungstechnologien

Der wachsende Wettbewerbsdruck zwingt die Unternehmen dazu, technische Innovationen intensiver als je zuvor zu nutzen. Im Bereich der spanenden Fertigung liegen die Schwerpunkte bei der Verkürzung der Haupt- und Nebenzeiten (61 % der Fertigungskosten) und des wirtschaftlichen Einsatzes von Produktionsmitteln. Werkzeuge hingegen haben nur einen Kostenanteil von 3,5 %. Somit sind wesentliche Einsparungen am Gesamtfertigungsprozess nur durch Umsetzung und Nutzung des Zerspanungsvolumens zu erreichen (vgl. *Bild 2.27*).

Nutzung und Umsetzung der Potenziale über:

- Hochgeschwindigkeitszerspanung (High Speed Cutting – HSC)
  ⇨ hohe Spindeldrehzahlen, geringe Spindelleistung, hohe Maschinendynamik, niedrige Schnittkräfte,
- High Performance Cutting – (HPC)
  ⇨ geringere Spindeldrehzahlen, hohe Spindelleistung, geringe Maschinendynamik, hohe Schnittkräfte,
- Multi Task Cutting (MTC)
  ⇨ geringere Spindeldrehzahlen, niedrige Spindelleistung oder hohe Spindelleistung und instabile Verhältnisse, geringe Schnittkräfte
- Wirtschaftliche Kühlmittelstrategien
  (Trockenzerspanung, Minimalmengenschmierung, Kühlmittelhochdruck)
- Hartzerspanung
- Mikrozerspanung.

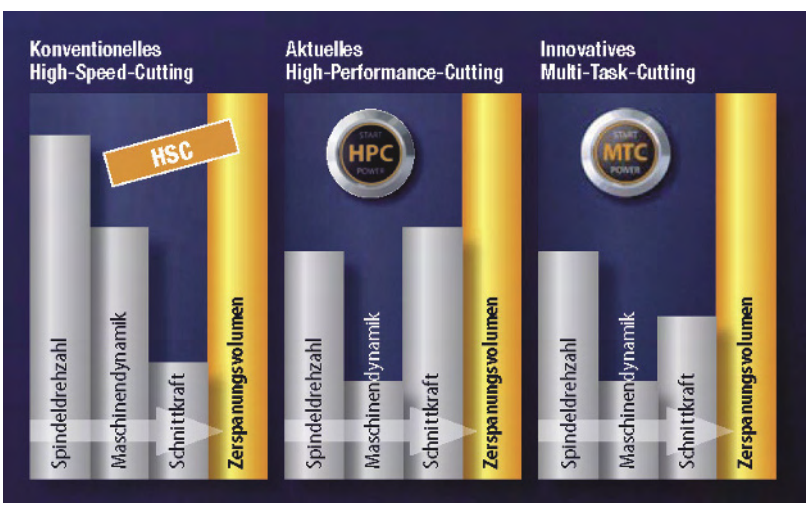


Bild 2.27 Effekte moderner Fertigungstechnologien bei gleichbleibendem Zerspanungsvolumen

2.1 High Speed Cutting (HSC)

High **S**peed **C**utting (Hochgeschwindigkeitszerspanung) ist ein Arbeiten mit deutlich erhöhter Schnittgeschwindigkeit v_c bei relativ geringen Schnitttiefen. Die Zuordnung des Begriffs zu bestimmten Schnittgeschwindigkeiten ist stets in Verbindung mit dem Bearbeitungsverfahren aber auch mit dem zu bearbeitenden Werkstoff zu sehen *(Bild 2.28)*.

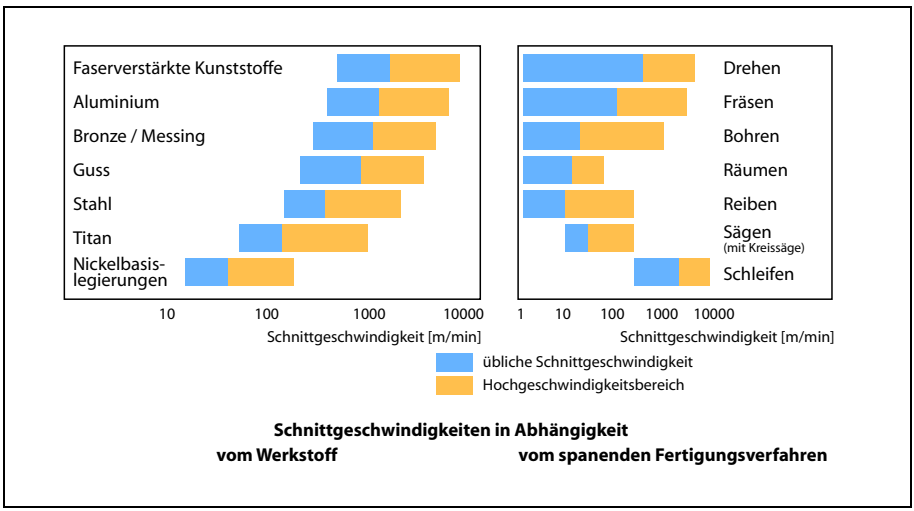


Bild 2.28 HSC-Schnittgeschwindigkeitsbereiche

Mit zunehmender Schnittgeschwindigkeit lassen sich folgende **Vorteile** nennen:

- Erhebliche Reduzierung der Hauptzeiten
- Erhöhtes spezifisches Spanvolumen um ca. 30 % möglich
- Erhöhung der Vorschubgeschwindigkeit um das 5- bis 10fache
- Reduzierung der Zerspankraft um mehr als 30 % möglich
- Schwingungsfreie Bearbeitung geometrisch komplizierter Bauteile möglich
- Spanende Endbearbeitung durch HSC möglich (Oberflächenqualität nahezu Schleifqualität, verzugsfreie Bearbeitung durch Abführung der Prozesswärme vorwiegend über die Späne)

Für den optimalen Einsatz dieser Technologie sind folgende Voraussetzungen zu schaffen:

Maschine:

- Spiel- und schwingungsarme Arbeitsweise
- Hohe Steife
- Leichtbau bewegter Teile
- Hohe Drehzahl und Rundlaufgenauigkeit der Spindel
- Realisierung hoher Vorschübe (Linearantriebe)

Werkzeug:

- Hohe Rundlaufgenauigkeit
- Hohe Wuchtgüte (Geometrie, Schaftgestaltung)
- Hohe Standzeiten (spezielle Schneidengeometrien und Beschichtungen)
- Große Steifigkeit

Werkzeugaufnahme:

- Hohe Rundlaufgenauigkeit
- Hydrodehn-, Präzisions- oder Schrumpffutter

Werkstück:

- Stabile und schwingungsfreie Aufspannung



Bild 2.29 GARANT-VHM-Schaftfräser zur HSC-Zerspanung (v_c bis 1000 m/min)

Höhere Standzeiten und bessere Oberflächengüten sind nur dann mit entsprechenden Schneidstoffen zu erzielen, wenn eine hohe Rundlaufgenauigkeit von der Spindel über die Werkzeugaufnahme bis zur Schneide realisiert werden kann. Insbesondere in der HSC-Bearbeitung ist dies eine unabdingbare Forderung. Das setzt allerdings nicht nur eine verbesserte Schaftgenauigkeit des Schneidwerkzeuges voraus, sondern auch Werkzeugaufnahmen, deren Spanntechniken so optimiert wurden, dass so wenig wie möglich Spannfehler auf die Schneide reproduziert werden (siehe auch Kapitel „Spannen").

Es sind eine Reihe von konventionellen Spanntechniken bekannt, wie Spannfutter für Spannzangen in unterschiedlichen Ausführungen oder Weldon/Whistle-Notch, die bereits für viele Einsatzbereiche durch die Hydrodehnspanntechnik verbessert wurden. Diese wird heute erfolgreich wegen ihrer hohen Rundlaufgenauigkeit und ihres einfachen Handlings in vielen Bereichen bis hin zur Hochgeschwindigkeitsbearbeitung eingesetzt.

Die Schrumpftechnik als eine weitere Methode zeichnet sich durch höchste Genauigkeit, sicheren Kraftschluss und hohe Steifigkeit aus und ist aufgrund der rotationssymmetrischen Bauform der Spannfutter insbesondere für die HSC-Bearbeitung geeignet. Es werden Rundlaufgenauigkeiten kleiner 0,003 mm bei 3 x D Auskraglänge sichergestellt. Bei Verwendung von rundlaufgenauen Werkzeugen können diese Genauigkeiten weitgehend auf die Schneide übertragen werden. Hierdurch gibt es deutliche Standzeiterhöhungen und eine Verbesserung der Oberflächenqualität (vgl. Kapitel „Spannen“).

Besonders bei der HSC-Bearbeitung sind die Fliehkräfte von besonderer Bedeutung. Sie belasten die Spindellagerung (Zerstörung der Spindel), verursachen Vibrationen, die die Oberflächenqualität negativ beeinflussen, verschlechtern die Fertigungsgenauigkeit und verkürzen die Werkzeugstandzeit. Fein- oder Feinstwuchten ist immer dann erforderlich, wenn optimale Arbeitsbedingungen erreicht werden sollen (Endbearbeitung).

Weitere Ausführungen zum Auswuchten und zur Wuchtgüte sind dem Kapitel „Spannen“ zu entnehmen.

2.2 High Performance Cutting (HPC)

Bei HPC steht im Gegensatz zur Hochgeschwindigkeitszerspanung (HSC) die **Optimierung des Zeitspanvolumens** (siehe auch Abschnitt 1.4.3) im Vordergrund, um eine Hauptzeitreduzierung zu erreichen. Sie schließt auch den Bereich niedriger Schnittgeschwindigkeiten bei deutlich höheren Vorschubwerten mit ein, da auch hierbei hervorragende Zeitspanvolumina erreicht werden können. Dafür werden **hohe Spindel-Leistungen** benötigt.

HPC beinhaltet auch eine Verkürzung der Nebenzeiten durch eine **Erhöhung der Positionier- und Eilgangsgeschwindigkeiten** sowie einer **Verringerung der Werkzeugwechselzeiten.**

HPC-Werkzeuge müssen sowohl den auftretenden Zerspanungskräften insbesondere bei einer HPC-Bearbeitung als auch z.B. ungünstigen Aufspannverhältnissen bei maximaler Leistung Rechnung tragen. Zusammen mit einer entsprechend konzipierten Maschinentechnik bieten HPC-/MTC-Werkzeuge die Grundlage für eine signifikante Produktivitätssteigerung in der spanenden Bearbeitung bei optimal erreichbaren Spanvolumen. Während sich der mögliche Vorschub im wesentlichen durch die Anzahl der Schneiden ergibt, ist die Schnittgeschwindigkeit durch den verwendeten Schneidstoff vorgegeben. Im nachfolgenden Abschnitt 3 werden wesentliche Entwicklungen und Potentiale von Schneidstoffen für Zerspanungswerkzeuge aufgeführt.



Bild 2.30 Zielstellungen mit HPC-/MTC-Werkzeugen

HPC am Beispiel Fräsen

Bei der Hartzerspanung wird die Vielschichtigkeit des Begriffes HPC besonders deutlich. Für extreme Vorschübe und dadurch erzieltes höchstes Zeitspanvolumens Q_c sowie reduzierte Bearbeitungszeiten bieten HPC-Hartmetallfräser die beste Voraussetzung. Durch die extreme Steife und die damit möglichen hohen Vorschubwerte sind diese Werkzeuge den Belastungen einer HPC gewachsen.

Bearbeitungsbeispiel:	**Fräsen ins Volle (1.0037)**
Werkstoff:	X2CrMnNiN17-7-5 (1.4371)
Werkzeug:	GARANT-VHM-Schaftfräser HPC (203000)
	Durchmesser 20 mm
Schnittdaten:	v_f = 1200 mm/min
	n = 2500 U/min
	a_e = 20 mm
	a_p = 15 mm



Ergebnis:

200 % Effizienzsteigerung

– Reduzierung der Hauptzeit von 140 min auf 40 min
– Erhöhung der Standzeit von 120 min auf 240 min
– Kurze, gleichmäßige Späne
– Präzises und schnelleres Fräsen
– Ruhiger und maschinenschonender Lauf

2.3 Multi-Task-Cutting (MTC)

Bei Multi Task Maschinen (MTM) wie z.B. Dreh-/Fräszentren, die einen rasant steigenden Trend im Maschinenbau verkörpern, liegt die Hauptleistung der Maschinen beim Drehen. Das Fräsen übernehmen Nebenspindeln mit wesentlich geringerer Leistung (*siehe Bild 2.31*).

Um die Vorteile der Multi Task Maschinen voll nutzen zu können, muss die Schneide der Werkzeuge so modifiziert werden, dass ein maximales Zerspanungsvolumen mit weniger Kräften realisiert wird. MTC-Werkzeuge benötigen gegenüber HPC-Werkzeugen **deutlich weniger Leistung für das gleiche Zerspanvolumen.** Sie kommen überall dort zum Einsatz, wo reduzierte Schnittkräfte gefragt sind wie z.B. bei der Bearbeitung sehr filigraner Bauteile, die nicht die nötige mechanische Steifigkeit für den Einsatz von HPC-Werkzeugen bieten. Ein weiteres Einsatzfeld sind instabile Spannverhältnisse, z.B. bei komplizierten Werkstückgeometrien. In diesen Fällen stoßen HPC-Werkzeuge an ihre Grenzen. Die Schnittwerte müssten dann korrigiert werden. Um das zu vermeiden und damit Kostensteigerungen zu verhindern, werden MTC-Werkzeuge eingesetzt. Sie eignen sich dank ihrer besonderen Geometrie zudem hervorragend für angetriebene Werkzeuge und Spindeln mit einer Leistung von weniger als 10 kW.



Bild 2.31 Einsatz von MTC-Werkzeugen in Multi-Task-Maschinen

Um die **Zerspanungsleistung zu beeinflussen**, setzen MTC-Werkzeuge an der Konstante **Geometrie (K_γ)** sowie der Konstante **Verschleiß (K_{ver})** an. Durch eine veränderte Geometrie erzeugen die Werkzeuge dabei ein Gesamtzerspanungsvolumen, welches mit reduzierter Schnittkraft (F_c) etwa so hoch ist wie bei einem vergleichbaren HPC-Werkzeug. Verdeutlichen lassen sich diese Zusammenhänge anhand nachfolgender Beziehung:

$$P_a = \frac{F_c \cdot v_c}{60000 \cdot \eta} = \frac{a_p \cdot f_c \cdot v_c \cdot k_c \cdot K_\gamma \cdot K_{ver} \cdot K_{Sch}}{60000 \cdot \eta} \qquad \text{(Gl. 2.32)}$$

P_a	Antriebsleistung [KW]	f_c	Schnittvorschub [mm/Z] mit $f_c = f_z \cdot \sin \varphi$
F_c	Schnittkraft [N]	k_c	Spezifische Schnittkraft [N/mm^2]
v_c	Schnittgeschwindigkeit [m/min]	K_γ	Konstante Geometrie
η	Wirkungsgrad	K_{ver}	Konstante Verschleiß
a_p	Schnitttiefe [mm]	K_{Sch}	Konstante Schneidstoff

Die **Schnittkraftreduzierung** wird durch zwei Veränderungen in der Geometrie bewirkt. Zum einen ist der Spiralwinkel größer als bei herkömmlichen HPC-Werkzeugen. Hinzu kommt die ungleiche Teilung der Spanwinkel, die eine Asymmetrie und damit Laufruhe erzeugen. Spezielle Beschichtungen verhelfen zusätzlich zur Steigerung der Prozesssicherheit.



Bild 2.32 Erforderliche Maschinenleistung bei MTC- und HPC-Werkzeugen

2.4 Trockenzerspanung und Minimalmengenschmierung

Der effektivste Ansatz die Zerspanung mit geometrisch bestimmter Schneide mit wirtschaftlichen Vorteilen und ökologischen Zielstellungen zu kombinieren ist die Trockenbearbeitung. Es ist eines der vieldiskutierten Themen in der Fertigungstechnik.

Ausgangspunkt ist die Erkenntnis, dass mit dem Einsatz und der Pflege sowie der Entsorgung der Kühlschmierstoffe enorme Kosten verbunden sind.

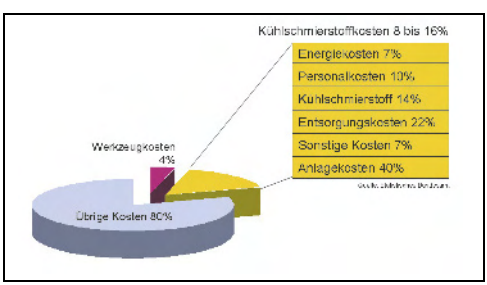


Bild 2.33 Kühlschmierstoffbedingte Kosten bei der Metallbearbeitung

Meist werden in den Firmen die mit dem Kühlschmierstoff (KSS)-Einsatz verbundenen Kosten, die über die Beschaffung und Entsorgung hinaus gehen, nicht erfasst. Dabei ist der mit dem KSS-Einsatz erforderliche Aufwand erheblich (*siehe Bild 2.33*). Der genaue Anteil der KSS-spezifischen Aufwendungen und Kosten ist stark vom jeweiligen Bearbeitungsverfahren, vom Maschinenpark und weiteren Randbedingungen abhängig. KSS-bedingten Kosten bewegen sich meist in einer Bandbreite von 2 bis 8% der Fertigungskosten. Also eine im Vergleich zu den Werkzeugkosten ähnliche Größenordnung bei der es sich lohnt, über optimierte Konzepte zur Verringerung der durch den Kühlschmierstoff verursachten Belastungen nachzudenken.

2.4.1 Notwendigkeit, Effekte und Besonderheiten

Die Trockenbearbeitung (vollständiger Verzicht auf jegliche Hilfsstoffe), zu der auch im weitesten Sinne die Minimalmengenschmierung (vgl. auch *Abschnitt 2.4.3*) gehört, hat innerhalb der letzten Jahre an Bedeutung gewonnen. Es wurden große Anstrengungen in Forschung und Entwicklung unternommen, was auch dazu führte, dass heute die meisten Werkstoffe in Abhängigkeit vom Fertigungsverfahren grundsätzlich trocken oder mit MMS bearbeitet werden können.

Ein alternatives, auf KSS verzichtendes Verfahrenskonzept muss die wesentlichen Aufgabenfelder wie Schmieren, Wärme- und Spänetransport gleichermaßen abdecken. Grundsätzliche Anforderungen für eine Realisierung der Trockenbearbeitung sind:

- Reduzierte Wärmeentstehung bei der Zerspanung
- Gewährleistung der Wärmeabfuhr (hoher Anteil über Späne)
- Gesicherte Spanabfuhr (weg von der Bearbeitungsstelle und aus der Maschine)
- Werkzeuge und Maschinen müssen an die Anforderungen der Trockenbearbeitung angepasst sein

Tabelle 2.16 zeigt die prinzipielle Eignung einzelner Verfahren zur Trockenbearbeitung. Die Aktivitäten haben verschiedene Entwicklungsstadien erreicht und müssen differenziert bewertet werden. Teilweise stellt die in der Tabelle wiedergegebene Lösung erst Grundlagenwissen dar (Räumen). Teilweise wird die Trockenbearbeitung schon in der Serienfertigung eingesetzt (z.B. Fräsen von Al-Knetlegierungen).

Werkstoff / Verfahren	Aluminium		Messing versch. Legierungen	Stahl			Grauguss
	Guss-legierung	Knet-legierung		Hochleg. Stähle Wälzlagerstahl	Automatenstahl Vergütungsstahl	Nichtrostende, VA-Qualitäten	GG20 GGG70
Bohren Beschichtung	MMS (Ti, Al)N	MMS ohne	Trocken/ MMS	MMS (Ti, Al)N MoS_2	Trocken/ MMS TiN	MMS PVD (Ti,Al)N	Trocken/ MMS TiN
Reiben Beschichtung	MMS (Ti, Al)N PKD	MMS ohne	—	MMS	MMS PKD-Leiste	—	MMS PKD-Leiste
Gewindeschneiden Beschichtung	MMS TiN	MMS	MMS	MMS TiN	MMS TiN	—	MMS Ti(C, N)
Gewindeformen Beschichtung	MMS CrN, WC/C	MMS	—	MMS	MMS Ti(C, N)	—	MMS
Tieflochbohren Beschichtung	MMS (Ti, Al)N MoS_2	MMS	MMS	—	MMS (Ti, Al)N+ Movic	—	MMS TiN
Drehen Beschichtung	Trocken/ MMS	Trocken/ MMS TiN	Trocken/ MMS	Trocken/ MMS TiN	Trocken/MMS TiN	MMS	Trocken TiN
Fräsen Beschichtung	MMS TiN+MbS_2	MMS ohne	Trocken/ MMS	Trocken/MMS (Ti,Al)N MoS_2	Trocken/MMS TiN	MMS	Trocken TiN
Wälzfräsen Beschichtung	—	—	—	Trocken/MMS (Ti,AlN MoS_2	Trocken/MMS TiN	—	Trocken TiN
Sägen Beschichtung	MMS TiN	MMS TiN	Trocken	MMS	MMS	MMS	Trocken

— keine prozesssicheren Anwendungsfälle bekannt bzw. keine Forschungsaktivitäten

Tabelle 2.16 Möglichkeiten der Trockenbearbeitung bei der Zerspanung mit definierter Schneide nach wbk. Karlsruhe (MMS = Minimalmengenschmierung siehe auch Abschnitt 2.4.3)

Gegenwärtig sind noch nicht alle Probleme beim Einsatz der Trockenbearbeitung gelöst. Weiterhin kann entprechend dem heutigen Stand der Technik auch noch nicht bei allen Fertigungsverfahren auf den Kühlschmierstoff völlig verzichtet werden (heutiger Marktanteil der Trockenbearbeitung bei 12%). Jedoch kann bei diesen Fertigungsprozessen schon die drastische Verringerung des Kühlschmierstoffes einen erfolgreichen Ansatzpunkt darstellen, um bestehende Probleme zu lösen.

Dennoch wird der Anteil der Trockenbearbeitung weiterhin steigen, da beim Aufbau neuer Fertigungslinien insbesondere in der Großserienfertigung überprüft wird, ob eine Trockenbearbeitung bzw. Minimalmengenschmierung möglich ist. Weiter reichende Vorteile einer Trockenbearbeitung/MMS lassen sich bei der Serienproduktion insbesondere erzielen, wenn dadurch eine Vereinfachung der Prozessabläufe möglich wird. Durch den KSS-Verzicht können in vielen Fällen nachfolgende Prozessschritte – im einfachsten Fall nur ein Reinigungsschritt – maßgeblich verbessert werden oder komplett entfallen. Die in solchen Fällen realisierbaren Kosteneinsparungen übertreffen den Aufwand zur Erprobung und Einführung der Trockenbearbeitung bei weitem. Aufgrund dessen wird zukünftig ein Marktanteil der Trockenbearbeitung in der Serienfertigung von 27% erwartet.

Eine Umstellung auf Trockenbearbeitung bzw. Minimalmengenschmierung kann auch für kleinere Firmen sinnvoll sein. Das hängt jedoch immer von der Situation der Bearbeitungsaufgabe im jeweiligen Einzelfall ab. Im Vorfeld liegen stets Betrachtungen zum komplexen Zusammenwirken von Bauteil, Werkstoff, Bearbeitungsverfahren, Werkzeug, Bearbeitungsbedingungen sowie Werkzeugmaschinen und ihren Einfluss auf den Prozess der Zerspanung. Die Umstellung auf Trockenbearbeitung bedarf in jedem Fall eines längeren Zeithorizonts. Sie wird in keiner Firma von heute auf morgen erfolgen können. In vielen Fällen wird die Trockenbearbeitung auch erst im Zusammenhang mit Neuinvestitionen von Werkzeugmaschinen möglich sein, weil die vorhandenen Maschinen nicht auf Trockenbearbeitung umrüstbar sind.

2.4.2 Trockenbearbeitungsgerechte Werkzeuge

Insbesondere die Entwicklungen im Bereich der Werkzeuge (Schneidstoffe, Beschichtungssysteme, optimierte Geometrien) haben die Anwendungsbereiche für die Trockenbearbeitung in den letzten Jahren erheblich erweitert.

Aufgrund der hohen Warmhärte und Warmverschleißfestigkeit eignen sich vor allem beschichtete Hartmetalle, daneben aber auch Schneidkeramiken, CBN- und Diamantwerkzeuge für die Trockenbearbeitung.

Mit geeigneten Schichtsystemen können auch HSS-Werkzeuge in der Trockenbearbeitung wirtschaftlich eingesetzt werden. Hierbei handelt es sich um eine Zerspanung mit niedrigen Schnittgeschwindigkeiten und mit hohen Anforderungen an die Zähigkeit des Substrates wie z.B. beim Gewindebohren.

Bei Verfahren mit unterbrochenem Schnitt, wie z.B. beim Fräsen, lassen sich mit Trockenbearbeitung hohe Standzeitvorteile erzielen, da an der Werkzeugschneide keine Thermoschockbelastung hervorgerufen durch Kühlschmierstoff mehr auftreten.

Eine große Bedeutung im Hinblick auf eine hohe Prozesssicherheit kommt der Entwicklung und dem Einsatz von Werkzeugen mit optimierten Geometrien zu. Insbesondere das Trockenbohren bereitet immer wieder Probleme. Kernproblem dabei ist die sichere Spanabfuhr aus der Bohrung. Einen erfolgversprechenden Ansatz stellen neben den Schichtsystemen Werkzeuge mit vergrößerten Spannuten dar.

Sehr gute Ergebnisse werden beim Bohren in Stahl mit TiAlN – TiN-Multilayer – Beschichtungen erzielt. Durch die „schmierende" Wirkung der weichen Gleitschichten verringert sich die Reibung zwischen Span und Werkzeug.

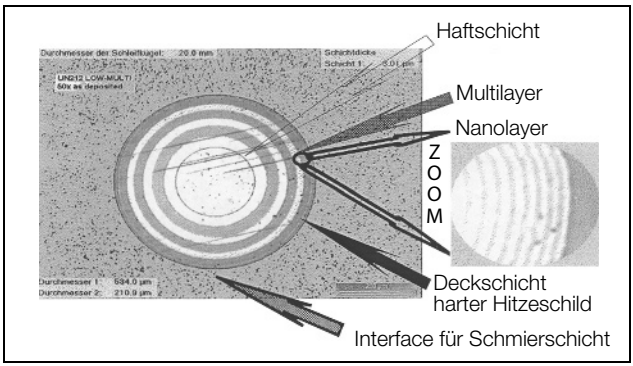


Bild 2.34 TiAlN-TiN-Multilayer-Struktur

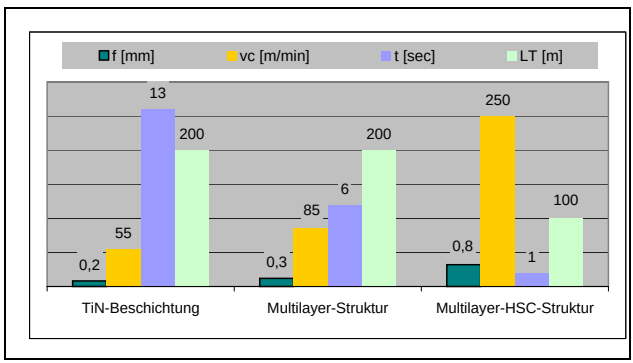


Bild 2.35 Erhöhung der Produktivität beim Trockenbohren von GG26Cr (L_T = Standweg)

2.4.3 Minimalmengenschmierung

Da eine reine Trockenbearbeitung aufgrund unzureichender Arbeitsergebnisse oft nicht durchführbar ist, wird als Kompromiss in der Praxis häufig die Minimalmengenkühlschmierung (Quasitrockenbearbeitung) eingesetzt. Geringe Mengen an Kühlschmierstoff verbessern das Arbeitsergebnis und sind eine Möglichkeit zur Reduzierung des KSS-Verbrauches.

Für die Zuführung einer äußerst geringen Menge an Kühlschmierstoff haben sich heute die Begriffe:

- Minimalmengen-(Kühl)schmierung MMKS (Schmierstoffmenge i. allg. **kleiner 50 ml/h**) und
- Mindermengen-(Kühl)schmierung MKS (Schmierstoffmenge i. allg. kleiner 120 l/h) durchgesetzt.

Allerdings ist die Kühlwirkung bei diesen KSS-Sytemen umstritten, so dass von vielen Autoren der Begriff **Minimalmengenschmierung MMS** favorisiert wird.

Beim Einsatz der Minimalmengentechnik sollte grundsätzlich zwischen der Art der Zuführung und der Art der Gemischaufbereitung unterschieden werden, da dieses für das Endergebnis von Bedeutung ist. Für die Zuführung der Schmierstoffes gibt es eine Vielzahl von Möglichkeiten, die für die Bohrbearbeitung in *Bild 2.36* dargestellt sind.

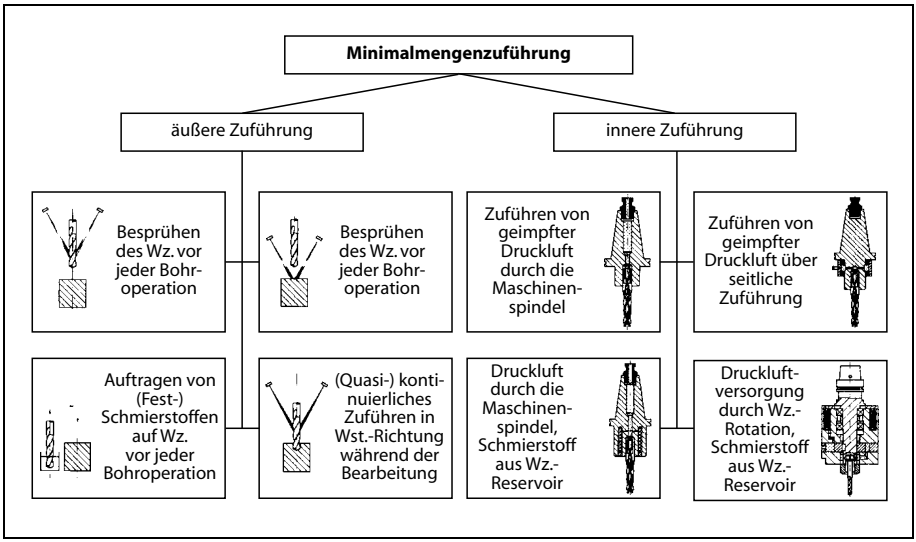


Bild 2.36 Minimalmengenzuführung bei der Bohrbearbeitung

2.5 Hartzerspanung



Bild 2.37 Fräsen von gehärtetem Stahl

Bei der Hartbearbeitung erfolgt eine spanabhebende Bearbeitung von Werkstoffen mit einer Härte im Bereich von 45 bis 64 (…70) HRC. Dabei können sowohl Verfahren mit geometrisch bestimmter als auch mit geometrisch unbestimmter Schneide sowie abtragende Verfahren zur Anwendung kommen. Im Allgemeinen wird aber der Begriff „Hartbearbeitung" nur für die Verfahren mit geometrisch bestimmter Schneide wie Hartfräsen, Hartdrehen usw. angewendet.

Durch das Hartfräsen wird es möglich, in günstigen Fällen in einer Aufspannung das Bauteil komplett zu bearbeiten und z. B. auf eine zeitaufwendige funkenerosive Bearbeitung gänzlich zu verzichten. Insbesondere kürzere Bearbeitungszeiten sind ebenso wie reduzierte Einricht- und Handhabungsvorgänge (Komplettbearbeitung mittels Hartfräsen) weitere Vorteile dieser Vorgehensweise. Erste erfolgreiche Anwendungen konnten z. B. ab Anfang der 90er Jahre bei der Bearbeitung von Schmiedegesenken nachgewiesen werden, wodurch die Funkenerosion dort zunehmend verdrängt wird. Die fortschreitende Entwicklung hat in den letzten Jahren im Werkzeug- und Formenbau auch bei Spritz- und Druckgussformen neue Potentiale eröffnet.

Aufgrund der hohen Komplexität der Spritz- und Druckgusswerkzeuge sind dem Hartfräsen jedoch hier durch eine Vielzahl an Versteifungsrippen sowie durch kleine Verrundungsradien bei großen Auskraglängen technologische Grenzen gesetzt. Unter derart ungünstigen Bedingungen kann eine Fräsbearbeitung selbst bei Härten von 50 HRC bereits Probleme hervorrufen. Demgegenüber sind einfachere Formengeometrien mit Werkstoffhärten bis 64 HRC bei geeigneter Prozessauslegung durch das Fräsen bearbeitbar. Demnach bildet die alleinige Berücksichtigung der Werkstoffhärte keine ausreichende Entscheidungsgrundlage für eine Verfahrensauswahl zwischen Hartfräsen oder Erodieren. Besondere Aufmerksamkeit muss deshalb gerade bei der Hartbearbeitung der Auslegung der Prozesse gelten. Wenn diese Randbedingungen berücksichtigt werden, eröffnen sich für diese Technologie weitere deutliche Wachstumschancen.

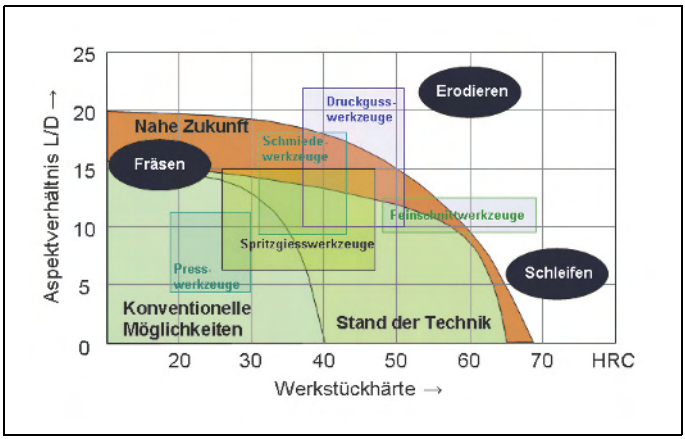


Bild 2.38 Perspektiven des Hartfräsens im Werkzeug- und Formenbau

2.5.1 Besonderheiten, Anforderungen und Potentiale

Die Hartbearbeitung ist gekennzeichnet durch besondere Spanbildungsmechanismen.

Harte Werkstoffe, beispielsweise gehärtete Stähle mit deren martensitischen Gefügestruktur (vgl. Kapitel „Werkstoffe“, *Abschnitt 2.1.2.3*), sind bei normalen Temperaturen und Drücken plastisch nicht verformbar. Somit kann sich bei der Spanbildung auch keine Scherebene oder Scherzone herausbilden (vgl. *Abschnitt 1.1*). Am Beginn der Werkstofftrennung bildet sich vor der Spanfläche ein Riss in der Werkstückoberfläche, der sich fortsetzt. Es entstehen Spansegmente, die überwiegend zum Sägespanzahn „zusammenbacken“. Bei der Hartzerspanung wirken Spanbildungsmechanismen, die im Vergleich zur Weichbearbeitung sehr hohe Schnittkräfte und Schnitttemperaturen verursachen.

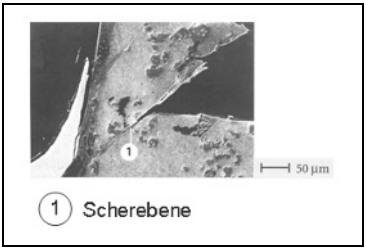


Bild 2.39 Spanwurzel einer gehärteten Eisen-Basislegierung

Die bei der Hartzerspanung auftretenden Beanspruchungen geben die Anforderungen an die dort einzusetzenden Schneidstoffe vor:

Beanspruchungen durch Hartzerspanung	Anforderungen an die Schneidstoffe
Hohe Einsatztemperaturen	Diffusionsbeständigkeit und Warmhärte
Hoher Druck nahe der Schneidkante	Biege- und Druckfestigkeit
Hohe Stoßbelastung im unterbrochenen Schnitt	Zähigkeit, Kantenfestigkeit

Tabelle 2.17 Anforderungen der Hartzerspanung an die Schneidstoffe

Während in der Vergangenheit bei der Bearbeitung von Werkstoffen mit Härtewerten über 60 HRC in der Regel die Funkenerosion oder als Feinbearbeitungsverfahren das Schleifen eingesetzt werden musste, können heute aufgrund der konsequenten Ausnutzung hochverschleißfester Schneidstoffe und tieferer Prozesskenntnisse die Fertigungsverfahren mit geometrisch bestimmter Schneide angewendet werden. GARANT bietet für die Hartzerspanung (Drehen, Schaft- und Wendeplattenfräsen, Bohren, Gewinden, Senken und Reiben) ein umfangreiches Sortiment an entsprechender Werkzeugtechnik an.

Damit die Potentiale der Hartzerspanung mit geometrisch bestimmter Schneide (z. B. Hartdrehen) gegenüber dem Schleifen voll wirksam werden können gilt es, neben der Weiterentwicklung der Schneidstoffe auch die Verfügbarkeit entsprechender Spannmittel und Maschinentechnik zu realisieren.

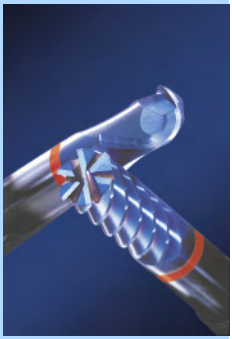
2.5.2 Hartzerspanung am Beispiel Fräsen

Die Dreh- und Fräsbearbeitung wird bereits industriell angewendet, wobei hochverschleißfeste Schneidstoffe wie polykristallines Bornitrid (PKB bzw. CBN) oder Al_2O_3-Mischkeramik eingesetzt werden können (vgl. auch Abschnitt 3 „Schneidstoffe“). Nachfolgend sollen einige Praxisbeispiele für das Hartfräsen aufgezeigt werden.

Hartfräsen von Toolox 44



Werkstoff: **Toolox 44** ist ein völlig neuartiger, durchgehärteter Werkzeugstahl mit 45 HRC. Kohlenstoff- und Schwefelanteil sind stark reduziert. Dem steht ein wesentlich höherer Siliziumanteil gegenüber. Der vom schwedischen Stahlhersteller SSAB Öxelsund entwickelte Werkstoff ist fertigwärmebehandelt.
Ein nachträgliches Härten nach der Bearbeitung entfällt, so dass kein Risiko durch Verformung oder Risse gegeben ist.



Vorteile für Werkzeug- und Formenbauer:

- Extrem formstabil und verschleißfest
- Sehr gute Zerspanbarkeit trotz 45 HRC
- Ideal für die Herstellung von Formen, Biegewerkzeugen sowie Verschleiß- und Konstruktionsteilen
- Reduzierter Zeitaufwand, geringe Kosten

Werkzeug: Wichtig sind vor allem scharfe Werkzeuge, zudem müssen Vibrationen bei der Bearbeitung vermieden werden.

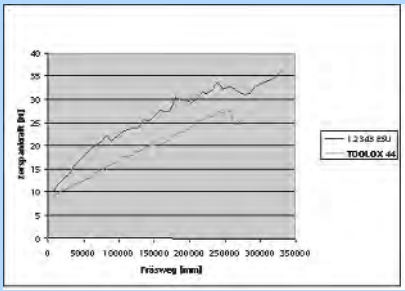
Kugelfräser $D = 6$ mm

Schnittdaten: $v_c = 150$ m/min $n = 22.208$ min^{-1}

$f_z = 0{,}08$ mm/Z $v_f = 3.553$ mm/min

$a_p = 0{,}2$ mm $a_e = 0{,}3$ mm

Ergebnis: Verschleiß: **VB = 0,1 mm nach 277 m Fräsweg**



Hartfräsen von Werkzeugstahl



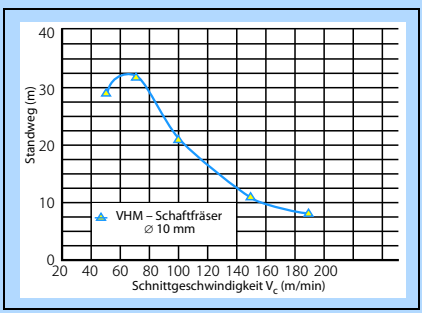
Werkzeug: GARANT-Feinstkorn-VHM-Schaftfräser
Durchmesser 10 mm, 6 Schneiden
TiAlN-Monolayer-Beschichtung
Rundlauftoleranz < 10 µm

Werkstoff: X155CrMoV12 1
(1.2379, Werkzeugstahl gehärtet auf 62 HRC)

Schnittparameter: f_z = 0,07 mm/Z v_c variabel
a_p = 10 mm a_e = 0,2 mm

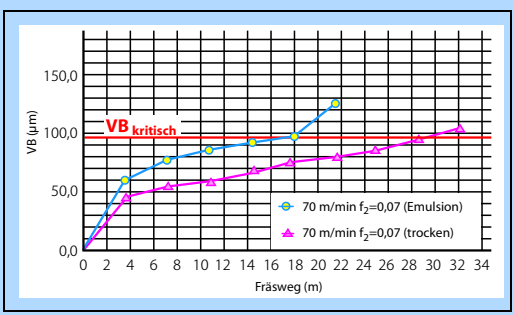
1. Ermittlung der opt. Schnittgeschwindigkeit für die Trockenzerspanung

Ergebnis:
v_c optimal bei 70 m/min
(vgl. Diagramm rechts)



2. Vergleich von Trocken- und Nasszerspanung

Ergebnis:
Trockenbearbeitung optimal
(vgl. Diagramm rechts)



Unter der Voraussetzung von stabilen Bearbeitungsmaschinen mit ausreichender Antriebsleistung lassen sich hohe Oberflächengüten erzielen.

2.6 Mikrozerspanung

Die Mikrozerspanung gewinnt im Zuge der Miniaturisierung von Bauteilen bzw. Bauteilstrukturen immer mehr an Bedeutung. Die Vorteile der Mikrozerspanung z.B. gegenüber der Ätztechnologie ergeben sich durch die flexible Formgebung und die hohen Bearbeitungsgeschwindigkeiten. Das gilt insbesondere bei geringen Stückzahlen. Um die Prozesssicherheit zu erreichen müssen eine Reihe von Rahmenbedingungen erfüllt werden. Die grundlegende Anforderung liegt in der Einhaltung von kleinsten Maßabweichungen und sehr geringen Oberflächenrauheiten.

Diese Ansprüche müssen mit Werkzeugen verwirklicht werden, die oftmals ein ungünstiges Durchmesser-Länge-Verhältnis aufweisen. Fräser mit einem Verhältnis von 1:50 sind beim Fräsen keine Seltenheit. So sind für Werkzeuge Ultrafeinstkorn-Hartmetalle auf Wolframkarbid-Basis mit einer scharfen Schneide optimal. Heute sind Werkzeuge mit definierten Schneidkantenverrundungen herstellbar, was maßgeblich zur Standzeitverbesserung beiträgt.

Diese Werkzeuge und der ganze Zerspanungsprozess stellen hohe Anforderungen an die Maschine, die außer einer hohen Genauigkeit und Dynamik auch gute Steifigkeits- und Dämpfungseigenschaften aufweisen müssen. Nur so können beste Oberflächengüten und hohe Werkzeugstandzeiten erreicht werden.

3 Schneidstoffe und Beschichtungen

3.1 Einteilung der Schneidstoffe

Allgemein werden an Schneidstoffe (aktiver Teil des Werkzeuges) folgende Anforderungen gestellt:

- Große Härte und Druckfestigkeit
- Hohe Biegefestigkeit und Zähigkeit
- Hohe Verschleißfestigkeit
- Hohe Temperaturbeständigkeit

Von der jeweiligen Bearbeitungsaufgabe ist abhängig, welche der genannten Anforderungen den Schwerpunkt bilden. Unterteilt können Schneidstoffe für die spanende Bearbeitung wie folgt werden:

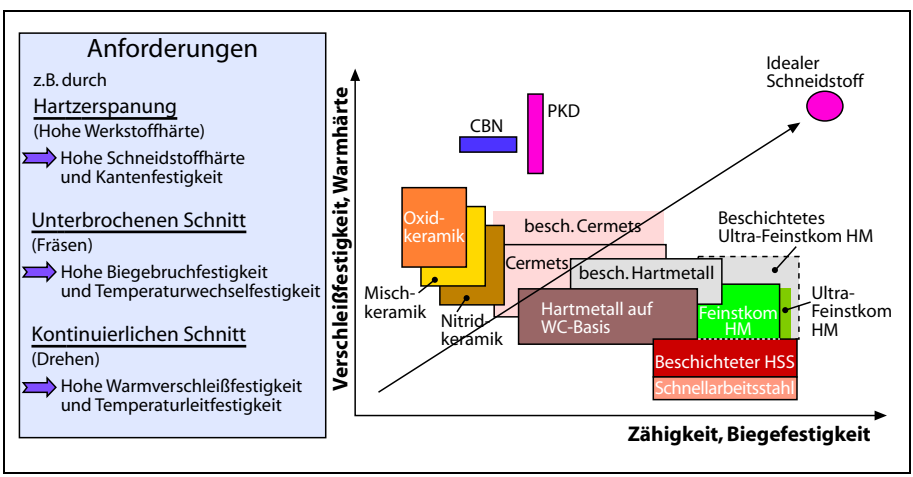


Bild 2.40 Eigenschaften gebräuchlicher Schneidstoffe

In *Tabelle 2.18* sind einige wichtige Eigenschaftskennwerte verschiedener Schneidstoffe dargestellt. Der Vergleich macht z.B. deutlich, dass Schnellarbeitsstähle und Hartmetalle gegenüber der Schneidkeramik und den superharten Schneidstoffen (CBN, PKD) eine wesentlich höhere Biegebruchfestigkeit bei geringerer Härte und Druckfestigkeit besitzen.

Eigenschaften	Schneidstoffe					
	Schnell-arbeits-stahl	Hartmetall			Schneid-keramik	Superharte Schneid-stoffe (CBN, PKD)
		P02–P40	M10–M40	K03–K40		
Dichte [g/cm^3]	8,0 bis 9,0	6,0 bis 15,0			3,2 bis 4,5	3,12 bis 3,5
Vickershärte HV30	700 bis 900	1.350 bis 1.650	1.350 bis 1.700	1.300 bis 1.800	1.350 bis 2.100	3.500 2)
Biegebruchfestig-keit [MPa]	2.500 bis 4.000	800 bis 1.900	1.350 bis 2.100	1.200 bis 2.200	400 bis 950	500 bis 1.100
Druckfestigkeit [Mpa]	2.800 bis 3.800	4.600 bis 5.100	4.400 bis 6.000	4.500 bis 6.200	3.500 bis 5.500 1)	7.600 3)
E-Modul [GPa]	260 bis 300	440 bis 560	540 bis 580	580 bis 630	300 bis 450	680 bis 840
Wärmeausdeh-nung [$10^{-6}K^{-1}$]	9 bis 12	5,5 bis 7,5	5,5	5,0 bis 5,5	3,0 bis 8,0	–

1) gilt für Oxydkeramik
2) gilt für CBN
3) gilt für PKD

Tabelle 2.18 Eigenschaften verschiedener Schneidstoffe bei Raumtemperatur

Im Folgenden werden wesentliche Schneidstoffe und deren Beschichtungen beschrieben. Nähere Angaben über Richtwerte und spezielle Anwendungen sind den Kapiteln „Bohren“ bis „Drehen“ zu den jeweiligen Fertigungsverfahren zu entnehmen

3.1.1 Hochleistungsschnellarbeitsstähle (HSS), PM-Stähle

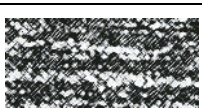
Hochleistungsschnellarbeitsstähle sind für Spiralbohrer, Senk- und Reibwerkzeuge, Fräser und Sägeblätter weit verbreitet. Auch für Formdreh- und Stechmeißel wird häufig Schnellarbeitsstahl verwendet. Einsatzbedingungen dafür sind:

- geringe Schnittgeschwindigkeiten
- meist Kühlung der Schneide unerlässlich
- niedrigere Verschleißfestigkeit gegenüber Hartmetallen
- hohe Warm- und Biegebruchfestigkeit
- günstige Kosten

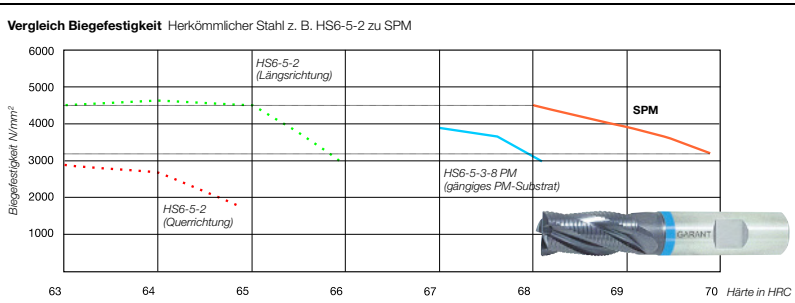
Eine Reihe bevorzugter Qualitäten sind in *Tabelle 2.19* dargestellt. Allgemein wird als **HSS** der Schnellarbeitsstahl HS 6-5-2 (1.3343) bezeichnet. Die Bezeichnung **HSCO** oder **HSS/Co** steht für den Werkstoff HS 6-5-2-5 (1.3243). Die höher legierten Schnellarbeitsstähle werden meist als **HSS-E** bezeichnet. Qualitätsverbesserungen lassen sich durch pulvermetallurgische Herstellungsstufen erzielen (**PM-Stähle**). Dabei wird der flüssige Stahl durch Düsen zerstäubt mit anschließender schnellen Erstarrung der Schmelze in feine Tropfen (Pulverform). Dabei bilden sich keine großen Primärkarbide (vgl. *Bild 2.41*, links oben). Zur Herstellung der Rohlinge wird das Pulver porenfrei unter hohem Druck und hoher Temperatur (Heißisostatisches Verfahren) gepresst. Es entsteht ein sehr feinkörniges Gefüge mit sehr guten mechanischen Eigenschaften, die das Verschleißverhalten deutlich verbessert. Das neue Substrat **SPM** enthält zudem wesentlich höhere Legierungsanteile. SPM verfügt damit über hervorragende Eigenschaften in Bezug auf **Härte** und **Zähigkeit** (s. *Bild 2.41*).



Gefügestruktur Pulvermetallurgisch:
Feine und homogen angeordnete Karbide



Gefügestruktur Konventionell:
große und zeilig angeordnete Karbide



Vergleich Biegefestigkeit verschiedener Hochleistungsstähle

Bild 2.41 Gefüge und Biegebruchfestigkeit verschiedener Hochleistungsschnellarbeitsstähle

In der nachfolgenden Tabelle werden die Legierungselemente und Leistungsmerkmale der einzelnen Hochleistungsschnellarbeitsstähle zusammengefasst.

Schneidstoff	Verwendung	Legierungsanteile [%]					
		C	W	Mo	V	Co	Cr
HSS	Allgemeine Anwendung	0,9	6,5	5,0	2,0	–	4,2
HSS mit ca. 5% Co (HSS/Co5)	Hohe Warmfestigkeit für höhere Schnittgeschwindigkeiten, Bohren: Bearbeitung von hochfesten Werkstoffen	0,9	6,5	5,0	2,0	4,8	4,2
HSS mit Co oder V (HSS/E)	Oberbegriff für HSS/Co5 und HSS/V3, besonders bei Gewindebohren	0,9 1,2	6,5 6,5	5,0 5,0	2,0 3,0	4,8 –	4,2 4,2
HSS mit 8% Co (HSS/Co8)	Besonders für unterbrochenen Schnitt wie z.B. bei Fräsarbeiten	0,9	6,5	5,0	2,0	8,0	4,2
HSS mit 10% Co bzw. 12,5% Co (HSS/Co10) (HSS/Co12,5)	Extrem hohe Warmfestigkeit für Bearbeitung von rost- und säurebeständigen Materialien beim Fräsen	1,2	9,3	3,6	3,2	10,0 12,5	4,2
Pulvermetallurgischer HSS-Stahl (PM)	Besonders für die Trockenbearbeitung und für höchste Belastungen beim Fräsen und Gewindebohren	1,3	6,5	5,0	3,1	8,5	4,2

Tabelle 2.19 Legierungs- und Leistungsgruppen der GARANT-Hochleistungsschnellarbeitsstähle

Eine der Bearbeitungsaufgabe entsprechend angepasste Beschichtung der HSS-Werkzeuge bewirkt eine weitere Leistungssteigerung bezüglich des Standvermögens. In *Bild 2.42* ist ein Beispiel dafür aufgeführt.

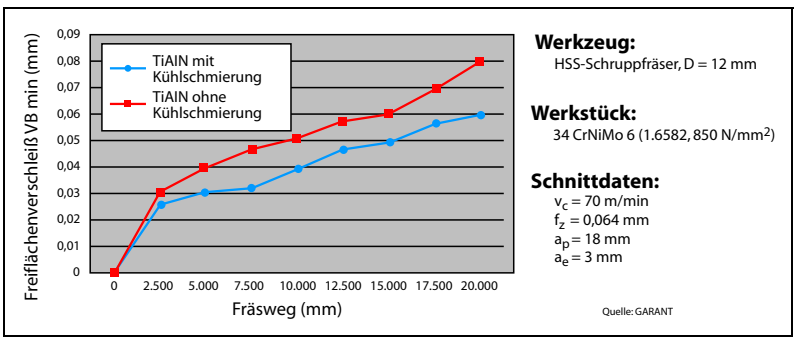


Bild 2.42 Einsatz einer TiAlN-Beschichtung beim HSS-Schruppfräsen

3.1.2 Hartmetalle (HM oder VHM)

Für die spanende Formung spielen insbesondere die Sinterhartmetalle, die aus einer Reihe unterschiedlicher Karbide und einem Bindemetall hergestellt werden, eine wesentliche Rolle. Hartmetalle werden üblicherweise entsprechend den ISO-Anwendungsgruppen unterteilt in:

- P für Bearbeitung langspanender Werkstoffe, wie Stahl, Stahlguss, rostfreier Stahl und Temperguss,
- M Sorte für lang- und kurzspanende Werkstoffe, wie austenitischer rostfreier Stahl, hitzebeständige Werkstoffe, Manganstähle, legierte Gusssorten usw.,
- K für Bearbeitung kurzspanender Werkstoffe, wie insbesondere Grauguss, aber auch für Hartbearbeitung bis 60 HRC sowie Nichteisen-Werkstoffe wie Aluminium, Bronze, Kunststoffe usw.
- N speziell für NE-Materialien wie z.B. Aluminium und Kunststoffe
- S für Bearbeitung schwer zerspanbarer Werkstoffe wie Titan und Titanlegierungen oder hitzebeständige Sonderlegierungen auf Eisen-, Nickel- und Kobaltbasis
- H für Bearbeitung gehärteter Stahl- und Gusseisenwerkstoffe

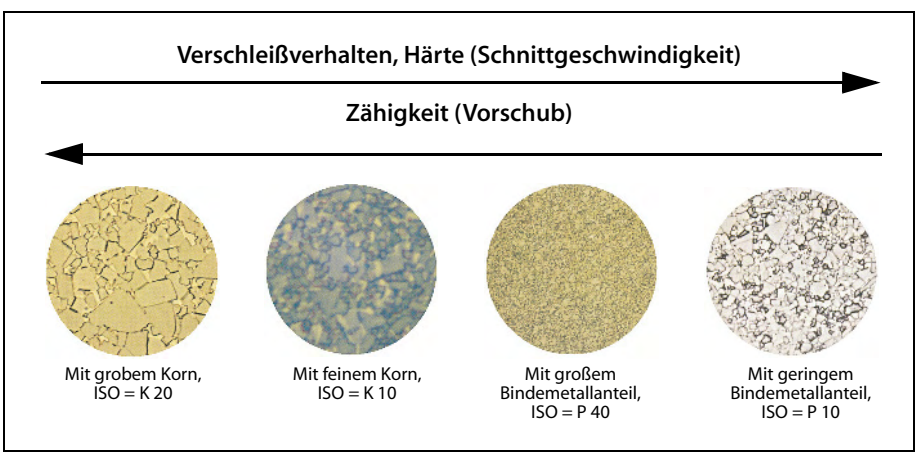


Bild 2.43 Gefügestrukturen unterschiedlicher Hartmetallsorten

Einsatzbedingungen:

- wesentlich höhere Standzeiten im Vergleich zu HSS
- höhere Verschleißfestigkeit
- höhere mögliche Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe (erhöhte Zeitspanvolumina)

Die in den konventionellen Hartmetallen enthaltenen Hartpartikel schwanken je nach Hersteller in einem Bereich zwischen 1 und 5 µm. Erfordern Bearbeitungsaufgaben scharfe Schneiden mit höchsten Anforderungen an die Zähigkeit, die Kanten- und Verschleißfestigkeit des Schneidstoffes, kommen die in der vergangenen Zeit verstärkt entwickelten Feinstkornhartmetalle (Korngröße 0,5 bis 0,8 µm) oder Ultrafeinkornhartmetalle (Korngröße 0,2 bis 0,5 µm) zum Einsatz. Diese Hartmetalle sind eine Weiterentwicklung auf der Basis WC-Co. Durch die verkleinerten Korngrößen werden bei diesen Hartmetallen Härte und Biegefestigkeit erhöht, ohne dass der Anteil an Cobalt verändert wird (allgemein gilt sonst: steigende Zähigkeit mit höherem Co-Gehalt).

Das GARANT-Feinstkorn-Vollhartmetall (Universal-VHM) besteht aus Feinstkornkarbiden mit einer Größe von ca. 0,3 µm. Mit diesen Feinstkornhartmetallen werden die Bereiche der P- bis K-Sorten überdeckt (vgl. auch *Bild 2.43*). Das Einsatzgebiet dieser Schneidstoffe liegt in der Zerspanung vergüteter und gehärteter Stähle, bei der Gusszerspanung, dem Bearbeiten von Faserverbund- und Nichteisenwerkstoffen.

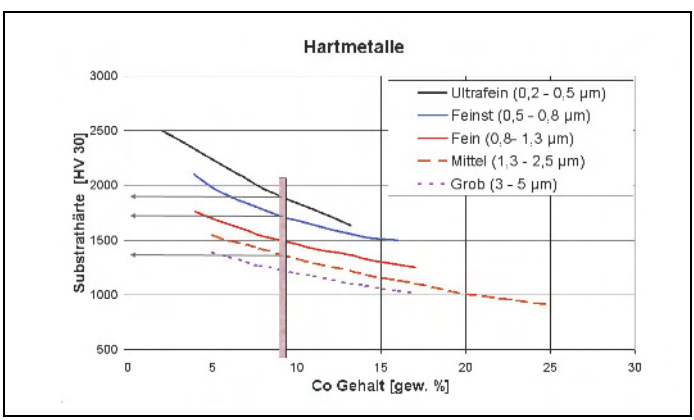


Bild 2.44 Eigenschaften verschiedener Hartmetall-Korngrößen

3.1.3 Cermets

Cermets sind titankarbidhaltige (TIC, TiCN) Hartmetalle. Es ist eine Verbindung aus keramischen Partikeln in einem metallischen Binder (**CER**amic-**MET**al).

Hervorzuhebende Eigenschaften der Cermets sind:

- Hohe Freiflächen- und Kolkverschleißfestigkeit
- Hohe chemische Stabilität und Warmhärte
- Geringe Neigung zur Aufbauschneidenbildung
- Geringe Neigung zu Oxidationsverschleiß

Mit ihrem langsamen Verschleißverlauf verfügen sie über lange Standzeiten und erzeugen ausgezeichnete Genauigkeiten und Oberflächengüten. Anwendung finden sie bei hohen Schnittgeschwindigkeiten, niedrigen Vorschüben und gleichmäßigen Schnitttiefen. Idealerweise sollten die Bearbeitungsbedingungen für einen optimalen Einsatz der Cermets relativ stabil sein, d.h. ihr Haupteinsatzfall ist der Schlichtbereich.

Die höhere Zähigkeit der Cermetsorten zum Fräsen gestattet ebenso das Bearbeiten von rostfreien und austenitischen Stählen. Verglichen mit dem Einsatzspektrum beschichteter wolframbasierter Hartmetalle nehmen die Cermets jedoch einen vergleichsweisen geringen Raum ein. Sie sind für gewisse Schlichtoperationen speziell bei „schmierenden" Werkstoffen jedoch eine gute Alternative.

Durch eine Beschichtung wird die Oberflächenhärte und damit der Widerstand gegen Abrieb gesteigert und die Bildung von Aufbauschneiden verringert. Cermets sind nur durch PVD beschichtbar (vgl. dazu auch weitere Ausführungen zu Beschichtungen).

Das GARANT-Cermet besteht aus Feinstkornkarbiden mit einer Größe von ca. 0,2 bis 0,4 µm. Dabei wurde der Anteil des Bindemittels Nickel der Anwendung als Vollcermet-Fräser oder als Wendeplatte prozentual genau angepasst. Insbesondere lassen sich damit Trockenschnitte im Schlichtbereich realisieren.

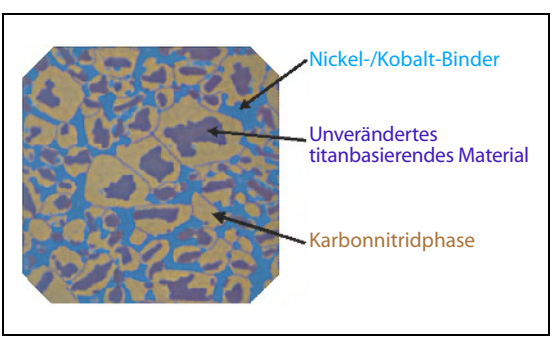


Bild 2.45 Gefügebild einer Cermet-Sorte

3.1.4 Polykristallines kubisches Bornitrid (PKB oder CBN)

Kubisches Bornitrid (CBN) kommt als polykristalliner Schneidkörper in drei unterschiedlichen Ausführungsformen zur Anwendung:

- als massive Wendeschneidplatte
- als Belag, aufgesintert auf eine Hartmetallunterlage
- als Schneidkörper, aufgelötet auf eine Hartmetallunterlage.

Eigenschaften:

- extreme Härte
- hohe Warmhärte bis zu Temperaturen von 2000 °C
- hoher Abrasivverschleißwiderstand
- relativ spröde, allerdings zäher und härter als Schneidkeramik
- gute chemische Stabilität während der Zerspanung

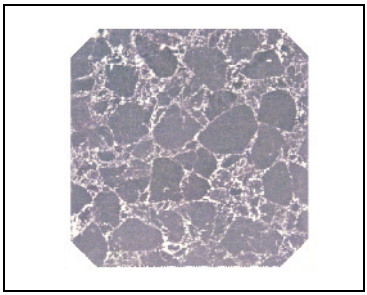


Bild 2.46 Mikrostruktur von kubischem Bornitrid (CBN)

Die Eigenschaften eines CBN-Schneidstoffes lassen sich durch Ändern der Kristallgröße, des Gehaltes und des Typs des Binders variieren. Ein niedriger CBN-Gehalt in Kombination mit einem keramischen Binder erzeugt eine bessere Verschleißfestigkeit und chemische Stabilität. Dieser Schneidstoff eignet sich besonders zur Endbearbeitung harter Stahlwerkstoffe und Gusseisenwerkstoffe.

Ein höherer Gehalt an CBN bewirkt eine höhere Zähigkeit. Sie kommen bevorzugt dort zum Einsatz, wo im Falle einer Grobzerspanung mit hohen mechanischen Schneidenbelastungen und mit hohen thermischen Beanspruchungen zu rechnen ist. Sie eignen sich in erster Linie zur Bearbeitung harter Gusssorten und hitzebeständiger Legierungen *(Bild 2.47* und *Tabelle 2.20)*.

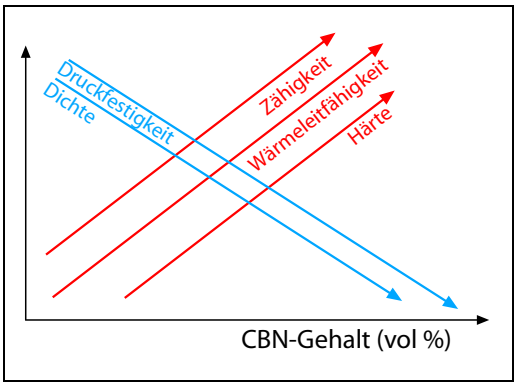


Bild 2.47
Eigenschaften von CBN-Schneidstoffen

	Niedriger CBN-Gehalt	Hoher CBN-Gehalt
Merkmale Eigenschaften	CBN-Gehalt < 60 % Niedrige Druckfestigkeit Niedrige Wärmeleitfähigkeit	CBN-Gehalt 80 bis 95 % Hohe Bruchzähigkeit Hohe Wärmeleitfähigkeit
Bevorzugter Einsatz	Fertigbearbeitung: ● gehärteter Stahl ● Gusseisen ● Hartbeschichtungen (auf Co-, Ni- und Fe-Basis)	Grobbearbeitung: ● Gehärteter Stahl ● Schalenhartguss ● Hartbeschichtungen (auf Co-, Ni- und Fe-Basis) Fertigbearbeitung: ● Schalenhartguss ● Perlitischer Grauguss

Tabelle 2.20 Einsatzfelder verschiedener CBN-Schneidstoffe

Zu den Einsatzfeldern des CBN gehören Schmiedestähle, gehärtete Stähle und Gusswerkstoffe, hitzebeständige Legierungen sowie kobalt- und eisenbasierte Pulvermetalle.

Es empfiehlt sich, CBN für die Bearbeitung harter Werkstoffe oberhalb von 45 bis 65 HRC einzusetzen. Sind die Werkstoffe zu weich, ist mit ungewöhnlich hohem Verschleiß zu rechnen. Mit CBN-Schneiden können weiterhin ausgezeichnete Oberflächengüten erreicht werden.

GARANT bietet nachfolgende Sorten von CBN-Schneidstoffen an:

- **CBN 710** Extrem verschleißfeste Sorte mit hoher Zähigkeit für einen kontinuierlichen Schnitt
- **CBN 720** verschleißfeste Sorte mit hoher Zähigkeit
- **CBN 725** Universeller Einsatz. Verschleißfeste Sorte mit höchster Zähigkeit, auch für unterbrochenen Schnitt

3.1.5 Polykristalliner Diamant (PKD)

Der Schneidstoff polykristalliner Diamant (PKD) ist das härteste Material. Die außerordentliche Härte ermöglicht es, hohem Abrasivverschleiß zu widerstehen. Die Standzeiten für eine Bearbeitung mit PKD liegen bis zu 100 mal höher im Vergleich zu Hartmetall. Trotz der positiven Effekte sind auch für PKD folgende Einsatzgrenzen vorhanden:

- Temperaturen der Zerspanungszone nicht höher als 600 °C
- Wegen Affinität nicht einsetzbar zur Bearbeitung von Eisenwerkstoffen
- Nicht geeignet für zähe hochfeste Werkstückwerkstoffe

Einsatzgebiete sind:

- Nichteisen- und nichtmetallische Werkstoffe
- Bearbeitungen, die eine hohe Genauigkeit und hohe Oberflächengüte erfordern

Aufgrund seiner Sprödigkeit erfordert PKD stabile Bearbeitungsbedingungen, steife Werkzeuge und Maschinen sowie hohe Schnittgeschwindigkeiten. Kühlschmiermittel stellen kein Problem für den Schneidstoff dar. Typisch für eine PKD-Anwendung sind Endbearbeitungsoperationen.

In *Bild 2.48* wird ein Kostenvergleich für die Graphitzerspanung mittels verschiedener Schneidstoffe gezeigt. Der Einsatz von PKD-Werkzeugen ermöglicht eine 10fach höhere Standzeit gegenüber dem Hartmetall-Werkzeug. Desweiteren weisen die Werkzeuge mit Diamantbeschichtung keine Unwuchten durch eingelötete Schneiden auf und garantieren somit eine erhöhte Rundlaufgenauigkeit der Schaftfräser.

Verdeutlicht wird, dass stets nur durch die gewissenhafte Bewertung der konkreten Einsatzbedingungen und Randbedingungen der kostenoptimale Schneidstoff ausgewählt werden kann.

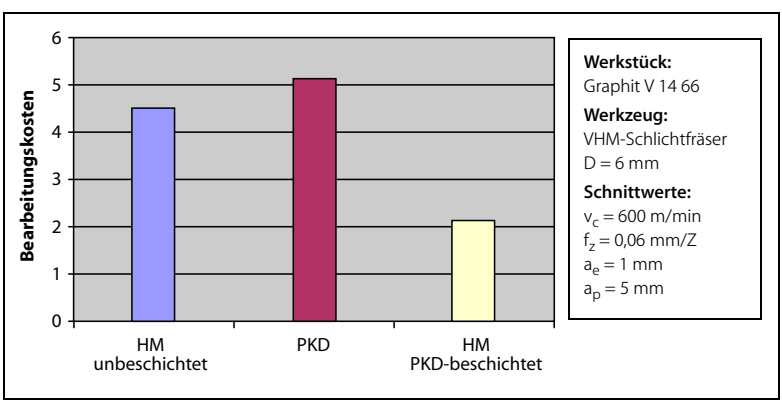


Bild 2.48 Zerspanung von Graphit

3.2 Beschichtungen

Beschichtungen beeinflussen den Zerspanungsvorgang wesentlich. Durch eine gewissenhafte, der Bearbeitungsaufgabe angepasste Auswahl einer geeigneten Beschichtung der Werkzeugschneide lassen sich folgende Vorteile erzielen:

- Standzeitverlängerung
- Geringere Schnittkräfte
- Höhere Schnitt- und Vorschubgeschwindigkeiten
- Verbesserte Oberflächenqualitäten
- Verbesserte Trockenbearbeitung
- Verbesserte Hartbearbeitung bis 68 HRC

3.2.1 Beschichtungsverfahren

Hartstoffschichten können sowohl auf chemischen als auch physikalischem Weg aufgebracht werden. Verfahrensvarianten sind das

- CVD-Verfahren (**C**hemical **V**apor **D**eposition) sowie das
- PVD-Verfahren (**P**hysical **V**apor **D**eposition).

Das **CVD-Verfahren** (Chemische Abscheidung aus der Gasphase) wird für die Beschichtung z.B. von Hartmetallen in großen Umfang eingesetzt. Für die Herstellung mehrlagiger Schichten ist es besonders geeignet, da die unterschiedlichen Schichtzusammensetzungen über die Gasphase leicht eingestellt werden können. Sie können in unterschiedlicher Dicke, Kombination und Reihenfolge auf die Oberfläche aufgetragen werden.

Mit dem weitgehend ausgereiften Hochtemperatur-CVD-Verfahren (HT-CVD) werden heute die meisten Hartmetall-Werkzeuge beschichtet. HT-Beschichtungen zeichnen sich durch sehr hohe Haftfestigkeit auf dem Substrat aus. Hartmetalle, die im klassischen HT-CVD-Vorgang beschichtet werden, zeichnen sich durch eine hohe Verschleißfestigkeit aufgrund relativ dicker (bis 12 µm beim Drehen und 6 µm beim Fräsen) Hartstoffschichten aus. Ein Nachteil besteht jedoch darin, dass die Zähigkeit der beschichteten Hartmetallkörper gegenüber dem unbeschichteten Substrat reduziert wird.

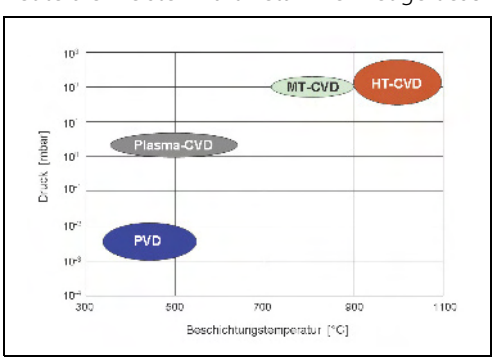


Bild 2.49 Beschichtungsverfahren

Die thermische Belastung des Schneidstoffes ist beim Mitteltemperatur-CVD-Verfahren (MT-CVD) aufgrund der niedrigeren Beschichtungstemperatur bei gleichzeitig höheren Abscheideraten geringer. Die Gefahr einer Entkohlung und damit die Entstehung ver-sprödeter Phasen nimmt bei Hartmetallsubstraten ab. Anwendung finden MT-CVD-beschichtete Hartmetalle durch die ausgezeichneten Zähigkeitseigenschaften vorzugsweise beim Fräsen.

Im Plasma-CVD-Prozess (P-CVD) erfolgt die Abscheidung feinkörniger Hartstoffschichten im Vergleich zu HT-CVD und MT-CVD bei niedrigeren Temperaturen. Da diese Temperaturen zur Bildung der Hartstoffe alleine nicht mehr ausreichen, wird dem Prozess durch ein gepulstes Plasma einer Niederdruckglimmentladung zusätzlich Energie zugeführt. Auf diese Weise werden chemische Reaktionen auch bei den niederen Temperaturen möglich. Durch das Absinken der Temperatur bleiben die Eigenschaften des Hartmetalls während des Beschichtens weitgehend unbeeinflusst. Die Eigenschaften P-CVD-beschichteter Hartmetalle wirken sich insbesondere positiv auf die Leistung beim Zerspanen höherfester Stahlwerkstoffe im unterbrochenen Schnitt aus.

Der Vorteil des **PVD-Verfahrens** (Physikalische Abscheidung im Vakuum) gegenüber dem CVD-Verfahren liegt in der Abscheidung hochschmelzender Stoffe bei niedrigen Temperaturen und einer damit verbundenen Substratschonung (Biegefestigkeit des Substrates bleibt aufgrund der niedrigen Beschichtungstemperaturen weitgehend unbeeinflusst). Ein weiterer Vorteil liegt in der geringeren Schichtdicke. Damit verbunden ist die Einhaltung einer relativ scharfen Schneidkante (Geringer Schneidkantenradius), wie sie besonders in der Fein- und Präzisionsbearbeitung gefordert werden.

3.2.2 Schichten

Neben verschiedenen konventionellen Hartstoffschichten, wie z.B. TiN oder TiAlN, gewinnen superharte Kohlenstoffschichten Dank ihrer einmaligen und herausragenden verschleiß-, reibungs- und korrosionsmindernden Eigenschaften immer mehr an Bedeutung. DLC-Schichten (Diamond Like Carbon) haben im Vergleich zu konventionellen TiN-Schichten den Vorteil einer guten Antihaftwirkung gegenüber verschiedensten Materialien. Obwohl sie eher mit der Struktur von Graphit verwandt sind, zeigen ihre Eigenschaften diamantartiges Verhalten. Trotz höchster Mikrohärte von 1500 bis 3000 N/mm^2 sind DLC-Schichten durchaus elastisch (Elastizitätsgrenze ca. 1,5%). Die DLC-Schichten können mit einem kohlenstoffhaltigen Plasma auf fast allen Metallen und Metalllegierungen, Leichtmetallen, Hartmetallen, aber auch auf Nichtmetallen (Silizium, Glas, Keramik, Kunststoff etc.) haftfest im CVD-Verfahren abgeschieden werden.

Beschichtungen eröffnen folglich die Möglichkeit, wesentlich höhere Standzeiten zu erzielen und zusätzlich höher vergütete Werkstoffe durch weniger harte, aber beschichtete Materialien zu ersetzen (z.B. DLC-Schichten auf zähen Werkzeugstählen ersetzen spröde Hartmetalle). In *Tabelle 2.21* sind verschiedene Eigenschaften ausgewählter Hartstoffschichten gegenübergestellt.

Die Auswahl der entsprechenden Schicht ist dabei stets der jeweiligen Bearbeitungsaufgabe anzupassen. **Geeignete Werkzeuge mit weiteren verfügbaren Beschichtungen** sind mittels Cutting Pilot und im aktuellen Katalog zu finden. Das TechnologyCenter der Hoffmann Group verfügt **des weiteren über einen Beschichtungsservice,** der es gestattet, nachgeschliffene Werkzeuge mit der Originalbeschichtung zu versehen bzw. unbeschichtete Neuwerkzeuge innerhalb weniger Tage zu beschichten. Dabei erfolgt eine individuelle Anpassung der jeweils gewünschten Beschichtung, um eine optimale Leistungsfähigkeit der Zerspanungswerkzeuge zu erreichen.

	Härte [HV]	**Maximale Anwendungstemperatur** [°C]
TiN	2.200	600
ZrN (ZOX)	2.800	600
TiCN	3.000	450
TiAlN	3.300	800
Diamant	10.000	600

Tabelle 2.21 Eigenschaften beschichteter Spezialwerkzeuge

Wichtige Eigenschaften der verschiedenen Schichten sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen. Verfahrensspezifische Richtwerte sind den Kapiteln „Bohren“ bis „Drehen“ zu entnehmen.

Schichttyp	**Eigenschaften**
TiN	Kolk- und Diffusionsbeständigkeit
TiCN	Härte, Zähigkeit
TiAlN	Warmhärte, Oxydationswiderstand
DLC	Härte, gute Gleiteigenschaften, Verschleißfestigkeit, Korrosionsbeständigkeit
Diamant	Härte, Verschleißfestigkeit

Tabelle 2.22 Herausragende Eigenschaften verschiedener Schichten

Noch umfangreicher kann den Anforderungen der Bearbeitungsaufgabe entsprochen werden durch den Einsatz von Mehrlagenbeschichtungen.

3.3 Schneidstoffübersicht

Als GARANT-Schneidstoffe kommen sowohl Hochleistungsschnellarbeitsstähle (HSS und PM) als auch verschiedene Hartmetalle bzw. Cermets (beschichtet und unbeschichtet) sowie CBN-Schneidstoffe für Dreh- und Fräsverfahren zum Einsatz.

3.3.1 GARANT Schneidstoffe zum Fräsen

	Sortenbeschreibung	P (Stahl)					M (Inox)				K GG(G)				N (Alu)		S (Ti)		H (HRC)		
		P01	P10	P20	P30	P40	M10	M20	M30	M40	K01	K10	K20	K30	(Alu)	(Alu)	(Ti)	(Ti)	55 <	60 <	67 <
Hartmetall beschichtet	Hochverschleißfeste Sorte für Hartbearbeitung bis 60 HRC. TiC / TiN-CVD-Mehrlagenbeschichtung.	HB 7505									HB 7505								HB 7505		
	Verschleißresistente Sorte für High-Speed-Bearbeitung in Stahl oder Aluminium.		HB 7510												HB 7510						
	Verschleißfeste Sorte für Trockenbearbeitung und höchste Schnittgeschwindigkeiten. (P10/20) (M10/20) Feinstkornsorte mit hochverschleißfester TiC / TiN-CVD-Mehrlagenbeschichtung.			HB 7520				HB 7520													
	Sorte für Nass- und Trockenbearbeitung und hohe Schnittgeschwindigkeiten. TiC / TiN-CVD-Mehrlagenbeschichtung. Für NC-Anbohrer mit TiCN-Beschichtung.			HB 7525 HB 7525				HB 7525 HB 7525													
	Zähe Sorte auch für Nassbearbeitung und moderate Schnittgeschwindigkeiten, ideal bei schwierigen, labilen Verhältnissen und in rostfreien Stählen. (P30/40) (M20/35) Feinstkornsorte mit TiAlN / TiN-PVD- bzw. TiAlN-Mehrlagenbeschichtung.				HB 7535 HB 7535				HB 7535 HB 7535									HB 7535 HB 7535				
	Kombination aus zähem Hartmetall und verschleißfester CVD-Mehrlagenbeschichtung für schwierige Bedingungen speziell in Rostfrei.			HB 7635				HB 7635													
	Hochverschleißfeste Sorte für Hartbearbeitung bis 60 HRC. TiC / TiN-CVD-Mehrlagenbeschichtung.	HB 7705									HB 7705								HB 7705		
	Verschleißfeste Sorte für die Gussbearbeitung. (P10) (K10/20) Hartmetall mit TiAlN-CVD-Beschichtung.		HB 7710									HB 7710									
	Verschleißfeste Sorte für hochlegierte Werkzeugstähle, Guss und Nickellegierungen für Nass- und Trockenbearbeitung.			HB 7720									HB 7720								
	Sehr zähe Sorte für Nass- und speziell Trockenbearbeitung von niederfesten Werkstoffen. (P30/40) (M20) Hartmetall mit TiAlN-CVD-Beschichtung.				HB 7735			HB 7735									HB 7735				
	Speziell für die Aluminiumbearbeitung bei hohen Schnittgeschwindigkeiten.														HB 7805						
	Für Superlegierungen wie Inconell 718 geeignet. Feinstkorngefüge mit einer besonders dicken TiAlN-PVD-Mehrlagenbeschichtung für erhöhte Bruchunempfindlichkeit.			HB 720				HB 720					HB 720				HB 720		HB 720		
	Feinstkorn-Vollhartmetall mit AlCrN-Beschichtung für den universellen Einsatz.				HB 730				HB 730				HB 730		HB 730		HB 730				
	Universelle Sorte mit Multilayerbeschichtung in neuester Nanotechnologie. TiN und AlN-Mehrlagenbeschichtung, extrem glatt und mit hohem Verschleißwiderstand.				HB 7830				HB 7830												
Cermet	Unbeschichtet. Sehr zähes und hochverschleißfestes Cermet für die Trockenbearbeitung bei geringen Schnitttiefen.	CU 7725						CU 7725													
Hartmetall unbeschichtet	Speziell für Alu, NE-Metalle und Kunststoffe, oft in hochglanzpolierter Ausführung (K10/20).														HU 7710						
	Zähe Sorte (P20/35) für niedrige Schnittgeschwindigkeiten.				HU 7730				HU 7730				HU 7730								
HSS – TiN	HSS-Stahl mit TiN-Beschichtung, hochzäh als Problemlöser.				HSS-TiN				HSS-TiN								HSS-TiN				
CBN	Verschleißfeste CBN-Sorte. Universeller Einsatz mit höchster Zähigkeit.																		CBN725		
Keramik beschichtet	Bearbeitung harter Werkstoffe bis 68 HRC und Grauguss.										KB 7205										KB 7205
Keramik unbeschichtet	Bearbeitung harter Werkstoffe bis 58 HRC und Grauguss. Unbeschichtete Silizium-Nitrid-Keramik.										KU 7205								KU 7205		
	Sialon-Keramik zum Schruppen hochwarmfester Werkstoffe und zur Gussbearbeitung.										KU 7410						KU 7410				
	Aluminiumoxid-Siliziumkarbid-Whisker-Keramik. Zum Schruppen und Schlichten exotischer Werkstoffe wie Inconell, Stellit.																KU 7415				
	Sialon-Keramik zur Gussbearbeitung bei hohen Schnittgeschwindigkeiten.										KU 7710										
PKD	Geeignet für NE-Metalle sowie nichtmetallische Werkstoffe . Bei ununterbrochenem Schnitt, hohen Schnittgeschwindigkeiten und niedrigen Vorschüben.														PKD						

3.3.2 KYOCERA – und Stellram –Schneidstoffe zum Fräsen

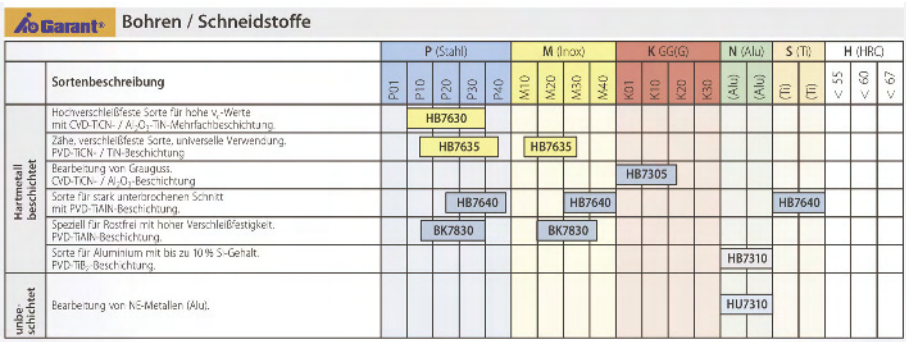
Stellram

	Sortenbeschreibung	P (Stahl) P01	P10	P20	P30	P40	M (Inox) M10	M20	M30	M40	K GG(G) K01	K10	K20	K30	N (Alu) (Alu)	(Alu)	S (Ti) (Ti)	(Ti)	H (HRC) < 55	< 60	< 67
Hartmetall beschichtet	Extrem verschleißfeste Hochleistungssorte für die Bearbeitung von Gusseisen. TiN-TiCN-Al_2O_3-CVD-Mehrlagenbeschichtung.											SC3025									
	Feinstkorn-Hartmetall für die Trockenbearbeitung bei hohen Schnittgeschwindigkeiten in legierten Stählen, rostfreien Stählen und Gusswerkstoffen. Nanostrukturierte TiAlN-PVD-Beschichtung.	SP1019					SP1019				SP1019				SP1019						
	Hohe Verschleißfestigkeit bei gleichzeitiger hoher Zähigkeit. Mittlere- / Schruppbearbeitung in unlegierten und legierten Stählen, rostfreien Stählen, hitzebeständigen Legierungen und Kugelgraphitguss. Nanostrukturierte TiAlN-PVD-Beschichtung.		SP6519					SP6519					SP6519					SP6519			
	Hochleistungssorte mit extremer Zähigkeit sowie Verschleißfestigkeit für höchste Zeitspanvolumen und Bearbeitung mit stark unterbrochenem Schnitt. Zum Einsatz in legierten, Werkzeug- und hochwarmfesten Stählen. TiAlN-PVD-Beschichtung.			X400															X400		
	Hochleistungssorte mit außergewöhnlicher Zähigkeit. Besonders geeignet für die Zerspanung von legierten, rostfreien und hochwarmfesten Stählen. Auch bei niedrigen und mittleren Schnittgeschwindigkeiten prozesssicher. TiN-TiC-TiN-CVD-Mehrlagenbeschichtung.				X500			X500						X500				X500			
	Feinstkornsorte für mittlere Fräsbearbeitungen in unlegierten, legierten, rostfreien und hochwarmfesten Stählen, Gusswerkstoffen und gehärtetem Stahl < 58 HRC. TiN-PVD-Beschichtung.		SFZ					SFZ					SFZ		SFZ		SFZ		SFZ		
	Fein- und mittlere Bearbeitung in unlegierten, legierten, rostfreien Stählen und Guss. Mittlere Bearbeitung bei hohen v_c und stabilen Bedingungen. TiN-TiCN-Al_2O_3-CVD-Mehrlagenbeschichtung.		MP91M					MP91M					MP91M							MP91M	
Hartmetall unbeschichtet	Feinstkornsorte mit hoher Verschleißfestigkeit für Aluminium und Nichteisenmetalle. Auch Vor- und Fertigschlichten in Grau-, Temper- und Kokillenguss und hochwarmfesten Legierungen.											GH1			GH1		GH1				
	Feinstkornsorte für Anwendungen in Aluminium und Guss.											GH2			GH2						

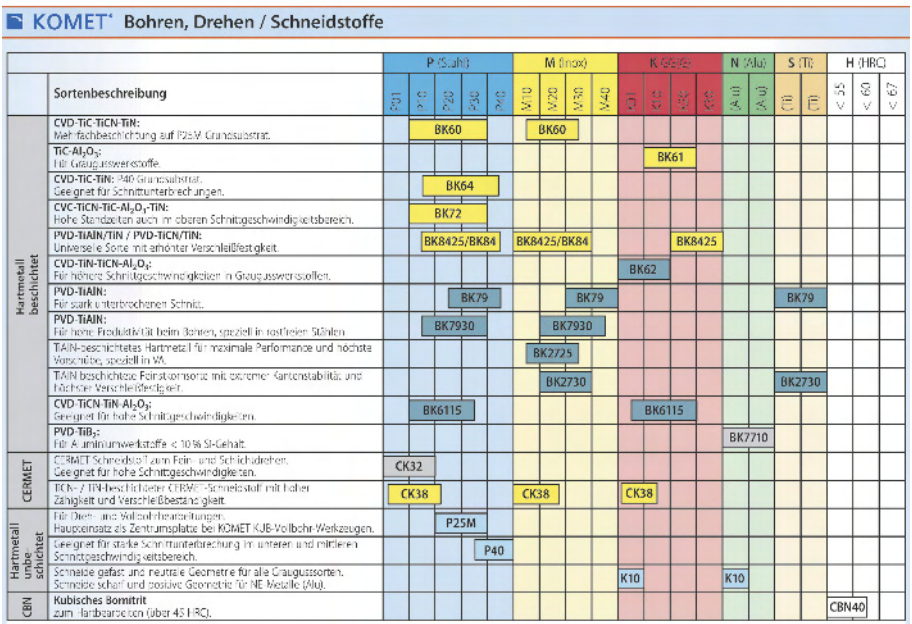
KYOCERA

	Sortenbeschreibung	P (Stahl) P01	P10	P20	P30	P40	M (Inox) M10	M20	M30	M40	K GG(G) K01	K10	K20	K30	N (Alu) (Alu)	(Alu)	S (Ti) (Ti)	(Ti)	H (HRC) < 55	< 60	< 67
Hartmetall beschichtet	Extrem zähes Hartmetallsubstrat mit **Megacoat**-Beschichtung (PVD). Für mittlere und schwere Bearbeitung von Stahl bei hohen Schnittgeschwindigkeiten. Überragende Verschleißfestigkeit und Oxidationsbeständigkeit.			PR1230																	
	Megacoat-Beschichtung (PVD) auf Feinkornsubstrat. Erste Wahl für universelle Anwendungen in Stahl und VA. Überragende Verschleißfestigkeit und Oxidationsbeständigkeit			PR1225				PR1225													
	Kombination aus **Megacoat**-Beschichtung (PVD) und speziellem Substrat für die Zerspanung von Grauguss und Gusseisen mit Kugelgraphit.											PR1210									
	TiN+TiCN+TiN (PVD) Mehrlagenbeschichtung. Geeignet für die Zerspanung von (un-)legierten, rostfreien, hochwarmfesten Stählen sowie Gusswerkstoffen.			PR0725				PR0725					PR0725					PR0725			
Hartmetall unbeschichtet	Verschleißfeste Feinstkornsorte mit besten Spanabfuhreigenschaften bei der Aluminiumbearbeitung. Hohe Härte und Zähigkeit														GW25						

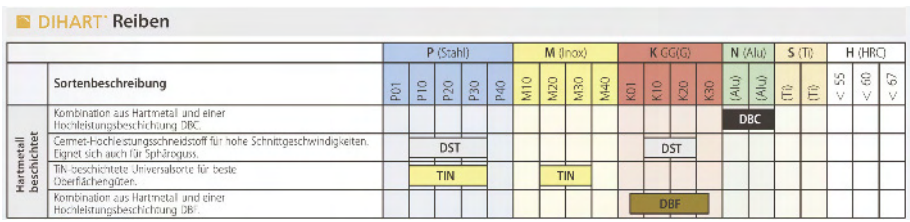
3.3.3 GARANT Schneidstoffe zum Bohren



3.3.4 KOMET Schneidstoffe zum Bohren und Drehen



3.3.5 DIHART-Schneidstoffe zum Reiben



3.3.6 GARANT-Schneidstoffe zum Drehen

	Sortenbeschreibung	P (Stahl) P01	P10	P20	P30	P40	M (Inox) M10	M20	M30	M40	K GG(G) K01	K10	K20	K30	N (Alu) (Alu)	(Alu)	S (Ti) (Ti)	(Ti)	H (HRC) 55 <	60 <	67 <
Hartmetall beschichtet	**1. Wahl** für allgemeine Stahlbearbeitung. **Zweifarbige HPC-Sorte** – für höchste Verschleißfestigkeit und schnelle Spanabfuhr (TiN / Al_2O_3 /TiCN, Mehrlagenbeschichtung).	HPC 7110																			
	Sehr zähe Universalsorte, speziell für GARANT S in 1. **1. Wahl** für alle Stähle und Rostfrei.				HB 7130			HB 7130													
	Genereller Einsatz für nicht bzw. leicht unterbrochenen Schnitt (Querbohrung) für Stahl bei höheren Schnittgeschwindigkeiten (TiAlN / Al_2O_3 / TiCN, Mehrlagenbeschichtung).		HB 7010									HB 7010									
	Sorte mit exzellenter Hitzebeständigkeit. PVD-AlTiN-Beschichtung. CVD-Beschichtung im Stechdrehen.			HB 7215									HB 7215								
	Äußerst verschleißfeste Sorte im Stechdrehen. PVD-Mehrlagenbeschichtung.		HB 7010				HB 7010				HB 7010										
	Spezielle Universalsorte (PVD-TiAlN-Mehrlagenbeschichtung).			HB 7020			HB 7020					HB 7020									
	Genereller Einsatz bei starker Schnittleistung. (TiCN / Al_2O_3 / Ti, Mehrlagenbeschichtung).			HB 7025			HB 7025														
	Anwendung bei mittlerer bis grober Zerspanung von Stahl. Für unterbrochene Schnitte (TiN / Al_2O_3 / TiCN, Mehrlagenbeschichtung).				HB 7035																
	Geeignet für hitzebeständige **Superlegierungen** auf Fe-, Ni- oder Co-Basis. Hohe Verschleißfestigkeit. Für kontinuierlichen Schnitt bei stabilen Einsatzbedingungen (TiAlN / AlCrN-Mehrlagenbeschichtung).																HB 7110				
	Spezielle Sorte für VA. Höchste Verschleißfestigkeit im kontinuierlichen Schnitt (TiN / Al_2O_3 / TiCN, Mehrlagenbeschichtung).						HB 7120										HB 7120				
	Spezielle Sorte **für VA zum Gewindedrehen.** Extra starke PVD-Mehrlagenbeschichtung.							HB 7125													
	Anwendung im **HPC**-Bereich für die Bearbeitung von Rostfrei. Spezielle PVD-Mehrlagenbeschichtung.								HPC 7135								HPC 7135				
	Spezielle Sorte für VA (geringe Schneidkantenverrundung, hohe Zähigkeit). PVD-TiN-Mehrlagenbeschichtung.								HB 7135								HB 7135				
	1. Wahl für Guss. Für kontinuierlichen und unterbrochenen Schnitt. (TiCN, Al_2O_3) CVD-Beschichtung. **HPC-Sorte.**										HPC 7105										
	Beschichtet mit TiAlN für höhere Verschleißfestigkeit. Ideal für höher siliciumhaltige Werkstoffe.														HB 70AL						
Cermet	**Unbeschichtet. Feinstschlichten und Schlichten** von Stahl und Guss bei höchsten Schnittgeschwindigkeiten.	CU 7033									CU 7033										
	Beschichtet. Zum Schlichten und Fertigdrehen von Stahl bei mittleren Schnittgeschwindigkeiten. **Auch für leicht unterbrochenen Schnitt (Querbohrung).**		CB 7035				CB 7035														
Hartmetall unbeschichtet	**Speziell für die Aluminiumbearbeitung,** hervorragende Verschleißfestigkeit und höchste Schneidkantenstabilität.														HU 70AL						
	Universeller Einsatz für die mittlere Bearbeitung in Stahl. Kostengünstige Alternative durch sehr gutes Preis- / Leistungsverhältnis.			HU 7020																	
CBN unbeschichtet	**Extrem verschleißfeste CBN-Sorte** für kontinuierlichen Schnitt.																		CBN710		
	Verschleißfeste CBN-Sorte mit hoher Zähigkeit.																		CBN720		
	Verschleißfeste CBN-Sorte mit höchster Zähigkeit, auch für unterbrochenen Schnitt.																		CBN725		
CBN beschichtet	Ideal für die kontinuierliche Drehbearbeitung von gehärtetem Stahl bei hohen Schnittgeschwindigkeiten. Sehr hoher Verschleiß- und Temperaturwiderstand. Exzellente Oberflächen (Al_2O_3 / TiN, Mehrlagenbeschichtung).																		BB 7210		
	Geeignet für kontinuierliche Bearbeitung bis leicht unterbrochenen Schnitt. Hohe Schneidkantenstelfigkeit, Verschleißfestigkeit (TiN / Al_2O_3 / TiAlN, Mehrlagenbeschichtung.																		BB7220		
Keramik beschichtet	Bearbeitung harter Werkstoffe bis 68 HRC und Grauguss.										KB 7205									KB 7205	
Keramik unbeschichtet	Bearbeitung harter Werkstoffe bis 58 HRC und Grauguss.										KU 7205								KU 7205		
	Sialon-Keramik zum Schruppen hochwarmfester Werkstoffe und zur Gussbearbeitung.										KU 7410						KU 7410				
	Aluminiumoxid-Siliziumkarbid-Whisker-Keramik. Zum Schruppen und Schlichten exotischer Werkstoffe wie Inconell, Stellit.																KU 7415				
PKD	**Polykristalliner Diamant,** Feinkorn. Sehr gute Schneidenschärfe, Verschleißfestigkeit und Zähigkeit. Zur allgemeinen Bearbeitung von NE-Metallen, NE-Werkstoffen mit geringen abrasiven Füllstoffen.														PKD						

3.3.7 KYOCERA – und Stellram –Schneidstoffe zum Drehen

KYOCERA

	Sortenbezeichnung	P (Stahl)					M (Inox)				K GG(G)				N (Alu)		S (Ti)		H (HRC)		
		P01	P10	P20	P30	P40	M10	M20	M30	M40	K01	K10	K20	K30	(Alu)	(Alu)	(Ti)	(Ti)	< 55	< 60	< 67
Hartmetall beschichtet	Beste Verschleißfestigkeit durch mikrokristalline Mehrlagenbeschichtung – TiCN + Al_2O_3 + TiN (CVD). Hochgeschwindigkeitsbearbeitung von Stahl.		CA5515																		
	Erste Empfehlung für die Bearbeitung von Stahl. Zähes Substrat in Verbindung mit einer TiCN + Al_2O_3 + TiN (CVD)-Mehrlagenbeschichtung für höchste Verschleißfestigkeit.			CA5525																	
	Zähe Sorte für die allgemeine Bearbeitung von Rostfrei. Sowohl für Schlicht- als auch Schruppoperationen. TiCN + Al_2O_3 +TiN (CVD).							CA6525										CA6525			
	1. Wahl für Drehbearbeitungen in Guss; von leichtem bis schwer unterbrochenem Schnitt. TiCN + Al_2O_3 (CVD).											CA4515									
	Für universelle Anwendungen in Stahl und rostfreiem Stahl. TiCN (PVD).			PR1025				PR1025													
	TiAlN (PVD)-Beschichtung auf Mikrokornsubstrat. Hohe Zähigkeit und Hitzeunempfindlichkeit für die Bearbeitung von VA bei unterbrochenem Schnitt.							PR1125										PR1125			
	Megacoat (PVD)-Beschichtung auf Mikrokornsubstrat. Für die allgemeine Bearbeitung von rostfreien Stählen.							PR1225													
Cermet	**Megacoat** (PVD)-Beschichtung auf Feinstkornsubstrat. Für die allgemeine Bearbeitung von Stahl.		PV7025				PV7025														
Hartmetall unbeschichtet	Bearbeitung von Nichteisenmetallen und Guss. WC + Co.										KW10				KW10		KW10				
CBN	Extrem hitzebeständiges CBN-Substrat. Speziell für Schlichtoperationen in gehärteten Stählen bei hohen Schnittgeschwindigkeiten. **Megacoat**																		KBN05M		
	Mikrokorn-CBN in Verbindung mit hochwarmfester **Megacoat**-Beschichtung für die Hochgeschwindigkeitsbearbeitung von gehärteten Stählen.																		KBN25M		
	Kombination aus einer zähen CBN-Schale und einem verschleißfesten, harten CBN-Kern. Auch für unterbrochenem Schnitt. **Megacoat.**																		KBN35M		
Keramik	Hohe Schnittgeschwindigkeiten bei der Bearbeitung von hochwarmfesten Legierungen. Al_2O_3 + ZrO_2 + Si_3N_4.																CF1				
	Für das mittlere Schruppen bis zur Finishbearbeitung von Guss und gehärteten Stählen. Al_2O_3 + TiC + **Megacoat.**										PT600M								PT600M		
	Geeignet für die Hochgeschwindigkeitsbearbeitung in Guss, auch bei unterbrochenem Schnitt, mit oder ohne Innenkühlung. Si_3N_4.											KS6000									

Stellram

Hartmetall beschichtet	Eine mit Kobalt angereicherte Sorte für mittlere bis Schruppbearbeitungen von Stahl, Rostfrei und Grauguss. TiN + TiCN + Al_2O_3 + TiN (CVD).			NL30				NL30				NL30					NL30				
	Besonders geeignet für die Bearbeitung von unlegiertem und legiertem Stahl mit exzellenter Verschleissfestigkeit. TiN + TiCN + TiN + Al_2O_3 + TiCN + TiN (CVD).		NL37																NL37		
	Kobaltangereicherte Sorte. Geeignet für mittlere bis Schruppbearbeitungen von rostfreiem Stahl und exotischen Legierungen. TiN + TiCN + Al_2O_3 + TiN (CVD).			NL40			NL40										NL40				
							NL40+										NL40+				
	Zähe Sorte mit hoher Schneidkantenstabilität bei der Bearbeitung von Stahl und rostfreiem Stahl. TiN + TiCN + Al_2O_3 + TiN (CVD).				NL92			NL92						NL92			NL92				
	1. Wahl bei der Bearbeitung von Grauguss, sehr verschleißfeste Sorte. TiN + TiCN + Al_2O_3 + TiN (CVD).										SC1519										
	Für die leichte bis Schlichtbearbeitung auch bei instabilen Bedingungen. TiAlN-Nanobeschichtung (PVD).	SP4019					SP4019					SP4019					SP4019				
	Kombination aus Mikrokorn und einer äußerst harten Oberfläche für die Hochgeschwindigkeitsbearbeitung bei bester Verschleißfestigkeit. Geeignet für abrasive Materialien. TiAlN-Nanobeschichtung (PVD).	SP0819					SP0819										SP0819				
	Verschleißfeste Sorte – CVD-beschichtet. Besonders geeignet für mittlere und Schruppbearbeitungen von legiertem Stahl, Rostfrei und exotischen Legierungen.		SC3038				SC3038				SC3038						SC3038				
	Eine zähe Sorte – CVD-beschichtet mit exzellenten Eigenschaften für die Schwerzerspanung. Besonders geeignet für die Schruppbearbeitung mit unterbrochenem Schnitt im legierten Stahl und rostfreiem Stahl.			SC6338				SC6338					SC6338								

4 Formelverzeichnis

Geschwindigkeit, Vorschub		
Drehzahl	$n = \frac{v_c \cdot 1000}{D \cdot \pi}$	D Durchmesser [mm] f Vorschub [mm/U] f_z Zahnvorschub [mm/Z] n Drehzahl [U/min] v_c Schnittgeschwindigkeit [m/min] v_f Vorschubgeschwindigkeit [mm/min] z Anzahl der Schneiden π 3, 14159...
Schnittgeschwindigkeit	$v_c = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000}$	
Vorschub pro Zahn	$f_z = \frac{f}{z} = \frac{v_f}{z \cdot n}$	
Vorschub pro Umdrehung	$f = f_z \cdot z$	
Vorschubgeschwindigkeit	$v_f = f_z \cdot z \cdot n$	
Zeitspanvolumen		
Zeitspanvolumen	$Q = A \cdot v_c$ **Drehen:** $Q = a_p \cdot f \cdot v_c = \frac{60000 \cdot P_c}{k_c}$ **Fräsen** (vereinfacht): $Q = \frac{a_e \cdot a_p \cdot v_f}{1000}$ **Bohren ins Volle:** $Q = \frac{D \cdot f \cdot v_c}{4}$ **Aufbohren, Senken:** $Q = \frac{(D - d^2) \cdot f \cdot v_c}{4 \cdot D}$	A Spanungsquerschnitt [mm^2] D Durchmesser außen [mm] F_c Schnittkraft [N] P_c Schnittleistung [kW] Q Zeitspanvolumen [cm^3/min] Q_c Spezif. Zeitspanvolumen [cm^3/kW-min] a_e Eingriffsbreite [mm] a_p Schnitttiefe [mm] d Durchmesser innen [mm] f Vorschub [mm/U] k_c Spezif. Schnittkraft [N/mm^2] v_c Schnittgeschwindigkeit [m/min] v_f Vorschubgeschwindigkeit [mm/min]
Spezifisches Zeitspanvolumen	$Q = \frac{Q}{P_c} = \frac{60000}{k_c}$	
Oberflächenkennwerte		
Theoretische Rautiefe	$R_t = \frac{f^2}{8 \cdot r_\varepsilon}$	R_t Theoretische Rautiefe [mm] f Vorschub [mm/U] r_ε Eckenradius [mm]

Kraft, Leistung und Moment beim Zerspanen

Bohren, Senken

$$A = b \cdot h$$

$$F_c = A \cdot k_c = b \cdot h \cdot k_c$$

$$k_c = \frac{k_{c1.1}}{h^m}$$

Bohren ins Volle:

$$b = \frac{D}{2 \cdot \sin\kappa_r} = \frac{a_p}{\sin\frac{\sigma}{2}}$$

$$h = \frac{f}{2} \cdot \sin\kappa_r = \frac{f_z \cdot z}{2} \cdot \sin\frac{\sigma}{2}$$

$$F_{cz} = \frac{D}{4} \cdot f \cdot k_c \cdot f_B$$

Aufbohren:

$$F_{cz} = \frac{(D-d)}{4} \cdot f \cdot k_c \cdot f_B$$

Senken:

$$F_{cz} = \frac{(d_{1max}-d)}{4} \cdot f \cdot k_c \cdot f_{Se}$$

$$P_a = \frac{P_c}{\eta} \qquad P_c = \frac{M_d \cdot n}{9550}$$

Spiralbohrer:

$$P_c = \frac{F_{cz} \cdot Z \cdot v_c}{2 \cdot 60000}$$

Bohren:

$$M_d = \frac{F_{cz} \cdot z \cdot \frac{D}{4}}{1000}$$

Aufbohren, Senken:

$$P_c = \frac{F_{cz} \cdot v_c \cdot \left(1 + \frac{d}{D}\right)}{60\,000}$$

$$M_d = \frac{F_{cz} \cdot z \cdot (D+d)}{4000}$$

A	Spanungsquerschnitt [mm]
D	Durchmesser außen [mm]
F_c	Schnittkraft [N]
F_{cz}	Schnittkraft pro Zahn (Schneide) [N]
M_d	Drehmoment [Nm]
P_a	Antriebsleistung [kW]
P_c	Schnittleistung [kW]
a_p	Schnitttiefe [mm]
b	Spanungsbreite [mm]
d	Durchmesser innen [mm]
d_{1max}	max. Außendurchmesser [mm]
f	Vorschub [mm/U]
f_z	Zahnvorschub [mm/Z]
f_B	Verfahrensfaktor Bohren (vgl. Tab. 3.1)
f_{Se}	Verfahrensfaktor Senken (vgl. Gl. 5.2)
h	Spanungsdicke [mm]
k_c	Spezif. Schnittkraft [N/mm^2]
$k_{c1.1}$	Spezif. Schnittkraft bei A = 1 mm^2 [N/mm^2]
m	Anstieg
v_c	Schnittgeschwindigkeit [m/min]
z	Anzahl der Zähne (Schneiden)
σ	Spitzenwinkel [°]
κ_r	Einstellwinkel [°]
η	Wirkungsgrad

Kraft, Leistung und Moment beim Zerspanen

Gewindebohren

$$A = \frac{P}{4}(D-d)$$

$$b = \frac{(D-d)}{4 \cdot \sin\kappa_r}(D-d) \qquad h = \frac{P}{z}\sin\kappa_r$$

$$F_c = \frac{P}{4} \cdot (D-d) \cdot k_c \cdot f_{Gs} \cdot K_{Ver}$$

$$k_c = \frac{k_{c1.1}}{h^m}$$

$$P_a = \frac{P_c}{\eta} \qquad P_c = \frac{M_c \cdot n}{9550}$$

$$M_c = F_c \cdot \frac{D+d}{4000}$$

Sägen

$$b = a_p \qquad h = f_z$$

Kreissägen:

$$f_z = \frac{A_s \cdot D \cdot \pi}{l \cdot v_c \cdot z \cdot 1000}$$

Bandsägen:

$$f_z = \frac{A_s \cdot T}{l \cdot v_c \cdot 1000}$$

$$F_{cz} = a_p \cdot f_z \cdot k_c \cdot f_{Sa} \cdot K_{Ver}$$

$$k_c = \frac{k_{c1.1}}{h^m}$$

$$F_c = F_{cz} \cdot z_{iE}$$

Kreissägen: $z_{iE} = \frac{\varphi_r \cdot z}{360}$

Bandsägen: $z_{iE} = \frac{l}{T}$

$$P_a = \frac{P_c}{\eta} \qquad P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{60\,000} \cdot z_{iE}$$

$$M_d = \frac{9554 \cdot P_c}{n}$$

A	Spanungsquerschnitt [mm²]
D	Flankendurchmesser [mm]
F_c	Schnittkraft [N]
M_d	Drehmoment [Nm]
K_{Ver}	Korrekturfaktor Verschleiß
P	Steigung [mm]
P_a	Antriebsleistung [kW]
P_c	Schnittleistung [kW]
b	Spanungsbreite [mm]
d	Vorbohrdruchmesser [mm]
f_{Gs}	Verfahrensfaktor (vgl. Bild 4.4)
h	Spanungsdicke [mm]
k_c	Spezif. Schnittkraft [N/mm²]
$k_{c1.1}$	Spezif. Schnittkraft bei A = 1mm² [N/mm²]
m	Anstieg
n	Drehzahl [U/min]
z	Anzahl der Schneidstollen
κ_r	Anschnittwinkel [°]
η	Wirkungsgrad

A_s	Spezif. Schnittfläche [mm²]
D	Durchmesser Sägeblatt [mm]
F_c	Schnittkraft [N]
F_{cz}	Schnittkraft pro Schneide [N]
M_d	Drehmoment [Nm]
K_{Ver}	Korrekturfaktor Verschleiß (vgl. Tab. 2.12)
P_a	Antriebsleistung [kW]
P_c	Schnittleistung [kW]
T	Zahnteilung [mm]
a_p	Schnitttiefe [mm]
b	Spanungsbreite [mm]
f_{Sa}	Verfahrensfaktor (vgl. Gl. 7.6)
f_z	Zahnvorschub [mm/Z]
h	Spanungsdicke [mm]
k_c	Spezif. Schnittkraft [N/mm²]
$k_{c1.1}$	Spezif. Schnittkraft bei A = 1mm² [N/mm²]
l	Schnittlänge [mm]
m	Anstieg
n	Drehzahl [U/min]
v_c	Schnittgeschwindigkeit [m/min]
z	Anzahl der Zähne (Schneiden)
z_{iE}	Zähne im Eingriff
φ_s	Schnittbogenwinkel [°]
π	3,14159...
η	Wirkungsgrad

Kraft, Leistung und Moment beim Zerspanen

Fräsen

$$A = b \cdot h_m$$

Stirnfräsen:

$$b = \frac{a_p}{\sin \kappa_r}$$

$$h_m = \frac{114{,}6°}{\varphi_s^\circ} \cdot f_z \cdot \sin \kappa_r \cdot \frac{a_e}{D}$$

Umfangsfräsen:

$$b = a_e \quad h_m = \frac{114{,}6°}{\varphi_s^\circ} \cdot f_z \cdot \frac{a_e}{D}$$

$$F_{cmz} = b \cdot h_m \cdot k_c \cdot K_\gamma \cdot K_v \cdot K_{Sch} \cdot K_{Ver}$$

$$k_c = \frac{k_{c1.1}}{h_m^m}$$

$$F_{cm} = F_{cmz} \cdot z_{iE} \quad z_{iE} = \frac{\varphi_s \cdot z}{360}$$

$$P_a = \frac{P_c}{\eta} \qquad P_c = \frac{F_{cmz} \cdot v_c \cdot z_{iE}}{60000}$$

$$M_d = \frac{9550 \cdot P_c}{n}$$

Kugelfräser

Effektiver Fräserdurchmesser

$$d_{eff} = 2 \cdot \sqrt{D \cdot a_p - a_p^2}$$

Effektive Schnittgeschwindigkeit

$$v_{ceff} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{1000} \cdot \sqrt{D \cdot a_p - a_p^2}$$

Zeilenfräsen

Zeilensprung

$$b_r = 2 \cdot \sqrt{a_p \cdot (D - a_p)}$$

Spiralförmiges Eintauchen

Vorschubgeschwindigkeit

$$v_f = \frac{n \cdot f_z \cdot z_{eff} \cdot (D_a - D)}{D_a}$$

A	Spanungsquerschnitt [mm]
D	Werkzeugdurchmesser [mm]
D_a	Durchmesser der Spirale [mm]
F_{cm}	mittlere Schnittkraft [N]
F_{cmz}	mittlere Schnittkraft pro Schneide [N]
K_γ	Korrekturfaktor Spanwinkel (vgl. Tab. 2.12)
K_v	Korrekturfaktor Schnittgeschwindigkeit (vgl. Tab. 2.12)
K_{Sch}	Korrekturfaktor Schneidstoff (vgl. Tab. 2.12)
K_{Ver}	Korrekturfaktor Verschleiß (vgl. Tab. 2.12)
M_d	Drehmoment [Nm]
P_a	Antriebsleistung [kW]
P_c	Schnittleistung [kW]
a_e	Eingriffsbreite [mm]
a_p	Schnitttiefe [mm]
b	Spanungsbreite [mm]
b_r	Zeilensprung [mm]
d_{eff}	effektiver Werkzeugdurchmesser [mm]
f	Vorschub [mm/U]
f_z	Zahnvorschub [mm/Z]
h_m	mittlere Spanungsdicke [mm]
k_c	Spezif. Schnittkraft [N/mm^2]
$k_{c1.1}$	Spezif. Schnittkraft bei A = 1 mm^2 [N/mm^2]
m	Anstieg
n	Drehzahl [U/min]
v_c	Schnittgeschwindigkeit [m/min]
v_{ceff}	effektive Schnittgeschwindigkeit [m/min]
z	Anzahl der Zähne (Schneiden)
z_{iE}	Zähnezahl im Eingriff
z_{eff}	effektive Zähnezahl
κ_r	Einstellwinkel [°]
φ_s	Schnittbogenwinkel [°]
π	3,14159...
η	Wirkungsgrad

Kraft, Leistung und Moment beim Zerspanen

Drehen

$$A = b \cdot h = a_p \cdot f$$

$$b = \frac{a_p}{\sin \kappa_r} \qquad h = f \cdot \sin \kappa_r$$

$$F_c = A \cdot k_c = b \cdot h \cdot k_c$$

$$k_c = \frac{k_{c1.1}}{h^m}$$

$$P_a = \frac{P_c}{\eta} \qquad P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{60\,000}$$

$$M_d = \frac{9550 \cdot P_c}{n}$$

A	Spanungsquerschnitt [mm^2]
F_c	Schnittkraft [N]
M_d	Drehmoment [Nm]
P_a	Antriebsleistung [kW]
P_c	Schnittleistung [kW]
a_p	Schnitttiefe [mm]
b	Spanungsbreite [mm]
f	Vorschub [mm/U]
h	Spanungsdicke [mm]
k_c	Spezif. Schnittkraft [N/mm^2]
$k_{c1.1.}$	Spezif. Schnittkraft bei A = 1 mm^2 [N/mm^2]
m	Anstieg
n	Drehzahl [U/min]
v_c	Schnittgeschwindigkeit [m/min]
κ_r	Einstellwinkel [°]
η	Wirkungsgrad

Schleifen

$$k_{cm} = \frac{k_{c1.1}}{h_m^m} \cdot f_{Schl} \cdot K_{Sch}$$

Rundschleifen

$$h_m = \frac{\lambda_{ke}}{q_s} \cdot \sqrt{a_e \cdot \left(\frac{1}{d_s} \pm \frac{1}{d_e}\right)}$$

Flachschleifen:

$$h_m = f_z \cdot \sqrt{\frac{a_e}{d_s}} = \frac{\lambda_{ke}}{q_s} \cdot \sqrt{\frac{a_e}{d_s}}$$

$$F_{cm} = F_{cmz} \cdot z_{iE}$$

$$F_{cm} = b \cdot h_m \cdot k_{cm}$$

$$z_{iE} = \frac{d_s \cdot \pi \cdot \Delta\varphi}{\lambda_{kc} \cdot 360}$$

$$\mu_c = \frac{F_n}{F_t}$$

$$P_c = \frac{F_{cm} \cdot v_c}{1000} = \frac{F_t \cdot v_c}{1000}$$

$$P_a = \frac{P_c}{\eta}$$

F_{cm}	mittlere Schnittkraft [N] je Schneide
F_{cmz}	mittlere Schnittkraft je Schneide [N]
F_n	Normalkraft [N]
F_t	Tangentialkraft [N]
K_{Sch}	Korrekturfaktor für Einfluss der Korngröße (vgl. Tab. 11.9)
P_a	Antriebsleistung [kW]
P_c	Schnittleistung [kW]
a_e	Arbeitseingriff [mm]
b	Spanungsbreite [mm] = wirksame Schleifbreite
d_s	Schleifkörperdurchmesser [mm]
d_W	Werkstückdurchmesser [mm]
f_{Sch}	Verfahrensfaktor (vgl. Tab 11.10)
f_z	Zahnvorschub [mm/Z]
h_m	mittlere Spanungsdicke [mm]
k_{cm}	mittlere spezif. Schnittkraft [N/mm^2]
$k_{c1.1}$	Hauptwert der spezif. Schnittkraft bei A = 1 mm^2 [N/mm^2]
m	Anstieg
v_c	Schnittgeschwindigkeit [m/min]
q_s	Geschwindigkeitsverhältnis (vgl. Seite Gl. 11.6)
λ_{ke}	effektiver Kornabstand [mm] (vgl. Seite Tab. 11.8)
μ_c	Kraftverhältnis
h	Wirkungsgrad
Δ_φ	Eingriffswinkel [°]

Hauptzeit		
Bohren, Senken, Reiben	$t_h = \frac{L}{f \cdot n}$ $L = l + l_a + l_u$ **Durchgangsbohrung:** $L = l + 3 + \frac{D}{2 \cdot \tan\left(\frac{\sigma}{2}\right)}$ **Grundbohrung:** $L = l + 1 + \frac{D}{2 \cdot \tan\left(\frac{\sigma}{2}\right)}$ **Senken:** $L = l + 6$ **Reiben:** $L = l + D$	D Werkzeugdurchmesser [mm] L Gesamtweg [mm] f Vorschub [mm/U] l Werkstückdicke [mm] l_a Anlaufweg [mm] l_u Überlaufweg [mm] n Drehzahl [U/min] t_h Hauptzeit [min] σ Spitzenwinkel [°]
Gewindefräsen	$t_h = \frac{L \cdot i}{f \cdot n}$ $L = \frac{7}{6} \cdot d \cdot \pi$	L Gesamtweg [mm] a_p Schnitttiefe [mm] d Gewindedurchmesser [mm] f Vorschub [mm/U] g Gangzahl des Gewindes i Anzahl der Schnitte n Drehzahl [U/min] p Gewindesteigung [mm] t Gewindetiefe [mm] t_h Hauptzeit [min] π 3,14159...
Gewindedrehen	$t_h = \frac{L \cdot i \cdot g}{p \cdot n}$ $i = \frac{t}{a_p}$	
Sägen	$t_h = \frac{A}{A_s}$	A zu trennender Querschnitt [mm^2] A_s spezifischer Spanungsquerschnitt [mm^2] t_h Hauptzeit [min]

Hauptzeit

Fräsen

$$t_h = \frac{L \cdot i}{v_f} = \frac{L \cdot i}{f \cdot n}$$

$$L = l + 2Z_l + l_a + l_u$$

Stirnfräsen

Schruppen:

Mittig

$$l_a + l_u = 3 + \frac{D}{2} - 0{,}5 \cdot \sqrt{D^2 - a_e}$$

Außermittig – Fräsermitte innerhalb Werkstück

$$l_a + l_u = 3 + \frac{D}{2} - \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - (a_e')^2}$$

Außermittig – Fräsermitte außerhalb Werkstück

$$l_a + l_u = 3 + \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - y^2} - \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 \cdot (a_e - y)^2}$$

Schlichten:

$$l_a + l_u = 3 + D$$

Umfangsfräsen

Schruppen:

$$l_a + l_u = 3 + \sqrt{D \cdot a_e - a_e^2}$$

Schlichten:

$$l_a + l_u = 3 + 2\sqrt{D \cdot a_e - a_e^2}$$

D	Werkzeugdurchmesser [mm]
L	Gesamtweg [mm]
Z_l	Bearbeitungszugabe [mm]
a_e	Eingriffsbreite [mm]
a'_e	spezif. Eingriffsbreite [mm]
f	Vorschub [mm/U]
i	Anzahl der Schnitte
l	Werkstücklänge [mm]
l_a	Anlaufweg [mm]
l_u	Überlaufweg [mm]
n	Drehzahl [U/min]
t_h	Hauptzeit [min]
y	Abstand zum Fräsermittelpunkt [mm]

Drehen

$$t_h = \frac{L \cdot i}{v_f} = \frac{L \cdot i}{f \cdot n}$$

Längsdrehen

$$L = l + l_a + l_u$$

$$L = l + 4$$

Plandrehen

Vollzylinder

$$L = l_a + \frac{D}{2}$$

Hohlzylinder

$$L = l_a + \frac{D - d}{2} + l_u$$

D	Werkstückaußendurchmesser [mm]
L	Gesamtweg [mm]
d	Werkstückinnendurchmesser [mm]
f	Vorschub [mm/U]
i	Anzahl der Schnitte
l	Werkstücklänge [mm]
l_a	Anlaufweg [mm]
l_u	Überlaufweg [mm]
n	Drehzahl [U/min]
t_h	Hauptzeit [min]

Hauptzeit

Schleifen

Rundschleifen

Längsschleifen:

$$t_h = \frac{L \cdot i}{f \cdot n_W}$$

$$L = l - \frac{1}{3} \cdot B$$

$$i = \frac{\Delta d_w}{2 \cdot a_e} + 8$$

Einstechschleifen:

$$t_h = \frac{L}{f_r \cdot n_w} = \frac{\frac{\Delta d_w}{2} + l_a}{a_e \cdot n_w}$$

Flach- und Planschleifen

Umfangsschleifen:

$$t_h = \frac{B_b \cdot i}{f \cdot n}$$

$$L = l_a + l + l_u$$

$$B_b = \frac{2}{3} \cdot B + b$$

$$n = \frac{v_w}{2 \cdot L}$$

$$i = \frac{Z}{a_e}$$

Stirnschleifen:

$$t_h = \frac{Z \cdot i}{f_a \cdot n}$$

B	Breite der Schleifscheibe [mm]
B_d	Weg der Schleifscheibe in Querrichtung [mm]
L	Weg der Schleifscheibe in Längsrichtung (Schleifweg bzw. Hublänge) [mm]
a_e	Zustellung pro Schliff bzw. pro Doppelhub [mm]
b	Werkstückbreite [mm]
Δd_W	Werkstückdurchmesserdifferenz [mm]
f	Vorschub (seitlich) [mm/DH]
f_a	Vorschub axial [mm/U] bzw. [mm/DH]
f_r	Vorschub radial [mm/U]
i	Anzahl der Schliffe
l	Werkstücklänge
l_a	Anlaufweg [mm]
l_u	Überlaufweg [mm]
n	Anzahl der Doppelhübe pro Minute [DH/min]
n_W	Werkstückdrehzahl [U/min]
t_h	Hauptzeit [min]
v_W	Werkstückgeschwindigkeit [mm/min]
Z	Bearbeitungszugabe [mm]

Inhalt



Tabellenverzeichnis – Einsatzwerte Bohren **170**

GARANT-Farbleitsystem: Maßstab für die gesamte Branche **172**

Werkzeugübersicht **174**

HSS-Spiralbohrer 174
VHM-Spiralbohrer 176
Werkzeugübersicht Bohren mit lösbarer Schneide 178

1 Einteilung der Bohrverfahren **179**

2 Spanungsgrößen beim Bohren **179**

2.1 Bohren ins Volle 180
2.2 Aufbohren 180

3 Kräfte, Drehmomente, Leistungsbedarf beim Bohren **181**

3.1 Schnittkraft 181
3.2 Drehmoment und Leistung 182
3.3 Weitere Zerspankraftkomponenten beim Bohren 184

4 Berechnung der Hauptzeit beim Bohren **185**

5 Bohrtiefen und Vorbohrdurchmesser **186**

5.1 Bohrtiefe 186
5.2 Vorbohrdurchmesser für das Aufbohren 186

6 HSS-Spiralbohrer **187**

6.1 Spiralbohrertypen 187
6.2 Anschliffarten und Schleiffehler 189

7 Vollhartmetall-Bohrer (VHM) **191**

8 Bohrer mit lösbarer Schneide **192**

8.1 Wechselkopfbohrer 192
8.2 Wendeplattenbohrer 192
8.2.1 Wendeplattenvollbohrer 192
8.2.2 Aufbohren mit zweischneidigen Wendeplattenbohrer 194
8.3 Ausspindeln mit Bohrstangen 195
8.4 Ausspindeln mit Feinverstellköpfen 196
8.5 „5 in 1“ Dreh- und Bohrwerkzeug 197

9 Einsatzbeispiele von GARANT-Bohrwerkzeugen 197

9.1 Einsatz von GARANT FS- Profilen bei HSS-Bohrern 197
9.2 Tieflochbohren mit GARANT VHM-Hochleistungsbohrern 199
9.3 Einsatz von MTC-Bohrer 201
9.4 Einsatz von Wendeplattenvollbohrern 202
9.4.1 Bohren mit KUB Quatron 202
9.4.2 Bohren mit KUB Centron 203

10 Einflüsse auf das Bohrergebnis und Störungsbeseitigung 204

10.1 Einflüsse auf das Bohrergebnis 204
10.2 Leitfaden zur Störungsbehebung beim Bohren 205

11 Richtwerte für den Einsatz von Bohrern 207

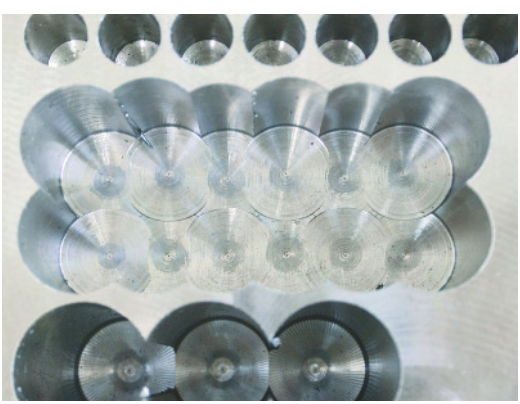


Tabellenverzeichnis – Einsatzrichtwerte Bohren

Bohrer		Schneidstoff / Beschichtung	Tab.-Nr.	Seite
Zentrierbohrer	111000–11540	HSS und HSS/E	3.10	208
NC-Anbohrer	112000; 112120	HSS/E	3.11	210
	112020; 112100, 112110; 112140–112170	HSS/E (beschichtet TiAlN)	3.12	212
Spiralbohrer	Kleinstbohrer 112300	HSS/E	3.13	214
		HSS und HSS/E	3.14	216
	113280; 114620	Pulverstahl PM (beschichtet TiAlN)	3.15	218
		HSS und HSS/E (beschichtet TiAlN oder TiN)	3.16	220
Zentrierbohrer	121000	Vollhartmetall	3.17	222
NC-Anbohrer	121020; 121070	Vollhartmetall	3.18	224
	121040; 121110	Vollhartmetall (beschichtet TiAlN)	3.19	226
Microbohrer	121220	Vollhartmetall (beschichtet TiAlN)	3.20	228
Stufenbohrer	125050–125120	Vollhartmetall (beschichtet TiAlN)	3.21	230
Spiralbohrer	121150	Hartmetall bestückt	3.22	232
	122100; 122250	Vollhartmetall	3.23	234
	122150; 122160; 122300; 122301	Vollhartmetall (beschichtet TiAlN oder TiN)	3.24	236
Hochleistungsbohrer	3/7/12xD HPC 4-Fasen-bohrer mit IK für Alu 122308; 122875; 123180	Vollhartmetall (beschichtet ZOX)	3.25	238
	4xD HPC, für gehärtete Stähle; 122305	Vollhartmetall (beschichtet TiAlN)	3.26	240
	4/6xD HPC 122440; 122500; 122760	Vollhartmetall (beschichtet TiAlN)	3.27	242
	4/6xD mit IK 122310; 122340; 122630	Vollhartmetall (beschichtet TiN)	3.28	244
	4/6xD mit IK 122380; 122650	Vollhartmetall (beschichtet TiAlN)	3.29	246
	4/6xD mit IK 122394; 122404; 122664	Vollhartmetall (beschichtet TiAlN)	3.30	248
	6xD, für Trockenbear-beitung, 122540	Vollhartmetall (beschichtet TiAlN)	3.31	250
	6xD HPC; mit 4 Kühlkanä-len; 122659	Vollhartmetall (beschichtet TiAlN)	3.32	252
	6xD HPC; 122670	Vollhartmetall (beschichtet TiAlN)	3.33	254
	6xD, für Bohren H7 122790	Vollhartmetall (beschichtet TiAlN)	3.34	256
	8xD mit IK 123101; 123106	Vollhartmetall (beschichtet TiAlN oder TiN)	3.35	258
	10xD HPC mit IK, 123110	Vollhartmetall (beschichtet TiAlN)	3.36	260
	12xD HPC mit IK, 123301; 123306	Vollhartmetall (beschichtet TiAlN oder TiN)	3.37	262
	16xD – 30xD HPC Alu-Tieflochbohrer mit IK 123588–123595	Vollhartmetall (beschichtet ZOX)	3.38	264
	16xD – 50xD HPC UNI-Tieflochbohrer mit IK 123688–123750	Vollhartmetall (beschichtet TiAlN)	3.39	266
	4xD für Aramid; 121230	Vollhartmetall	3.40	268
	5xD für CFK/GFK; 122512–122534	Vollhartmetall (beschichtet Diamant)	3.41	270

Fortsetzung Tabellenverzeichnis – **Einsatzrichtwerte Bohren**

Bohrer		Schneidstoff / Beschichtung	Tab.-Nr.	Seite
NC-Anbohrer 90° und 142°		Wendeschneidplatten	3.42	272
Spatenbohrer	5/8xD	HSS-Bohrereinsätze 2 effektive Schneiden	3.43	274
Wechselkopfbohrer	3/5xD KOMET KUB K2	Hartmetall-Bohrköpfe 2 effektive Schneiden	3.44	276
Wendeplattenvollbohrer	3xD MTC	Wendeschneidplatten (Hartmetall) 1 effektive Schneiden	3.45	278
	2/3/4xD KOMET Quatron	Wendeschneidplatten (Hartmetall) 2 effektive Schneiden	3.46	280
	4/5xD KOMET Pentron	Wendeschneidplatten (Hartmetall) 2 effektive Schneiden	3.47	282
	3xD KOMET Trigon	Wendeschneidplatten (Hartmetall) 1 effektive Schneide	3.48	284
	6/8xD KOMET Centron	Bohrkrone mit Zentrierspitze Wendeschneidplatten (Hartmetall) 1 effektive Schneide	3.49	286
Wendeplattenaufbohrer Doppelschneider	KOMET G01	mit Axialverstellung Wendeschneidplatten (Hartmetall) Geometrien WOEX, CCMT	3.50	288
		ohne Axialverstellung Wendeschneidplatten (Hartmetall) Geometrien WOEX, SOEX	3.51	296
Spindeln/Feinspindeln	KOMET B301/M302	Feinverstellkopf-System mit Feindreheinsätze Wendeschneidplatten	3.52	300
	KOMET M03 Speed	Feinverstellkopf-System Wendeschneidplatten	3.53	302
	KOMET M05 MicroKom hi.flex	Feinspindelset Wendeschneidplatten	3.54	304
	KOMET M020	Präzisions-Feinbohrkopf-Set Wendeschneidplatten	3.55	306
	GARANT „5 in 1“	Dreh- und Bohrwerkzeug Wendeschneidplatten	3.56	308



GARANT Farbleitsystem –

Maßstab für die gesamt Branche

Mit innovativen Entwicklungen setzen wir mit GARANT immer wieder neue Akzente.

So haben wir u. a. für unsere Exklusiv-Marke GARANT ein spezielles Farbringsystem zur einfachen und schnellen Unterscheidung von Zerspanungswerkzeugen entwickelt. Diese Farbcodierung ist im Markt bereits Standard geworden. Das spricht deutlich für unsere hohe Kompetenz und die besondere Qualität von GARANT Profiwerkzeugen.



Gelbring = für Stahl bis 500 N/mm², Alu und Magnesium



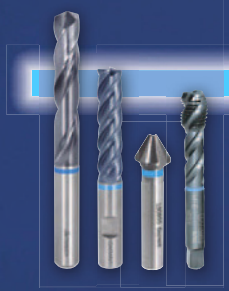
- Weiche, langspanende Stähle
- Kupfer und Kupferlegierungen
- Messing langspanend
- Aluminiumlegierungen langspanend
- Thermoplastische Kunststoffe
- Faserverstärkte Thermo- und Duroplaste bis 30 % Faseranteil
- Honeycombs



Rotring = für Stahl bis 1100 N/mm² bzw. 1400 N/mm²



- Für hochfeste und vergütete Stähle
- Feinstkornbaustahl
- Kurzspanende Werkzeugstähle
- Kupfer und Kupferlegierungen hart
- Bronze kurzspanend



Blauring = für rostbeständige Stähle



- Säurebeständige Stähle (V4A) schwerspanbar
- Kupfer und Kupferlegierungen weich
- Bronze langspanend
- Alu-Gusslegierungen (z.B. AlSi9Mg)
- Automaten- und Werkzeugstähle bis 750 N/mm²
- Baustähle



Pinkring = für Titan und exotische Legierungen

- Werkzeugstähle
- Hochfeste Stähle über 1100 N/mm²
- Mangan Hartstähle
- Schwerspanbare Stähle (Hastelloy, Inconell)
- Duroplastische Kunststoffe





Weißring = für Grauguss, Messing und Bronze

- Bronze kurzspanend
- Magnesium und Magnesiumlegierungen
- Kunststoff hart
- Messing kurzspanend





Schwarzring = für Composites und Graphit

- Thermo- und Duroplaste
- CFK / GFK, Faserverstärkte Thermoplaste bis 30 % Faseranteil
- Hybride, Honeycombs, MMC's
- CFK, GFK, Faserverstärkte Duroplaste bis 80 % Faseranteil
- Graphit





Grünring = für universellen Einsatz

- Gutspanende Stähle bis 750 N/mm²
- Vergütete Stähle bis 1100 N/mm²
- Rostbeständige Stähle bis 750 N/mm²
- Kupfer und Kupferlegierungen hart
- Messing langspanend
- Alu-Legierungen kurz- und langspanend
- Grau- und Temperguss
- Zink- und Magnesiumlegierungen
- Baustähle, weich, langspanend



Werkzeugübersicht HSS-Spiralbohrer

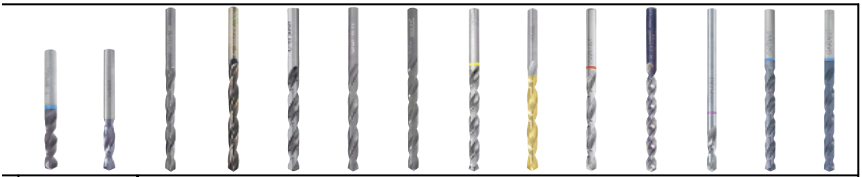


DIN ▶		333	NC-Anbohrer							1899	1897				
Farbring ▶															
Artikelnummer		11 1000 – 11 1540	11 2000	11 2020	11 2100	11 2110	11 2120	11 2140	11 2160 – 11 2170	11 2300	11 3020	11 3140	11 3150	11 3155	11 3230
Bohrertyp		A/R/B	N	N	N	N	N	N	N	N	FS	FS	N	N	N
Schneidstoff		HSS/ HSSE	HSS/E	HSS/E	HSS/E lang	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E lang	HSS/E	HSS/E	HSS/Co8	HSS/E	HSS/E	HSS/E
Beschichtung		TiAlN		TiAlN	TiAlN	TiAlN		TiAlN	TiAlN			TiAlN			TiN
Spitzenwinkel		60°/120°	90°	90°	90°	120°	142°	142°	120°/142°	118°	135°	130°	130°	130°	130°
Ausspitzung											spezial	spezial	C	spezial	C
Größenbereich (Ø mm)		0,5 – 10	3 – 20	3 – 20	3 – 20	3 – 20	3 – 20	3 – 20	6 – 12	0,15 –1,45	1 – 20	1 – 12	1 – 13	1 – 13	1 – 20
Seite	ISO	25 – 27	28	28	28	28	29	29	28 / 29	29	30	30	31	31	31
Alu, Kunststoffe	N	70	70	87	87	87	70	87	87	70	70	87			
Alu	N	45	45	56	56	56	45	56	56	45	45	56	45		
Alu-Guss > 10% Si	N			50	50	50		50	50	40		50			
Stahl < 500 N/mm²	P	40	40	50	50	50	40	50	50	40	40	50	40	38	50
Stahl < 750 N/mm²	P	30	30	37	37	37	30	37	37	30	30	35	30	28	37
Stahl < 900 N/mm²	P	25	25	31	31	31	25	31	31	25		30	25	23	31
Stahl < 1100 N/mm²	P	10	10	12	12	12	10	12	12	10		12	10	8	12
Stahl < 1400 N/mm²	P	8	8	10	10	10	8	10	10	8			8	6	10
Stahl > 45 HRC	H														
INOX < 900 N/mm²	M	(12)	12	15	15	15	12	15	15	12		15	12	10	15
INOX > 900 N/mm²	M	(8)	8	10	10	10	8	10	10	8		10	8	6	10
Ti > 850 N/mm²	S	(5)		6	6	6		6	6	5		6	5	4	6
GG (G)	K	(25)		31	31	31		31	31	25	25		25	23	31
CuZn	N	80	80	100	100	100	80	100	100	80			80	75	100
Graphit, GFK, CFK	N														
UNI		○	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	●	●	



DIN ▶		338			340								1869		
Farbring ▶															
Artikelnummer		11 4556	11 4600	11 4620	11 6000	11 6040	11 6060	11 6061	11 6065	11 6070	11 6080	11 6240	11 6280		
Bohrertyp			FS	FS	N	W	FS	FS	N	VA	FS	FS	FS		
Schneidstoff		HSS/E	HSS/E	HSS-PM	HSS	HSS	HSS	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS	HSS/E		
Beschichtung		TiAlN	TiAlN	TiAlN			TiAlN				TiAlN		TiAlN		
Spitzenwinkel		135°	130°	130°	118°	130°	130°	130°	118°	130°	130°	130°	135°		
Ausspitzung		spezial	spezial	spezial	A	A	C	C	A/C	C	C	C	C		
Größenbereich (Ø mm)		3 – 13	1 – 13	2 – 13	0,6 – 16	2,5 – 10	1 – 13	1 – 14	1 – 12	1 – 12	1 – 12	3 – 10,2	3 – 10,2		
Seite	ISO	40	41	41	44	44	44	45	46	46	45	47	47		
Alu, Kunststoffe	N		87	80		70	70	70			87	70	87		
Alu	N	56	56	70		45		45				45			
Alu-Guss > 10% Si	N	50	50	60		40	50				50		50		
Stahl < 500 N/mm²	P	50	50		40		50	40	40	40	50	40	50		
Stahl < 750 N/mm²	P	37	37	60	30		37	30	30		37	30	37		
Stahl < 900 N/mm²	P	31	31	50	25		31	25	25		31		31		
Stahl < 1100 N/mm²	P	12	12	35					10						
Stahl < 1400 N/mm²	P	10							8						
Stahl > 45 HRC	H														
INOX < 900 N/mm²	M	15		20						12					
INOX > 900 N/mm²	M	10		15					12	8					
Ti > 850 N/mm²	S	6	6	12					8						
GG (G)	K	31	31	60	25		31	25			31	25			
CuZn	N	100							80						
Graphit, GFK, CFK	N														
UNI		●	○	●					○						

● / **Fettschrift = sehr gut geeignet;** ○ / Normalschrift = bedingt geeignet



	1897		338											
	113260	**113280**	**114000**	**114020**	**114050**	**114150**	**114160**	**114200**	**114360**	**114400**	**114450**	**114470**	**114500**	**114550**
			N	N	N	N	N	W	N	N	FS	H	TiVA	HVA
	HSS/E	HSS/PM	HSS rollgewalzt	Präzisions-rollgewalzt	HSS	HSS	HSS	HSS	HSS	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS-Co8
	TiAlN	**TiAlN**							**TiN**				**TiAlN**	**TiAlN**
	130°	130°	118°	118°	118°	118°	118°	130°	118°	130°	130°	135°	135°	135°
	C	A/C				C	A	A	C	C	spezial	C	C	C
	1 – 13	2 – 12	1 – 13	1 – 20	0,2 – 20	0,2 – 20	1 – 16	0,9 – 13	1 – 16	1 – 13	1 – 13	2 – 12	1 – 13	1 – 13
	32	32	34	34	35	36 – 37	36 – 37	38	38	39	39	39	40	40
								70			**70**			
	56	80	45	45	45	45	45	**45**	56		**45**			
		70						40	50					
	50	**60**	**40**	**40**	**40**	**40**	**40**		**50**	40	**40**			
	37	**60**	**30**	**30**	**30**	**30**	**30**		**37**	**30**	**30**		37	
	31	**50**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**		**31**	**25**	25		31	**31**
	12	**35**				10	10		12	**10**		10		**12**
		30				8	8		10	**8**		**8**		**10**
	15	**20**								**12**		**12**	**15**	**15**
	10	**15**								8		**8**	**10**	**12**
	6	**12**							6	5		**5**	**6**	6
			25	25	25	**25**	**25**		**31**	**25**	**25**			
	100				**80**	**80**	**80**		80	80				
		○		○						○	○			



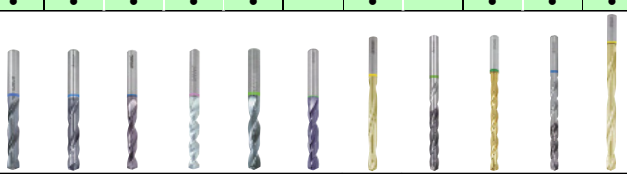
	1869	1898	345							343	341	1870	
	116285	**116310**	**116320**	**116340**	**116350**	**116360**	**116380**	**116420**	**116540**	**116620**	**116700**	**116720**	**116760**
	N	N	N	N	NW	VA	H	FS	VA	N	N	FS	N
	HSS/E	HSS	HSS	HSS	HSS	HSS/E	HSS/Co8	HSS/E	HSS/E	HSS	HSS	HSS	HSS
	TiAlN								**TiAlN**				
	118°	118°	118°	118°	118°	130°	130°	130°	130°	120°	118°	130°	118°
	C			A	A	C	C	C	C		A	A	A
	3 – 10	3 – 12	13 – 40	5 – 70	12 – 30	10 – 35	8 – 30	10 – 22	12 – 30	7,8 – 40	10 – 50	10 – 30	8 – 30
	47	47	48	48	48	49	49	50	50	51	52	52	53
								70					
				45	45			**45**		45			
	38	**24**	**40**	**40**	**40**	**40**		**40**		**40**	**40**	**40**	**40**
	28	**20**	**30**	**30**	**30**	**30**		**30**		**30**	**30**	**30**	**30**
	22		25	**25**		**25**				**25**	**25**	**25**	**25**
	7					**10**	**10**			10			
	5						**8**			8			
	10				12	**12**			**15**	12			
	5								**10**				
						5	**5**		**6**				
			25	**25**		**25**		**25**		25	**25**		**25**
	77					**80**							
						○		○		○			

● / **Fettschrift = sehr gut geeignet;** ○ / Normalschrift = bedingt geeignet

Werkzeugübersicht VHM-Spiralbohrer



DIN ▶		333	Werk				8037	Werk		6539		338
Farbring ▶												
Artikelnummer		12 1000	12 1020	12 1040	12 1070	12 1110	12 1150	12 1220	12 1230	12 2100	12 2150	12 2250
Bohrertyp		A	N	N	N	N	N	N	Aramid	N	N	N
Länge									4×D			
Schaftausführung												
Kühlkanäle IK												
Schneidstoff		VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	HM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM
Beschichtung				TiAlN		TiAlN		TiAlN			TiAlN	
Spitzenwinkel		60°	90°	90°	142°	142°	118°	130°	W-Spitze	118°	118°	118°
Ausspitzung										C	C	C
Größenbereich (Ø mm)		0,5 – 6,3	2 – 20	2 – 20	2 – 20	2 – 20	3 – 16	0,1 – 2,53	3 – 12	0,5 – 13	0,5 – 13	1 – 13
Seite	ISO	66	66	66	66	66	66	67	67	68	68	69
Alu, Kunststoffe	N	200	200	260	200	260		200	Aramid	200	260	200
Alu	N	180	180	240	180	240		140		140	180	140
Alu-Guss > 10 % Si	N	160		200		200	140	140		140	180	140
Stahl < 500 N/mm²	P	80	80	90	80	90	70	70		70	90	70
Stahl < 750 N/mm²	P	75	65	80	65	80	70	70		70	90	70
Stahl < 900 N/mm²	P	65	60	65	60	65	60	70		70	90	70
Stahl < 1100 N/mm²	P	50	50	55	50	55	40	55		40	60	40
Stahl < 1400 N/mm²	P	35	35	45	35	45	25	35		25	35	25
Stahl > 45 HRC	H							25				
INOX < 900 N/mm²	M	35	30	35	30	35		35		25	40	25
INOX > 900 N/mm²	M	30	25	30	25	30		30		20	30	20
Ti > 850 N/mm²	S	25	35	40	35	40		20		20	25	20
GG (G)	K	70	70	90	70	90	90	90			110	
CuZn	N	160	160	200	160	200	140	140		140	180	140
Graphit, GFK, CFK	N											
UNI		●	●	●	●	●		●		●	●	●

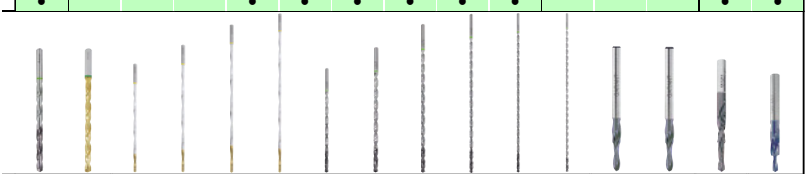


DIN ▶		6537 lang						≈ 338	Werk			
Farbring ▶												
Artikelnummer		12 2650	12 2659	12 2664	12 2670	12 2760	12 2790	12 2875	12 3101	12 3106	12 3110	12 3180
Bohrertyp		VA	VA	VA	FS	NH	N	AL	N	N	VA	AL
Länge		6×D	6×D	6×D	6×D	6×D	6×D	7×D	8×D	8×D	10×D	12×D
Schaftausführung		HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA
Kühlkanäle IK		IK	4IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK
Schneidstoff		VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM
Beschichtung		TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	ZOX	TiAlN	TiN	TiAlN	ZOX
Spitzenwinkel		135°	140°	140°	140°	140°	140°	140°	140°	135°	135°	140°
Ausspitzung		spezial	spezial	spezial	spezial	spezial	spezial	spezial	spezial	spezial	spezial	spezial
Größenbereich (Ø mm)		0,9 – 25	4 – 20	3 – 20	2 – 20	1 – 20	3,98 – 12 H7	4 – 20	3 – 20	3 – 20	1 – 20	4 – 20
Seite	ISO	81 – 82	83	84	85	86	87	87	88	89	90	91
Alu, Kunststoffe	N				260			350				300
Alu	N	245		140	240			320	180	175	200	270
Alu-Guss > 10 % Si	N			120	160			250	140	135	180	210
Stahl < 500 N/mm²	P	110	170	110	110	120	120		110	105	110	
Stahl < 750 N/mm²	P	90	130	90	90	100	100		90	85	80	
Stahl < 900 N/mm²	P	85	120	80	85	85	85		80	75	70	
Stahl < 1100 N/mm²	P	60	110	60	60	65	60		50	45		
Stahl < 1400 N/mm²	P	35	65	35	30	35			35	30		
Stahl > 45 HRC	H					28						
INOX < 900 N/mm²	M	55	75	45	40	30	35		40	35	70	
INOX > 900 N/mm²	M	50	70	40	35		30		35	30	65	
Ti > 850 N/mm²	S	35		32	35	35					25	
GG (G)	K			70		70			70	65		
CuZn	N											
Graphit, GFK, CFK	N											
UNI		●	●	●	○	●	●		●	●		

● / **Fettschrift** = sehr gut geeignet; ○ / Normalschrift = bedingt geeignet



338	6537 kurz									Werk			6537 lang	
122300	122305	122308	122310	122340	122380	122394	122404	122440	122500	122512	122522	122532	122540	122630
N	H	AL	N	N	VA	VA	VA	NH	NH	CFK / GFK	CFK / GFK	CFK / GFK	FS	N
	4×D	3×D	4×D	4×D	4×D	4×D	4×D	4×D	4×D	5×D	5×D	5×D	6×D	6×D
	HB	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA
		IK		IK	IK		IK		IK			IK		IK
VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM
TiAlN	TiAlN	ZOX	TiN	TiN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	Diamant	Diamant	Diamant	TiAlN	TiN
118°	140°	140°	140°	140°	135°	140°	140°	140°	140°	90°	90°	90°	140°	140°
C	spezial	spezial	spezial	spezial	spezial	spezial	spezial	spezial	spezial	spezial	spezial	spezial	spezial	spezial
1 – 13	2,6 – 16	4 – 20	1 – 20	1 – 20	1 – 20	2 – 20	3 – 20	1 – 20	1 – 20	2,5 – 12	2,5 – 12	6 – 12	2 – 16	1 – 20
69	70	70	71	72	73	74	75	76	77	78	78	78	79	80
260		**350**											**190**	
180		**320**	140	240	245	140	140						**170**	240
180		**250**	120			120	120						**140**	
90			**80**	**110**	**110**	**80**	**110**	90	120				**90**	**110**
90			**75**	**90**	**90**	**75**	**90**	**80**	**100**				**85**	**90**
90			**65**	**80**	**85**	**65**	**80**	**70**	**85**				**75**	**80**
60			60	65	**60**	60	**60**	**65**	**65**				**65**	65
35	**35**		35	35	35	35	35	**35**	**35**				**40**	30
	10–28							**28**	**28**					
40				**35**	**55**	**35**	**45**		30				40	**35**
30				**30**	**50**	**30**	**40**						30	**30**
25				**30**	**35**		**32**	35	35				25	**30**
110	**70**		70			70	70	**70**	**70**				70	
180													160	
										100	**100**	**125**		
●				●	●	●	●	●	●				●	●



Werk		Werk										8378		Werk	8376
123301	123306	123588	123590	123593	123595	123688	123690	123693	123695	123740	123750	125050	125052	125100	125120
N	N	AL	AL	AL	AL	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
12×D	12×D	16×D	20×D	25×D	30×D	16×D	20×D	25×D	30×D	40×D	50×D	Kernloch	Kernloch	Kernloch	Durchgangsl.
HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA
IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK		IK		
VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM
TiAlN	TiN	ZOX	ZOX	ZOX	ZOX	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN
140°	135°	135°	135°	135°	135°	135°	135°	135°	135°	135°	135°	140°	140°	140°	140°
spezial	spezial	spezial	spezial	spezial	spezial	spezial	spezial	spezial	spezial	spezial	spezial				
3 – 17,5	3 – 17,5	3 – 12	2 – 12	3 – 12	2 – 12	3 – 12	2 – 12	3 – 12	2 – 12	4 – 9	4 – 6,8	M2 – M16	M3 – M12	M3 – M12	M3 – M10
92	93	94	94	94	94	95	95	96	96	97	97	98	98	99	99
		200	**180**	**160**	**160**							260	285	260	260
180	175	**240**	**220**	**200**	**200**							**180**	**200**	**180**	**180**
140	135	**180**	**160**	**140**	**140**							**180**	**200**	**180**	**180**
110	105					**110**	**105**	**95**	**90**	**75**	**65**	**90**	**100**	**90**	**90**
90	**85**					**95**	**90**	**80**	**75**	**60**	**50**	**90**	**100**	**90**	**90**
80	**75**					**95**	**90**	**80**	**75**	**60**	**50**	**90**	**100**	**90**	**90**
50	**45**					**95**	**90**	**80**	**75**	**60**	**50**	**60**	**65**	**60**	**60**
35	**30**					**75**	**70**	**65**	**60**	**50**	**45**	**35**	**40**	**35**	**35**
40	35					**55**	**50**	**50**	**45**	**40**	**35**	**35**	**40**	**35**	**35**
35	30					50	45	45	40	35	30	**30**	**35**	**30**	**30**
												25	**30**	**25**	**25**
70	**65**					**100**	**95**	**85**	**80**	**65**	**55**	110	120	**110**	110
												180	**200**	**180**	**180**
●						●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

● / **Fettschrift** = **sehr gut geeignet;** ○ / Normalschrift = bedingt geeignet

Werkzeugübersicht Bohren mit lösbarer Schneide



Typ ▶		NC-Anbohrer	Vollbohrer							
Bezeichnung ▶			Spatenbohrer	KUB K2	MTC	KUB Quatron®	KUB Pentron®	KUB Trigon®	KUB Centron®	Twin Kom™ G01
Marke ▶		GARANT	HOLEX	KOMET	GARANT	KOMET	KOMET	KOMET	KOMET	KOMET
Artikelnummer		23 1500 – 23 1502	23 1900 – 23 2000	23 2200 – 23 2205	23 2300 – 23 2302	23 5500 – 23 5507	23 6601 – 23 6604	23 6630 – 23 6635	23 6650 – 23 6654	23 6680 – 23 6688
Schaft		HA / HB	HB	HB (ISO 9766)	Kombi	Kombi / ABS	HB (ISO 9766) / ABS	Kombi / ABS	ABS	ABS
Ausführung / Länge		90° / 142°	5/8×D	3 / 5×D	3×D	2 / 3 / 4×D	4 / 5×D	3×D	6 / 8×D	kurz / lang
Größenbereich		10 – 20	12 – 65	12 – 15,9	14 – 44	14 – 65	16,5 – 44	14 – 44	20 – 54	24 – 91
Kühlkanäle IK			IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK
Passende Wendeplatte										
Wendeplatten-Typ / ISO		SOGT	Bohrereinsatz	Bohrkrone	WOEX	SOEX	SOGX	WOEX	WOEX	SO../WO../CC..
Artikelnummer		23 1515 – 23 1525	23 1700 – 23 1800	23 2100 – 23 2105	23 2400 – 23 2780	23 6520 – 23 6575	23 6605 – 23 6608	23 6740 – 23 7080	23 6740 – 23 7080	Katalogteil 23 / 26 / 28
Seite	ISO	411	412	413	414 – 415	416 – 418	419 – 421	422	423	424
Alu, Kunststoffe	N	250	200		350	600	500	600	300	250
Alu	N	250	180		200	300	280	300	250	250
Alu-Guss > 10 % Si	N	250	160		200	250	220	250	160	200
Stahl < 500 N/mm²	P	150	65	110	275	300	260	300	250	200
Stahl < 750 N/mm²	P	140	60	100	275	250	240	250	200	200
Stahl < 900 N/mm²	P	130	55	95	215	200	220	200	180	200
Stahl < 1100 N/mm²	P	130	50	90	125	160	180	160	140	140
Stahl 1400 N/mm²	P	120	30	70	125	130	160	130	100	120
Stahl > 45 HRC	H					60				
INOX < 900 N/mm²	M	90	30	60	165	160	160	160	160	90
INOX > 900 N/mm²	M	80	20	50	165	160	160	160	120	80
Ti > 850 N/mm²	S	65	15		125	80	75	80		50
GG (G)	K	110	60	70	175	200	120	200	160	180
CuZn	N	250	140		300	300		300		
Graphit, GFK, CFK	N				150	150		150		
UNI					●	●	●			●



Typ ▶		Feinspindelwerkzeuge				Aufnahmen	Reiben	Drehwerkzeuge		
Bezeichnung ▶		B301 / M302	M03 Speed	M05-hi.flex	KFK-Feinbohr-Set	Aufnahmen, Verlängerungen, Reduzierungen	Reamax® TS	Abstechen, Bohrstangen, Halter	UniTurn®	Bohrstangen, Drehmeißel, Kopierhalter
Marke ▶		KOMET	KOMET	KOMET	KOMET	KOMET	DIHART	KOMET	KOMET	KOMET
Artikelnummer		23 8301 – 23 8310	23 8350 – 23 8374	23 8390 – 23 8395	23 8400	23 9000 – 23 9102	23 9880 – 23 9940	24 0010 – 24 0088	24 0100 – 24 0200	24 3200 – 24 4620
Schaft		ABS	ABS	ABS	SK 40	SK.. / HSK.. / ABS..	zylindrisch	zylindrisch/4-kant	zylindrisch	zylindrisch/4-kant
Ausführung / Länge									links, rechts	links, rechts
Größenbereich		29,5 – 178	24,8 – 206	6 – 215	8 – 32	25 – 100	18 – 34,999	–	3 – 8	00 – 90
Kühlkanäle IK		IK	IK	IK	IK	IK	IK			IK
Passende Wendeplatte										
Wendeplatten-Typ / ISO		TO.X	TOHX	TOGX/WOHX			Reibkopf			
Artikelnummer		24 3530 – 24 3925	24 3530 – 24 6770	Katalogteil 24	24 3530 – 24 6770		23 9805 – 23 9870			
Seite	ISO	429	430	431	432	432 – 433	434 – 436	437 – 438	439 – 440	441 – 449
Alu, Kunststoffe	N	380	380				160		160	
Alu	N	300	300				140		160	
Alu-Guss > 10 % Si	N	250	250				140		145	
Stahl < 500 N/mm²	P	300	300				180		90	
Stahl < 750 N/mm²	P	250	250				160		80	
Stahl < 900 N/mm²	P	240	240				140		75	
Stahl < 1100 N/mm²	P	200	200				100		65	
Stahl < 1400 N/mm²	P	200	200						65	
Stahl > 45 HRC	H	90	90				40			
INOX < 900 N/mm²	M	180	180				25		45	
INOX > 900 N/mm²	M	120	120				15		45	
Ti > 850 N/mm²	S	30	30						25	
GG (G)	K	200	200				180		50	
CuZn	N						140			
Graphit, GFK, CFK	N									
UNI		●	●				●		●	

● / Fettschrift = sehr gut geeignet; ○ / Normalschrift = bedingt geeignet

Einsatzrichtwerte finden Sie im GARANT Zerspanungshandbuch Nr. 110950.

1 Einteilung der Bohrverfahren

Mit Bohren werden spanende Verfahren mit rotatorischer Hauptbewegung bezeichnet. Diese kann sowohl durch das Werkzeug als auch durch das Werkstück erfolgen. Die Vorschubbewegung erfolgt dabei in Richtung der Drehachse. Verschiedene Zielsetzungen hinsichtlich der Bohrungstiefe, der Zerspanleistung sowie der Maßgenauigkeit und Oberflächengüte führten zur Entwicklung unterschiedlicher Bohrverfahren wie z. B. Bohren ins Volle, Aufbohren, Senken, Reiben oder Gewindebohren.

Die konventionelle Bohrbearbeitung ist insbesondere durch den relativ schwierigen Abtransport der Späne durch die Spannuten entgegen der Vorschubrichtung und die bis auf Null abfallende Schnittgeschwindigkeit in der Bohrungsmitte gekennzeichnet. Im Bereich der Bohrungsmitte finden aufgrund der niedrigen Schnittgeschwindigkeiten hauptsächlich Quetsch- und Reibvorgänge statt, die einen Großteil der Werkzeugbeanspruchung ausmachen. An den Schneidenecken ist aufgrund der maximal anliegenden Schnittgeschwindigkeit der größte Reibverschleiß zu beobachten. Die Führungselemente der Bohrer stehen während des Bohrens in Kontakt mit dem Werkstück und beeinflussen maßgeblich die Bohrungsqualität.

Beim Bohren ins Volle können Durchgangs- und Sackbohrungen erzeugt werden. Als Werkzeug wird meist ein Spiralbohrer verwendet. Beim Aufbohren werden Spiralbohrer oder mehrschneidige Senker eingesetzt. Zentrierbohrer sind spezielle Profilbohrer mit Zentrierzapfen und kurzer, steifer Auskragung für eine gute Zentrierwirkung

2 Spanungsgrößen beim Bohren

Der **Spanungsquerschnitt A** bestimmt wesentlich die Zerspankraft (vgl. auch Abschnitt 3). *Bild 3.1* zeigt den Zusammenhang zwischen dem Vorschubanteil pro Schneide f_z und der Schnitttiefe a_p bzw. die mögliche Berechnung aus der Spanungsdicke h und Spanungsbreite b. Es gelten folgende Zusammenhänge:

$$f_z = \frac{f}{Z}$$

f Vorschub [mm/U]
Z Anzahl der Schneiden (Gl. 3.1)

$$\kappa_r = \frac{\sigma}{2}$$

κ_r Einstellwinkel [°]
σ Spitzenwinkel des Bohrers [°] (Gl. 3.2)

$$b = \frac{a_p}{\sin \kappa_r}$$

b Spanungsbreite [mm]
a_p Schnitttiefe [mm] (Gl. 3.3)

$$h = f_z \cdot \sin \kappa_r$$

h Spanungsdicke [mm]
f_z Zahnvorschub [mm] (Gl. 3.4)

$$A = f_z \cdot a_p = b \cdot h$$

A Spanungsquerschnitt [mm^2] (Gl. 3.5)

2.1 Bohren ins Volle

Für einen Spiralbohrer mit 2 Schneiden (z = 2) gilt:

$$a_p = \frac{D}{2} \qquad f_z = \frac{f}{2}$$

Somit wird der Spanungsquerschnitt A für das **Bohren ins Volle** unter Nutzung der o.g. Zusammenhänge sowie der *Gleichung 3.5* wie folgt berechnet:

$$A = \frac{D \cdot f}{4} \qquad \text{(Gl. 3.6)}$$

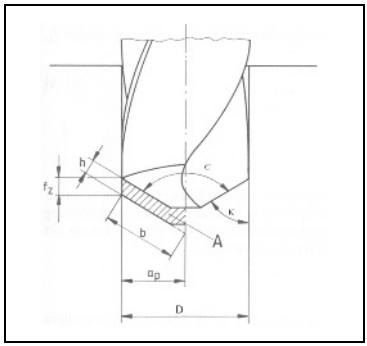


Bild 3.1
Spanungsquerschnitt für das Bohren ins Volle mit Spiralbohrer

Bei Wendeplattenbohrer ist mit *z* = 1 zu rechnen, da mehrere Wendeschneidplatten sich nur die Spanungsbreite b teilen, aber den vollen Vorschub realisieren.

Es gilt:

$$b = b_i + b_a$$

b_i Spanungsbreite Innen-WPL
b_a Spanungsbreite Außen-WPL

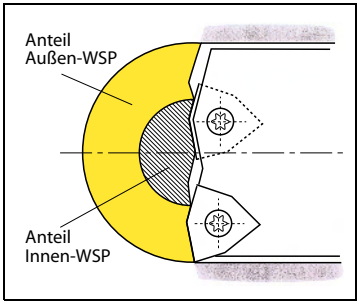


Bild 3.2
Schnittaufteilung am WPL-Bohrer

Der Einstellwinkel κ_r kann bei Wendeschneidplattenbohrern für jede Schneidplatte anders sein, wodurch die Spanungsdicke h beeinflusst wird.

2.2 Aufbohren

Bild 3.3 zeigt den Spanungsquerschnitt A beim Aufbohren. Hier gelten folgende Zusammenhänge:

Aus der Schnitttiefe $a_p = \frac{(D-d)}{2}$

folgt für den Spanungsquerschnitt A für das **Aufbohren:**

$$A = \frac{(D-d) \cdot f}{4} \qquad \text{(Gl. 3.7)}$$

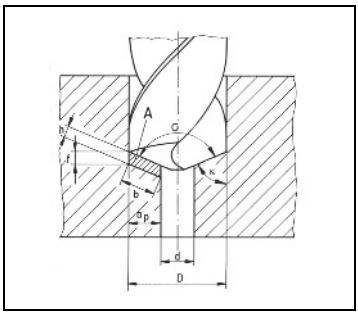


Bild 3.3
Spanungsquerschnitt beim Aufbohren mit einem Spiralbohrer

3 Kräfte, Drehmoment, Leistungsbedarf beim Bohren

3.1 Schnittkraft

Für die Berechnung der Schnittkraft beim Bohren kann unter guter Näherung die Gleichung für das Drehen nach Kienzle (vgl. *Gleichung 2.13*, Kapitel „Grundlagen", *Abschnitt 1.4*) verwendet werden. Für das Bohren ist die Einführung eines Verfahrensfaktors f_B für die Berücksichtigung der beim Bohren gegenüber dem Drehen veränderten Einflüsse auf die Schnittkraft (z.B. Schneidenform, Schnittgeschwindigkeit u.a.) günstig. Es gelten somit folgende Beziehungen (*Tabelle 3.1*):

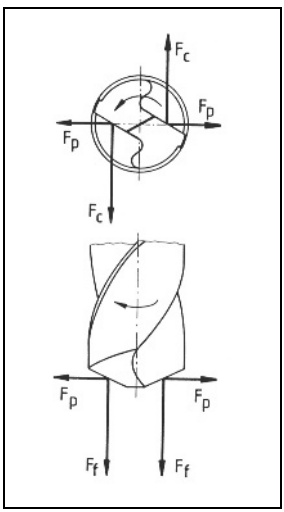


Bild 3.4
Zerspankraftkomponenten eines Spiralbohrers

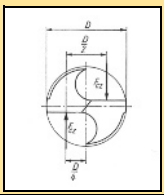
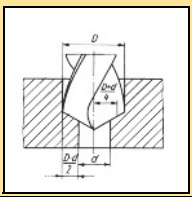
	Bohren ins Volle	Aufbohren
Verfahrensfaktor f_B	$f_B = 1$	$f_B = 0,95$
Schnittkraft pro Schneide F_{cz}	(Gl. 3.8) $F_{cz} = \frac{D}{4} \cdot f \cdot k_c \cdot f_B$	(Gl. 3.9) $F_{cz} = \frac{(D-d)}{4} \cdot f \cdot k_c \cdot f_B$

F_{cz}	Schnittkraft pro Schneide [N]
D	Bohrungsdurchmesser außen [mm]
d	Bohrungsdurchmesser innen [mm]
f	Vorschub [mm/U]
k_c	Spezifische Schnittkraft [N/mm^2] (Werkstoffabhängig, *vgl. Kapitel 1*)
f_B	Verfahrensfaktor Bohren

Tabelle 3.1 Schnittkraftberechnung für das Bohren

3.2 Drehmoment und Leistung

Beim Bohren erfolgt die Leistungsberechnung im Allgemeinen über das Drehmoment (*Tabelle 3.2*).

	Bohren ins Volle	Aufbohren
Kraftangriff	$H = D / 4$	$H = (D + d) / 4$
		
Drehmoment	$M_d = \frac{F_{cz} \cdot Z \cdot \frac{D}{4}}{1000}$ (Gl. 3.10)	$M_d = \frac{F_{cz} \cdot Z \cdot (D+d)}{4000}$ (Gl. 3.12)
	Für $Z = 2$ gilt:	Für $Z = 2$ gilt:
	$M_d = \frac{F_{cz} \cdot D}{2000}$ (Gl. 3.11)	$M_d = \frac{F_{cz} \cdot (D+d)}{2000}$ (Gl. 3.13)
	$M_d = \frac{9550 \cdot P_c}{n}$ (Gl. 3.14)	
Leistung	$P_a = \frac{P_c}{\eta}$ (Gl. 2.15)	$P_c = \frac{M_d \cdot n}{9550}$ (Gl. 3.15)
	$P_c = \frac{F_{cz} \cdot v_c}{60000}$ (Gl. 3.16)	$P_c = \frac{F_{cz} \cdot v_c \cdot \left(1 + \frac{d}{D}\right)}{60000}$ (Gl. 3.17)

F_c	Schnittkraft [N] ($F_c = F_{cz} * Z$)	M_d	Drehmoment [Nm]
F_{cz}	Schnittkraft pro Schneide [N]	P_c	Schnittleistung [kW]
H	Hebelarm [mm]	P_a	Antriebsleistung [kW]
Z	Anzahl der Schneiden	n	Drehzahl [min^{-1}]
D	Bohrungsdurchmesser außen [mm]	v_c	Schnittgeschwindigkeit [m/min]
d	Bohrungsdurchmesser innen [mm]	η	Wirkungsgrad

Tabelle 3.2 Drehmoment- und Leistungsberechnung beim Bohren

Praxisbeispiel:



GARANT-VHM-Hochleistungsbohrer

Aufgabe:

Mit einem Vollhartmetallbohrer sollen Bohrungen ins Volle mit einem Durchmesser 20 mm in St37 eingebracht werden. Gesucht ist die erforderliche Schnittleistung und das benötigte Drehmoment.

Vorgehen:

1. Auswahl werkzeug- und werkstoffabhängiger Größen:

Werkzeug	Hauptkatalog	Spitzenwinkel	$\sigma = 140°$
		Schneidenanzahl	$Z = 2$
Werkstoff St 37	Kapitel „Werkstoffe" Abschnitt 1	Werkstoffgruppe 1.0	$k_{c1.1} = 1780\ N/mm^2$ $m = 0{,}17$

2. Auswahl der Arbeitsparameter:

Tabelle 3.27	Werkstoffgruppe 1.0	D = 19...20 mm v_c = 110 m/min n = 1796 U/min f = 0,30 mm/U

3. Berechnung Schnittkraft, Moment und Leistung

$$F_{CZ} = \frac{D}{2} \cdot f_z \cdot \left[\frac{k_{c1.1}}{h^m}\right] \cdot f_B \quad \text{(Gl. 3.8)}$$

mit $f_B = 1$ und $h = f_z * \sin(\sigma/2)$ (Abschnitt 3.1)

$$F_{CZ} = 10 \cdot 0{,}15 \cdot \left[\frac{1780}{(0{,}15 \cdot \sin 70°)^{0{,}17}}\right] \cdot 1 = \mathbf{3725{,}36\ N}$$

$$M_d = \frac{F_{cz} \cdot D}{2000} \quad \text{(Gl. 3.11)} \qquad M_d = \frac{3725{,}36\ N \cdot 20}{2000} = \mathbf{37{,}25\ Nm}$$

$$P_c = \frac{F_{cz} \cdot v_c}{60000} \quad \text{(Gl. 3.16)} \qquad P_C = \frac{3725{,}36 \cdot 110}{60000} = \mathbf{6{,}83\ kW} \quad \text{oder}$$

$$P_c = \frac{M_d \cdot n}{9550} \quad \text{(Gl. 3.15)} \qquad P_C = \frac{37{,}25 \cdot 1796}{9550} = \mathbf{7{,}0\ kW}^{1)}$$

1) Geringfügige Abweichungen ergeben sich aus der Durchmesserbereichangabe für die Drehzahl in Tabelle 3.27.

3.3 Weitere Zerspankraftkomponenten beim Bohren

Die **Passivkraft F_p** ist radial nach außen gerichtet (*vgl. Bild 3.4*). Sie wird von der Querschneide, Hauptschneide, Schneidenecke und Führungsphase bestimmt. Im Normalfall eines symmetrisch schneidenden Bohrers mit mehreren Schneiden heben sich alle Passivkräfte auf und beeinflussen weder das Werkzeug noch das Werkstück.

Eine Ausnahme davon tritt bei Wendeplattenbohrern auf. Deren Schneide ist auf mehrere asymmetrisch angeordnete Wendeplatten aufgeteilt, die oft auch noch unterschiedliche Einstellwinkel besitzen. Theoretische Berechnungsmethoden sind noch sehr unzuverlässig. Die Passivkraft ist hier durch Messungen zu ermitteln.

Weitere Ausnahmen sind bei asymmetrisch angeschliffenen Spiralbohrern und beim Anbohren unebener Flächen zu finden. Die hierbei auftretenden Fehler werden weiter hinten in diesem Kapitel beschrieben.

Vorschubkräfte F_f in axialer Richtung des Bohrers (*vgl. Bild 3.4*) entstehen an Haupt- und Nebenschneide und werden besonders von den Werkstoffeigenschaften, dem Spanungsquerschnitt, dem Spanwinkel und der Schneidkantenschärfe bestimmt. Theoretische Berechnungen der Vorschubkraft sind relativ ungenau. Messungen haben folgende Zusammenhänge aufgezeigt:

Wendeplattenbohrer:	$F_f \approx 0,6 \cdot F_C$	(Stahlbearbeitung),
	$F_f \approx 0,8 \cdot F_C$	(Gussbearbeitung) sowie
Spiralbohrer:	$F_f \approx F_C$	

Darin befindet sich ein erheblicher Kraftanteil durch die Querschneide (bis zu 60% möglich). Dieser Querschneidenanteil kann durch Sonderschliffe stark verkleinert werden. Durch Vorbohren auf Kerndurchmesser besteht die Möglichkeit, den ungünstigen Querschneideneinfluss vollständig zu beseitigen und somit die Vorschubkraft F_f um rund 50% zu senken.

4 Berechnung der Hauptzeit beim Bohren

Die allgemeinen Zusammenhänge für die Ermittlung der Hauptzeit t_h werden für das Bohren ins Volle und das Aufbohren im *Bild 3.5* aufgezeigt. Dabei gilt allgemein für die Hauptzeitermittlung:

$$t_h = \frac{L}{f \cdot n}$$

t_h Hauptzeit [min]
L Gesamtbohrweg [mm]
f Vorschub [mm/U]
n Drehzahl [min^{-1}]

(Gl. 3.18)

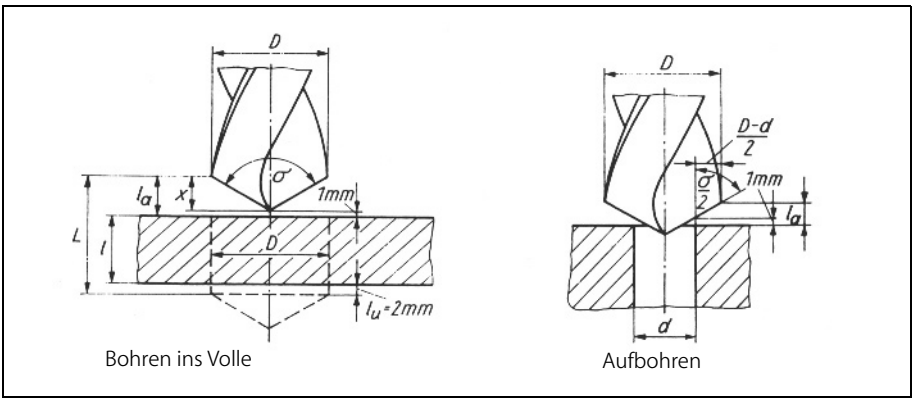


Bild 3.5 An- und Überlaufwege beim Bohren

Für den Gesamtbohrweg L gilt dann:

$$L = l + l_a + l_u$$

l Werkstückdicke [mm]
l_a Anlaufweg [mm]
l_u Überlaufweg [mm]

(Gl. 3.19)

Für den Überlaufweg l_u wird i. Allg. beim Bohren gesetzt:

Durchgangsbohrung:	l_u = 2 mm
Grundbohrungen:	l_u = 0 mm

Der Anlaufweg l_a beim Bohren ermittelt sich aus:

$$l_a = 1 + \frac{D}{2 \cdot \tan\left(\frac{\sigma}{2}\right)}$$

(Gl. 3.20)

Unter Beachtung der bereits genannten Bedingungen lässt sich der Gesamtbohrweg *L* wie folgt berechnen:

Durchgangsbohrung:

$$L = l + 1 + \frac{D}{2 \cdot \tan\left(\frac{\sigma}{2}\right)} \quad \text{(Gl. 3.21)}$$

Grundbohrung:

$$L = l + 3 + \frac{D}{2 \cdot \tan\left(\frac{\sigma}{2}\right)} \quad \text{(Gl. 3.22)}$$

5 Bohrtiefen und Vorbohrdurchmesser

5.1 Bohrtiefe

Für das Bohren sind die Art der entstehenden Späne und ihr Transport aus der Bohrung von entscheidender Bedeutung. Die entstehende Spanform ist wesentlich vom zu zerspanenden Werkstoff abhängig. Bei Gusseisen z.B. entstehen Schraubenbruchspäne oder Spiralbruchspäne. Beim Bohren von Stahl dagegen können lange Schraubenspäne oder Bandspäne entstehen (vgl. Kapitel „Grundlagen“, *Abschnitt 1.1.3*). Aufgrund der Schwierigkeit der Spanabführung aus der Bohrung ist die mögliche Bohrungstiefe begrenzt. Bei leicht zerspanbaren Werkstoffen mit weniger Anhäufung von Spänen kann die Bohrtiefe im Vergleich zu schwer zerspanbaren Werkstoffen um ca. 40% vergrößert werden. Maximale Bohrtiefen lassen sich überschlägig nach folgender Formel bestimmen:

$$BT_{max} = l_3 - [D_{wz} \cdot (1{,}0 \ldots 1{,}4)] \quad \text{(Gl. 3.23)}$$

BT_{max} Max. Bohrtiefe [mm]
l_3 Länge der Spanbrechernut am Bohrer
D_{WZ} Bohrerdurchmesser [mm]

Dabei gilt:

Werkstoffspezifik	Werkstoffgruppen (lt. Kapitel „Werkstoffe“, Abschnitt 1)	Max. Bohrtiefe BT_{max}
Leicht zerspanbar	1.0/ 1.1/ 2.0/ 3.0/ 13.0/ 13.1/ 15.1/ 15.2/15.9/ 17.0/ 20.0/20.1	$l_3 - 1{,}0 \cdot D_{wz}$
Normal zerspanbar	2.1/ 3.1/ 3.2/ 4.0/ 4.1/ 5.0/ 6.0/ 6.1/ 8.0/ 8.1/ 8.2/ 9.0/ 13.0/ 15.3/ 17.1/ 17.2/ 18.0/ 18.1/ 18.2/ 18.3/ 18.4/ 18.5/ 18.6/ 19.0	$l_3 - 1{,}2 \cdot D_{wz}$
Schwer zerspanbar	7.0/ 7.1/ 10.0/ 10.1/ 10.2/ 11.0/ 11.1/ 12.0/ 13.1/ 13.2/ 13.3/ 14.0/ 16.0/ 16.1/20.2	$l_3 - 1{,}4 \cdot D_{wz}$

Tabelle 3.3 Maximale Bohrtiefen

5.2 Vorbohrdurchmesser für das Aufbohren

Für das Aufbohren mit Spiralbohrern oder Senkern kann überschlägig nach *Tabelle 3.4* das Maß des kleinsten Vorbohrdurchmessers wie folgt bestimmt werden:

Aufbohren mit	Kleinster Vorbohrdurchmesser
Spiralbohrer	$0{,}3 \cdot D$
Aufbohrer	$0{,}7 \cdot D$
Aufbohrer mit Hartmetall-Schneiden	$0{,}8 \cdot D$

Tabelle 3.4 Kleinster Vorbohrdurchmesser

6 HSS-Spiralbohrer

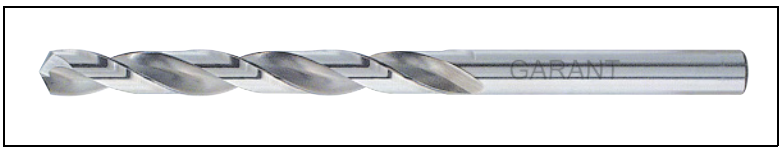
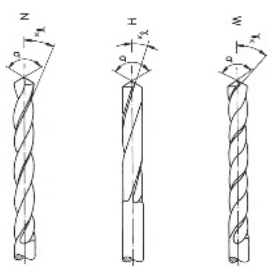


Bild 3.6 GARANT-Spiralbohrer

6.1 Spiralbohrertypen

Als Unterscheidungsmerkmal von Spiralbohrertypen wird der Seitenspanwinkel γ_f herangezogen, der mit hinreichender Genauigkeit mit dem Drallwinkel δ identisch ist. Dieser wird je nach Spanbrucheigenschaften des Werkstoffes variiert und den Bohrerhauptgruppen N (Normalwerkstoffe), H (harte Werkstoffe) und W (weiche Werkstoffe) zugeordnet (*vgl. Tabelle 3.5*). Darüber hinaus können noch verschiedene Untergruppen, wie im Abschnitt 9 dieses Kapitels näher beschrieben, definiert werden. Zum Beispiel Typ FS (Flachnut-Spiralen), Typ UNI (Universeller Einsatz), Typ FW (Flachnut für weiche Werkstoffe) und Typ VA (Einsatz für VA-Stähle).



Typ N Typ H Typ W

Typ	Seiten-span-winkel (Drall-winkel) γ_x	Spitzen-winkel σ	Nuten	Anwendung
N	19° bis 40°	118°	geräumig	Bau- und Vergütungsstahl bis 800 N/mm^2, Gusswerkstoffe, Messing
N	18° bis 30°	130° bis 140°	geräumig	Legierter Stahl bis 1400 N/mm^2, Hochleg. Stähle, Aluminium
H	10° bis 19°	118°	sehr weit	Messing, Magnesiumleg., Pressstoffe
W	27° bis 45°	130°	weit	Aluminium und Al-Legierungen, Kupfer, Rotguss, Bronze, Tiefe Bohrungen in Pressstoffen

Tabelle 3.5 Spiralbohrerhaupttypen für verschiedene Werkstoffe

Um die Stabilität zu erhöhen, ohne dabei die Querschneide an der Spitze zu sehr zu vergrößern, werden Bohrer des Typs N in der Regel mit Kernanstieg hergestellt, d.h., der Kern hat an der Bohrerspitze das Sollmaß und wird in Richtung Schaft dicker (*Bild 3.7*).

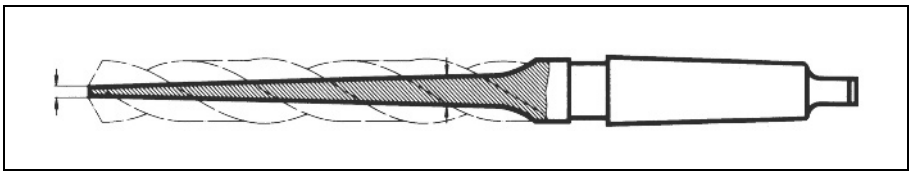


Bild 3.7 Kernanstieg bei Spiralbohrern

Spiralbohrer werden von der Spitze gegen den Schaft hin verjüngt geschliffen um die Reibung der Fasen an der Lochwand so gering wie möglich zu halten. Der Wert dieser Durchmesserverringerung ist nach DIN 1414 mit 0,02 bis 0,08 mm auf 100 mm Spannutenlänge angegeben.

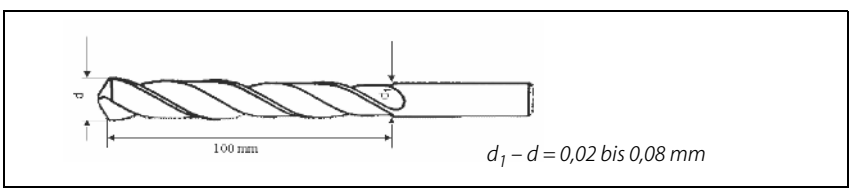


Bild 3.8 Schaftverjüngung bei Spiralbohrern

6.2 Anschliffarten und Schleiffehler

Der Anschliff hat für die Maßhaltigkeit der Bohrung, vor allem aber auch für die Standzeit oder den Standweg des Bohrwerkzeuges eine große Bedeutung.

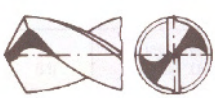
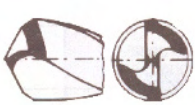
Anschliffform	Anwendung	Prinzipskizze
Form A Ausgespitzte Querschneide	Anwendung: ● Bohrer mit starkem Kern, sowie bei großen Bohrerdurchmessern zum Bohren ins Volle ● Für Eisengusswerkstoffe und Stähle bis ca. 1000 N/mm^2 Vorteile: ● Gute Zentrierung beim Anbohren ● Reduzierung der Vorschubkraft	
Form B Ausgespitzte Querschneide mit korrigierter Hauptschneide	Anwendung: ● Zum Bohren von Stählen hoher Festigkeit, für harte Federstähle und Manganstähle (über 10% Mn) ● Mit Spitzenwinkel von 118° für zähe Werkstoffe (Spanbrechung) ● Mit Spitzenwinkel von 130° für hochfeste ● Werkstoffe über 1000 N/mm^2 Vorteile: ● Unempfindlich gegen Stoß ● Kein Einhaken bei dünnen Werkstücken	
Form C Kreuzanschliff	Anwendung: ● Bei Bohrern mit sehr starkem Kern sowie bei Tieflochbohrern ● Für besonders zähe und harte Werkstoffe sowie für Schmiedewerkstücke Vorteile: ● Gute Zentrierung ● Geringe Vorschubkraft	
Form D Anschliff für Grauguss	Anwendung: ● Zum Bohren Grauguss, Temperguss und Schmiedestücken ● Für Werkstücke mit nicht gerader Anschnittfläche (Rohre, Wellen) Vorteile: ● Geringere Belastung der Schneidenecken durch verlängerte Hauptschneiden ● Unempfindlich gegen Stoß ● Gute Wärmeableitung	

Tabelle 3.6 Anschliffarten

Tabelle 3.6 Fortsetzung Anschliffarten

Anschliff-form	Anwendung	Prinzipskizze
Form E Zentrum-spitze	Anwendung: ● Bohren in weichen Werkstoffen wie Kupfer und für dünne Bleche ● Grundlochbohrungen mit ebenem Grund Vorteile: ● Gute Zentrierung, kein Einhaken ● Geringe Gratbildung beim Durchbohren dünner Bleche und Rohre	

Neben der Forderung der Einhaltung geeigneter Werkzeugwinkel und geringer Rauigkeiten der Schneidkanten, ist der symmetrische Anschliff für eine gleichmäßige Belastung der einzelnen Schneiden sehr wichtig. *Tabelle 3.7* gibt einen Überblick über mögliche Symmetriefehler und deren Auswirkungen.

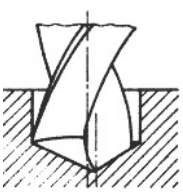
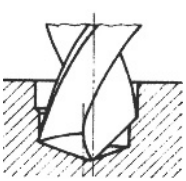
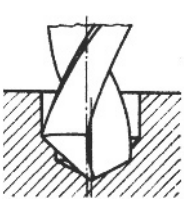
Symmetriefehler	Kennzeichen	Folgen
	Spitzenwinkel asymmetrisch Hauptschneiden ungleich lang Spitze mittig	Bohrung mit Übermaß Stufiger Grund Hauptschneiden ungleich-mäßig beansprucht (Verschleiß)
	Spitzenwinkel symmetrisch Hauptschneiden ungleich lang Spitzenmitte verlagert	Bohrung mit Übermaß Hauptschneiden ungleich-mäßig beansprucht
	Spitzenwinkel asymmetrisch Hauptschneiden ungleich lang Spitzenmitte verlagert	Bohrung mit Übermaß Stufiger Grund Hauptschneiden ungleich-mäßig beansprucht (Verschleiß)

Tabelle 3.7 Schleiffehler und deren Folgen

7 Vollhartmetall-Bohrer (VHM)

Spiralbohrer aus Vollhartmetall (VHM) sind die logische Konsequenz aus den Forderungen der Industrie nach Werkzeugen mit höherer Leistung bzw. besserer Verschleißfestigkeit. Aus diesem Grund kommt dem Einsatz dieser Werkzeuge auf NC-Bearbeitungszentren eine immer höhere Bedeutung zu.

Die Vorteile der VHM-Bohrer gegenüber dem HSS-Spiralbohrer liegen in kürzeren Bearbeitungszeiten und längeren Standwegen. Dies wird bei der Bearbeitung stark abrasiver Werkstückstoffe wie Gusseisen, Aluminiumlegierungen mit hohem Siliziumanteil, Kunststoffen mit Füllmaterial, Graphit und glasfaserverstärkten Werkstoffen besonders deutlich. Das Gleiche gilt auch für alle mehr oder weniger schwer zu bearbeitenden Stahlsorten.

Die Baumaße sind vom HSS-Spiralbohrer weitgehend übernommen worden. Insofern sind hinsichtlich der Form und der Schneidengeometrie ähnliche Varianten möglich. Grenzen sind durch die Zähigkeit des Schneidstoffes, besonders in Bezug auf das Durchmesser-Längen-Verhältnis, gesetzt.



Bild 3.9 GARANT-Vollhartmetall-HPC-Bohrer

Der GARANT-Höchstleistungsbohrer ist ein neu entwickeltes Vollhartmetallwerkzeug zum Bohren ins Volle. Er wird standardmäßig für Bohrungsdurchmesser von 4 bis 20 mm angeboten und eignet sich gleichermaßen zum Bohren lang- und kurzspanender Eisenwerkstoffe. Seine Überlegenheit wird besonders deutlich, wenn problematisch spanende weiche und zähe Stahlsorten bearbeitet werden müssen.

Die **Vorzüge** sind:

- hohe Steifigkeit
- hohe Positioniergenauigkeit
- gute Zentrier- und Führungseigenschaften
- bis 10fach höhere Vorschubgeschwindigkeiten gegenüber den Richtwerten für HSS-Spiralbohrer (vgl. Richtwerttabellen unter Abschnitt 11 dieses Kapitels)
- kurze Späne und guter Spanabfluss selbst bei weichen und zähen Stahlsorten
- geringe Wiederaufbereitungskosten durch Nachschleifen und Nachbeschichten.

8 Bohrer mit lösbarer Schneide

8.1 Wechselkopfbohrer

Der Wechselkopfbohrer (KOMET KUB K2^{TM}) besteht aus einem Bohrkörper und auswechselbaren Bohrköpfen für Bohrungen bis 15,9 mm Durchmesser (Ausbaustufe 8,0 mm–18,9 mm) und Bohrtiefen bis 5xD. Er ist geeignet für Stahl, Guss und rostfreie Werkstoffe. Der Wechselkopfbohrer setzt auf Wirtschaftlichkeits- und Flexibilitätsvorteile austauschbarer Schneidenköpfe. Die doppelschneidigen Hartmetall-Bohrköpfe sind über eine patentierte Trennstelle selbstklemmend und selbstzentrierend einfach zu wechseln.



Bild 3.10 Wechselkopfbohrer

Als Alternative zu Vollhartmetall- und gelöteten Bohrern zeichnet sich dieser Bohrer durch folgende Vorteile aus:

- Einfacher Wechsel des Wechselkopfes auch in der Maschine durch stabile und einfach zu handhabende Schnellwechselkopplung
- Maximale Performance und höchste Vorschübe durch modernste Beschichtungen und High-End Geometrien
- Hervorragender Späneabfluss durch optimale Oberflächengüte der Spankanäle
- Höchste Leistung und Lebensdauer des Bohrungsgrundkörpers durch eine spezielle Oberflächengüte

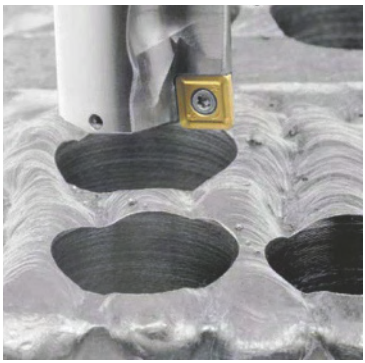
Das Bohren sollte mit einem Kühlmitteldruck von mindestens 5 bar erfolgen. Für den rotierenden Einsatz ist ein maximaler Rundlauf von 0,05 mm und für den stehenden Einsatz ein maximaler Achsversatz von 0,025 mm einzuhalten. Das Bohren von Plattenpaketen ist mit einem solchen Bohrer ebenfalls möglich. Voraussetzung ist jedoch, dass die Aufspannung sehr stabil ist und es keine Zwischenräume zwischen den Platten gibt, da diese den Spänetransport behindern und somit zum Bohrerbruch führen können.

8.2 Wendeplattenbohrer

8.2.1 Wendeplattenvollbohrer

Wichtig für das bestmögliche Ergebnis beim Einsatz von mit Wendeplatten bestückten Bohrern (Wendeplattenbohrer) ist die Kenntnis der zur Anwendung kommenden Geometrie und damit ihrer Leistungscharakteristik.

So erfordert eine Grobbearbeitung robustere Wendeplatten (ISO-Grundform S) als die Fertigung von qualitativ hochwertigen Bohrungen (ISO-Grundform W). Durch eine spezifische Anstellung der Wendeplatten wird wie z.B. beim Wendeplatten-Vollbohrer KUB (vgl. Hauptkatalog) eine saubere Zentrierung erreicht und Rückzugsriefen vermieden. Die Bohrung kann im Regelfall mit einer Maßhaltigkeit von ± 0,1 mm beim KUB Trigon und ± 0,2 mm beim KUB Quatron hergestellt werden.



Im Vergleich zu üblichen am Markt befindlichen Wendeplattenbohrern erlaubt der KUB Pentron bis zu 20% höhere Schnitt- und Vorschubwerte, durchgängig bis in Längen-/Durchmesserverhältnisse 5xD. Es lassen sich mit diesem Werkzeug extreme Bearbeitungsbedingungen wie z.B. das Anbohren auf einer Kante, einem spitzen Eck oder einer Schweißnaht sowie das Durchbohren von Paketen bewältigen, die bisher nur in 3xD möglich waren.

Bild 3.11 Anbohren einer Schweißnaht mit KUB Pentron

Der wesentliche Vorteil von Wendeplattenbohrern liegt in der gleichbleibenden Geometrie der Bohrerspitze, der unveränderten Werkzeuglänge sowie einer einfachen und wirtschaftlichen Anpassung des Schneidstoffes an den jeweils zu zerspanenden Werkstoff. Zudem können Arbeitsprozesse wie das Nachschleifen und Nachbeschichten der Schneiden entfallen.

Ein grundlegender Unterschied der meisten Wendeschneidplattenvollbohrer (z.B. wie KUB Quatron) zu den Spiralbohrern liegt in der Betrachtung des Spanungsquerschnittes, da Wendeplattenbohrer z.T. als einschneidige Bohrer zu betrachten sind ($z = 1$, siehe auch Abschnitt 2.1). Mögliche Vorschübe *f* sind daher etwas kleiner als bei vergleichbaren zweischneidigen Spiralbohrern. Allerdings ermöglicht die fehlende Querschneide deutlich höhere Schnittgeschwindigkeiten, so dass die realisierbaren Vorschubgeschwindigkeiten beim Wendeplattenbohrer auf ähnlichem Spiralbohrer-Niveau liegen.

Aufgrund der asymmetrischen Anordnung der Schneiden am Wendeplattenbohrer ergeben sich jeweils sehr unterschiedliche Zerspanungsbedingungen an der Innen- und Außenschneide. So wird mit der Außenschneide ein wesentlich größeres Volumen zerspant bei einer ebenfalls höheren mittleren Geschwindigkeit. Die unterschiedliche Belastung der einzelnen Schneiden muss somit durch die Auswahl geeigneter Wendeplatten ausgeglichen werden.

8.2.2 Aufbohren mit zweischneidigen Wendeplattenbohrer

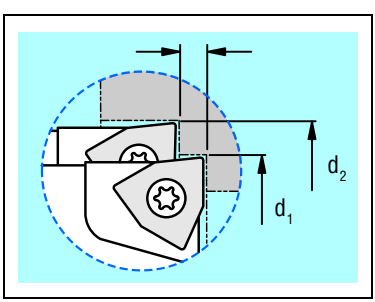
Neben dem Einsatz von einschneidigen Bohrstangen (vgl. auch Kapitel „Drehen“) können auch Doppelschneider zum Aufbohren *(Bild 3.12)* genutzt werden.



Bild 3.12 Doppelschneider G01

Beim Doppelschneider G01 realisieren der Grundkörper mit den zwei gleich großen Klemmhaltern eine kompakte Werkzeugbauweise. Bei tiefen Ausbohroperationen wirken die Spiralnuten spänefördernd.

Die radial einstellbaren Klemmhalter (absolute Zweischneidigkeit) ermöglichen die Umfunktionierung des Ausbohrwerkzeuges zum Stufenwerkzeug für größere Schnitttiefen. Axial einstellbare Einsätze passen auf den gleichen Grundträger und dienen zur gleichmäßigen Schnittaufteilung auf beide Schneiden. Bei einer Kombination der radialen und axilen Verstellung (Kombi-Schruppen/Kombi-Schlichten) wird durch radiales und axiales Versetzen der Schneide eine Aufteilung der gesamten Schnittbreite erzielt. Damit sollen die auftretenden Zerspankräfte besser verteilt und somit für ein ausgeglichenes Schnittverhalten gesorgt werden (vgl. *Bild 3.13*).



Beim Schruppen wird eine Verdopplung der Schnittbreite erzielt (nur einfachen Vorschub anwenden $f = f_z$). Beim Schlichten wird die Schnittbreite aufgeteilt, so dass teilweise auf eine Zwischenbearbeitung verzichtet werden kann.

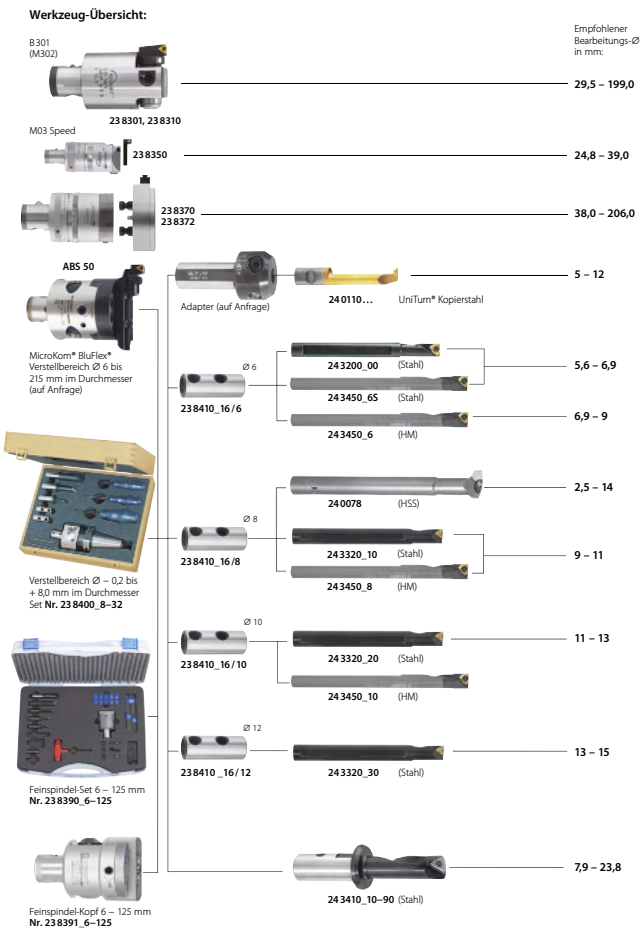
Bild 3.13
Schnittaufteilung durch axialen und radialen Schneidenversatz

Eine Feineinstellung lässt sich mit einer Verstellgenauigkeit von ± 0,02 mm im Durchmesser mittels ABS Exzenter-Verstelleinrichtung realisieren. Bei größeren Durchmessern wird mit der im Grundkörper des Trägerwerkzeuges eingebauten Feinverstellspindel die Maßkorrektur vorgenommen.

8.3 Ausspindeln mit Bohrstangen

Die Fertigung von Präzisionsbohrungen erfolgt überwiegend durch die Verfahren Reiben und Ausbohren (Ausspindeln, Ausdrehen). Dabei ergänzen und überdecken sich diese Verfahren in ihren Einsatzbereichen. Das **Ausspindeln** stellt eine produktive Alternative zum Reiben bei der Fertigung einzelner Bohrungen dar, während sich mit dem Reiben eine größere Anzahl engtolerierter Bohrungen in Folge innerhalb des zur Verfügung stehenden Bohrungstoleranzfeldes bearbeiten lassen.

Dem nachfolgenden Bild ist die Programmübersicht zum Feinbohren zu entnehmen.



Hinweis: Aufnahmen mit ABS®-Anbindung finden Sie auf den Seiten 432 / 433.

Bild 3.14 Programmübersicht KOMET-Feinbohren

8.4 Ausspindeln mit Feinverstellköpfen

In der spanenden Fertigung sind ständig steigende Anforderungen bezüglich der zu realisierenden Oberflächengüten und einzuhaltenden kleiner werdenden Toleranzen, bei gleichzeitigem Wunsch nach kürzeren Bearbeitungszeiten und somit höheren Schnittgeschwindigkeiten zu beobachten.

Ergänzend zum Abschnitt 8.2.2 „Zweischneidiges Ausbohren“, sind in der nachfolgenden Tabelle verschiedene Feinverstellköpfe zur Herstellung von Präzisionsbohrungen vergleichend aufgeführt.

Feinverstellkopf	Durchmesserbereich [mm]	Passungsqualitäten	Zustellgenauigkeit [µm im ∅]	Zustellkomfort	High Speed
KFK 	5,6 – 32	bis IT 7	20 über Nonius 2	+	–
B 301 	29,5 – 200	bis IT 7	20 über Nonius 2	+	–
M 03 Speed 	24,5 – 103	besser IT 7	2	++	✓
Legende	+ niedrig ++ mittel – nicht geeignet ✓ geeignet				

Tabelle 3.8 KOMET Feinverstellköpfe

Kürzere Bearbeitungszeiten bewirken aber auch meist höhere Schnittgeschwindigkeiten wie sie für eine Hochgeschwindigkeitsbearbeitung (HSC) üblich sind (vgl. auch Kapitel "Grundlagen").

Hierbei werden an rotierende Werkzeuge, auf Grund der höheren Drehzahlen und Fliehkräfte, höchste Ansprüche hinsichtlich der Wuchtgüte gestellt. An flexiblen Zerspanungswerkzeugen, bei denen durch Veränderungen der Schneidenposition Massen verschoben werden, tritt eine Unwucht auf, die insbesondere bei höheren Drehzahlen kompensiert werden muss. (Vgl. dazu auch Kapitel „Spannen“)

Beim Feinverstellkopf M03-Speed z. B. geschieht diese Kompensation automatisch durch eine diametral verschiebbar angeordnete Ausgleichsmasse. Der besondere Vorteil dabei ist, dass die Unwucht innerhalb einer Ebene ausgeglichen wird und somit nicht nur ein statischer, sondern auch ein dynamischer Wuchtausgleich erzielt wird. Dieser Feinverstellkopf ist somit insbesondere für HSC-Schnittparameter geeignet.

8.5 „5 in 1“ Dreh- und Bohrwerkzeug

Das GARANT Dreh- und Bohrwerkzeug ersetzt 5 ISO-Werkzeuge. Einsatzrichtwerte und eine ausführliche Beschreibung sind dem Kapitel Drehen zu entnehmen

9 Einsatzbeispiele von GARANT-Bohrwerkzeugen

9.1 Einsatz von GARANT FS-Profilen bei HSS-Bohrern

FS-Bohrer haben ein spezielles Querschnittsprofil, große Spanräume (Ausspänen erst nach ca. 15 x D erforderlich) und einen großen Kern (vgl. *Bild 3.15).*

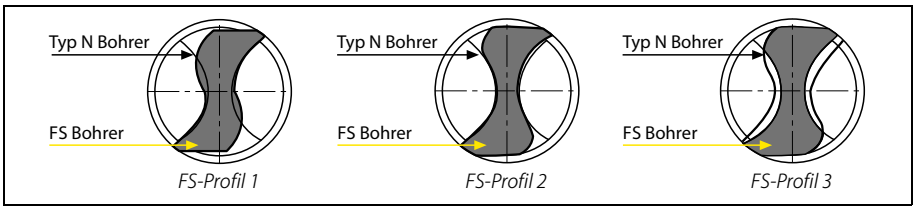


Bild 3.15 GARANT FS-Profile für Bohrer

Anwendungsbeispiel:

FS-Spibo-Profil 1:

Für weiche langspanende Werkstoffe bis 500 N/mm^2 bei überdurchschnittlich tiefen Bohrungen einsetzbar.

Anwendbare Parameter:

Werkstoff:	Aluminium langspanend (Werkstoffmaterialgruppe 17.0, Kapitel „Werkstoffe“, Abschnitt 1)	
	Bohrungsdurchmesser:	5,0 mm
	Bohrungstiefe:	130 mm (26 x D)
Werkzeug:	FS-Bohrer	
Schnittparameter:	Schnittgeschwindigkeit:	v_c = 80 m/min
	Drehzahl:	n = 5.000 min^{-1}
	Vorschub:	f = 0,1 mm/U

Entspänung nach 60/100/130 mm

Anwendungsbeispiel:

FS-Spibo-Profil 2:

Für die Zerspanung von Automatenstähle und Buntmetalle einsetzbar.

Anwendbare Parameter:

Werkstoff: 9SMnPb28 K (Werkstoffmaterialgruppe 2.0, Kapitel „Werkstoffe“, Abschnitt 1)

Bohrungsdurchmesser: 6,2 mm

Bohrungstiefe: 13 mm

Werkzeug: FS-Bohrer

Schnittparameter:		
	Schnittgeschwindigkeit:	v_c = 47 m/min
	Drehzahl:	n = 2.400 min^{-1}
	Vorschub:	f = 0,2 mm/U

Entspänung nach 13 mm

Anwendungsbeispiel:

FS-Spibo-Profil 3:

Für die Zerspanung von Grauguss und Stähle bis 1000 N/mm^2.

Anwendbare Parameter:

Werkstoff: C 45 (Werkstoffmaterialgruppe 3.1, Kapitel „Werkstoffe“, Abschnitt 1)

Bohrungsdurchmesser: 12,5 mm

Bohrungstiefe: 210 mm

Werkzeug: FS-Bohrer

Schnittparameter:		
	Schnittgeschwindigkeit:	v_c = 20 m/min
	Drehzahl:	n = 500 min^{-1}
	Vorschub:	f = 0,1 mm/U

Entspänung nach 100/170/210 mm

9.2 Tieflochbohren mit GARANT VHM-Hochleistungsbohrern

Für die Herstellung von Bohrungen mit einem Längen-Durchmesser-Verhältnis von 20xD bis 50xD eignen sich Hochleistungs-Tieflochbohrer der neuen Generation. Sie sind spiralgenutet und besitzen 4 Führungsfasen sowie innere Kühlkanäle. Der konische Schliff der Bohrer ermöglicht zum einen eine gute Führung des Werkzeuges durch die Führungsfasen und zum anderen eine günstige Späneabfuhr (ohne Mantelkontakt) auch bei großen Bohrtiefen. Diese Bohrer erlauben gegenüber Einlippenbohrer bis zu 10-fach höhere Vorschübe für die Bearbeitung und bewirken somit eine erhebliche Zeiteinsparung. Durch Spiralen und die damit verbundene Spanabfuhr sind diese Werkzeuge auch vertikal einsetzbar.

Dem *Bild 3.16* ist der Bohrzyklus für Vollhartmetall-HPC-Tiefloch-Bohrer zu entnehmen

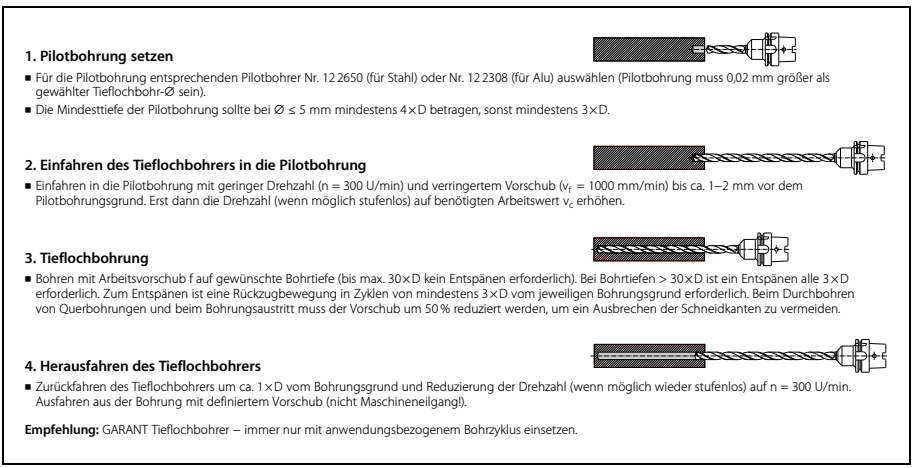


Bild 3.16 Bohrzyklus für GARANT Tieflochbohrer

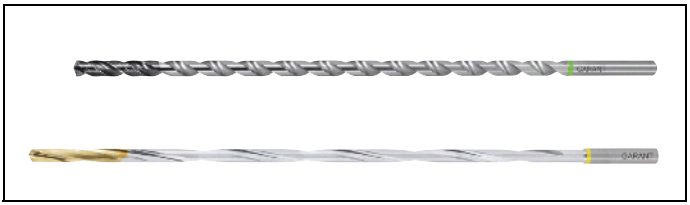


Bild 3.17
GARANT VHM-Hochleistungsbohrer

Anwendungsbeispiel: Tieflochbohren 30xD

Werkstoff: X6CrNiMoTi 17 12 2 (1.4571)
(Werkstoffmaterialgruppe 13.2, Kapitel „Werkstoffe“, Abschnitt 1)

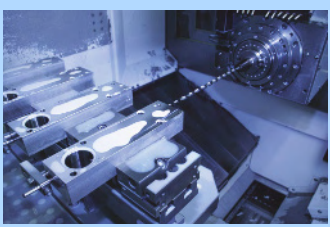
Bohrungsdurchmesser: 8,0 mm

Bohrungstiefe: 240 mm (30 x D)

Anwendbare Parameter:

Werkzeug: VHM-HPC-Tiefloch-Bohrer
(Artikelnr. 123695)

Zum Bohren bis 30xD



Schnittparameter:

Schnittgeschwindigkeit	v_c = 45 m/min
Drehzahl	n = 1790 min^{-1}
Vorschub	f = 0,12 mm/U
Vorschubgeschwindigkeit	v_f = 215 mm/min

Ergebnis:

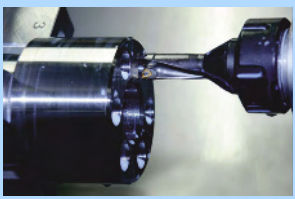
10fach höherer Vorschub gegenüber Einlippenbohrer (ELB)
Wesentliche Verkürzung der Hauptzeit
Verdoppelung der Standzeit gegenüber dem ELB auf 240 min

9.3 Einsatz von MTC-Bohrer

Anwendungsbeispiel

Einsatz eines GARANT Universal-Wendeplatten-Vollbohrers im Revolver eines angetriebenen Werkzeuges einer modernen MTM:

Vollbohrer mit speziellen Spanräumen bei höchster Stabilität für stehenden und rotierenden Gebrauch. Speziell für den MTC-Einsatz auf Maschinen mit geringer Antriebsleistung (MTM) geeignet sowie für rückzugsriefenfreie Bohrungen mit exakter Maßhaltigkeit (ca. ± 0,1 mm) und Bohrtiefen bis 3xD.



Anwendbare Parameter:

Werkstück:	Bohrungsdurchmesser	16,0 mm
	Bohrungstiefe	48 mm (3xD)
Werkstoff:	16MnCr5 (1.7131)	
	(Werkstoffmaterialgruppe 6.0, Kapitel „Werkstoffe“, Abschnitt 1)	
Werkzeug:	MTC-Wendeplatten-Vollbohrer 232300–232302	
	mit Wendeplatte WOEX 030204	

Schnittparameter:

Schnittgeschwindigkeit	v_c = 125 m/min
Drehzahl	n = 2040 min^{-1}
Vorschub	f = 0,08 mm/U
Vorschubgeschwindigkeit	v_f = 163 mm/min

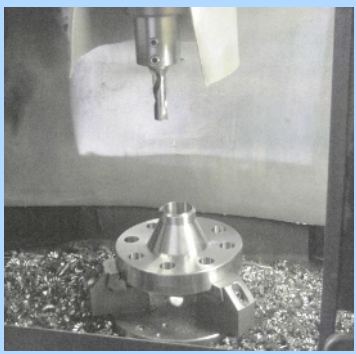
9.4 Einsatz von Wendeplattenbohrern

9.4.1 Bohren mit KUB Quatron

Anwendungsbeispiel:

Bohren eines Flansches mit Wendeplattenvollbohrer KUB Quatron:

Stabiler Kurzlochbohrer für schwierige Bohrbedingungen wie Schräganbohren, Walzhaut, Gussschrägen, unterbrochener Schnitt, Pakete sowie Bohrungen mit Toleranzen von ± 0,2 mm und Bohrtiefen von 2xD, 3xD, 4xD



Anwendbare Parameter:

Werkstück:	Flansch	
	Bohrungsdurchmesser:	18,0 mm
	Bohrungstiefe:	2 x D
Werkstoff:	X6CrNiMoTi 17 12 2 (1.4571) (Werkstoffmaterialgruppe 13.2, Kapitel „Werkstoffe“, Abschnitt 1)	
Werkzeug:	KUB Quatron 235500; 235507	
Schnittparameter:		
	Schnittgeschwindigkeit	v_c = 150 m/min
	Drehzahl	n = 2653 min^{-1}
	Vorschub	f = 0,12 mm/U
	Vorschubgeschwindigkeit	v_f = 318 mm/min
Ergebnis:	**Standzeiterhöhung von 80 min auf 180 min**	

9.4.2 Bohren mit KUB Centron

Anwendungsbeispiel:
Bohren mit Wendeplattenvollbohrer KUB Centron mit Zentrierspitze





Anwendbare Parameter:

Werkstück:	Lagerring	
	Bohrungsdurchmesser:	33 mm
	Bohrungstiefe:	5 x D
Werkstoff:	C42CrMo4 (1.7225) Werkstoffmaterialgruppe 4.1, Kapitel „Werkstoffe“, Abschnitt 1)	
Werkzeug:	KUB Centron 236650–236654	

Schnittparameter:

	Schnittgeschwindigkeit	v_c = 140 m/min
	Drehzahl	n = 1.350 min^{-1}
	Vorschub	f = 0,12 mm/U
	Vorschubgeschwindigkeit	v_f = 162 mm/min
Ergebnis:	**konstantes und maßhaltiges Bohren, betriebssicheres Bohren im 3-Schichtbetrieb, robuster Grundhalter**	

10 Einflüsse auf das Bohrergebnis und Störungsbeseitigung

10.1 Einflüsse auf das Bohrergebnis

Die tatsächliche Qualität der gefertigten Bohrung ist von verschiedenen Faktoren abhängig.

Einen **hohen Einfluss** auf die Bohrlochtoleranz hat der **Rundlauffehler** des Bohrers in der Spindel. Im *Bild 3.18* ist der Zusammenhang zwischen der Rundlauftoleranz des Spannmittels und der Standzeit des Bohrwerkzeuges dargestellt.

Einen mittleren Einfluss auf das Bohrergebnis üben der allgemeine Maschinenzustand sowie der Bohrerspitzenverschleiß aus. Dagegen beeinflussen die Vorschubgeschwindigkeit und der Werkstoff die Bohrlochtoleranz nur gering.

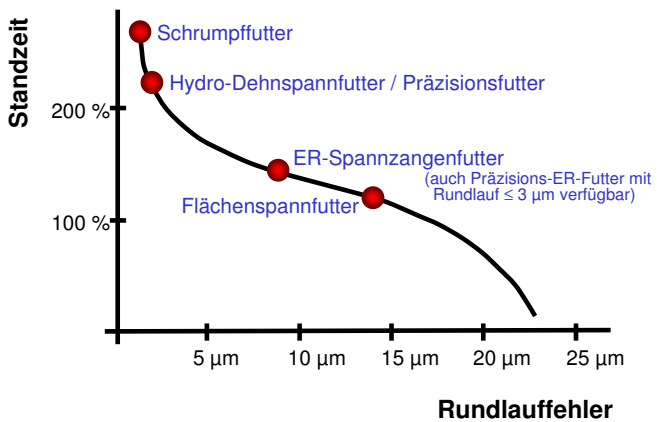


Bild 3.18 Einfluss des Rundlauffehlers auf die Standzeit des Bohrers

Weitere Ausführungen zu den verschiedenen Spannfuttern sind dem Kapitel „Spannen“, zu entnehmen.

10.2 Leitfaden zur Störungsbehebung beim Bohren

Kennzeichnung	Störung
1	Querschneidenverschleiß
2	Hauptschneidenverschleiß
3	Spanfasenverschleiß
4	Führungsfasenverschleiß
5	Schneidenausbruch
6	Spitzenausbruch
7	Spänestau am Bohrerrücken
8	Werkzeugbruch
9	Rattern oder ähnliche Geräusche
10	Spänestau
11	Werkstückverhärtung
12	Schwankende Genauigkeit
13	Gratbildung am Bohrungsausgang

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	**Abhilfe**
■													Freiwinkel am Bohrerzentrum sollte größer sein als der Hinterschliff
■			■	■			■	■			■		Auskraglänge so kurz wie möglich
	■												Vergrößerung des Freiwinkels an den äußeren Schneidkanten
	■	■	■		■								Verkürzung der Zeitabstände zwischen den Nachschliffen
						■							Spitzenwinkel vergrößern
			■	■		■	■					■	Schneidkantenunterschied sollte max. 0,02 mm betragen
				■							■		Kantenverrundung sollte größer sein
				■									Freiwinkel sollte kleiner sein
						■	■		■				Erweiterung der Nutenbreite
						■							Kleinerer Rückendurchmesser
						■							Kleinerer Spiralwinkel
			■	■	■		■	■	■	■			Größere Verjüngung und kleinere Führungsfasenbreite
												■	Kleinere Kantenverrundung
■	■	■		■	■	■	■	■			■	■	Geringerer Vorschub
	■				■	■		■	■		■		Geringere Schnittgeschwindigkeit
									■				Größerer Vorschub

Tabelle 3.9 Behebung von Fehlern beim Bohren

Faserstrukturen

Multidirektional
(keine einheitliche Ausrichtung der Fasern)
Empfehlung Bohrer:
Nr. 12 2512 / 12 2514.

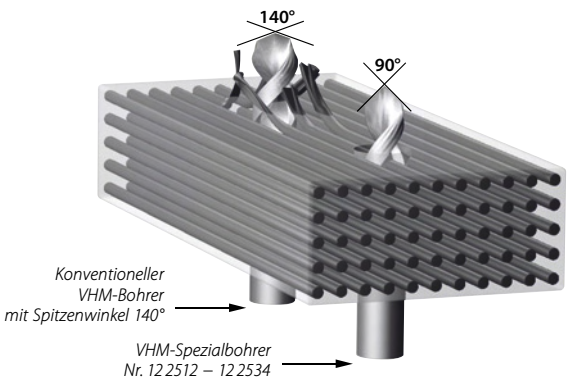


Unidirektional
(alle Fasern in einer Richtung)
Empfehlung Bohrer:
Nr. 12 2522 – 12 2534



Delamination und Gratbildung,

beim Einsatz eines konventionellen VHM-Bohrers in faserverstärkten Materialien.



11 Richtwerte für den Einsatz von Bohrern

Handhabung der Richtwerttabellen – Beispiel

Bearbeitungsaufgabe:

Einbringen von Bohrungen mit einem Durchmesser D = 6 mm in den Werkstoff 100Cr6 auf einem leistungsstarken Bearbeitungszentrum.

Vorgehen:

1. Auswahl des Bohrwerkzeuges aus dem Hauptkatalog — 12 2630 (Holex)
2. Auswahl der Werkstoffmaterialgruppe (Kapitel „Werkstoffe“, Abschnitt 1) — Wst.-Gr. 8.0
3. Auswahl der Schnittparameter:
   - 3.1 Auswahl der Einsatzrichtwerttabelle — Tabelle 3.28

     Werkzeug 12 2630 → 6xD, VHM-TiN beschichtet
   - 3.2 Auswahl der Schnittparameter

Tabelle 3.28 **HOLEX Hochleistungsbohrer 4xD/6xD (mit Innenkühlung) (Vollhartmetall – TiN)**

Katalognummer 122310; 122315; 122320; 122340; 122345; 122355; 122630; 122635; 122640
DIN 6537; 6537K
Zähnezahl 2



Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	v_c [m/min] min.	Start	max.	Ø 1,0 – 1,9 f	n	v_f	Ø 3,0 – 5,9 f	n	v_f	Ø 6,0 – 8,9 f	n	v_f	Ø 9,0 – f	n
				122310 122315 122320			122340; 122345 122355; 122630 122635; 122640		[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min
1.0	allg. Baustähle	< 500	70	80	100	80	110	120	0,06	24148	1449	0,12	7868	944	0,16	4700	752	0,20	3351
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	60	70	90	90	100	120	0,05	21952	1098	0,14	7153	1001	0,18	4273	769	0,22	3046
2.0	Automatenstähle	< 850	70	80	100	100	140	180	0,06	30733	1844	0,14	10014	1402	0,18	5982	1077	0,22	4266
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	60	70	90	90	100	110	0,05	21952	1098	0,14	7153	1001	0,18	4273	769	0,22	3046
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	55	65	75	85	90	95	0,04	19757	790	0,14	6438	901	0,18	3845	692	0,22	2741
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	55	65	75	75	80	85	0,04	17562	702	0,14	5722	801	0,18	3418	615	0,22	2437
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	50	60	70	75	80	85	0,03	17562	527	0,12	5722	687	0,16	3418	547	0,20	2437
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	50	60	70		–		0,03	13172	395	0,15	4292	644	0,21	2564	538	0,27	1828
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	40	50	65		–					0,15	3577	536	0,21	2136	449	0,27	1523
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	65	75	95	85	90	95	0,06	19758	1185	0,12	6438	773	0,16	3845	615	0,20	2741
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	60	70	90		–		0,04	17652	702	0,18	5723	1030	0,24	3418	820	0,30	2435
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	55	65	75		–			–		0,16	4649	744	0,22	2777	611	0,27	1980
7.0	Nitrierstähle	< 1000	55	60	65		–		0,03	13171	395	0,15	4292	644	0,20	2564	513	0,27	1828
7.1	Nitrierstähle	> 1000	60	65	70		–			–		0,15	4649	697	0,20	2777	555	0,25	1980
8.0	Werkzeugstähle	< 850	60	65	70	70	80	90	0,06	17562	1054	0,11	5722	629	0,15	3418	513	0,18	2437
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	55	60	65	60	65	70	0,05	14269	713	0,09	4649	418	0,12	2777	333	0,15	1980
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	30	35	40	30	35	40	0,04	7683	307	0,08	2504		0,11	1495	164	0,14	1066
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	25	30	40				0,07	3898	273	0,08	2141	172	0,12	1282	154	0,15	914

Schnittgeschwindigkeit: Startwert v_c = **80 m/min** v_c-Bereich: 70 ... 90 m/min

Vorschub: f = **0,15 mm/U**

Drehzahl im Durchmesserbereich: n = **3418 U/min**

Vorschubgeschwindigkeit im Durchmesserbereich v_f = **513 mm/min**

Tabelle 3.10 GARANT Zentrierbohrer (HSS und HSS/E)

Katalognummer 111000; 111005; 111050; 111100; 111200; 111250; 111300; 111350; 111450; 111520; 111540;
DIN 333; 333-A; 333-B; 333-R, Werksnorm
Zähnezahl 2

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ 0,5 – 0,8			∅ 1,0 – 1,25			∅ 1,6 – 2		
						f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	30	40	50	0,02	19588	392	0,03	11368	369	0,04	7074	283
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	25	30	35	0,02	14691	294	0,03	8526	277	0,04	5305	212
2.0	Automatenstähle	< 850	25	30	35	0,02	14691	294	0,03	8526	277	0,04	5305	212
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	20	25	30	0,01	12243	147	0,02	7105	139	0,02	4421	106
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	25	30	35	0,01	14691	176	0,02	8526	166	0,02	5305	127
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	20	25	30	0,01	12243	147	0,02	7105	139	0,02	4421	106
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	20	22	25	0,01	10774	103	0,02	6253	98	0,02	3890	75
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	15	17	20	0,01	8325	67	0,01	4831	63	0,02	3006	48
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	8	10	12	0,01	4897	39	0,01	2842	37	0,02	1768	28
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	25	30	35	0,01	14691	176	0,02	8526	166	0,02	5305	127
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	15	18	20	0,01	8815	71	0,01	5116	67	0,02	3183	51
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	8	10	12	0,01	4897	39	0,01	2842	37	0,02	1768	28
7.0	Nitrierstähle	< 1000	10	13	15	0,01	6366	51	0,01	3695	48	0,02	2299	37
7.1	Nitrierstähle	> 1000	8	10	12	0,01	4897	39	0,01	2842	37	0,02	1768	28
8.0	Werkzeugstähle	< 850	10	13	15	0,01	6366	51	0,01	3695	48	0,02	2299	37
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	8	10	12	0,01	4897	39	0,01	2842	37	0,02	1768	28
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	6	8	10	0,01	3918	31	0,01	2274	30	0,02	1415	23
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	6	8	10	0,01	3918	31	0,01	2274	30	0,02	1415	23
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	8	9	10	0,01	4407	35	0,01	2558	33	0,02	1592	25
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	4	5	6		–			–		0,02	884	14
12.0	Federstähle	< 1500	5	8	10	0,01	3918	31	0,01	2274	30	0,02	1415	23
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	10	15	20	0,01	7346	59	0,01	4263	55	0,02	2653	42
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	10	15	20	0,01	7346	59	0,01	4263	55	0,02	2653	42
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	8	12	15	0,01	5876	47	0,01	3410	44	0,02	2122	34
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	6	8	10	0,01	3918	31	0,01	2274	30	0,02	1415	23
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	3	5,5	8	0,01	2693	22	0,01	1563	20	0,02	973	16
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	20	25	30	0,02	12243	245	0,03	7105	231	0,04	4421	177
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	20	25	30	0,02	12243	196	0,03	7105	185	0,03	4421	141
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	25	30	35	0,02	14691	294	0,03	8526	277	0,04	5305	212
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	18	20	22	0,02	9794	157	0,03	5684	148	0,03	3537	113
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	3	5,5	8	0,01	2693	22	0,01	1563	20	0,02	973	16
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	3	4,5	6	0,01	2204	18	0,01	1279	17	0,02	796	13
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	40	70	100	0,02	34280	686	0,03	19894	647	0,04	12379	495
17.1	Al-Leg., kurzspanend		30	45	60	0,02	22037	441	0,03	12789	416	0,04	7958	318
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		30	40	50	0,01	19588	235	0,02	11368	222	0,02	7074	170
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	35	50	65	0,02	24485	490	0,03	14210	462	0,04	8842	354
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	60	80	100	0,03	39177	1254	0,05	22736	1182	0,06	14147	905
18.2	Messing, langspanend	< 600	35	45	60	0,02	22037	441	0,03	12789	416	0,04	7958	318
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	25	40	50	0,02	19588	392	0,03	11368	369	0,04	7074	283
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	25	40	50	0,02	19588	392	0,03	11368	369	0,04	7074	283
18.5	Bronze, langspanend	< 850	15	23	35	0,02	11263	225	0,03	6537	212	0,04	4067	163
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	15	23	35	0,02	11263	225	0,03	6537	212	0,04	4067	163
19.0	Graphit			–			–			–			–	
20.0	Thermoplast		20	30	40	0,02	14692	294	0,03	8526	277	0,04	5305	212
20.1	Duroplast		10	15	20	0,02	7346	147	0,03	4263	139	0,04	2653	106
20.2	GFK und CFK			–			–			–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert.





∅ 2,5 – 3,15			∅ 4			∅ 5			∅ 6,3			∅ 8			∅ 10			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,05	4547	227	0,05	3183	159	0,07	2546	166	0,08	2021	158	0,10	1592	161	0,15	1273	194	Emulsion
0,05	3410	171	0,05	2387	119	0,07	1910	124	0,08	1516	118	0,10	1194	121	0,15	955	145	Emulsion
0,05	3410	171	0,05	2387	119	0,07	1910	124	0,08	1516	118	0,10	1194	121	0,15	955	145	Emulsion
0,03	2842	85	0,03	1989	60	0,04	1592	62	0,05	1263	59	0,06	995	61	0,09	796	73	Emulsion
0,03	3410	102	0,03	2387	72	0,04	1910	74	0,05	1516	71	0,06	1194	73	0,09	955	87	Emulsion
0,03	2842	85	0,03	1989	60	0,04	1592	62	0,05	1263	59	0,06	995	61	0,09	796	73	Emulsion
0,02	2501	60	0,02	1751	42	0,03	1401	44	0,04	1112	42	0,05	875	43	0,07	700	51	Emulsion/Öl
0,02	1933	39	0,02	1353	27	0,03	1082	28	0,03	859	27	0,04	676	27	0,06	541	33	Emulsion/Öl
0,02	1137	23	0,02	796	16	0,03	637	17	0,03	505	16	0,04	398	16	0,06	318	19	Emulsion/Öl
0,03	3410	102	0,03	2387	72	0,04	1910	74	0,05	1516	71	0,06	1194	73	0,09	955	87	Emulsion/Öl
0,02	2046	41	0,02	1432	29	0,03	1146	30	0,03	909	28	0,04	716	29	0,06	573	35	Öl
0,02	1137	23	0,02	796	16	0,03	637	17	0,03	505	16	0,04	398	16	0,06	318	19	Öl
0,02	1478	30	0,02	1035	21	0,03	828	22	0,03	657	20	0,04	517	21	0,06	414	25	Emulsion/Öl
0,02	1137	23	0,02	796	16	0,03	637	17	0,03	505	16	0,04	398	16	0,06	318	19	Emulsion/Öl
0,02	1478	30	0,02	1035	21	0,03	828	22	0,03	657	20	0,04	517	21	0,06	414	25	Emulsion/Öl
0,02	1137	23	0,02	796	16	0,03	637	17	0,03	505	16	0,04	398	16	0,06	318	19	Emulsion/Öl
0,02	909	18	0,02	637	13	0,03	509	13	0,03	404	13	0,04	318	13	0,06	255	15	Emulsion/Öl
0,02	909	18	0,02	637	13	0,03	509	13	0,03	404	13	0,04	318	13	0,06	255	15	Emulsion/Öl
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
0,02	1023	20	0,02	716	14	0,03	573	15	0,03	455	14	0,04	358	15	0,06	286	17	Emulsion
0,02	568	11	0,02	398	8	0,03	318	8	0,03	253	8	0,04	199	8	0,06	159	10	Emulsion
0,02	909	18	0,02	637	13	0,03	509	13	0,03	404	13	0,04	318	13	0,06	255	15	Emulsion/Öl
0,02	1705	34	0,03	1194	36	0,04	955	38	0,05	758	38	0,06	597	36	0,08	477	38	Emulsion
0,02	1705	34	0,03	1194	36	0,04	955	38	0,05	758	38	0,06	597	36	0,08	477	38	Emulsion
0,02	1364	27	0,03	955	29	0,04	764	31	0,05	606	30	0,06	477	29	0,08	382	31	Emulsion
0,02	909	18	0,03	637	19	0,04	509	20	0,05	404	20	0,06	318	19	0,08	255	20	Emulsion
0,02	625	13	0,02	438	9	0,03	350	9	0,03	278	9	0,04	219	9	0,06	175	11	Öl
0,05	2842	142	0,05	1989	99	0,07	1592	103	0,08	1263	99	0,10	995	101	0,15	796	121	trocken/Luft
0,04	2842	114	0,04	1989	80	0,05	1592	83	0,06	1263	79	0,08	995	81	0,12	796	97	trocken/Luft
0,05	3410	171	0,05	2387	119	0,07	1910	124	0,08	1516	118	0,10	1194	121	0,15	955	145	Emulsion
0,04	2274	91	0,04	1592	64	0,05	1273	66	0,06	1011	63	0,08	796	65	0,12	637	77	Emulsion
0,02	625	13	0,02	438	9	0,03	350	9	0,03	278	9	0,04	219	9	0,06	175	11	Öl
0,02	512	10	0,02	358	7	0,03	286	7	0,03	227	7	0,04	179	7	0,06	143	9	Öl
0,05	7958	398	0,05	5570	279	0,07	4456	290	0,08	3537	276	0,10	2785	282	0,15	2228	339	Emulsion
0,05	5116	256	0,05	3581	179	0,07	2865	186	0,08	2274	177	0,10	1790	182	0,15	1432	218	Emulsion
0,03	4547	136	0,03	3183	95	0,04	2546	99	0,05	2021	95	0,06	1592	97	0,09	1273	116	Emulsion
0,05	5684	284	0,05	3979	199	0,07	3183	207	0,08	2526	197	0,10	1989	202	0,15	1592	242	Emulsion/Öl
0,08	9095	728	0,08	6366	509	0,10	5093	530	0,12	4042	504	0,16	3183	516	0,24	2546	620	tr./Emuls./Öl
0,05	5116	256	0,05	3581	179	0,07	2865	186	0,08	2274	177	0,10	1790	182	0,15	1432	218	Emulsion/Öl
0,05	4547	227	0,05	3183	159	0,07	2546	166	0,08	2021	158	0,10	1592	161	0,15	1273	194	Emulsion/Öl
0,05	4547	227	0,05	3183	159	0,07	2546	166	0,08	2021	158	0,10	1592	161	0,15	1273	194	Emulsion/Öl
0,05	2615	131	0,05	1830	92	0,07	1464	95	0,08	1162	91	0,10	915	93	0,15	732	111	Emulsion/Öl
0,05	2615	131	0,05	1830	92	0,07	1464	95	0,08	1162	91	0,10	915	93	0,15	732	111	Emulsion/Öl
	–			–			–			–			–			–		
0,05	3410	171	0,05	2387	119	0,08	1910	153	0,10	1516	152	0,10	1194	119	0,12	955	115	Wasser/Luft
0,05	1705	85	0,05	1194	60	0,08	955	76	0,10	758	76	0,10	597	60	0,12	477	57	trocken/Luft
	–			–			–			–			–			–		

Tabelle 3.11 GARANT NC-Anbohrer (HSS/E)

Katalognummer 112000; 112120
DIN Werksnorm
Zähnezahl 2

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ 3			∅ 4			∅ 5		
						f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	30	40	50	0,05	4244	212	0,05	3183	159	0,07	2546	166
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	25	30	35	0,05	3183	159	0,05	2387	119	0,07	1910	124
2.0	Automatenstähle	< 850	25	30	35	0,05	3183	159	0,05	2387	119	0,07	1910	124
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	20	25	30	0,03	2653	80	0,03	1989	60	0,04	1592	62
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	25	30	35	0,03	3183	95	0,03	2387	72	0,04	1910	74
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	20	25	30	0,03	2653	80	0,03	1989	60	0,04	1592	62
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	20	22	25	0,02	2334	56	0,02	1751	42	0,03	1401	44
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	15	17	20	0,02	1804	36	0,02	1353	27	0,03	1082	28
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	8	10	12	0,02	1061	21	0,02	796	16	0,03	637	17
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	25	30	35	0,03	3183	95	0,03	2387	72	0,04	1910	74
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	15	18	20	0,02	1910	38	0,02	1432	29	0,03	1146	30
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	8	10	12	0,02	1061	21	0,02	796	16	0,03	637	17
7.0	Nitrierstähle	< 1000	10	13	15	0,02	1379	28	0,02	1035	21	0,03	828	22
7.1	Nitrierstähle	> 1000	8	10	12	0,02	1061	21	0,02	796	16	0,03	637	17
8.0	Werkzeugstähle	< 850	10	13	15	0,02	1379	28	0,02	1035	21	0,03	828	22
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	8	10	12	0,02	1061	21	0,02	796	16	0,03	637	17
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	6	8	10	0,02	849	17	0,02	637	13	0,03	509	13
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	6	8	10	0,02	849	17	0,02	637	13	0,03	509	13
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	8	9	10	0,02	955	19	0,02	716	14	0,03	573	15
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	4	5	6	0,02	531	11	0,02	398	8	0,03	318	8
12.0	Federstähle	< 1500	5	8	10	0,02	849	17	0,02	637	13	0,03	509	13
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	10	15	20	0,02	1592	32	0,02	1194	24	0,03	955	25
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	10	15	20	0,02	1592	32	0,02	1194	24	0,03	955	25
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	8	12	15	0,02	1273	25	0,02	955	19	0,03	764	20
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	6	8	10	0,02	849	17	0,02	637	13	0,03	509	13
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–			–			–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB		–			–			–			–	
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB		–			–			–			–	
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB		–			–			–			–	
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB		–			–			–			–	
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850		–			–			–			–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200		–			–			–			–	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	40	70	100	0,05	7427	371	0,05	5570	279	0,07	4456	290
17.1	Al-Leg., kurzspanend		30	45	60	0,03	4775	143	0,03	3581	107	0,05	2865	143
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si			–			–			–			–	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	35	50	65	0,05	5305	265	0,05	3979	199	0,07	3183	207
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	60	80	100	0,05	8488	424	0,05	6366	318	0,07	5093	336
18.2	Messing, langspanend	< 600	35	45	60	0,05	4775	239	0,05	3581	179	0,07	2865	186
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	25	40	50	0,05	4244	212	0,05	3183	159	0,07	2546	166
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	25	40	50	0,05	4244	212	0,05	3183	159	0,07	2546	166
18.5	Bronze, langspanend	< 850	15	23	35	0,03	2440	73	0,04	1830	73	0,05	1464	73
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	15	23	35	0,03	2440	73	0,04	1830	73	0,05	1464	73
19.0	Graphit			–			–			–			–	
20.0	Thermoplast		110	120	130	0,05	12735	637	0,05	9551	478	0,07	7641	497
20.1	Duroplast		110	120	130	0,05	12735	637	0,05	9551	478	0,07	7641	497
20.2	GFK und CFK			–			–			–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für den Schnittgeschwindigkeitsstartwert.





∅ 6			∅ 8			∅ 10			∅ 12			∅ 16			∅ 20			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[Umin]	[mm/min]	
0,08	2122	166	0,10	1592	161	0,10	1273	129	0,10	1061	108	0,10	796	81	0,10	637	65	Emulsion
0,08	1592	124	0,10	1194	121	0,10	955	97	0,10	796	81	0,10	597	61	0,10	477	48	Emulsion
0,08	1592	124	0,10	1194	121	0,10	955	97	0,10	796	81	0,10	597	61	0,10	477	48	Emulsion
0,05	1326	62	0,06	995	61	0,06	796	48	0,06	663	40	0,06	497	30	0,06	398	24	Emulsion
0,05	1592	74	0,06	1194	73	0,06	955	58	0,06	796	48	0,06	597	36	0,06	477	29	Emulsion
0,05	1326	62	0,06	995	61	0,06	796	48	0,06	663	40	0,06	497	30	0,06	398	24	Emulsion
0,04	1167	44	0,05	875	43	0,05	700	34	0,05	584	28	0,05	438	21	0,05	350	17	Emulsion/Öl
0,03	902	28	0,04	676	27	0,04	541	22	0,04	451	18	0,04	338	14	0,04	271	11	Emulsion/Öl
0,03	531	17	0,04	398	16	0,04	318	13	0,04	265	11	0,04	199	8	0,04	159	6	Emulsion/Öl
0,05	1592	74	0,06	1194	73	0,06	955	58	0,06	796	48	0,06	597	36	0,06	477	29	Emulsion/Öl
0,03	955	30	0,04	716	29	0,04	573	23	0,04	477	19	0,04	358	15	0,04	286	12	Öl
0,03	531	17	0,04	398	16	0,04	318	13	0,04	265	11	0,04	199	8	0,04	159	6	Öl
0,03	690	22	0,04	517	21	0,04	414	17	0,04	345	14	0,04	259	10	0,04	207	8	Emulsion/Öl
0,03	531	17	0,04	398	16	0,04	318	13	0,04	265	11	0,04	199	8	0,04	159	6	Emulsion/Öl
0,03	690	22	0,04	517	21	0,04	414	17	0,04	345	14	0,04	259	10	0,04	207	8	Emulsion/Öl
0,03	531	17	0,04	398	16	0,04	318	13	0,04	265	11	0,04	199	8	0,04	159	6	Emulsion/Öl
0,03	424	13	0,04	318	13	0,04	255	10	0,04	212	9	0,04	159	6	0,04	127	5	Emulsion/Öl
0,03	424	13	0,04	318	13	0,04	255	10	0,04	212	9	0,04	159	6	0,04	127	5	Emulsion/Öl
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
0,03	477	15	0,04	358	15	0,04	286	12	0,04	239	10	0,04	179	7	0,04	143	6	Emulsion
0,03	265	8	0,04	199	8	0,04	159	6	0,04	133	5	0,04	99	4	0,04	80	3	Emulsion
0,03	424	13	0,04	318	13	0,04	255	10	0,04	212	9	0,04	159	6	0,04	127	5	Emulsion/Öl
0,03	796	25	0,04	597	24	0,04	477	19	0,04	398	16	0,04	298	12	0,04	239	10	Emulsion
0,03	796	25	0,04	597	24	0,04	477	19	0,04	398	16	0,04	298	12	0,04	239	10	Emulsion
0,03	637	20	0,04	477	19	0,04	382	15	0,04	318	13	0,04	239	10	0,04	191	8	Emulsion
0,03	424	13	0,04	318	13	0,04	255	10	0,04	212	9	0,04	159	6	0,04	127	5	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
0,08	3714	290	0,10	2785	282	0,10	2228	226	0,10	1857	188	0,10	1393	141	0,10	1114	113	Emulsion
0,06	2387	134	0,07	1790	125	0,07	1432	100	0,07	1194	84	0,07	895	63	0,07	716	50	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
0,08	2653	207	0,10	1989	202	0,10	1592	161	0,10	1326	134	0,10	995	101	0,10	796	81	Emulsion/Öl
0,08	4244	331	0,10	3183	325	0,10	2546	260	0,10	2122	216	0,10	1592	162	0,10	1273	130	tr./Emuls./Öl
0,08	2387	186	0,10	1790	182	0,10	1432	145	0,10	1194	121	0,10	895	91	0,10	716	73	Emulsion/Öl
0,08	2122	166	0,10	1592	161	0,10	1273	129	0,10	1061	108	0,10	796	81	0,10	637	65	Emulsion/Öl
0,08	2122	166	0,10	1592	161	0,10	1273	129	0,10	1061	108	0,10	796	81	0,10	637	65	Emulsion/Öl
0,06	1220	68	0,07	915	64	0,07	732	51	0,07	610	43	0,07	458	32	0,07	366	26	Emulsion/Öl
0,06	1220	68	0,07	915	64	0,07	732	51	0,07	610	43	0,07	458	32	0,07	366	26	Emulsion/Öl
	–			–			–			–			–			–		–
0,08	6367	497	0,10	4776	484	0,10	3820	387	0,10	3184	323	0,10	2388	242	0,10	1910	194	Emulsion
0,08	6367	497	0,10	4776	484	0,10	3820	387	0,10	3184	323	0,10	2388	242	0,10	1910	194	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–

Tabelle 3.12 GARANT NC-Anbohrer (HSS/E – TiAlN)

Katalognummer 112020; 112100; 112110; 112140; 112160; 112170
DIN Werksnorm
Zähnezahl 2

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ 3			∅ 4			∅ 5		
						f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	38	50	63	0,05	5305	265	0,05	3979	199	0,07	3183	223
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	31	37	44	0,05	3926	196	0,05	2944	147	0,07	2355	165
2.0	Automatenstähle	< 850	31	37	44	0,05	3926	196	0,05	2944	147	0,07	2355	165
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	25	31	38	0,03	3289	99	0,03	2467	74	0,04	1974	79
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	31	37	44	0,03	3926	118	0,03	2944	88	0,04	2355	94
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	25	31	38	0,03	3289	99	0,03	2467	74	0,04	1974	79
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	25	27	31	0,03	2865	86	0,03	2149	64	0,03	1719	52
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	19	21	25	0,02	2228	45	0,02	1671	33	0,03	1337	40
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	10	12	15	0,02	1273	25	0,02	955	19	0,03	764	23
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	31	37	44	0,03	3926	118	0,03	2944	88	0,04	2355	94
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	19	22	25	0,02	2334	47	0,02	1751	35	0,03	1401	42
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	10	12	15	0,02	1273	25	0,02	955	19	0,03	764	23
7.0	Nitrierstähle	< 1000	13	16	19	0,02	1698	34	0,02	1273	25	0,03	1019	31
7.1	Nitrierstähle	> 1000	10	12	15	0,02	1273	25	0,02	955	19	0,03	764	23
8.0	Werkzeugstähle	< 850	13	16	19	0,02	1698	34	0,02	1273	25	0,03	1019	31
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	10	12	15	0,02	1273	25	0,02	955	19	0,03	764	23
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	7,5	10	13	0,02	1061	21	0,02	796	16	0,03	637	19
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	7,5	10	13	0,02	1061	21	0,02	796	16	0,03	637	19
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	10	11	13	0,02	1167	23	0,02	875	18	0,03	700	21
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	5	6	7,5	0,02	637	13	0,02	477	10	0,03	382	11
12.0	Federstähle	< 1500	6	10	13	0,02	1061	21	0,02	796	16	0,03	637	19
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	13	19	25	0,02	2016	40	0,02	1512	30	0,03	1210	36
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	13	19	25	0,02	2016	40	0,02	1512	30	0,03	1210	36
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	10	15	19	0,02	1592	32	0,02	1194	24	0,03	955	29
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	7,5	10	13	0,02	1061	21	0,02	796	16	0,03	637	19
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	3,5	7	10	0,02	743	15	0,02	557	11	0,03	446	13
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	25	31	38	0,05	3289	164	0,05	2467	123	0,07	1974	139
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	25	31	38	0,04	3289	132	0,04	2467	99	0,06	1974	118
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	31	37	44	0,05	3926	196	0,05	2944	147	0,07	2355	165
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	23	25	28	0,04	2653	106	0,04	1989	80	0,06	1592	95
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	3,5	6	8	0,02	637	13	0,02	477	10	0,03	382	11
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	3,5	5,5	7,5	0,02	584	12	0,02	438	9	0,03	350	11
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	50	87	125	0,05	9231	462	0,05	6923	346	0,07	5539	389
17.1	Al-Leg., kurzspanend		38	56	75	0,03	5942	178	0,03	4456	134	0,05	3565	178
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		38	50	63	0,03	5305	159	0,03	3979	119	0,05	3183	159
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	44	62	81	0,05	6578	329	0,05	4934	247	0,07	3947	277
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	75	100	125	0,05	10610	531	0,05	7958	398	0,07	6366	454
18.2	Messing, langspanend	< 600	44	56	75	0,05	5942	297	0,05	4456	223	0,07	3565	250
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	31	50	63	0,05	5305	265	0,05	3979	199	0,07	3183	223
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	31	50	63	0,05	5305	265	0,05	3979	199	0,07	3183	223
18.5	Bronze, langspanend	< 850	19	29	44	0,03	3077	92	0,04	2308	69	0,05	1846	92
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	19	29	44	0,03	3077	92	0,04	2308	69	0,05	1846	92
19.0	Graphit			–			–			–			–	
20.0	Thermoplast		20	30	40	0,05	3183	159	0,05	2387	119	0,08	1910	153
20.1	Duroplast		10	15	20	0,05	1592	80	0,05	1194	60	0,08	955	76
20.2	GFK u. CFK			–			–			–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für den Schnittgeschwindigkeitsstartwert.





∅ 6			∅ 8			∅ 10			∅ 12			∅ 16			∅ 20			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[Umin]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,08	2653	212	0,11	1989	218	0,11	1592	174	0,11	1326	145	0,11	995	109	0,11	796	87	Emulsion
0,08	1963	157	0,11	1472	161	0,11	1178	129	0,11	981	107	0,11	736	81	0,11	589	64	Emulsion
0,08	1963	157	0,11	1472	161	0,11	1178	129	0,11	981	107	0,11	736	81	0,11	589	64	Emulsion
0,05	1645	83	0,07	1233	86	0,07	987	69	0,07	822	58	0,07	617	43	0,07	493	35	Emulsion
0,05	1963	99	0,07	1472	103	0,07	1178	82	0,07	981	69	0,07	736	52	0,07	589	41	Emulsion
0,05	1645	83	0,07	1233	86	0,07	987	69	0,07	882	58	0,07	617	43	0,07	493	35	Emulsion
0,04	1432	58	0,05	1074	54	0,05	859	43	0,05	716	36	0,05	537	27	0,05	430	21	Emulsion/Öl
0,03	1114	33	0,04	836	33	0,04	668	29	0,04	557	22	0,04	418	17	0,04	334	13	Emulsion/Öl
0,03	637	19	0,04	477	19	0,04	382	17	0,04	318	13	0,04	239	10	0,04	191	8	Emulsion/Öl
0,05	1963	99	0,07	1472	103	0,07	1178	82	0,07	981	69	0,07	736	52	0,07	589	41	Emulsion/Öl
0,03	1167	35	0,04	875	35	0,04	700	28	0,04	584	23	0,04	438	18	0,04	350	14	Öl
0,03	637	19	0,04	477	19	0,04	382	15	0,04	318	13	0,04	239	10	0,04	191	8	Öl
0,03	849	25	0,04	637	25	0,04	509	20	0,04	424	17	0,04	318	13	0,04	255	10	Emulsion/Öl
0,03	637	19	0,04	477	19	0,04	382	15	0,04	318	13	0,04	239	10	0,04	191	8	Emulsion/Öl
0,03	849	25	0,04	637	25	0,04	509	20	0,04	424	17	0,04	318	13	0,04	255	10	Emulsion/Öl
0,03	637	19	0,04	477	19	0,04	382	15	0,04	318	13	0,04	239	10	0,04	191	8	Emulsion/Öl
0,03	531	16	0,04	398	16	0,04	318	13	0,04	265	11	0,04	199	8	0,04	159	6	Emulsion/Öl
0,03	531	16	0,04	398	16	0,04	318	13	0,04	265	11	0,04	199	8	0,04	159	6	Emulsion/Öl
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
0,03	584	18	0,04	438	18	0,04	350	14	0,04	292	12	0,04	219	9	0,04	175	7	Emulsion
0,03	318	10	0,04	239	10	0,04	191	8	0,04	159	6	0,04	119	5	0,04	95	4	Emulsion
0,03	531	16	0,04	398	16	0,04	318	13	0,04	265	11	0,04	199	8	0,04	159	6	Emulsion/Öl
0,03	1008	30	0,04	756	30	0,04	605	24	0,04	504	20	0,04	378	15	0,04	302	12	Emulsion
0,03	1008	30	0,04	756	30	0,04	605	24	0,04	504	20	0,04	378	15	0,04	302	12	Emulsion
0,03	796	24	0,04	597	24	0,04	477	19	0,04	398	16	0,04	298	12	0,04	239	10	Emulsion
0,03	531	16	0,04	398	16	0,04	318	13	0,04	265	11	0,04	199	8	0,04	159	6	Emulsion
0,03	371	11	0,04	279	11	0,04	223	9	0,04	146	7	0,04	139	6	0,04	111	4	Öl
0,08	1645	132	0,11	1233	135	0,11	987	108	0,11	822	90	0,11	617	68	0,11	493	54	trocken/Luft
0,07	1645	115	0,09	1233	111	0,09	987	89	0,09	822	74	0,09	617	56	0,09	493	44	trocken/Luft
0,08	1963	157	0,11	1472	161	0,11	1178	129	0,11	981	107	0,11	736	81	0,11	589	64	Emulsion
0,07	1326	93	0,09	995	90	0,09	796	72	0,09	663	60	0,09	497	45	0,09	398	36	Emulsion
0,03	371	10	0,04	279	10	0,04	223	8	0,04	159	7	0,04	119	5	0,04	95	4	Öl
0,03	292	9	0,04	219	9	0,04	175	7	0,04	146	6	0,04	109	5	0,04	88	4	Öl
0,08	4615	369	0,11	3462	379	0,11	2769	303	0,11	2308	253	0,11	1731	190	0,11	1385	152	Emulsion
0,06	2971	180	0,08	2228	178	0,04	1783	143	0,08	1485	119	0,08	1114	89	0,08	891	71	Emulsion
0,06	2653	160	0,08	1989	159	0,04	1592	127	0,08	1326	106	0,08	995	80	0,08	796	64	Emulsion
0,08	3289	263	0,11	2467	270	0,11	1974	216	0,11	1645	180	0,11	1233	135	0,11	987	108	Emulsion/Öl
0,08	5305	424	0,11	3979	438	0,11	3183	351	0,11	2653	292	0,11	1989	219	0,11	1592	175	tr./Emuls./Öl
0,08	2971	238	0,11	2228	244	0,11	1783	195	0,11	1485	163	0,11	1114	122	0,11	891	98	Emulsion/Öl
0,08	2653	212	0,11	1989	218	0,11	1592	174	0,11	1326	145	0,11	995	109	0,11	796	87	Emulsion/Öl
0,08	2653	212	0,11	1989	218	0,11	1592	174	0,11	1326	145	0,11	995	109	0,11	796	87	Emulsion/Öl
0,06	1538	93	0,08	1154	92	0,04	923	74	0,08	769	62	0,08	577	46	0,08	462	37	Emulsion/Öl
0,06	1538	93	0,08	1154	92	0,04	923	74	0,08	769	62	0,08	577	46	0,08	462	37	Emulsion/Öl
	–			–			–			–			–			–		
0,08	1592	127	0,10	1194	119	0,12	955	115	0,14	796	95	0,16	597	95	0,20	477	95	Wasser/Luft
0,08	796	64	0,10	597	60	0,12	477	57	0,14	398	48	0,16	298	48	0,20	239	48	trocken/Luft
	–			–			–			–			–			–		

Tabelle 3.13 GARANT Kleinstbohrer (HSS/E)

Katalognummer 112300
DIN 1899-A
Zähnezahl 2

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ 0,15			∅ 0,2			∅ 0,25		
						f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baust.	< 500	30	40	50	0,008	84883	679	0,009	63662	573	0,011	50930	560
1.1	allg. Baust.	500 – 850	25	30	35	0,008	63662	509	0,009	47746	430	0,011	38197	420
2.0	Automatenst.	< 850	25	30	35	0,008	63662	509	0,009	47746	430	0,011	38197	420
2.1	Automatenst.	850 – 1000	20	25	30	0,006	53052	318	0,007	39789	279	0,009	31831	286
3.0	unleg. Vergü.-St.	<700	25	30	35	0,006	63662	382	0,007	47746	334	0,009	38197	344
3.1	unleg. Vergü.-St.	700 – 850	20	25	30	0,006	53052	318	0,007	39789	279	0,009	31831	286
3.2	unleg. Vergü.-St.	850 – 1000	20	22	25	0,005	46685	233	0,006	35014	210	0,008	28011	224
4.0	leg. Vergü.-St.	850 – 1000	15	17	20	0,005	36075	180	0,006	27056	162	0,008	21645	173
4.1	leg. Vergü.-St.	1000 – 1200	8	10	12	0,005	21221	106	0,006	15915	95	0,008	12732	102
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	25	30	35	0,006	63662	382	0,007	47746	334	0,009	38197	344
6.0	leg. Einsatzst.	800 – 1000	15	18	20	0,005	38197	191	0,006	28648	172	0,008	22918	183
6.1	leg. Einsatzst.	1000 – 1200	8	10	12	0,005	21221	106	0,006	15915	95	0,008	12732	102
7.0	Nitrierstähle	850 – 1000	10	13	15	0,005	27587	138	0,006	20690	124	0,008	16552	132
7.1	Nitrierstähle	1000 – 1200	8	10	12	0,005	21221	106	0,006	15915	95	0,008	12732	102
8.0	Werkzeugstähle	< 850	10	13	15	0,005	27587	138	0,006	20690	124	0,008	16552	132
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	8	10	12	0,005	21221	106	0,006	15915	95	0,008	12732	102
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	6	8	10	0,005	16977	85	0,006	12732	76	0,008	10186	81
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	6	8	10	0,005	16977	85	0,006	12732	76	0,008	10186	81
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	6	8	10	0,005	16977	85	0,006	12733	76	0,008	10186	81
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–			–			–			–	
12.0	Federstähle	<1200	5	8	10	0,005	16977	85	0,006	12732	76	0,008	10186	81
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	10	15	20	0,005	31831	159	0,006	23873	143	0,080	19099	1528
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	10	15	20	0,005	31831	159	0,006	23873	143	0,080	19099	1528
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	8	12	15	0,005	25465	127	0,006	19099	115	0,080	15279	1222
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	6	8	10	0,005	16977	85	0,006	12732	76	0,080	10186	815
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	3	5,5	8	0,005	11671	58	0,006	8754	53	0,008	7003	56
15.0	Gusseisen	< 160 HB	20	25	30	0,008	53052	424	0,009	39789	358	0,011	31831	350
15.1	Gusseisen	> 180 HB	20	25	30	0,008	53052	424	0,100	39789	358	0,160	31831	350
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	25	30	35	0,008	63662	509	0,009	47746	430	0,011	38197	420
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	18	20	22	0,008	42443	424	0,100	31831	286	0,160	25465	286
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	3	6	8	0,005	12732	64	0,006	9549	57	0,008	7639	61
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	3	5	6	0,005	10610	53	0,006	7958	48	0,008	6366	51
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	40	70	100	0,008	148545	1188	0,009	111408	1003	0,011	89127	980
17.1	Al-Leg., kurzspanend		30	45	60	0,008	95493	764	0,009	71620	645	0,011	57296	630
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		30	40	50	0,006	84883	509	0,007	63662	446	0,009	50930	458
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 350	35	50	65	0,008	106103	849	0,009	79577	716	0,011	63662	700
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	60	80	100	0,008	169765	1358	0,009	127324	1146	0,011	101859	1120
18.2	Messing, langspanend	< 600	35	45	60	0,008	95493	764	0,009	71620	645	0,011	57296	630
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	25	40	50	0,008	84883	679	0,009	63662	573	0,011	50930	560
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	25	40	50	0,008	84883	679	0,009	63662	573	0,011	50930	560
18.5	Bronze, langspanend	< 850	15	23	35	0,008	48808	390	0,009	36606	329	0,011	29285	322
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	15	23	35	0,008	48808	390	0,009	36606	329	0,011	29285	322
19.0	Graphit			–			–			–			–	
20.0	Thermoplast		20	30	40	0,008	63662	509	0,009	47746	430	0,011	38197	420
20.1	Duroplast		10	15	20	0,008	31831	255	0,009	23873	215	0,011	19099	210
20.2	GFK und CFK			–			–			–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für den Schnittgeschwindigkeitsstartwert.



∅ 0,3			∅ 0,5			∅ 0,65			∅ 0,8			∅ 1,0			∅ 1,45			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[Umin]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,013	42441	552	0,018	25465	458	0,022	19588	431	0,026	15915	414	0,043	12732	547	0,043	8781	378	Emulsion
0,013	31831	414	0,018	19099	344	0,022	14691	323	0,026	11937	310	0,043	9549	411	0,043	6586	283	Emulsion
0,013	31831	414	0,018	19099	344	0,022	14691	323	0,026	11937	310	0,043	9549	411	0,043	6586	283	Emulsion
0,011	26526	292	0,014	15915	223	0,020	12243	245	0,024	9947	239	0,041	7958	326	0,041	5488	225	Emulsion
0,011	31831	350	0,014	19099	267	0,020	14691	294	0,024	11937	286	0,041	9549	392	0,041	6586	270	Emulsion
0,011	26526	292	0,014	15915	223	0,020	12243	245	0,024	9947	239	0,041	7958	326	0,041	5488	225	Emulsion
0,010	23343	233	0,013	14006	182	0,019	10774	205	0,023	8754	201	0,040	7003	280	0,040	4830	193	Emulsion/Öl
0,010	18038	180	0,013	10823	141	0,019	8325	158	0,023	6764	156	0,040	5411	216	0,040	3732	149	Emulsion/Öl
0,010	10610	106	0,013	6366	83	0,019	4897	93	0,023	3979	92	0,040	3183	127	0,040	2195	88	Emulsion/Öl
0,011	31831	350	0,014	19099	267	0,020	14691	294	0,024	11937	286	0,041	9549	392	0,041	6586	270	Emulsion/Öl
0,010	19099	191	0,013	11459	149	0,019	8815	167	0,023	7162	165	0,040	5730	229	0,040	3951	158	Öl
0,010	10610	106	0,013	6366	83	0,019	4897	93	0,023	3979	92	0,040	3183	127	0,040	2195	88	Öl
0,010	13793	138	0,013	8276	108	0,019	6366	121	0,023	5173	119	0,040	4138	166	0,040	2854	114	Emulsion/Öl
0,010	10610	106	0,013	6366	83	0,019	4897	93	0,023	3979	92	0,040	3183	127	0,040	2195	88	Emulsion/Öl
0,010	13793	138	0,013	8276	108	0,019	6366	121	0,023	5173	119	0,040	4138	166	0,040	2854	114	Emulsion/Öl
0,010	10610	106	0,013	6366	83	0,019	4897	93	0,023	3979	92	0,040	3183	127	0,040	2195	88	Emulsion/Öl
0,010	8488	85	0,013	5093	66	0,019	3918	74	0,023	3183	73	0,040	2546	102	0,040	1756	70	Emulsion/Öl
0,010	8488	85	0,013	5093	66	0,019	3918	74	0,023	3183	73	0,040	2546	102	0,040	1756	70	Emulsion/Öl
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
0,010	8489	85	0,013	5093	66	0,019	3918	74	0,023	3183	73	0,040	2547	102	0,040	1756	70	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
0,010	8488	85	0,013	5093	66	0,019	3918	74	0,023	3183	73	0,040	2546	102	0,040	1756	70	Emulsion/Öl
0,010	15915	159	0,013	9549	124	0,019	7346	140	0,023	5968	137	0,040	4775	191	0,040	3293	132	Emulsion
0,010	15915	159	0,013	9549	124	0,019	7346	140	0,023	5968	137	0,040	4775	191	0,040	3293	132	Emulsion
0,010	12732	127	0,013	7639	99	0,019	5876	112	0,023	4775	110	0,040	3820	153	0,040	2634	105	Emulsion
0,010	8488	85	0,013	5093	66	0,019	3918	74	0,023	3183	73	0,040	2546	102	0,040	1756	70	Emulsion
0,010	5836	58	0,013	3501	46	0,019	2693	51	0,023	2188	50	0,040	1751	70	0,040	1207	48	Öl
0,013	26526	345	0,018	15915	286	0,022	12243	269	0,026	9947	259	0,043	7958	342	0,043	5488	236	trocken/Luft
0,200	26526	345	0,250	15915	286	0,320	12243	269	0,025	9947	249	0,042	7958	334	0,042	5488	231	trocken/Luft
0,013	31831	414	0,018	19099	344	0,022	14691	323	0,026	11937	310	0,043	9549	411	0,043	6586	283	Emulsion
0,200	21221	276	0,250	12732	229	0,320	9794	215	0,025	7958	199	0,042	6366	267	0,042	4390	184	Emulsion
0,010	6366	64	0,013	3820	50	0,019	2938	56	0,023	2387	55	0,040	1910	76	0,040	1317	53	Öl
0,010	5305	53	0,013	3183	41	0,019	2449	47	0,023	1989	46	0,040	1592	64	0,040	1098	44	Öl
0,013	74272	966	0,018	44563	802	0,022	34280	754	0,026	27852	724	0,043	22282	958	0,043	15367	661	Emulsion
0,013	47746	621	0,018	28648	516	0,022	22037	485	0,026	17905	466	0,043	14324	616	0,043	9879	425	Emulsion
0,011	42441	467	0,014	25465	357	0,020	19588	392	0,024	15915	382	0,041	12732	522	0,041	8781	360	Emulsion
0,013	53052	690	0,018	31831	573	0,022	24485	539	0,026	19894	517	0,043	15915	684	0,043	10976	472	Emulsion/Öl
0,013	84883	1103	0,018	50930	917	0,022	39177	862	0,026	31831	828	0,043	25465	1095	0,043	17562	755	tr./Emuls./Öl
0,013	47746	621	0,018	28648	516	0,022	22037	485	0,026	17905	466	0,043	14324	616	0,043	9879	425	Emulsion/Öl
0,013	42441	552	0,018	25465	458	0,022	19588	431	0,026	15915	414	0,043	12732	547	0,043	8781	378	Emulsion/Öl
0,013	42441	552	0,018	25465	458	0,022	19588	431	0,026	15915	414	0,043	12732	547	0,043	8781	378	Emulsion/Öl
0,013	24404	317	0,018	14642	264	0,022	11263	248	0,026	9151	238	0,043	7321	315	0,043	5049	217	Emulsion/Öl
0,013	24404	317	0,018	14642	264	0,022	11263	248	0,026	9151	238	0,043	7321	315	0,043	5049	217	Emulsion/Öl
	–			–			–			–			–			–		–
0,013	31831	414	0,018	19099	344	0,022	14691	323	0,026	11937	310	0,043	9549	411	0,043	6586	283	Emulsion/Luft
0,013	15915	207	0,018	9549	172	0,022	7346	162	0,026	5968	155	0,043	4775	205	0,043	3293	142	Wasser/Luft
	–			–			–			–			–			–		–

Tabelle 3.14 GARANT Spiralbohrer (HSS und HSS/E)

Katalognummer 114000; 114020; 114050; 114150; 114160; 114200; 114400; 114450; 114470; 116320; 116340; 116350; 116360; 116380; 116420; 116620; 116700; 117020; 117060; 117120; 117160; 117180; 117240; 117280; 117320 113020; 113150; 113155; 116000; 116040; 116061; 116065; 116070; 116240; 116720; 116760;

DIN 1899-A; 1897; 338; 340; 1869; 345; 343; 341; 1870

Zähnezahl 2

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ 2			∅ 5			∅ 8		
						f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baust.	< 500	30	40	50	0,05	6366	318	0,12	2546	306	0,20	1592	318
1.1	allg. Baust.	500 – 850	25	30	35	0,05	4775	239	0,12	1910	229	0,20	1194	239
2.0	Automatenst.	< 850	25	30	35	0,05	4775	239	0,12	1910	229	0,20	1194	239
2.1	Automatenst.	850 – 1000	20	25	30	0,03	3979	119	0,07	1592	111	0,10	995	99
3.0	unleg. Vergü.-St.	<700	25	30	35	0,03	4775	143	0,07	1910	134	0,10	1194	119
3.1	unleg. Vergü.-St.	700 – 850	20	25	30	0,03	3979	119	0,07	1592	111	0,10	995	99
3.2	unleg. Vergü.-St.	850 – 1000	20	22	25	0,02	3501	84	0,06	1401	84	0,09	875	79
4.0	leg. Vergü.-St.	850 – 1000	15	17	20	0,02	2706	54	0,05	1082	54	0,08	676	54
4.1	leg. Vergü.-St.	1000 – 1200	8	10	12	0,02	1592	32	0,05	637	32	0,08	398	32
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	25	30	35	0,03	4775	143	0,07	1910	134	0,10	1194	119
6.0	leg. Einsatzst.	800 – 1000	15	18	20	0,02	2865	57	0,05	1146	57	0,08	716	57
6.1	leg. Einsatzst.	1000 – 1200	8	10	12	0,02	1592	32	0,05	637	32	0,08	398	32
7.0	Nitrierstähle	850 – 1000	10	13	15	0,02	2069	41	0,05	828	41	0,08	517	41
7.1	Nitrierstähle	1000 – 1200	8	10	12	0,02	1592	32	0,05	637	32	0,08	398	32
8.0	Werkzeugstähle	< 850	10	13	15	0,02	2069	41	0,05	828	41	0,08	517	41
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	8	10	12	0,02	1592	32	0,05	637	32	0,08	398	32
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	6	8	10	0,02	1273	25	0,05	509	25	0,08	318	25
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	6	8	10	0,02	1273	25	0,05	509	25	0,08	318	25
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	7	8	9	0,02	1273	25	0,05	509	25	0,08	318	25
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	4	5	6		–			–		0,06	199	12
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	8	9	10	0,02	1273	25	0,05	509	25	0,08	358	29
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	4	5	6		–			–		0,06	199	12
12.0	Federstähle	<1200	5	8	10	0,02	1273	25	0,05	509	25	0,08	318	25
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	10	15	20	0,02	2387	48	0,05	955	48	0,08	597	48
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	10	15	20	0,02	2387	48	0,05	955	48	0,08	597	48
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	8	12	15	0,02	1910	38	0,05	764	38	0,08	477	38
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	6	8	10	0,02	1273	25	0,05	509	25	0,08	318	25
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	3	5,5	8	0,02	875	18	0,05	350	18	0,08	219	18
15.0	Gusseisen	< 160 HB	20	25	30	0,05	3979	199	0,12	1592	191	0,20	995	199
15.1	Gusseisen	> 180 HB	20	25	30	0,04	3979	159	0,10	1592	159	0,16	995	159
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	25	30	35	0,05	4775	239	0,12	1910	229	0,20	1194	239
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	18	20	22	0,04	3183	127	0,10	1273	127	0,16	796	127
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	3	5,5	8	0,02	875	18	0,05	350	18	0,08	219	18
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	3	4,5	6	0,02	716	14	0,05	286	14	0,08	179	14
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	40	70	100	0,05	11141	557	0,14	4456	624	0,18	2785	501
17.1	Al-Leg., kurzspanend		30	45	60	0,05	7162	358	0,14	2865	401	0,18	1790	322
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		30	40	50	0,03	6366	191	0,08	2546	204	0,14	1592	223
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 350	35	50	65	0,05	7958	398	0,14	3183	446	0,18	1989	358
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	60	80	100	0,08	12732	1019	0,18	5093	917	0,25	3183	796
18.2	Messing, langspanend	< 600	35	45	60	0,05	7162	358	0,15	2865	430	0,40	1790	716
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	25	40	50	0,05	6366	318	0,08	2546	204	0,14	1592	223
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	25	40	50	0,05	6366	318	0,08	2546	204	0,14	1592	223
18.5	Bronze, langspanend	< 850	15	23	35	0,05	3661	183	0,08	1464	117	0,14	915	128
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	15	23	35	0,05	3661	183	0,08	1464	117	0,14	915	128
19.0	Graphit			–			–			–			–	
20.0	Thermoplast		20	30	40	0,05	4775	239	0,08	1910	153	0,14	1194	167
20.1	Duroplast		10	15	20	0,05	2387	119	0,08	955	76	0,14	597	84
20.2	GFK und CFK			–			–			–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für den Schnittgeschwindigkeitsstartwert. Die Vorschubwerte gelten als Basiswerte für Bohrer nach DIN 338. Für Kurzbohrer kann der Vorschub um 30% erhöht werden. Für Langbohrer muss der Vorschub um 30% reduziert werden.

Basiswerte lt. Tabelle (f_z * 1,0)

Kurzbohrer (f_z * 1,3)
Langbohrer (f_z * 0,7)





∅ 12			∅ 16			∅ 25			∅ 40			∅ 63			∅ 80			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,25	1061	265	0,30	796	239	0,40	509	204	0,40	318	127	0,50	202	101	0,50	159	80	Emulsion
0,25	796	199	0,30	597	179	0,35	382	134	0,40	239	95	0,50	152	76	0,60	119	72	Emulsion
0,25	796	199	0,30	597	179	0,35	382	134	0,40	239	95	0,50	152	76	0,60	119	72	Emulsion
0,16	663	106	0,20	497	99	0,25	318	80	0,32	199	64	0,40	126	51	0,50	99	50	Emulsion
0,16	796	127	0,20	597	119	0,25	382	95	0,32	239	76	0,40	152	61	0,50	119	60	Emulsion
0,16	663	106	0,20	497	99	0,25	318	80	0,32	199	64	0,40	126	51	0,50	99	50	Emulsion
0,14	584	82	0,18	438	79	0,22	280	62	0,30	175	53	0,36	111	40	0,44	88	39	Emulsion/Öl
0,12	451	54	0,14	338	47	0,18	216	39	0,23	135	31	0,27	86	23	0,32	68	22	Emulsion/Öl
0,12	265	32	0,14	199	28	0,18	127	23	0,23	80	18	0,27	51	14	0,32	40	13	Emulsion/Öl
0,16	796	127	0,20	597	119	0,25	382	95	0,32	239	76	0,40	152	61	0,50	119	60	Emulsion/Öl
0,12	477	57	0,14	358	50	0,18	229	41	0,23	143	33	0,27	91	25	0,32	72	23	Öl
0,12	265	32	0,14	199	28	0,18	127	23	0,23	80	18	0,27	51	14	0,32	40	13	Öl
0,12	345	41	0,14	259	36	0,18	166	30	0,23	103	24	0,27	66	18	0,32	52	17	Emulsion/Öl
0,12	265	32	0,14	199	28	0,18	127	23	0,23	80	18	0,27	51	14	0,32	40	13	Emulsion/Öl
0,12	345	41	0,14	259	36	0,18	166	30	0,23	103	24	0,27	66	18	0,32	52	17	Emulsion/Öl
0,12	265	32	0,14	199	28	0,18	127	23	0,23	80	18	0,27	51	14	0,32	40	13	Emulsion/Öl
0,12	212	25	0,14	159	22	0,18	102	18	0,23	64	15	0,27	40	11	0,32	32	10	Emulsion/Öl
0,12	212	25	0,14	159	22	0,18	102	18	0,23	64	15	0,27	40	11	0,32	32	10	Emulsion/Öl
0,12	212	25	0,15	159	24	0,30	102	31	0,40	64	25		–			–		trocken
0,10	133	13	0,13	99	13	0,22	64	14	0,30	40	12		–			–		trocken
	–			–			–			–			–			–		–
0,12	239	29	0,15	179	27	0,30	115	34	0,40	72	29		–			–		Emulsion
0,10	133	13	0,13	99	13	0,22	64	14	0,30	40	12		–			–		Emulsion
0,12	212	25	0,14	159	22	0,18	102	18	0,23	64	15	0,27	40	11	0,32	32	10	Emulsion/Öl
0,12	398	48	0,14	298	42	0,18	191	34	0,24	119	29	0,27	76	20	0,32	60	19	Emulsion
0,12	398	48	0,14	298	42	0,18	191	34	0,24	119	29	0,27	76	20	0,32	60	19	Emulsion
0,12	318	38	0,14	239	33	0,18	153	28	0,24	95	23	0,27	61	16	0,32	48	15	Emulsion
0,12	212	25	0,14	159	22	0,18	102	18	0,24	64	15	0,27	40	11	0,32	32	10	Emulsion
0,12	146	18	0,14	109	15	0,18	70	13	0,24	44	11	0,27	28	8	0,32	22	7	Öl
0,25	663	166	0,30	497	149	0,40	318	127	0,40	199	80	0,50	126	63	0,60	99	60	trocken/Pr-Luft
0,20	663	133	0,25	497	124	0,32	318	102	0,32	199	64	0,40	126	51	0,50	99	50	trocken/Pr-Luft
0,25	796	199	0,30	597	179	0,40	382	153	0,40	239	95	0,50	152	76	0,60	119	72	Emulsion
0,20	531	106	0,25	398	99	0,32	255	81	0,32	159	51	0,40	101	40	0,50	80	40	Emulsion
0,12	146	18	0,14	109	15	0,18	70	13	0,23	44	10	0,27	28	8	0,32	22	7	Öl
0,12	119	14	0,14	90	13	0,18	57	10	0,23	36	8	0,27	23	6	0,32	18	6	Öl
0,22	1857	408	0,30	1393	418	0,40	891	357	0,45	557	251	0,50	354	177	0,60	279	167	Emulsion
0,22	1194	263	0,30	895	269	0,40	573	229	0,45	358	161	0,50	227	114	0,60	179	107	Emulsion
0,20	1061	212	0,25	796	199	0,30	509	153	0,40	318	127	0,50	202	101	0,60	159	95	Emulsion
0,22	1326	292	0,30	995	298	0,40	637	255	0,45	398	179	0,50	253	126	0,60	199	119	Emulsion/Öl
0,30	2122	637	0,35	1592	557	0,40	1019	407	0,50	637	318	0,60	404	243	0,70	318	223	tr./Emuls./Öl
0,25	1194	298	0,35	895	313	0,40	573	229	0,50	358	179	0,60	227	136	0,70	179	125	Emulsion/Öl
0,20	1061	212	0,25	796	199	0,30	509	153	0,40	318	127	0,50	202	101	0,60	159	95	Emulsion/Öl
0,20	1061	212	0,25	796	199	0,30	509	153	0,40	318	127	0,50	202	101	0,60	159	95	Emulsion/Öl
0,20	610	122	0,25	458	114	0,30	293	88	0,40	183	73	0,50	116	58	0,60	92	55	Emulsion/Öl
0,20	610	122	0,25	458	114	0,30	293	88	0,40	183	73	0,50	116	58	0,60	92	55	Emulsion/Öl
	–			–			–			–			–			–		–
0,20	796	159	0,25	597	149	0,30	382	115	0,40	239	95	0,50	152	76	0,60	119	72	Emulsion/Luft
0,20	398	80	0,25	298	75	0,30	191	57	0,40	119	48	0,50	76	38	0,60	60	36	Wasser/Luft
	–			–			–			–			–			–		–

Tabelle 3.15 GARANT Spiralbohrer Pulverstahl (PM – TiAlN)

Katalognummer 113280; 114620
DIN 1897; 338
Zähnezahl 2

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ 3			∅ 5			∅ 8		
						f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	50	60	70	0,05	9549	477	0,13	3820	497	0,18	2387	430
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	50	60	70	0,07	9549	477	0,13	3820	497	0,18	2387	430
2.0	Automatenstähle	< 850	50	60	70	0,05	9549	477	0,13	3820	497	0,18	2387	430
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	40	50	60	0,03	7958	239	0,08	3183	255	0,11	1989	219
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	40	50	60	0,03	7958	239	0,08	3183	255	0,11	1989	219
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	40	50	60	0,03	7958	239	0,08	3183	255	0,11	1989	219
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	40	45	50	0,03	7162	215	0,06	2865	172	0,10	1790	179
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	30	35	40	0,02	5570	111	0,05	2228	111	0,09	1393	125
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	30	35	40	0,02	5570	111	0,05	2228	111	0,09	1393	125
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	50	60	70	0,03	9549	286	0,08	3820	306	0,11	2387	263
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	40	50	60	0,02	7958	159	0,05	3183	159	0,09	1989	179
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	40	45	50	0,02	7162	143	0,05	2865	143	0,09	1790	161
7.0	Nitrierstähle	< 1000	30	35	40	0,02	5570	111	0,05	2228	111	0,09	1393	125
7.1	Nitrierstähle	> 1000	30	35	40	0,02	5570	111	0,05	2228	111	0,09	1393	125
8.0	Werkzeugstähle	< 850	30	35	40	0,02	5570	111	0,05	2228	111	0,09	1393	125
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	30	35	40	0,02	5570	111	0,05	2228	111	0,09	1393	125
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	25	30	35	0,02	4775	95	0,05	1910	95	0,09	1194	107
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	25	30	35	0,02	4775	95	0,05	1910	95	0,09	1194	107
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	10	15	20	0,02	2387	48	0,05	955	48	0,09	597	54
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	10	13	15	0,02	2069	41	0,05	828	41	0,06	517	33
12.0	Federstähle	< 1500	10	13	15	0,02	2069	41	0,05	828	41	0,09	517	47
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	18	23	28	0,02	3661	73	0,05	1464	73	0,09	915	82
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	15	20	25	0,02	3183	64	0,05	1273	64	0,09	796	72
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	15	20	25	0,02	3183	64	0,05	1273	64	0,09	796	72
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	12	15	20	0,02	2387	48	0,05	955	48	0,09	597	54
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	10	13	15	0,02	2069	41	0,05	828	41	0,09	517	47
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	70	80	90	0,05	12732	637	0,13	5093	662	0,22	3183	700
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	50	60	70	0,04	9549	382	0,11	3820	420	0,17	2387	406
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	70	80	90	0,05	12732	637	0,13	5093	662	0,22	3183	700
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	50	60	70	0,04	9549	382	0,11	3820	420	0,17	2387	406
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	20	25	30	0,02	3979	80	0,05	1592	80	0,09	995	90
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	9	12	15	0,02	1910	38	0,05	764	38	0,09	477	43
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	40	70	120	0,05	12732	637	0,15	5093	764	0,19	3183	605
17.1	Al-Leg., kurzspanend		70	80	90	0,05	11141	557	0,15	4456	668	0,19	2785	529
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		50	60	70	0,03	9549	286	0,09	3820	344	0,15	2387	358
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	70	80	90	0,05	12732	637	0,15	5093	764	0,19	3183	605
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	75	100	125	0,09	15915	1432	0,19	6366	1210	0,27	3979	1074
18.2	Messing, langspanend	< 600	44	56	75	0,05	8913	446	0,16	3565	570	0,22	2228	490
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	31	50	63	0,05	7958	398	0,09	3183	286	0,15	1989	298
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	31	50	63	0,05	7958	398	0,09	3183	286	0,15	1989	298
18.5	Bronze, langspanend	< 850	19	29	44	0,05	4615	231	0,09	1846	166	0,15	1154	173
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	19	29	44	0,05	4615	231	0,09	1846	166	0,15	1154	173
19.0	Graphit			–			–			–			–	
20.0	Thermoplast		20	30	40	0,05	4775	239	0,08	1910	153	0,14	1194	167
20.1	Duroplast		10	15	20	0,05	2387	119	0,08	955	76	0,14	597	84
20.2	GFK und CFK			–			–			–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert.





∅ 12–13			∅ 16			∅ 25			∅ 40			∅ 63			∅ 80			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,22	1528	336	–			–			–			–			–			Emulsion
0,22	1528	336	–			–			–			–			–			Emulsion
0,22	1528	336	–			–			–			–			–			Emulsion
0,17	1273	216	–			–			–			–			–			Emulsion
0,17	1273	216	–			–			–			–			–			Emulsion
0,17	1273	216	–			–			–			–			–			Emulsion
0,15	1146	172	–			–			–			–			–			Emulsion/Öl
0,13	891	116	–			–			–			–			–			Emulsion/Öl
0,13	891	116	–			–			–			–			–			Emulsion/Öl
0,17	1528	260	–			–			–			–			–			Emulsion/Öl
0,13	1273	166	–			–			–			–			–			Öl
0,13	1146	149	–			–			–			–			–			Öl
0,13	891	116	–			–			–			–			–			Emulsion/Öl
0,13	891	116	–			–			–			–			–			Emulsion/Öl
0,13	891	116	–			–			–			–			–			Emulsion/Öl
0,13	891	116	–			–			–			–			–			Emulsion/Öl
0,13	764	99	–			–			–			–			–			Emulsion/Öl
0,13	764	99	–			–			–			–			–			Emulsion/Öl
	–		–			–			–			–			–			–
	–		–			–			–			–			–			–
	–		–			–			–			–			–			–
0,13	382	50	–			–			–			–			–			Emulsion
0,11	331	36	–			–			–			–			–			Emulsion
0,13	331	43	–			–			–			–			–			Emulsion/Öl
0,13	586	76	–			–			–			–			–			Emulsion
0,13	509	66	–			–			–			–			–			Emulsion
0,13	509	66	–			–			–			–			–			Emulsion
0,13	382	50	–			–			–			–			–			Emulsion
0,13	331	43	–			–			–			–			–			Öl
0,27	2037	550	–			–			–			–			–			trocken/Pr-Luft
0,22	1528	336	–			–			–			–			–			trocken/Pr-Luft
0,27	2037	550	–			–			–			–			–			Emulsion
0,22	1528	336	–			–			–			–			–			Emulsion
0,13	637	83	–			–			–			–			–			Öl
0,13	306	40	–			–			–			–			–			Öl
0,24	2037	489	–			–			–			–			–			Emulsion
0,24	1783	428	–			–			–			–			–			Emulsion
0,22	1528	336	–			–			–			–			–			Emulsion
0,24	2037	489	–			–			–			–			–			Emulsion/Öl
0,32	2546	815	–			–			–			–			–			tr./Emulsion/Öl
0,27	1426	385	–			–			–			–			–			Emulsion/Öl
0,22	1273	280	–			–			–			–			–			Emulsion/Öl
0,22	1273	280	–			–			–			–			–			Emulsion/Öl
0,22	738	162	–			–			–			–			–			Emulsion/Öl
0,22	738	162	–			–			–			–			–			Emulsion/Öl
	–		–			–			–			–			–			–
0,20	764	153	–			–			–			–			–			Wasser/Luft
0,20	382	76	–			–			–			–			–			trocken/Luft
	–		–			–			–			–			–			trocken/Luft

Tabelle 3.16 GARANT Spiralbohrer (HSS und HSS/E – TiAlN/TiN)

Katalognummer 114360; 114500; 114550; 114556; 114600; 116540; 117040; 117140; 117260 113140; 113230; 113260; 116060; 116080; 116280; 116285;

DIN 1897; 338; 340; 1869; 345; 341; 1870

Zähnezahl 2

Basiswerte lt. Tabelle (f_z * 1,0)
Kurzbohrer (f_z * 1,3)
Langbohrer (f_z * 0,7)

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]				∅ 2			∅ 5			∅ 8		
							f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start		max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	38	50		63	0,05	7958	398	0,13	3183	414	0,22	1989	438
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	31	37		44	0,05	5889	294	0,13	2355	306	0,22	1472	324
2.0	Automatenstähle	< 850	31	37		44	0,05	5889	294	0,13	2355	306	0,22	1472	324
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	25	31		38	0,03	4934	148	0,08	1974	158	0,11	1233	136
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	31	37		44	0,03	5889	177	0,08	2355	188	0,11	1472	162
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	25	31		38	0,03	4934	148	0,08	1974	158	0,11	1233	136
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	25	27		31	0,03	4297	129	0,06	1719	103	0,10	1074	107
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	19	21		25	0,02	3342	67	0,05	1337	67	0,09	836	75
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	10	12		15	0,02	1910	38	0,05	764	38	0,09	477	43
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	31	37		44	0,03	5889	177	0,08	2355	188	0,11	1472	162
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	19	22		25	0,02	3501	70	0,05	1401	70	0,09	875	79
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	10	12		15	0,02	1910	38	0,05	764	38	0,09	477	43
7.0	Nitrierstähle	< 1000	13	16		19	0,02	2546	51	0,05	1019	51	0,09	637	57
7.1	Nitrierstähle	> 1000	10	12		15	0,02	1910	38	0,05	764	38	0,09	477	43
8.0	Werkzeugstähle	< 850	13	16		19	0,02	2546	51	0,05	1019	51	0,09	637	57
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	10	12		15	0,02	1910	38	0,05	764	38	0,09	477	43
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	7,5	10		13	0,02	1592	32	0,05	637	32	0,09	398	36
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	7,5	10		13	0,02	1592	32	0,05	637	32	0,09	398	36
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	7,5	10		13	0,02	1592	32	0,05	637	32	0,09	398	36
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–				–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–				–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	10	11		13	0,02	1751	35	0,05	700	35	0,09	438	39
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	5	6		7,5		–			–		0,06	239	14
12.0	Federstähle	< 1500	6	10		13	0,02	1592	32	0,05	637	32	0,09	398	36
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	13	19		25	0,02	3024	60	0,05	1210	60	0,09	756	68
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	13	19		25	0,02	3024	60	0,05	1210	60	0,09	756	68
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	10	15		19	0,02	2387	48	0,05	955	48	0,09	597	54
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	7,5	10		13	0,02	1592	32	0,05	637	32	0,09	398	36
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	3,5	7		10	0,02	1114	22	0,05	446	22	0,09	279	25
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	25	31		38	0,05	4934	247	0,13	1974	257	0,22	1233	271
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	25	31		38	0,04	4934	197	0,11	1974	217	0,17	1233	210
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	31	37		44	0,05	5889	294	0,13	2355	306	0,22	1472	324
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	23	25		28	0,04	3979	159	0,11	1592	175	0,17	995	169
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	3,5	7		10	0,02	1114	22	0,05	446	22	0,09	279	25
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	3,5	5,5		7,5	0,02	875	18	0,05	350	18	0,09	219	20
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	50	87		125	0,05	13846	692	0,15	5539	831	0,19	3462	658
17.1	Al-Leg., kurzspanend		38	56		75	0,05	8913	446	0,15	3565	535	0,19	2228	423
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		38	50		63	0,03	7958	239	0,09	3183	286	0,15	1989	298
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	44	62		81	0,05	9868	493	0,15	3947	592	0,19	2467	469
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	75	100		125	0,09	15915	1432	0,19	6366	1210	0,27	3979	1074
18.2	Messing, langspanend	< 600	44	56		75	0,05	8913	446	0,16	3565	570	0,22	2228	490
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	31	50		63	0,05	7958	398	0,09	3183	286	0,15	1989	298
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	31	50		63	0,05	7958	398	0,09	3183	286	0,15	1989	298
18.5	Bronze, langspanend	< 850	19	29		44	0,05	4615	231	0,09	1846	166	0,15	1154	173
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	19	29		44	0,05	4615	231	0,09	1846	166	0,15	1154	173
19.0	Graphit			–				–			–			–	
20.0	Thermoplast		20	30		40	0,05	4775	239	0,08	1910	153	0,14	1194	167
20.1	Duroplast		10	15		20	0,05	2387	119	0,08	955	76	0,14	597	84
20.2	GFK und CFK			–				–			–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für den Schnittgeschwindigkeitsstartwert. Die Vorschubwerte gelten als Basiswerte für Bohrer nach DIN 338. Für Kurzbohrer kann der Vorschub um 30% erhöht werden. Für Langbohrer sollte der Vorschub um 30% reduziert werden.





∅ 12			∅ 16			∅ 25			∅ 40			∅ 63			∅ 80			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,27	1326	358	0,32	995	318	0,43	637	274	0,43	398	171	0,54	253	136	0,54	199	107	Emulsion
0,27	981	265	0,32	736	236	0,38	471	179	0,43	294	127	0,54	187	101	0,65	147	96	Emulsion
0,27	981	265	0,32	736	236	0,38	471	179	0,43	294	127	0,54	187	101	0,65	147	96	Emulsion
0,17	822	140	0,22	617	136	0,27	395	107	0,35	247	86	0,43	157	68	0,54	123	67	Emulsion
0,17	981	167	0,22	736	162	0,27	471	127	0,35	294	103	0,43	187	81	0,54	147	79	Emulsion
0,17	822	140	0,22	617	136	0,27	395	107	0,35	247	86	0,43	157	68	0,54	123	67	Emulsion
0,15	716	107	0,19	537	102	0,24	344	83	0,32	215	69	0,39	136	53	0,48	107	52	Emulsion/Öl
0,13	557	72	0,15	418	63	0,19	267	51	0,25	167	42	0,29	106	31	0,35	84	29	Emulsion/Öl
0,13	318	41	0,15	239	36	0,19	153	29	0,25	95	24	0,29	61	18	0,35	48	17	Emulsion/Öl
0,17	981	167	0,22	736	162	0,27	471	127	0,35	294	103	0,43	187	81	0,54	147	79	Emulsion/Öl
0,13	584	76	0,15	438	66	0,19	280	53	0,25	175	44	0,29	111	32	0,35	88	31	Öl
0,13	318	41	0,15	239	36	0,19	153	29	0,25	95	24	0,29	61	18	0,35	48	17	Öl
0,13	424	55	0,15	318	48	0,19	204	39	0,25	127	32	0,29	81	24	0,35	64	22	Emulsion/Öl
0,13	318	41	0,15	239	36	0,19	153	29	0,25	95	24	0,29	61	18	0,35	48	17	Emulsion/Öl
0,13	424	55	0,15	318	48	0,19	204	39	0,25	127	32	0,29	81	24	0,35	64	22	Emulsion/Öl
0,13	318	41	0,15	239	36	0,19	153	29	0,25	95	24	0,29	61	18	0,35	48	17	Emulsion/Öl
0,13	265	34	0,15	199	30	0,19	127	24	0,25	80	20	0,29	51	15	0,35	40	14	Emulsion/Öl
0,13	265	34	0,15	199	30	0,19	127	24	0,25	80	20	0,29	51	15	0,35	40	14	Emulsion/Öl
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
0,13	292	38	0,16	219	35	0,32	140	45	0,43	88	38		–			–		Emulsion
0,11	159	18	0,14	119	17	0,24	76	18	0,32	48	15		–			–		Emulsion
0,13	265	34	0,15	199	30	0,19	127	24	0,25	80	20	0,29	51	15	0,35	40	14	Emulsion/Öl
0,13	504	66	0,15	378	57	0,19	242	46	0,26	151	39	0,29	96	28	0,35	76	26	Emulsion
0,13	504	66	0,15	378	57	0,19	242	46	0,26	151	39	0,29	96	28	0,35	76	26	Emulsion
0,13	398	52	0,15	298	45	0,19	191	36	0,26	119	31	0,29	76	22	0,35	60	21	Emulsion
0,13	265	34	0,15	199	30	0,19	127	24	0,26	80	21	0,29	51	15	0,35	40	14	Emulsion
0,13	186	24	0,15	139	21	0,19	89	17	0,26	56	14	0,29	35	10	0,35	28	10	Öl
0,27	822	222	0,32	617	197	0,43	395	170	0,43	247	106	0,54	157	85	0,65	123	80	trocken/Luft
0,22	822	181	0,27	617	167	0,35	395	138	0,35	247	86	0,43	157	68	0,54	123	67	trocken/Luft
0,27	981	265	0,32	736	236	0,43	471	203	0,43	294	127	0,54	187	101	0,65	147	96	Emulsion
0,22	663	146	0,27	497	134	0,35	318	111	0,35	199	70	0,43	126	55	0,54	99	54	Emulsion
0,13	186	24	0,15	139	21	0,19	89	17	0,25	56	14	0,29	35	10	0,35	28	10	Öl
0,13	146	19	0,15	109	16	0,19	70	13	0,25	44	11	0,29	28	8	0,35	22	8	Öl
0,24	2308	554	0,32	1731	554	0,43	1108	476	0,49	692	339	0,54	440	237	0,65	346	225	Emulsion
0,24	1485	357	0,32	1114	357	0,52	713	364	0,49	446	218	0,54	283	153	0,65	223	145	Emulsion
0,22	1326	292	0,27	995	269	0,32	637	204	0,43	398	171	0,54	253	136	0,65	199	129	Emulsion
0,24	1645	395	0,32	1233	395	0,43	789	339	0,49	493	242	0,54	313	169	0,65	247	160	Emulsion/Öl
0,32	2653	849	0,38	1989	756	0,43	1273	547	0,54	796	430	0,65	505	327	0,76	398	302	tr./Emls./Öl
0,27	1485	401	0,38	1114	423	0,43	713	307	0,54	446	241	0,65	283	183	0,76	223	169	Emulsion/Öl
0,22	1326	292	0,27	995	269	0,32	637	204	0,43	398	171	0,54	253	136	0,65	199	129	Emulsion/Öl
0,22	1326	292	0,27	995	269	0,32	637	204	0,43	398	171	0,54	253	136	0,65	199	129	Emulsion/Öl
0,22	769	169	0,27	577	156	0,32	369	118	0,43	231	99	0,54	147	79	0,65	115	75	Emulsion/Öl
0,22	769	169	0,27	577	156	0,32	369	118	0,43	231	99	0,54	147	79	0,65	115	75	Emulsion/Öl
	–			–			–			–			–			–		–
0,20	796	159	0,25	597	149	0,30	382	115	0,40	239	95	0,50	152	76	0,60	119	72	Wasser/Luft
0,20	398	80	0,25	298	75	0,30	191	57	0,40	119	48	0,50	76	38	0,60	60	36	trocken/Luft
	–			–			–			–			–			–		–

Tabelle 3.17 GARANT Zentrierbohrer (Vollhartmetall)

Katalognummer 121000
DIN 333-A
Zähnezahl 2

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ 0,5 – 0,8			∅ 1 – 1,25			∅ 1,6 – 2		
						f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	75	80	85	0,02	39177	784	0,03	22736	682	0,08	14147	1132
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	65	70	75	0,02	34280	686	0,03	19894	597	0,08	12379	990
2.0	Automatenstähle	< 850	75	80	85	0,02	39177	784	0,03	22736	682	0,08	14147	1132
2.1	Automatenstähle	850–1000	65	70	75	0,01	34280	343	0,02	19894	398	0,07	12379	867
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	60	65	70	0,01	31831	637	0,02	18473	554	0,08	11495	920
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	60	65	70	0,01	31831	637	0,02	18473	554	0,08	11495	920
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	60	65	70	0,01	31831	318	0,02	18473	369	0,07	11495	805
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	60	65	70	0,01	31831	318	0,02	18473	369	0,07	11495	805
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	60	65	70	0,01	31831	318	0,02	18473	369	0,07	11495	805
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	70	75	80	0,02	36728	735	0,03	21315	639	0,08	13263	1061
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	65	70	75	0,01	34280	686	0,02	19894	597	0,08	12379	990
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	60	65	70	0,01	31831	318	0,02	18473	369	0,06	11495	690
7.0	Nitrierstähle	< 1000	60	65	70	0,01	31831	318	0,02	18473	369	0,06	11495	690
7.1	Nitrierstähle	> 1000	60	65	70	0,01	31831	318	0,02	18473	369	0,06	11495	690
8.0	Werkzeugstähle	< 850	55	60	65	0,01	29382	294	0,02	17052	341	0,06	10610	637
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	45	50	55	0,01	24485	245	0,02	14210	284	0,06	8842	531
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	30	35	40	0,01	17140	171	0,02	9947	199	0,06	6189	371
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	30	35	40	0,01	17140	171	0,02	9947	199	0,06	6189	371
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–			–			–			–		
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–			–			–			–		
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–			–			–			–		
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	30	35	40	0,01	17140	171	0,02	9947	199	0,06	6189	371
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–			–			–			–		
12.0	Federstähle	< 1500	30	35	40	0,01	17140	171	0,02	9947	199	0,06	6189	371
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	30	35	40	0,01	17140	171	0,01	9947	99	0,02	6189	124
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	25	30	35	0,01	14602	147	0,01	8526	85	0,02	5305	106
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	30	35	40	0,01	17140	171	0,01	9947	99	0,02	6189	124
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	25	30	35	0,01	14691	147	0,01	8526	85	0,02	5305	106
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–			–			–			–		
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	60	70	75	0,02	34280	686	0,04	19894	796	0,07	12379	867
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	60	70	75	0,01	34280	343	0,03	19894	597	0,06	12379	743
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	60	70	75	0,01	34280	343	0,03	19894	597	0,06	12379	743
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	60	70	75	0,01	34280	343	0,03	19894	597	0,06	12379	743
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	20	25	30	0,01	12243	122	0,01	7105	71	0,02	4421	88
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	20	25	30	0,01	12243	122	0,01	7105	71	0,02	4421	88
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	150	200	220	0,01	97942	979	0,01	56841	568	0,02	35368	707
17.1	Al-Leg., kurzspanend		150	180	200	0,01	88147	881	0,01	51157	512	0,02	31831	637
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		130	160	180	0,01	78353	784	0,01	45473	455	0,02	28294	566
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	80	100	130	0,01	48971	490	0,01	28421	284	0,01	17684	177
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	140	160	180	0,01	78353	784	0,01	45473	455	0,01	28294	283
18.2	Messing, langspanend	< 600	100	120	140	0,01	58765	588	0,01	34105	341	0,01	21221	212
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	60	70	85	0,01	34280	343	0,01	19894	199	0,01	12379	124
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	60	70	85	0,01	34280	343	0,03	19894	199	0,01	12379	124
18.5	Bronze, langspanend	< 850	50	60	70	0,01	29382	294	0,01	17052	171	0,01	10610	106
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	50	60	70	0,01	29382	294	0,01	17052	171	0,01	10610	106
19.0	Graphit		–			–			–			–		
20.0	Thermoplast		30	45	55	0,01	22037	220	0,01	12790	128	0,01	7958	80
20.1	Duroplast		30	40	50	0,01	19589	196	0,01	11369	114	0,01	7074	71
20.2	GFK und CFK		–			–			–			–		

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert.



∅ 2,5 – 3,15			∅ 4			∅ 5			∅ 6,3			∅ 8			∅ 10			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,10	9095	909	0,13	6366	828	0,13	5093	662	0,20	4042	808	–			–			Emulsion
0,08	7958	597	0,10	5570	557	0,10	4456	446	0,15	3537	531	–			–			Emulsion
0,10	9095	909	0,14	6366	891	0,14	5093	713	0,20	4042	808	–			–			Emulsion
0,08	7958	597	0,10	5570	557	0,10	4456	446	0,15	3537	531	–			–			Emulsion
0,10	7389	739	0,14	5173	724	0,14	4138	579	0,20	3284	657	–			–			Emulsion
0,10	7389	739	0,14	5173	724	0,14	4138	579	0,20	3284	657	–			–			Emulsion
0,08	7389	554	0,10	5173	517	0,10	4138	414	0,15	3284	493	–			–			Emulsion
0,10	7389	739	0,12	5173	621	0,12	4138	497	0,18	3284	591	–			–			Emulsion
0,08	7389	554	0,10	5173	517	0,10	4138	414	0,15	3284	493	–			–			Emulsion
0,10	8526	853	0,14	5968	836	0,14	4775	668	0,20	3789	758	–			–			Emulsion
0,10	7958	796	0,14	5570	780	0,14	4456	624	0,20	3537	707	–			–			Emulsion
0,08	7389	562	0,10	5173	517	0,10	4138	414	0,15	3284	493	–			–			Emulsion
0,08	7389	562	0,10	5173	517	0,10	4138	414	0,15	3284	493	–			–			Emulsion
0,08	7389	554	0,10	5173	517	0,10	4138	414	0,15	3284	493	–			–			Emulsion
0,08	6821	512	0,10	4775	477	0,10	3820	382	0,15	3032	455	–			–			Emulsion
0,08	5684	426	0,10	3979	398	0,10	3183	318	0,15	2526	379	–			–			Emulsion
0,08	3979	298	0,10	2785	279	0,10	2228	223	0,15	1768	265	–			–			Emulsion
0,08	3979	298	0,10	2785	279	0,10	2228	223	0,15	1768	265	–			–			Emulsion
	–			–			–			–		–			–			–
	–			–			–			–		–			–			–
	–			–			–			–		–			–			–
0,08	3979	298	0,10	2785	279	0,10	2228	223	0,15	1768	265	–			–			Emulsion
	–			–			–			–		–			–			–
0,08	3979	298	0,10	2785	279	0,10	2228	223	0,15	1768	265	–			–			Emulsion
0,02	3979	80	0,03	2785	84	0,03	2228	67	0,07	1768	124	–			–			Emulsion
0,02	3410	68	0,03	2387	72	0,03	1910	57	0,07	1516	106	–			–			Emulsion
0,02	3979	80	0,03	2785	84	0,03	2228	67	0,07	1768	124	–			–			Emulsion
0,02	3410	68	0,03	2387	72	0,03	1910	57	0,07	1516	106	–			–			Emulsion
	–			–			–			–		–			–			–
0,08	7958	597	0,13	5570	696	0,13	4456	577	0,18	3537	619	–			–			tr./Emulsion
0,08	7958	597	0,10	5570	557	0,10	4456	446	0,15	3537	531	–			–			tr./Emulsion
0,08	7958	597	0,10	5570	557	0,10	4456	446	0,15	3537	531	–			–			Emulsion
0,08	7958	597	0,10	5570	557	0,10	4456	446	0,15	3537	531	–			–			Emulsion
0,02	2842	57	0,03	1989	60	0,03	1592	48	0,07	1263	88	–			–			Emulsion
0,02	2842	57	0,03	1989	60	0,03	1592	48	0,07	1263	88	–			–			Emulsion
0,02	22736	455	0,03	15915	477	0,03	12732	382	0,07	10105	707	–			–			Emulsion
0,02	20463	409	0,03	14324	430	0,03	11459	344	0,07	9095	637	–			–			Emulsion
0,02	18189	364	0,03	12732	382	0,03	10186	306	0,07	8084	566	–			–			Emulsion
0,01	11368	114	0,02	7958	159	0,02	6366	127	0,06	5053	303	–			–			Emulsion
0,01	18189	182	0,02	12732	255	0,02	10186	204	0,06	8084	485	–			–			Emulsion
0,01	13642	136	0,02	9549	191	0,02	7639	153	0,06	6063	364	–			–			Emulsion
0,01	7958	80	0,02	5570	111	0,02	4456	89	0,06	3537	212	–			–			Emulsion
0,01	7958	80	0,02	5570	111	0,02	4456	89	0,06	3537	212	–			–			Emulsion
0,01	6821	68	0,02	4775	95	0,02	3820	76	0,06	3032	182	–			–			Emulsion
0,01	6821	68	0,02	4775	95	0,02	3820	76	0,06	3032	182	–			–			Emulsion
	–			–			–			–		–			–			–
0,01	5116	51	0,02	3581	72	0,02	2865	57	0,06	2274	136	–			–			Emulsion
0,01	4547	45	0,02	3183	64	0,02	2546	51	0,06	2021	121	–			–			Emulsion
	–			–			–			–		–			–			–

Tabelle 3.18 GARANT NC-Anbohrer (Vollhartmetall)

Katalognummer 121020; 121070
DIN 1899, 6539, Werksnorm
Zähnezahl 2

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ 2 – 3			∅ 4			∅ 5		
						f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	60	80	85	0,06	10186	611	0,08	6366	509	0,09	5093	458
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	55	65	75	0,06	8276	497	0,08	5173	414	0,09	4138	372
2.0	Automatenstähle	< 850	55	65	75	0,06	8276	497	0,08	5173	414	0,09	4138	372
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	50	60	70	0,05	7639	382	0,07	4775	334	0,07	3820	267
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	55	65	70	0,06	8276	497	0,08	5173	414	0,09	4138	372
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	50	60	70	0,06	7639	458	0,08	4775	382	0,09	3820	344
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	40	50	60	0,05	6366	318	0,06	3979	239	0,07	3183	223
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	40	50	60	0,05	6366	318	0,06	3979	239	0,07	3183	223
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	25	35	45	0,05	4456	223	0,06	2785	167	0,07	2228	156
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	55	65	75	0,06	8276	497	0,07	5173	362	0,08	4138	331
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	50	60	70	0,06	7639	458	0,07	4775	334	0,08	3820	306
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	25	35	45	0,05	4456	223	0,06	2785	167	0,07	2228	156
7.0	Nitrierstähle	< 1000	40	50	60	0,05	6366	318	0,06	3979	239	0,07	3183	223
7.1	Nitrierstähle	> 1000	25	35	45	0,05	4456	223	0,06	2785	167	0,07	2228	156
8.0	Werkzeugstähle	< 850	45	50	60	0,06	6366	382	0,07	3979	279	0,08	3183	255
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	45	50	60	0,05	6366	318	0,06	3979	239	0,07	3183	223
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	30	35	40	0,03	4456	134	0,04	2785	111	0,05	2228	111
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	30	35	40	0,03	4456	134	0,04	2785	111	0,05	2228	111
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	30	35	40	0,03	4456	134	0,04	2785	111	0,05	2228	111
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–			–			–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	30	35	40	0,03	4456	134	0,04	2785	111	0,05	2228	111
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	30	35	40	0,01	4456	45	0,02	2785	56	0,02	2228	45
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	25	30	35	0,01	3820	38	0,02	2387	38	0,02	1910	38
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	25	30	35	0,01	3820	38	0,02	2387	48	0,02	1910	38
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	20	25	30	0,01	3183	32	0,02	1989	40	0,02	1592	32
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–			–			–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	65	70	75	0,06	8913	535	0,08	5570	446	0,09	4456	401
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	65	70	75	0,05	8913	446	0,07	5570	390	0,08	4456	357
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	65	70	75	0,06	8913	535	0,08	5570	446	0,09	4456	401
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	65	70	75	0,05	8913	446	0,07	5570	390	0,08	4456	357
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	30	35	40	0,01	4456	45	0,03	2785	84	0,03	2228	67
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	30	35	40	0,01	4456	45	0,03	2785	84	0,03	2228	67
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	150	200	220	0,02	25465	509	0,03	15915	477	0,03	12732	382
17.1	Al-Leg., kurzspanend		150	180	200	0,02	22918	458	0,03	14324	430	0,03	11459	344
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		130	160	180	0,02	20372	407	0,03	12732	382	0,03	10186	306
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	150	180	200	0,01	22918	229	0,02	14324	286	0,02	11459	229
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	130	160	180	0,01	20372	204	0,02	12732	255	0,02	10186	204
18.2	Messing, langspanend	< 600	100	120	140	0,01	15279	153	0,02	9549	191	0,02	7639	153
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	55	70	100	0,01	8913	89	0,02	5570	111	0,02	4456	89
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	55	70	90	0,01	8913	89	0,02	5570	111	0,02	4456	89
18.5	Bronze, langspanend	< 850	50	60	90	0,01	7639	76	0,02	4775	95	0,02	3820	76
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	50	60	75	0,01	7639	76	0,02	4775	95	0,02	3820	76
19.0	Graphit			–			–			–			–	
20.0	Thermoplast		30	45	55	0,01	5730	57	0,02	3581	72	0,02	2865	57
20.1	Duroplast		30	40	50	0,01	5093	51	0,02	3183	64	0,02	2547	51
20.2	GFK und CFK			–			–			–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert.





∅ 6			∅ 8			∅ 10			∅ 12			∅ 16			∅ 20			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,11	4244	467	0,13	3183	414	0,14	2546	357	0,14	2122	297	0,14	1592	223	0,14	1273	178	Emulsion
0,11	3448	379	0,13	2586	336	0,14	2069	290	0,14	1724	241	0,14	1293	181	0,14	1035	145	Emulsion
0,11	3448	379	0,13	2586	336	0,14	2069	290	0,14	1724	241	0,14	1293	181	0,14	1035	145	Emulsion
0,09	3183	286	0,11	2387	263	0,12	1910	229	0,12	1592	191	0,12	1194	143	0,12	955	115	Emulsion
0,11	3448	379	0,13	2586	336	0,14	2069	290	0,14	1724	241	0,14	1293	181	0,14	1035	145	Emulsion
0,11	3183	350	0,13	2387	310	0,14	1910	267	0,14	1592	223	0,14	1194	167	0,14	955	134	Emulsion
0,09	2653	239	0,11	1989	219	0,12	1592	191	0,12	1326	159	0,12	995	119	0,12	796	95	Emulsion
0,09	2653	239	0,11	1989	219	0,12	1592	191	0,12	1326	159	0,12	995	119	0,12	796	95	Emulsion
0,09	1857	167	0,10	1393	139	0,11	1114	123	0,11	928	102	0,11	696	77	0,11	557	61	Emulsion
0,10	3448	345	0,11	2586	284	0,12	2069	248	0,12	1724	207	0,12	1293	155	0,12	1035	124	Emulsion
0,10	3183	318	0,11	2387	263	0,12	1910	229	0,12	1592	191	0,12	1194	143	0,12	955	115	Emulsion
0,09	1857	167	0,10	1393	139	0,11	1114	123	0,11	928	102	0,11	696	77	0,11	557	61	Emulsion
0,09	2653	239	0,11	1989	219	0,12	1592	191	0,12	1326	159	0,12	995	119	0,12	796	95	Emulsion
0,09	1857	167	0,10	1393	139	0,11	1114	123	0,11	928	102	0,11	696	77	0,11	557	61	Emulsion
0,10	2653	265	0,11	1989	219	0,12	1592	191	0,12	1326	159	0,12	995	119	0,12	796	95	Emulsion
0,09	2653	239	0,10	1989	199	0,11	1592	175	0,11	1326	146	0,11	995	109	0,11	796	88	Emulsion
0,07	1857	130	0,08	1393	111	0,09	1114	100	0,09	928	84	0,09	696	63	0,09	557	50	Emulsion
0,07	1857	130	0,08	1393	111	0,09	1114	100	0,09	928	84	0,09	696	63	0,09	557	50	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
0,07	1857	130	0,08	1393	111	0,09	1114	100	0,09	928	84	0,09	696	63	0,09	557	50	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
0,07	1857	130	0,08	1393	111	0,09	1114	100	0,09	928	84	0,09	696	63	0,09	557	50	Emulsion
0,03	1857	56	0,05	1393	70	0,07	1114	78	0,07	928	65	0,07	696	49	0,07	477	39	Emulsion
0,03	1592	48	0,05	1194	60	0,07	955	67	0,07	796	56	0,07	597	42	0,07	477	33	Emulsion
0,03	1592	48	0,05	1194	60	0,07	955	67	0,07	796	56	0,07	597	42	0,07	477	33	Emulsion
0,03	1326	40	0,05	995	50	0,07	796	56	0,07	663	46	0,07	497	35	0,07	398	28	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		
0,11	3714	408	0,11	2785	306	0,12	2228	267	0,12	1857	223	0,12	1393	167	0,12	1114	134	Emulsion
0,10	3714	371	0,10	2785	279	0,11	2228	245	0,11	1857	204	0,11	1393	153	0,11	1114	123	Emulsion
0,11	3714	408	0,11	2785	306	0,12	2228	267	0,12	1857	223	0,12	1393	167	0,12	1114	134	Emulsion
0,10	3714	371	0,10	2785	279	0,11	2228	245	0,11	1857	204	0,11	1393	153	0,11	1114	123	Emulsion
0,04	1857	74	0,05	1393	70	0,07	1114	78	0,07	928	65	0,07	696	49	0,07	557	39	Emulsion
0,04	1857	74	0,05	1393	70	0,07	1114	78	0,07	928	65	0,07	696	49	0,07	557	39	Emulsion
0,04	10610	424	0,05	7958	398	0,07	6366	446	0,07	5305	371	0,07	3979	279	0,07	3183	223	Emulsion
0,04	9549	382	0,05	7162	358	0,07	5730	401	0,07	4775	334	0,07	3581	251	0,07	2865	201	Emulsion
0,04	8488	340	0,05	6366	318	0,07	5093	357	0,07	4244	297	0,07	3183	223	0,07	2546	178	Emulsion
0,03	9549	286	0,04	7162	286	0,06	5730	344	0,06	4775	286	0,06	3581	215	0,06	2865	172	Emulsion
0,03	8488	255	0,04	6366	255	0,06	5093	306	0,06	4244	255	0,06	3183	191	0,06	2546	153	Emulsion
0,03	6366	191	0,04	4775	191	0,06	3820	229	0,06	3183	191	0,06	2387	143	0,06	1910	115	Emulsion
0,03	3714	111	0,04	2785	111	0,06	2228	134	0,06	1857	111	0,06	1393	84	0,06	1114	67	Emulsion
0,03	3714	111	0,04	2785	111	0,06	2228	134	0,06	1857	111	0,06	1393	84	0,06	1114	67	Emulsion
0,03	3183	95	0,04	2387	95	0,06	1910	115	0,06	1592	95	0,06	1194	72	0,06	955	57	Emulsion
0,03	3183	95	0,04	2387	95	0,06	1910	115	0,06	1592	95	0,06	1194	72	0,06	955	57	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
0,03	2387	72	0,04	1791	72	0,06	1432	86	0,06	1194	72	0,06	895	54	0,06	716	43	Emulsion
0,03	2122	64	0,04	1592	64	0,06	1273	76	0,06	1061	64	0,06	796	48	0,06	637	38	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–

Tabelle 3.19 GARANT NC-Anbohrer (Vollhartmetall – TiAlN)

Katalognummer 121040; 121110
DIN Werksnorm
Zähnezahl 2

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ 2 – 3			∅ 4			∅ 5		
						f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	80	90	100	0,06	11459	688	0,08	7162	573	0,09	5730	516
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	60	80	90	0,06	10186	611	0,08	6366	509	0,09	5093	458
2.0	Automatenstähle	< 850	60	80	90	0,06	10186	611	0,08	6366	509	0,09	5093	458
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	55	65	75	0,05	8276	414	0,07	5173	362	0,07	4138	290
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	60	80	90	0,06	10186	611	0,08	6366	509	0,09	5093	458
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	50	65	75	0,06	8276	497	0,08	5173	414	0,09	4138	372
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	45	55	65	0,05	7003	350	0,06	4377	263	0,07	3501	245
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	45	55	65	0,05	7003	350	0,06	4377	263	0,07	3501	245
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	45	55	65	0,05	7003	350	0,06	4377	263	0,07	3501	245
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	60	80	90	0,06	10186	611	0,07	6366	446	0,08	5093	407
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	50	65	70	0,06	8276	497	0,07	5173	362	0,08	4138	331
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	45	55	65	0,05	7003	350	0,06	4377	263	0,07	3501	245
7.0	Nitrierstähle	< 1000	45	55	65	0,05	7003	350	0,06	4377	263	0,07	3501	245
7.1	Nitrierstähle	> 1000	45	55	65	0,05	7003	350	0,06	4377	263	0,07	3501	245
8.0	Werkzeugstähle	< 850	50	60	65	0,06	7639	485	0,06	4775	334	0,08	3820	306
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	45	55	65	0,05	7003	350	0,05	4377	263	0,07	3501	245
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	45	55	65	0,04	7003	280	0,05	4377	219	0,06	3501	210
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	45	55	65	0,04	7003	280	0,05	4377	219	0,06	3501	210
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	25	30	35	0,03	3820	115	0,04	2387	95	0,05	1910	95
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	25	30	35	0,03	3820	115	0,04	2387	95	0,05	1910	95
12.0	Federstähle	< 1500	25	30	35	0,03	3820	115	0,04	2387	95	0,05	1910	95
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	20	25	30	0,03	3183	95	0,05	1989	99	0,06	1592	95
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	20	25	30	0,03	3183	95	0,05	1989	99	0,06	1592	95
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	20	25	30	0,03	3183	95	0,05	1989	99	0,06	1592	95
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	25	35	45	0,03	4456	134	0,05	2785	139	0,06	2228	134
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	25	30	35	0,03	3820	115	0,07	2387	167	0,06	1910	115
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	80	90	100	0,05	11459	573	0,08	7162	573	0,11	5730	630
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	80	90	100	0,04	11459	458	0,07	7162	501	0,10	5730	573
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	80	90	100	0,05	11459	573	0,08	7162	573	0,11	5730	630
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	80	90	100	0,04	11459	458	0,07	7162	501	0,10	5730	573
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	35	40	45	0,05	5093	255	0,08	3183	255	0,09	2546	229
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	35	40	45	0,04	5093	204	0,07	3183	223	0,08	2546	204
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	220	260	300	0,02	33104	662	0,03	20690	621	0,03	16552	497
17.1	Al-Leg., kurzspanend		200	240	260	0,02	30558	611	0,03	19099	573	0,03	15279	458
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		180	200	240	0,02	25465	509	0,03	15915	477	0,03	12732	382
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	220	240	260	0,01	30558	306	0,02	19099	382	0,02	15279	306
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	180	200	240	0,01	25465	255	0,02	15915	318	0,02	12732	255
18.2	Messing, langspanend	< 600	150	180	200	0,01	22918	229	0,02	14324	286	0,02	11459	229
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	130	140	160	0,01	17825	178	0,02	11141	223	0,02	8913	178
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	130	140	160	0,01	17825	178	0,02	11141	223	0,02	8913	178
18.5	Bronze, langspanend	< 850	110	130	150	0,01	16552	166	0,02	10345	207	0,02	8276	166
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	110	130	150	0,01	16552	166	0,02	10345	207	0,02	8276	166
19.0	Graphit			–			–			–			–	
20.0	Thermoplast		30	60	80	0,05	7639	382	0,05	4775	239	0,06	3820	229
20.1	Duroplast		30	55	70	0,05	7003	350	0,05	4377	219	0,06	3501	210
20.2	GFK und CFK			–			–			–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert.





∅ 6			∅ 8			∅ 10			∅ 12			∅ 16			∅ 20			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,11	4775	525	0,13	3581	466	0,14	2865	401	0,14	2387	334	0,14	1790	251	0,14	1432	201	Emulsion
0,11	4244	467	0,13	3183	414	0,14	2546	357	0,14	2122	297	0,14	1592	223	0,14	1273	178	Emulsion
0,11	4244	467	0,13	3183	414	0,14	2546	357	0,14	2122	297	0,14	1592	223	0,14	1273	178	Emulsion
0,09	3448	310	0,11	2586	284	0,12	2069	248	0,12	1724	207	0,12	1293	155	0,12	1035	124	Emulsion
0,11	4244	467	0,13	3183	414	0,14	2546	357	0,14	2122	297	0,14	1592	223	0,14	1273	178	Emulsion
0,11	3448	379	0,13	2586	336	0,14	2069	290	0,14	1724	241	0,14	1293	181	0,14	1035	145	Emulsion
0,09	2918	263	0,11	2188	241	0,12	1751	210	0,12	1459	175	0,12	1094	131	0,12	875	105	Emulsion
0,09	2918	263	0,11	2188	241	0,12	1751	210	0,12	1459	175	0,12	1094	131	0,12	875	105	Emulsion
0,09	2918	263	0,10	2188	219	0,11	1751	193	0,11	1459	160	0,11	1094	120	0,11	875	96	Emulsion
0,10	4244	424	0,11	3183	350	0,12	2546	306	0,12	2122	255	0,12	1592	191	0,12	1273	153	Emulsion
0,10	3448	345	0,11	2586	284	0,12	2069	248	0,12	1724	207	0,12	1293	155	0,12	1035	124	Emulsion
0,09	2918	263	0,10	2188	219	0,11	1751	193	0,11	1459	160	0,11	1094	120	0,11	875	96	Emulsion
0,09	2918	263	0,11	2188	241	0,12	1751	210	0,12	1459	175	0,12	1094	131	0,12	875	105	Emulsion
0,09	2918	263	0,10	2188	219	0,11	1751	193	0,11	1459	160	0,11	1094	120	0,11	875	96	Emulsion
0,10	3183	318	0,11	2387	263	0,12	1910	229	0,12	1592	191	0,12	1194	143	0,12	955	115	Emulsion
0,09	2918	263	0,10	2188	219	0,11	1751	193	0,11	1459	160	0,11	1094	120	0,11	875	96	Emulsion
0,08	2918	233	0,09	2188	197	0,10	1751	175	0,10	1459	146	0,10	1094	109	0,10	875	88	Emulsion
0,08	2918	233	0,09	2188	197	0,10	1751	175	0,10	1459	146	0,10	1094	109	0,10	875	88	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
0,05	1592	80	0,05	1194	60	0,05	955	48	0,05	796	40	0,05	597	30	0,05	477	24	Emulsion
0,05	1592	80	0,05	1194	60	0,05	955	48	0,05	796	40	0,05	597	30	0,05	477	24	Emulsion
0,05	1592	80	0,05	1194	60	0,05	955	48	0,05	796	40	0,05	597	30	0,05	477	24	Emulsion
0,06	1326	80	0,06	995	60	0,06	796	48	0,06	663	40	0,06	497	30	0,06	398	24	Emulsion
0,06	1326	80	0,06	995	60	0,06	796	48	0,06	663	40	0,06	497	30	0,06	398	24	Emulsion
0,06	1326	80	0,06	995	60	0,06	796	48	0,06	663	40	0,06	497	30	0,06	398	24	Emulsion
0,06	1857	111	0,06	1393	84	0,06	1114	67	0,06	928	56	0,06	696	42	0,06	557	33	Emulsion
0,06	1592	95	0,06	1194	72	0,06	955	57	0,06	796	48	0,06	597	36	0,06	477	29	Emulsion
0,11	4775	525	0,11	3581	394	0,12	2865	344	0,12	2387	286	0,12	1790	215	0,12	1432	172	tr. / Emulsion
0,10	4775	477	0,10	3581	358	0,11	2865	315	0,11	2387	263	0,11	1790	197	0,11	1432	158	tr. / Emulsion
0,11	4775	525	0,11	3581	394	0,12	2865	344	0,12	2387	286	0,12	1790	215	0,12	1432	172	Emulsion
0,10	4775	477	0,10	3581	358	0,11	2865	315	0,11	2387	263	0,11	1790	197	0,11	1432	158	Emulsion
0,09	2122	191	0,10	1592	159	0,09	1273	115	0,09	1061	95	0,09	796	72	0,09	637	57	Emulsion
0,08	2122	170	0,09	1592	143	0,08	1273	102	0,08	1061	85	0,08	796	64	0,08	637	51	Emulsion
0,04	13793	552	0,05	10345	517	0,07	8276	579	0,07	6897	483	0,07	5173	362	0,07	4138	290	Emulsion
0,04	12732	509	0,05	9549	477	0,07	7639	535	0,07	6366	446	0,07	4775	334	0,07	3820	267	Emulsion
0,04	10610	424	0,05	7958	398	0,07	6366	446	0,07	5305	371	0,07	3979	279	0,07	3183	223	Emulsion
0,03	12732	382	0,04	9549	382	0,06	7639	458	0,06	6366	382	0,06	4775	286	0,06	3820	229	Emulsion
0,03	10610	318	0,04	7958	318	0,06	6366	382	0,06	5305	318	0,06	3979	239	0,06	3183	191	Emulsion
0,03	9549	286	0,04	7162	286	0,06	5730	344	0,06	4775	286	0,06	3581	215	0,06	2865	172	Emulsion
0,03	7427	223	0,04	5570	223	0,06	4456	267	0,06	3714	223	0,06	2785	167	0,06	2228	134	Emulsion
0,03	7427	223	0,04	5570	223	0,06	4456	267	0,06	3714	223	0,06	2785	167	0,06	2228	134	Emulsion
0,03	6897	207	0,04	5173	207	0,06	4138	248	0,06	3448	207	0,06	2586	155	0,06	2069	124	Emulsion
0,03	6897	207	0,04	5173	207	0,06	4138	248	0,06	3448	207	0,06	2586	155	0,06	2069	124	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
0,06	3183	191	0,07	2387	167	0,08	1910	153	0,08	1592	127	0,08	1194	95	0,08	955	76	trocken/Luft
0,06	2918	175	0,07	2188	153	0,08	1751	140	0,08	1459	117	0,08	1094	88	0,08	875	70	trocken/Luft
	–			–			–			–			–			–		–

Tabelle 3.20 GARANT Kleinstbohrer HPC (Vollhartmetall – TiAlN)

Katalognummer 121220
DIN Werksnorm
Zähnezahl 2

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ 0,1 – 0,35			∅ 0,4 – 0,65			∅ 0,7 – 0,99		
						f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	60	70	75	0,02	99030	1584	0,02	42441	679	0,02	26369	422
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	60	70	75	0,02	99030	1584	0,02	42441	679	0,02	26369	422
2.0	Automatenstähle	< 850	60	70	75	0,02	99030	1584	0,02	42441	679	0,02	26369	422
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	55	60	65	0,02	84883	1358	0,02	36378	582	0,02	22602	362
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	60	70	75	0,02	99030	1584	0,02	42441	679	0,02	26369	422
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	60	70	75	0,02	99030	1584	0,02	42441	679	0,02	26369	422
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	55	60	65	0,01	84883	1019	0,01	36378	437	0,01	22602	271
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	55	60	65	0,01	84883	1019	0,01	36378	437	0,01	22602	271
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	50	55	60	0,01	77809	934	0,01	33347	400	0,01	20718	249
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	60	70	75	0,01	99030	1188	0,01	42441	509	0,01	26369	316
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	55	60	65	0,01	84883	1019	0,01	36378	437	0,01	22602	271
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	50	55	60	0,01	77809	934	0,01	33347	400	0,01	20718	249
7.0	Nitrierstähle	< 1000	55	60	65	0,01	84883	849	0,01	36378	364	0,01	22602	226
7.1	Nitrierstähle	> 1000	50	55	60	0,01	77809	778	0,01	33347	333	0,01	20718	207
8.0	Werkzeugstähle	< 850	55	60	65	0,01	84883	849	0,01	36378	364	0,01	22602	226
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	40	55	60	0,01	77809	778	0,01	33347	333	0,01	20718	207
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	25	35	40	0,01	49515	495	0,01	21221	212	0,01	13184	132
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	30	35	40	0,01	49515	495	0,01	21221	212	0,01	13184	132
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	20	25	30	0,01	35368	354	0,01	15158	152	0,01	9417	94
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	20	30	35	0,01	42441	424	0,01	18189	182	0,01	11301	113
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	15	20	25	0,01	28294	283	0,01	12126	121	0,01	7534	75
12.0	Federstähle	< 1500	20	30	35	0,01	42441	424	0,01	18189	182	0,01	11301	113
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	30	35	40	0,01	49515	594	0,01	21221	255	0,01	13184	158
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	30	35	40	0,01	49515	594	0,01	21221	255	0,01	13184	158
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	25	35	40	0,01	49515	594	0,01	21221	255	0,01	13184	158
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	20	30	35	0,01	42441	509	0,01	18189	218	0,01	11301	136
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	15	20	25	0,01	28294	283	0,01	12126	121	0,01	7534	75
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	70	90	100	0,01	127324	1783	0,01	54567	764	0,01	33903	475
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	70	90	100	0,01	127324	1783	0,01	54567	764	0,01	33903	475
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	65	70	75	0,01	99030	1188	0,01	42441	509	0,01	26369	316
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	65	70	75	0,01	99030	1188	0,01	42441	509	0,01	26369	316
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	20	30	35	0,01	42441	424	0,01	18189	182	0,01	11301	113
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	15	20	25	0,01	28294	283	0,01	12126	121	0,01	7534	75
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	150	200	220	0,02	282942	4527	0,02	121261	1940	0,02	75340	1205
17.1	Al-Leg., kurzspanend		100	140	180	0,02	198059	3169	0,02	84883	1358	0,02	52738	844
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		100	140	180	0,02	198059	3169	0,02	84883	1358	0,02	52738	844
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	100	140	180	0,02	198059	3169	0,02	84883	1358	0,02	52738	844
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	100	140	180	0,02	198059	3169	0,02	84883	1358	0,02	52738	844
18.2	Messing, langspanend	< 600	100	140	180	0,02	198059	3169	0,02	84883	1358	0,02	52738	844
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	100	140	180	0,02	198059	3169	0,02	84883	1358	0,02	52738	844
18.4	Bronze, kurzspanend	650 - 850	100	140	180	0,02	198059	3169	0,02	84883	1358	0,02	52738	844
18.5	Bronze, langspanend	< 850	90	110	140	0,01	155618	2179	0,01	66693	934	0,01	41437	580
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	90	110	140	0,01	155618	2179	0,01	66693	934	0,01	41437	580
19.0	Graphit			–			–			–			–	
20.0	Thermoplast		30	55	65	0,01	77809	778	0,01	33347	333	0,01	20718	207
20.1	Duroplast		30	50	60	0,01	70736	707	0,01	30315	303	0,01	18835	188
20.2	GFK und CFK			–			–			–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert.



∅ 1,0 – 1,8			∅ 1,85 – 1,99			∅ 2,0 – 2,15			∅ 2,2 – 2,53			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,04	15915	637	0,04	11605	464	0,06	10738	644	0,06	9421	565	Emulsion
0,04	15915	637	0,04	11605	464	0,06	10738	644	0,06	9421	565	Emulsion
0,04	15915	637	0,04	11605	464	0,06	10738	644	0,06	9421	565	Emulsion
0,04	13642	546	0,04	9947	398	0,06	9204	552	0,06	8076	485	Emulsion
0,04	15915	637	0,04	11605	464	0,06	10738	644	0,06	9421	565	Emulsion
0,04	15915	637	0,04	11605	464	0,06	10738	644	0,06	9421	565	Emulsion
0,03	13642	464	0,03	9947	338	0,05	9204	460	0,05	8076	404	Emulsion
0,03	13642	464	0,03	9947	338	0,05	9204	460	0,05	8076	404	Emulsion
0,03	12505	425	0,03	9118	310	0,05	8437	422	0,05	7403	370	Emulsion
0,03	15915	541	0,03	11605	395	0,05	10738	537	0,05	9421	471	Emulsion
0,03	13642	464	0,03	9947	338	0,05	9204	460	0,05	8076	404	Emulsion
0,03	12505	425	0,03	9118	310	0,05	8437	422	0,05	7403	370	Emulsion
0,03	13642	409	0,03	9947	298	0,05	9204	423	0,05	8076	371	Emulsion
0,03	12505	375	0,03	9118	274	0,05	8437	388	0,05	7403	341	Emulsion
0,03	13642	409	0,03	9947	298	0,05	9204	423	0,05	8076	371	Emulsion
0,03	12505	375	0,03	9118	274	0,05	8437	388	0,05	7403	341	Emulsion
0,03	7958	239	0,03	5803	174	0,05	5369	247	0,05	4711	217	Emulsion
0,03	7958	239	0,03	5803	174	0,05	5369	247	0,05	4711	217	Emulsion
0,03	5684	171	0,03	4145	124	0,05	3835	176	0,05	3365	155	Emulsion
	–			–			–			–		–
	–			–			–			–		–
0,03	6821	205	0,03	4974	149	0,05	4602	212	0,05	4038	186	Emulsion
0,03	4547	136	0,03	3316	99	0,05	3068	141	0,05	2692	124	Emulsion
0,03	6821	205	0,03	4974	149	0,05	4602	212	0,05	4038	186	Emulsion
0,03	7958	271	0,03	5803	197	0,05	5369	268	0,05	4711	236	Emulsion
0,03	7958	271	0,03	5803	197	0,05	5369	268	0,05	4711	236	Emulsion
0,03	7958	271	0,03	5803	197	0,05	5369	268	0,05	4711	236	Emulsion
0,03	6821	232	0,03	4974	169	0,05	4602	230	0,05	4038	202	Emulsion
0,03	4547	136	0,03	3316	99	0,05	3068	141	0,05	2692	124	Emulsion
0,03	20463	655	0,03	14921	477	0,05	13806	746	0,05	12113	654	tr. / Emulsion
0,03	20463	655	0,03	14921	477	0,05	13806	746	0,05	12113	654	tr. / Emulsion
0,03	15915	541	0,03	11605	395	0,05	10738	537	0,05	9421	471	Emulsion
0,03	15915	541	0,03	11605	395	0,05	10738	537	0,05	9421	471	Emulsion
0,03	6821	205	0,03	4974	149	0,05	4602	212	0,05	4038	186	Emulsion
0,03	4547	136	0,03	3316	99	0,05	3068	141	0,05	2692	124	Emulsion
0,04	45473	1819	0,04	33157	1326	0,06	30680	1841	0,06	26918	1615	Emulsion
0,04	31831	1273	0,04	23210	928	0,06	21476	1289	0,06	18843	1131	Emulsion
0,04	31831	1273	0,04	23210	928	0,06	21476	1289	0,06	18843	1131	Emulsion
0,04	31831	1273	0,04	23210	928	0,06	21476	1289	0,06	18843	1131	Emulsion
0,04	31831	1273	0,04	23210	928	0,06	21476	1289	0,06	18843	1131	Emulsion
0,04	31831	1273	0,04	23210	928	0,06	21476	1289	0,06	18843	1131	Emulsion
0,04	31831	1273	0,04	23210	928	0,06	21476	1289	0,06	18843	1131	Emulsion
0,04	31831	1273	0,04	23210	928	0,06	21476	1289	0,06	18843	1131	Emulsion
0,03	25010	800	0,03	18237	584	0,05	16874	911	0,05	14805	799	Emulsion
0,03	25010	800	0,03	18237	584	0,05	16874	911	0,05	14805	799	Emulsion
	–			–			–			–		–
0,02	12505	250	0,02	9118	182	0,05	8437	422	0,05	7403	370	trocken/Luft
0,02	11368	227	0,02	8289	166	0,05	7670	384	0,05	6730	336	trocken/Luft
	–			–			–			–		–

Tabelle 3.21 GARANT Kurzstufen-/Mehrfasenstufenbohrer (Vollhartmetall – TiAlN)

Katalognummer 125050; 125052; 125100; 125120
DIN 8376, 8378, Werksnorm
Zähnezahl 2

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			v_c [m/min]			∅ 0,1 – 0,9			∅ 1,0 – 1,9		
									f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	min.	Start	max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
			125050, 125100, 125120			125052								
1.0	allg. Baustähle	< 500	80	90	100	90	100	110	0,02	57296	1146	0,04	19757	790
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	80	90	100	90	100	110	0,02	57296	1146	0,04	19757	790
2.0	Automatenstähle	< 850	80	90	100	90	100	110	0,02	57296	1146	0,04	19757	790
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	70	80	85	80	90	100	0,02	50930	1019	0,04	17562	702
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	80	90	100	90	100	110	0,02	57296	1146	0,04	19757	790
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	80	90	100	90	100	110	0,02	57296	1146	0,04	19757	790
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	70	80	85	80	90	100	0,01	50930	509	0,03	17562	527
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	70	80	85	80	90	100	0,01	50930	509	0,03	17562	527
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	65	70	80	70	80	90	0,01	44563	446	0,03	15367	461
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	80	90	100	90	100	110	0,01	57296	573	0,03	19757	593
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	70	80	85	80	90	100	0,01	50930	509	0,03	17562	527
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	65	70	80	70	80	90	0,01	44563	446	0,03	15367	461
7.0	Nitrierstähle	< 1000	70	80	85	80	90	100	0,01	50930	509	0,03	17562	527
7.1	Nitrierstähle	> 1000	65	70	80	70	80	90	0,01	44563	446	0,03	15367	461
8.0	Werkzeugstähle	< 850	70	80	85	80	90	100	0,01	50930	509	0,03	17562	527
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	50	60	70	55	65	75	0,01	38197	382	0,03	13171	395
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	25	35	45	30	40	50	0,01	22282	223	0,03	7683	231
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	40	45	50	40	50	60	0,01	28648	286	0,03	9879	296
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	25	35	45	30	40	50	0,01	22282	223	0,03	7683	231
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	20	25	35	20	30	40	0,01	15915	159	0,03	5488	165
12.0	Federstähle	< 1500	25	35	45	30	40	50	0,01	22282	223	0,03	7683	231
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	30	40	45	35	45	55	0,01	25465	255	0,03	8781	263
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	30	40	45	35	45	55	0,01	25465	255	0,03	8781	263
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	25	35	45	30	40	50	0,01	22282	223	0,03	7683	231
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	25	30	35	25	35	45	0,01	19099	191	0,03	6586	198
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	20	25	35	20	30	40	0,01	15915	159	0,03	5488	165
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	90	110	130	100	120	140	0,01	70028	700	0,03	24148	724
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	90	110	130	100	120	140	0,01	70028	700	0,03	24148	724
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	85	90	100	90	100	110	0,01	57296	573	0,03	19757	593
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	85	90	100	90	100	110	0,01	57296	573	0,03	19757	593
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	25	35	45	30	40	50	0,01	22282	223	0,03	7863	231
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	20	25	35	20	30	40	0,01	15915	159	0,03	5488	165
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	200	260	300	220	285	320	0,02	165521	3310	0,04	57076	2283
17.1	Al-Leg., kurzspanend		130	180	230	150	200	250	0,02	114592	2292	0,04	39514	1581
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		130	180	230	150	200	250	0,02	114592	2292	0,04	39514	1581
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	130	180	230	150	200	250	0,02	114592	2292	0,04	39514	1581
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	130	180	230	150	200	250	0,02	114592	2292	0,04	39514	1581
18.2	Messing, langspanend	< 600	130	180	230	150	200	250	0,02	114592	2292	0,04	39514	1581
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	130	180	230	150	200	250	0,02	114592	2292	0,04	39514	1581
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	130	180	230	150	200	250	0,02	114592	2292	0,04	39514	1581
18.5	Bronze, langspanend	< 850	120	140	180	135	155	190	0,01	89127	891	0,03	30733	922
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	120	140	180	135	155	190	0,01	89127	891	0,03	30733	922
19.0	Graphit			–			–			–			–	
20.0	Thermoplast		30	50	60	45	55	70	0,05	31831	1592	0,08	10976	878
20.1	Duroplast		30	50	60	45	55	70	0,05	31831	1592	0,08	10976	878
20.2	GFK und CFK			–			–			–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert der Artikel 125050; 125100; 125120 sowie 125200.





∅ 2,0 – 2,9			∅ 3,0 – 5,9			∅ 6,0 – 8,9			∅ 9,0 – 11,9			∅ 12,0 – 15,9			Kühl-Schmier-Stoff
f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	
0,06	11693	702	0,10	6438	644	0,14	3845	538	0,17	2741	466	0,23	2054	472	Emulsion
0,06	11693	702	0,10	6438	644	0,14	3845	538	0,17	2741	466	0,23	2054	472	Emulsion
0,06	11693	702	0,10	6438	644	0,14	3845	538	0,17	2741	466	0,23	2054	472	Emulsion
0,06	10394	624	0,10	5722	572	0,14	3418	479	0,17	2437	414	0,23	1825	420	Emulsion
0,06	11693	702	0,10	6438	644	0,14	3845	538	0,17	2741	466	0,23	2054	472	Emulsion
0,06	11693	702	0,10	6438	644	0,14	3845	538	0,17	2741	466	0,23	2054	472	Emulsion
0,05	10394	520	0,09	5722	515	0,12	3418	410	0,15	2437	366	0,20	1825	365	Emulsion
0,05	10394	520	0,09	5722	515	0,12	3418	410	0,15	2437	366	0,20	1825	365	Emulsion
0,05	9095	455	0,09	5007	451	0,12	2991	359	0,15	2132	320	0,20	1597	319	Emulsion
0,05	11693	585	0,09	6438	579	0,12	3845	461	0,15	2741	411	0,20	2054	411	Emulsion
0,05	10394	520	0,09	5722	515	0,12	3418	410	0,15	2437	366	0,20	1825	365	Emulsion
0,05	9095	455	0,09	5007	451	0,12	2991	359	0,15	2132	320	0,20	1597	319	Emulsion
0,05	10394	520	0,08	5722	458	0,11	3418	376	0,14	2437	341	0,18	1825	329	Emulsion
0,05	9095	455	0,08	5007	401	0,11	2991	329	0,14	2132	299	0,18	1597	288	Emulsion
0,05	10394	520	0,08	5722	458	0,11	3418	376	0,14	2437	341	0,18	1825	329	Emulsion
0,05	7795	390	0,08	4292	343	0,11	2564	282	0,14	1828	256	0,18	1369	246	Emulsion
0,05	4547	227	0,08	2504	200	0,11	1495	164	0,14	1066	149	0,18	799	144	Emulsion
0,05	5847	292	0,08	3219	258	0,11	1923	211	0,14	1371	192	0,18	1027	185	Emulsion
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
0,05	4547	227	0,08	2504	200	0,11	1495	164	0,14	1066	149	0,18	799	144	Emulsion
0,05	3248	162	0,08	1788	143	0,11	1068	117	0,14	762	107	0,18	570	103	Emulsion
0,05	4547	227	0,08	2504	200	0,11	1495	164	0,14	1066	149	0,18	799	144	Emulsion
0,05	5197	260	0,09	2861	258	0,12	1709	205	0,15	1218	183	0,20	913	183	Emulsion
0,05	5197	260	0,09	2861	258	0,12	1709	205	0,15	1218	183	0,20	913	183	Emulsion
0,05	4547	227	0,08	2504	200	0,11	1495	164	0,14	1066	149	0,18	799	144	Emulsion
0,05	3898	195	0,09	2146	193	0,12	1282	154	0,15	914	137	0,20	685	137	Emulsion
0,05	3248	162	0,08	1788	143	0,11	1068	117	0,14	762	107	0,18	570	103	Emulsion
0,05	14291	715	0,09	7868	708	0,13	4700	611	0,16	3351	536	0,21	2510	527	tr. / Emulsion
0,05	14291	715	0,09	7868	708	0,13	4700	611	0,16	3351	536	0,21	2510	527	tr. / Emulsion
0,05	11639	585	0,09	6438	579	0,12	3845	461	0,15	2741	411	0,20	2054	411	Emulsion
0,05	11639	585	0,09	6438	579	0,12	3845	461	0,15	2741	411	0,20	2054	411	Emulsion
0,05	4547	227	0,08	2504	200	0,11	1495	164	0,14	1066	149	0,18	799	144	Emulsion
0,05	3248	162	0,08	1788	143	0,11	1068	117	0,14	762	107	0,18	570	103	Emulsion
0,06	33780	2027	0,10	18598	1860	0,14	11109	1555	0,17	7920	1346	0,23	5933	1365	Emulsion
0,06	23386	1403	0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945	Emulsion
0,06	23386	1403	0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945	Emulsion
0,06	23386	1403	0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945	Emulsion
0,06	23386	1403	0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945	Emulsion
0,06	23386	1403	0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945	Emulsion
0,06	23386	1403	0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945	Emulsion
0,06	23386	1403	0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945	Emulsion
0,05	18189	909	0,09	10014	901	0,13	5982	778	0,16	4264	682	0,21	3195	671	Emulsion
0,05	18189	909	0,09	10014	901	0,13	5982	778	0,16	4264	682	0,21	3195	671	Emulsion
	–			–			–			–			–		–
0,10	6496	650	0,10	3577	358	0,12	2136	256	0,14	1523	213	0,20	1141	228	trocken/Luft
0,10	6496	650	0,10	3577	358	0,12	2136	256	0,14	1523	213	0,20	1141	228	trocken/Luft
	–			–			–			–			–		–

Tabelle 3.22 GARANT Spiralbohrer kurz (Hartmetall bestückt)

Katalognummer 121150
DIN 8037
Zähnezahl 2

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ 0,01 – 0,9			∅ 1,0 – 1,9			∅ 2,0 – 2,9		
						f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	60	70	75	–			–			–		
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	60	70	75	–			–			–		
2.0	Automatenstähle	< 850	60	70	75	–			–			–		
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	55	60	65	–			–			–		
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	60	70	75	–			–			–		
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	55	60	65	–			–			–		
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	55	60	65	–			–			–		
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	55	60	65	–			–			–		
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	50	55	60	–			–			–		
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	60	70	75	–			–			–		
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	55	60	65	–			–			–		
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	50	55	60	–			–			–		
7.0	Nitrierstähle	< 1000	55	60	65	–			–			–		
7.1	Nitrierstähle	> 1000	50	55	60	–			–			–		
8.0	Werkzeugstähle	< 850	55	60	65	–			–			–		
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	35	40	45	–			–			–		
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	20	25	30	–			–			–		
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	30	35	40	–			–			–		
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	15	20	25	–			–			–		
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–		–			–			–		
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–		–			–			–		
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	20	30	35	–			–			–		
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	15	20	25	–			–			–		
12.0	Federstähle	< 1500	20	30	35	–			–			–		
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700		–		–			–			–		
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700		–		–			–			–		
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850		–		–			–			–		
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100		–		–			–			–		
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–		–			–			–		
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	70	90	100	–			–			–		
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	70	90	100	–			–			–		
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	65	70	75	–			–			–		
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	65	70	75	–			–			–		
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850		–		–			–			–		
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200		–		–			–			–		
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350		–		–			–			–		
17.1	Al-Leg., kurzspanend			–		–			–			–		
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		100	140	180	–			–			–		
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	100	140	180	–			–			–		
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	100	140	180	–			–			–		
18.2	Messing, langspanend	< 600	100	140	180	–			–			–		
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	100	140	180	–			–			–		
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	100	140	180	–			–			–		
18.5	Bronze, langspanend	< 850	90	110	140	–			–			–		
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	90	110	140	–			–			–		
19.0	Graphit			–		–			–			–		
20.0	Thermoplast			–		–			–			–		
20.1	Duroplast			–		–			–			–		
20.2	GFK und CFK			–		–			–			–		

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für den mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert.



∅ 3,0 – 5,9			∅ 6,0 – 8,9			∅ 9,0 – 11,9			∅ 12,0 – 15,9			∅ 16,0 – 18,9			∅ 19,0 – 20,0			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,09	5007	451	0,13	2991	389	0,16	2132	341	0,22	1597	351	0,25	1277	319	0,28	1143	320	Emulsion
0,09	5007	451	0,13	2991	389	0,16	2132	341	0,22	1597	351	0,25	1277	319	0,28	1143	320	Emulsion
0,09	5007	451	0,13	2991	389	0,16	2132	341	0,22	1597	351	0,25	1277	319	0,28	1143	320	Emulsion
0,09	4292	386	0,13	2564	333	0,16	1828	292	0,22	1369	301	0,25	1094	274	0,28	979	274	Emulsion
0,09	5007	451	0,13	2991	389	0,16	2132	341	0,22	1597	351	0,25	1277	319	0,28	1143	320	Emulsion
0,09	4292	386	0,13	2564	333	0,16	1828	292	0,22	1369	301	0,25	1094	274	0,28	979	274	Emulsion
0,08	4292	343	0,11	2564	282	0,14	1828	256	0,19	1369	260	0,20	1094	219	0,24	979	235	Emulsion
0,08	4292	343	0,11	2564	282	0,14	1828	256	0,19	1369	260	0,20	1094	219	0,24	979	235	Emulsion
0,08	3934	315	0,11	2350	258	0,14	1675	235	0,19	1255	238	0,20	1003	201	0,24	898	215	Emulsion
0,08	5007	401	0,11	2991	329	0,14	2132	299	0,19	1597	303	0,20	1277	255	0,24	1143	274	Emulsion
0,08	4292	343	0,11	2564	282	0,14	1828	256	0,19	1369	260	0,20	1094	219	0,24	979	235	Emulsion
0,08	3934	315	0,11	2350	258	0,14	1675	235	0,19	1255	238	0,20	1003	201	0,24	898	215	Emulsion
0,07	4292	300	0,10	2564	256	0,13	1828	238	0,17	1369	233	0,19	1094	208	0,20	979	196	Emulsion
0,07	3934	275	0,10	2350	235	0,13	1675	218	0,17	1255	213	0,19	1003	191	0,20	898	180	Emulsion
0,07	4292	300	0,10	2564	256	0,13	1828	238	0,17	1369	233	0,19	1094	208	0,20	979	196	Emulsion
0,07	2861	200	0,10	1709	171	0,13	1218	158	0,17	913	155	0,19	730	139	0,20	653	131	Emulsion
0,07	1788	125	0,10	1068	107	0,13	762	99	0,17	570	97	0,19	456	87	0,20	408	82	Emulsion
0,07	2504	175	0,10	1495	150	0,13	1066	139	0,17	799	136	0,19	638	121	0,20	571	114	Emulsion
0,05	1431	72	0,07	855	60	0,10	609	61	0,14	456	64	0,16	365	58	0,18	326	59	trocken
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
0,07	2146	150	0,10	1282	128	0,13	914	119	0,17	685	116	0,19	547	104	0,20	490	98	Emulsion
0,07	1431	100	0,10	855	85	0,13	609	79	0,17	456	78	0,19	365	69	0,20	326	65	Emulsion
0,07	2146	150	0,10	1282	128	0,13	914	119	0,17	685	116	0,19	547	104	0,20	490	98	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
0,08	6438	515	0,12	3845	461	0,15	2741	411	0,20	2054	411	0,23	1642	378	0,26	1469	382	tr. / Emulsion
0,08	6438	515	0,12	3845	461	0,15	2741	411	0,20	2054	411	0,24	1637	393	0,28	1469	411	tr. / Emulsion
0,08	5007	401	0,11	2991	329	0,14	2132	299	0,19	1597	303	0,21	1277	268	0,24	1143	274	Emulsion
0,08	5007	401	0,11	2991	329	0,14	2132	299	0,19	1597	303	0,21	1273	267	0,24	1143	274	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
0,09	10014	901	0,13	5982	778	0,16	4264	682	0,22	3195	703	0,26	2554	664	0,28	2285	640	Emulsion
0,09	10014	901	0,13	5982	778	0,16	4264	682	0,22	3195	703	0,26	2554	664	0,28	2285	640	Emulsion
0,09	10014	901	0,13	5982	778	0,16	4264	682	0,22	3195	703	0,26	2554	664	0,28	2285	640	Emulsion
0,09	10014	901	0,13	5982	778	0,16	4264	682	0,22	3195	703	0,26	2554	664	0,28	2285	640	Emulsion
0,09	10014	901	0,13	5982	778	0,16	4264	682	0,22	3195	703	0,26	2554	664	0,28	2285	640	Emulsion
0,09	10014	901	0,13	5982	778	0,16	4264	682	0,22	3195	703	0,26	2554	664	0,28	2285	640	Emulsion
0,08	7868	629	0,12	4700	564	0,15	3351	503	0,20	2510	502	0,24	1637	393	0,26	1469	382	Emulsion
0,08	7868	629	0,12	4700	564	0,15	3351	503	0,20	2510	502	0,24	1637	393	0,26	1469	382	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–

Tabelle 3.23 GARANT Spiralbohrer (Vollhartmetall)

Katalognummer 122100; 122250
DIN 338; 6539
Zähnezahl 2

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ 0,5 – 0,9			∅ 1,0 – 1,9			∅ 2,0 – 2,9		
						f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	60	70	75	0,016	31831	509	0,04	15367	615	0,06	9095	546
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	60	70	75	0,016	31831	509	0,04	15367	615	0,06	9095	546
2.0	Automatenstähle	< 850	60	70	75	0,016	31831	509	0,04	15367	615	0,06	9095	546
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	55	60	65	0,016	27284	437	0,04	13171	527	0,06	7795	468
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	60	70	75	0,016	31831	509	0,04	15367	615	0,06	9095	546
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	60	70	75	0,016	31831	509	0,04	15367	615	0,06	9095	546
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	30	40	50	0,012	18189	218	0,03	8781	263	0,05	5197	260
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	30	40	50	0,012	18189	218	0,03	8781	263	0,05	5197	260
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	20	25	30	0,012	11368	136	0,03	5488	165	0,05	3248	162
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	60	70	75	0,012	31831	382	0,03	15367	461	0,05	9095	455
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	55	60	65	0,012	27284	327	0,03	13171	395	0,05	7795	390
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	50	55	60	0,012	25010	300	0,03	12074	362	0,05	7146	357
7.0	Nitrierstähle	< 1000	30	40	50	0,010	18189	182	0,03	8781	263	0,05	5197	260
7.1	Nitrierstähle	> 1000	20	25	30	0,010	11368	114	0,03	5488	165	0,05	3248	162
8.0	Werkzeugstähle	< 850	55	60	65	0,010	27284	273	0,03	13171	395	0,05	7795	390
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	30	40	50	0,010	18189	182	0,03	8781	263	0,05	5197	260
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	20	25	30	0,010	11368	114	0,03	5488	165	0,05	3248	162
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	30	35	40	0,010	15915	159	0,03	7683	231	0,05	4547	227
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	20	25	30	0,010	11368	114	0,03	5488	165	0,05	3248	162
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	15	20	25	0,010	9095	91	0,03	4390	132	0,05	2598	130
12.0	Federstähle	< 1500	20	25	30	0,010	11368	114	0,03	6586	165	0,05	3898	162
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	20	25	35	0,012	11368	136	0,03	5488	165	0,05	3248	162
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	20	25	35	0,012	11368	136	0,03	5488	165	0,05	3248	162
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	20	25	30	0,012	11368	136	0,03	5488	165	0,05	3248	162
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	15	20	25	0,012	9095	109	0,03	4390	132	0,05	2598	130
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	15	20	25	0,010	9095	91	0,03	4390	132	0,05	2598	130
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	70	90	100	0,014	40926	573	0,03	19757	593	0,05	11693	585
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	70	90	100	0,014	40926	573	0,03	19757	593	0,05	11693	585
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	65	70	75	0,012	31831	382	0,03	15367	461	0,05	9095	455
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	65	70	75	0,012	31831	382	0,03	15367	461	0,05	9095	455
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	20	30	35	0,010	13642	136	0,03	6586	198	0,05	3898	195
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	15	20	25	0,010	9095	91	0,03	4390	132	0,05	2598	130
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	150	200	220	0,016	90946	1455	0,04	43905	1756	0,06	25984	1559
17.1	Al-Leg., kurzspanend		100	140	180	0,016	63662	1019	0,04	30733	1229	0,06	18189	1091
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		100	140	180	0,016	63662	1019	0,04	30733	1229	0,06	18189	1091
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	100	140	180	0,016	63662	1019	0,04	30733	1229	0,06	18189	1091
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	100	140	180	0,016	63662	1019	0,04	30733	1229	0,06	18189	1091
18.2	Messing, langspanend	< 600	100	140	180	0,016	63662	1019	0,04	30733	1229	0,06	18189	1091
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	100	140	180	0,016	63662	1019	0,04	30733	1229	0,06	18189	1091
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	100	140	180	0,016	63662	1019	0,04	30733	1229	0,06	18189	1091
18.5	Bronze, langspanend	< 850	90	110	140	0,014	50020	700	0,03	24148	724	0,05	14291	715
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	90	110	140	0,014	50020	700	0,03	24148	724	0,05	14291	715
19.0	Graphit			–			–			–			–	
20.0	Thermoplast			–			–			–			–	
20.1	Duroplast			–			–			–			–	
20.2	GFK und CFK			–			–			–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert.





∅ 3,0 – 5,9			∅ 6,0 – 8,9			∅ 9,0 – 11,9			∅ 12,0 – 15,9			∅ 16,0 – 18,9			∅ 19,0 – 20,0			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,10	5007	501	0,14	2991	419	0,17	2132	362	0,23	1783	410		–			–		Emulsion
0,10	5007	501	0,14	2991	419	0,17	2132	362	0,23	1783	410		–			–		Emulsion
0,10	5007	501	0,14	2991	419	0,17	2132	362	0,23	1783	410		–			–		Emulsion
0,10	4292	429	0,14	2564	359	0,17	1828	311	0,23	1528	351		–			–		Emulsion
0,10	5007	501	0,14	2991	419	0,17	2132	362	0,23	1783	410		–			–		Emulsion
0,10	5007	501	0,14	2991	419	0,17	2132	362	0,23	1783	410		–			–		Emulsion
0,09	2861	258	0,12	1709	205	0,15	1218	183	0,20	1019	204		–			–		Emulsion
0,09	2861	258	0,12	1709	205	0,15	1218	183	0,20	1019	204		–			–		Emulsion
0,09	1788	161	0,12	1068	128	0,15	762	114	0,20	637	127		–			–		Emulsion
0,09	5007	451	0,12	2991	359	0,15	2132	320	0,20	1783	357		–			–		Emulsion
0,09	4292	386	0,12	2564	308	0,15	1828	274	0,20	1528	306		–			–		Emulsion
0,09	3934	354	0,12	2350	282	0,15	1675	251	0,20	1401	280		–			–		Emulsion
0,08	2861	229	0,11	1709	188	0,14	1218	171	0,18	1019	183		–			–		Emulsion
0,08	1788	143	0,11	1068	117	0,14	762	107	0,18	637	115		–			–		Emulsion
0,08	4292	343	0,11	2564	282	0,14	1828	256	0,18	1528	275		–			–		Emulsion
0,08	2861	229	0,11	1709	188	0,14	1218	171	0,18	1019	183		–			–		Emulsion
0,08	1788	143	0,11	1068	117	0,14	762	107	0,18	637	115		–			–		Emulsion
0,08	2504	200	0,11	1495	164	0,14	1066	149	0,18	891	160		–			–		Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
0,08	1788	143	0,11	1068	117	0,14	762	107	0,18	637	115		–			–		Emulsion
0,08	1431	114	0,11	855	94	0,14	609	85	0,18	509	92		–			–		Emulsion
0,08	1788	143	0,11	1068	117	0,14	762	107	0,18	637	115		–			–		Emulsion
0,09	1788	161	0,12	1068	128	0,15	762	114	0,20	637	127		–			–		Emulsion
0,09	1788	161	0,12	1068	128	0,15	762	114	0,20	637	127		–			–		Emulsion
0,09	1788	161	0,12	1068	128	0,15	762	114	0,20	637	127		–			–		Emulsion
0,09	1431	129	0,12	855	103	0,15	609	91	0,20	509	102		–			–		Emulsion
0,08	1431	114	0,11	855	94	0,14	609	85	0,18	509	92		–			–		Emulsion
0,09	6438	579	0,13	3845	500	0,16	2741	439	0,21	2292	481		–			–		tr. / Emulsion
0,09	6438	579	0,13	3845	500	0,16	2741	439	0,21	2092	481		–			–		tr. / Emulsion
0,09	5007	451	0,12	2991	359	0,15	2132	320	0,20	1783	357		–			–		Emulsion
0,09	5007	451	0,12	2991	359	0,15	2132	320	0,20	1783	357		–			–		Emulsion
0,08	2146	172	0,11	1282	141	0,14	914	128	0,18	764	138		–			–		Emulsion
0,08	1431	114	0,11	855	94	0,14	609	85	0,18	509	92		–			–		Emulsion
0,10	14306	1431	0,14	8545	1196	0,17	6092	1036	0,23	5093	1171		–			–		Emulsion
0,10	10014	1001	0,14	5982	837	0,17	4264	725	0,23	3565	820		–			–		Emulsion
0,10	10014	1001	0,14	5982	837	0,17	4264	725	0,23	3565	820		–			–		Emulsion
0,10	10014	1001	0,14	5982	837	0,17	4264	725	0,23	3565	820		–			–		Emulsion
0,10	10014	1001	0,14	5982	837	0,17	4264	725	0,23	3565	820		–			–		Emulsion
0,10	10014	1001	0,14	5982	837	0,17	4264	725	0,23	3565	820		–			–		Emulsion
0,10	10014	1001	0,14	5982	837	0,17	4264	725	0,23	3565	820		–			–		Emulsion
0,09	7868	708	0,13	4700	611	0,16	3351	536	0,21	2801	588		–			–		Emulsion
0,09	7868	708	0,13	4700	611	0,16	3351	536	0,21	2801	588		–			–		Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–

Tabelle 3.24 GARANT und HOLEX Spiralbohrer (Vollhartmetall – TiAlN oder TiN)

Katalognummer 122150; 122160; 122300; 122301
DIN 338; 6539
Zähnezahl 2

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			v_c [m/min]			∅ 0,5 – 0,9			∅ 1,0 – 1,9		
									f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	min.	Start	max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
			122150; 122300			122160; 122301								
1.0	allg. Baustähle	< 500	80	90	100	70	80	90	0,02	40926	819	0,04	19757	790
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	80	90	100	70	80	90	0,02	40926	819	0,04	19757	790
2.0	Automatenstähle	< 850	80	90	100	70	80	90	0,02	40926	819	0,04	19757	790
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	70	80	85	60	70	80	0,02	36378	728	0,04	17562	702
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	80	90	100	70	80	90	0,02	40926	819	0,04	19757	790
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	80	90	100	70	80	90	0,02	40926	819	0,04	19757	790
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	70	80	85	60	70	75	0,01	36378	364	0,03	17562	527
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	70	80	85	60	70	75	0,01	36378	364	0,03	17562	527
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	65	70	80	50	60	70	0,01	31831	318	0,03	15367	461
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	80	90	100	70	80	90	0,01	40926	409	0,03	19757	593
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	70	80	85	60	70	75	0,01	36378	364	0,03	17562	527
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	65	70	80	50	60	70	0,01	31831	318	0,03	15367	461
7.0	Nitrierstähle	< 1000	70	80	85	60	70	75	0,01	36378	364	0,03	17562	527
7.1	Nitrierstähle	> 1000	65	70	80	50	60	70	0,01	31831	318	0,03	15367	461
8.0	Werkzeugstähle	< 850	70	80	85	60	70	75	0,01	36378	364	0,03	17562	527
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	50	60	70	40	50	60	0,01	27284	273	0,03	13171	395
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	25	35	45	20	30	40	0,01	15915	159	0,03	7683	231
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	40	45	50	30	40	45	0,01	20463	205	0,03	9879	296
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	25	35	45	20	30	40	0,01	15915	159	0,03	7683	231
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	20	25	35	15	20	25	0,01	11368	114	0,03	5488	165
12.0	Federstähle	< 1500	25	35	45	20	30	40	0,01	15915	159	0,03	7683	231
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	40	45	50	30	40	45	0,01	20463	205	0,01	9879	99
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	40	45	50	30	40	45	0,01	20463	205	0,01	9879	99
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	35	40	45	25	35	40	0,01	18189	182	0,01	8781	88
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	25	30	35	25	30	35	0,01	13642	136	0,01	6586	66
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	20	25	35	15	20	25	0,01	11368	114	0,03	5488	165
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	90	110	130	80	100	120	0,01	50020	500	0,03	24148	724
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	90	110	130	80	100	120	0,01	50020	500	0,03	24148	724
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	85	90	100	70	80	90	0,01	40926	409	0,03	19757	593
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	85	90	100	70	80	90	0,01	40926	409	0,03	19757	593
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	25	35	45	20	30	40	0,01	15915	159	0,03	7683	231
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	20	25	35	15	20	25	0,01	11368	114	0,03	5488	165
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	200	260	300	180	230	260	0,02	118229	2365	0,04	57076	2283
17.1	Al-Leg., kurzspanend		130	180	230	120	160	200	0,02	81851	1637	0,04	39514	1581
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		130	180	230	120	160	200	0,02	81851	1637	0,04	39514	1581
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	130	180	230	120	160	200	0,02	81851	1637	0,04	39514	1581
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	130	180	230	120	160	200	0,02	81851	1637	0,04	39514	1581
18.2	Messing, langspanend	< 600	130	180	230	120	160	200	0,02	81851	1637	0,04	39514	1581
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	130	180	230	120	160	200	0,02	81851	1637	0,04	39514	1581
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	130	180	230	120	160	200	0,02	81851	1637	0,04	39514	1581
18.5	Bronze, langspanend	< 850	120	140	180	90	125	160	0,01	63662	637	0,03	30733	922
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	120	140	180	90	125	160	0,01	63662	637	0,03	30733	922
19.0	Graphit			–			–			–			–	
20.0	Thermoplast			–			–			–			–	
20.1	Duroplast			–			–			–			–	
20.2	GFK und CFK			–			–			–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert der Artikel 122150 bzw. 122300





∅ 2,0 – 2,9			∅ 3,0 – 5,9			∅ 6,0 – 8,9			∅ 9,0 – 11,9			∅ 12,0 – 15,9			∅ 16,0 – 18,9			∅ 19,0 – 20,0			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,06	11693	702	0,10	6438	644	0,14	3845	538	0,17	2741	466	0,23	2054	472		–			–		Emulsion
0,06	11693	702	0,10	6438	644	0,14	3845	538	0,17	2741	466	0,23	2054	472		–			–		Emulsion
0,06	11693	702	0,10	6438	644	0,14	3845	538	0,17	2741	466	0,23	2054	472		–			–		Emulsion
0,06	10394	624	0,10	5722	572	0,14	3418	479	0,17	2437	414	0,23	1825	420		–			–		Emulsion
0,06	11693	702	0,10	6438	644	0,14	3845	538	0,17	2741	466	0,23	2054	472		–			–		Emulsion
0,06	11693	702	0,10	6438	644	0,14	3845	538	0,17	2741	466	0,23	2054	472		–			–		Emulsion
0,05	10394	520	0,09	5722	515	0,12	3418	410	0,15	2437	366	0,20	1825	365		–			–		Emulsion
0,05	10394	520	0,09	5722	515	0,12	3418	410	0,15	2437	366	0,20	1825	365		–			–		Emulsion
0,05	9095	455	0,09	5007	451	0,12	2991	359	0,15	2132	320	0,20	1597	319		–			–		Emulsion
0,05	11693	585	0,09	6438	579	0,12	3845	461	0,15	2741	411	0,20	2054	411		–			–		Emulsion
0,05	10394	520	0,09	5722	515	0,12	3418	410	0,15	2437	366	0,20	1825	365		–			–		Emulsion
0,05	9095	455	0,09	5007	451	0,12	2991	359	0,15	2132	320	0,20	1597	319		–			–		Emulsion
0,05	10394	520	0,08	5722	458	0,11	3418	376	0,14	2437	341	0,18	1825	329		–			–		Emulsion
0,05	9095	455	0,08	5007	401	0,11	2991	329	0,14	2132	299	0,18	1597	288		–			–		Emulsion
0,05	10394	520	0,08	5722	458	0,11	3418	376	0,14	2437	341	0,18	1825	329		–			–		Emulsion
0,05	7795	390	0,08	4292	343	0,11	2564	282	0,14	1828	256	0,18	1369	246		–			–		Emulsion
0,05	4547	227	0,08	2504	200	0,11	1495	164	0,14	1066	149	0,18	799	144		–			–		Emulsion
0,05	5847	292	0,08	3219	258	0,11	1923	211	0,14	1371	192	0,18	1027	185		–			–		Emulsion
	–			–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–			–		–
0,05	4547	227	0,08	2504	200	0,11	1495	164	0,14	1066	149	0,18	799	144		–			–		Emulsion
0,05	3248	162	0,08	1788	143	0,11	1068	117	0,14	762	107	0,18	570	103		–			–		Emulsion
0,05	4547	227	0,08	2504	200	0,11	1495	164	0,14	1066	149	0,18	799	144		–			–		Emulsion
0,03	5847	175	0,07	3219	225	0,10	1923	192	0,13	1371	178	0,17	1027	175		–			–		Emulsion
0,03	5847	175	0,07	3219	225	0,10	1923	192	0,13	1371	178	0,17	1027	175		–			–		Emulsion
0,03	5197	156	0,07	2861	200	0,10	1709	171	0,13	1218	158	0,17	913	155		–			–		Emulsion
0,03	3898	117	0,07	2146	150	0,10	1282	128	0,13	914	119	0,17	685	116		–			–		Emulsion
0,05	3248	162	0,08	1788	143	0,11	1068	117	0,14	762	107	0,18	570	103		–			–		Emulsion
0,05	14291	715	0,09	7868	708	0,13	4700	611	0,16	3351	536	0,21	2510	527		–			–		tr. / Emulsion
0,05	14291	715	0,09	7868	708	0,13	4700	611	0,16	3351	536	0,21	2510	527		–			–		tr. / Emulsion
0,05	11693	585	0,09	6438	579	0,12	3845	461	0,15	2741	411	0,20	2054	411		–			–		Emulsion
0,05	11693	585	0,09	6438	579	0,12	3845	461	0,15	2741	411	0,20	2054	411		–			–		Emulsion
0,05	4547	227	0,08	2504	200	0,11	1495	164	0,14	1066	149	0,18	799	144		–			–		Emulsion
0,05	3248	162	0,08	1788	143	0,11	1068	117	0,14	762	107	0,18	570	103		–			–		Emulsion
0,06	33780	2027	0,10	18598	1860	0,14	11109	1555	0,17	7920	1346	0,23	5933	1365		–			–		Emulsion
0,06	23386	1403	0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945		–			–		Emulsion
0,06	23386	1403	0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945		–			–		Emulsion
0,06	23386	1403	0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945		–			–		Emulsion
0,06	23386	1403	0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945		–			–		Emulsion
0,06	23386	1403	0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945		–			–		Emulsion
0,06	23386	1403	0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945		–			–		Emulsion
0,05	18189	909	0,09	10014	901	0,13	5982	778	0,16	4264	682	0,21	3195	671		–			–		Emulsion
0,05	18189	909	0,09	10014	901	0,13	5982	778	0,16	4264	682	0,21	3195	671		–			–		Emulsion
	–			–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–			–		–

Tabelle 3.25 GARANT HPC 4-Fasenbohrer mit Innenkühlung 3xD/7xD/12xD (Vollhartmetall – ZOX)

Katalognummer 122308; 122309; 122875; 1222880; 123180; 123185
DIN 338, 6539, Werksnorm
Zähnezahl 2

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]	v_c [m/min]	∅ 4,0 – 5,0			∅ > 5,0 – 6,0		
					f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min. Start max.	min. Start max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
			122308; 122309; 122875; 122880	123180 123185						
1.0	allg. Baustähle	< 500	–	–	–			–		
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	–	–	–			–		
2.0	Automatenstähle	< 850	–	–	–			–		
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	–	–	–			–		
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	–	–	–			–		
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	–	–	–			–		
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	–	–	–			–		
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	–	–	–			–		
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	–	–	–			–		
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	–	–	–			–		
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	–	–	–			–		
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	–	–	–			–		
7.0	Nitrierstähle	< 1000	–	–	–			–		
7.1	Nitrierstähle	> 1000	–	–	–			–		
8.0	Werkzeugstähle	< 850	–	–	–			–		
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	–	–	–			–		
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	–	–	–			–		
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	–	–	–			–		
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–	–	–			–		
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–	–	–			–		
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–	–			–		
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–	–	–			–		
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–	–	–			–		
12.0	Federstähle	< 1500	–	–	–			–		
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	–	–	–			–		
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	–	–	–			–		
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	–	–	–			–		
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	–	–	–			–		
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–	–	–			–		
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	–	–	–			–		
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	–	–	–			–		
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	–	–	–			–		
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	–	–	–			–		
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–	–	–			–		
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–	–	–			–		
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	300 – **350** – 400	250 – **300** – 350	0,20	24758	4952	0,40	20257	8103
17.1	Al-Leg., kurzspanend		280 – **320** – 370	220 – **270** – 320	0,20	22636	4527	0,40	18520	7408
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		200 – **250** – 300	160 – **210** – 260	0,20	17684	3537	0,40	14469	5788
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	200 – **250** – 300	160 – **210** – 260	0,20	17684	3537	0,40	14469	5788
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–	–	–			–		
18.2	Messing, langspanend	< 600	–	–	–			–		
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–	–	–			–		
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–	–	–			–		
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–	–	–			–		
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–	–	–			–		
19.0	Graphit		–	–	–			–		
20.0	Thermoplast		110 – **120** – 130	100 – **110** – 120	0,20	8489	1698	0,40	6945	2778
20.1	Duroplast		110 – **120** – 130	100 – **110** – 120	0,20	8489	1698	0,40	6945	2778
20.2	GFK und CFK		–	–	–			–		

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für die Bohrer 122308, 122309, 122875 und 122880 sowie einem mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert. Der Kühlmitteldruck sollte 40 bar betragen. Bei 12xD Bohrern muss eine Pilotbohrung von 1xD vorhanden sein!





∅ > 6,0 – 8,0			∅ > 8,0 – 10,0			∅ > 10,0 – 12,0			∅ > 12,0 – 14,0			∅ > 14,0 – 16,0			∅ > 16,0 – 18,0			∅ > 18,0 – 20,0			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
0,50	15916	7958	0,50	12379	6190	0,55	10128	5571	0,55	8570	4714	0,40	7427	2971	0,40	6554	2621	0,40	5864	2346	Emulsion
0,50	14552	7276	0,50	11318	5659	0,55	9260	5093	0,55	7836	4310	0,40	6791	2716	0,40	5992	2397	0,40	5361	2144	Emulsion
0,50	11369	5684	0,50	8842	4421	0,55	7234	3979	0,55	6122	3367	0,40	5305	2122	0,40	4681	1872	0,40	4188	1675	Emulsion
0,50	11369	5684	0,50	8842	4421	0,55	7234	3979	0,55	6122	3367	0,40	5305	2122	0,40	4681	1872	0,40	4188	1675	Emulsion
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
–			–			–			–			–			–			–			
0,50	5457	2728	0,50	4244	2122	0,55	3473	1910	0,55	2938	1616	0,40	2547	1019	0,40	2247	899	0,40	2010	804	Emulsion
0,50	5457	2728	0,50	4244	2122	0,55	3473	1910	0,55	2938	1616	0,40	2547	1019	0,40	2247	899	0,40	2010	804	Emulsion
–			–			–			–			–			–			–			

Tabelle 3.26 GARANT HPC Hochleistungsbohrer 4 x D (Vollhartmetall – TiAlN) für gehärtete Stähle

Katalognummer 122305
DIN 6537K
Zähnezahl 2

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ 2,6– 2,9			∅ 3,0 – 5,9			
						f	n	v_f	f	n	v_f	
		[N/mm²]	min.	Start	max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
1.0	allg. Baustähle	< 500		–			–			–		
1.1	allg. Baustähle	500 – 850		–			–			–		
2.0	Automatenstähle	< 850		–			–			–		
2.1	Automatenstähle	850 – 1000		–			–			–		
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700		–			–			–		
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850		–			–			–		
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000		–			–			–		
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000		–			–			–		
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	30	35	40	0,07	4051	284	0,08	2504	200	
5.0	unleg. Einsatzst.	<750		–			–			–		
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000		–			–			–		
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	30	35	40	0,07	4051	284	0,08	2504	200	
7.0	Nitrierstähle	< 1000		–			–			–		
7.1	Nitrierstähle	> 1000	30	35	40	0,07	4051	284	0,08	2504	200	
8.0	Werkzeugstähle	< 850		–			–			–		
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100		–			–			–		
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	30	35	40	0,07	4051	284	0,08	2504	200	
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200		–			–			–		
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	23	28	30	0,07	3241	227	0,08	2003	160	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	10	16	20	0,07	1852	130	0,08	1144	92	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	7	10	13	0,07	1157	81	0,08	715	57	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	30	35	40	0,07	4051	284	0,08	2504	200	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	23	28	30	0,07	3241	227	0,08	2003	160	
12.0	Federstähle	< 1500	23	28	36	0,07	3241	227	0,08	2003	160	
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700		–			–			–		
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700		–			–			–		
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850		–			–			–		
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100		–			–			–		
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–			–			–		
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	60	75	95	0,15	8681	1302	0,23	5365	1234	
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	55	70	90	0,15	8102	1215	0,23	5007	1152	
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	55	70	90	0,13	8102	1013	0,20	5007	1001	
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	35	50	65	0,13	5787	723	0,11	3577	393	
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850		–			–			–		
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200		–			–			–		
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350		–			–			–		
17.1	Al-Leg., kurzspanend			–			–			–		
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si			–			–			–		
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400		–			–			–		
18.1	Messing, kurzspanend	< 600		–			–			–		
18.2	Messing, langspanend	< 600		–			–			–		
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600		–			–			–		
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850		–			–			–		
18.5	Bronze, langspanend	< 850		–			–			–		
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200		–			–			–		
19.0	Graphit			–			–			–		
20.0	Thermoplast			–			–			–		
20.1	Duroplast			–			–			–		
20.2	GFK und CFK			–			–			–		

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert.



	∅ 6,0 – 8,9			∅ 9,0 – 11,9			∅ 12,0 – 15,9			∅ 16 – 18,9			∅ 19,0 – 20,0			Kühl-Schmier-Stoff
	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	0,12	1495	179	0,15	1066	160	0,20	799	160	–			–			trocken
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	0,12	1495	179	0,15	1066	160	0,20	799	160	–			–			trocken
	–			–			–			–			–			–
	0,12	1495	179	0,15	1066	160	0,20	799	160	–			–			trocken
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	0,12	1495	179	0,15	1066	160	0,20	799	160	–			–			trocken
	–			–			–			–			–			–
	0,09	1196	108	0,11	853	94	0,13	639	83	–			–			trocken
	0,09	684	62	0,11	487	54	0,13	365	47	–			–			trocken
	0,09	427	38	0,11	305	34	0,13	228	30	–			–			trocken
	0,12	1495	179	0,15	1066	160	0,20	799	160	–			–			trocken
	0,09	1196	108	0,11	853	94	0,13	639	83	–			–			trocken
	0,09	1196	108	0,11	853	94	0,13	639	83	–			–			trocken
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	0,34	3204	1090	0,43	2285	982	0,52	1711	890	–			–			tr./Emulsion
	0,34	2991	1017	0,43	2132	917	0,52	1597	831	–			–			tr./Emulsion
	0,25	2991	748	0,35	2132	746	0,40	1597	639	–			–			Emulsion
	0,13	2136	278	0,15	1523	228	0,18	1141	205	–			–			Emulsion
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–

Tabelle 3.27 GARANT HPC Hochleistungsbohrer 4xD/6xD (mit Innenkühlung) (Vollhartmetall – TiAlN)

Katalognummer 122440; 122445; 122500; 122505; 122760; 122765
DIN 6537K; 6537
Zähnezahl 2

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			v_c [m/min]			∅ 1,0 – 1,9			∅ 2,0 – 2,9		
									f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	min.	Start	max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
				122440 122445			122500; 122505 122760; 122765							
1.0	allg. Baustähle	< 500	80	90	110	100	120	140	0,06	26343	1581	0,10	15591	1559
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	60	70	90	70	90	110	0,05	19756	988	0,07	11693	819
2.0	Automatenstähle	< 850	70	85	100	80	100	120	0,06	21953	1317	0,10	12993	1299
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	60	75	90	70	90	110	0,05	19758	988	0,07	11693	819
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	60	70	80	70	90	110	0,04	19758	790	0,10	11693	1169
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	60	70	80	70	85	100	0,04	18660	746	0,10	11044	1104
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	55	65	75	55	65	75	0,03	14269	428	0,07	8445	591
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	55	65	75	55	65	75	0,03	14269	428	0,10	8445	845
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	40	50	65	40	50	65	0,03	10976	329	0,07	6496	455
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	70	80	100	80	100	120	0,05	21953	1098	0,10	12993	1299
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	60	75	90	70	90	110	0,04	19758	790	0,10	11693	1169
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	55	65	75	55	65	75	0,03	14269	428	0,07	8445	591
7.0	Nitrierstähle	< 1000	60	65	75	60	65	75	0,03	14269	428	0,07	8445	591
7.1	Nitrierstähle	> 1000	60	65	70	60	65	70	0,03	14269	428	0,07	8445	591
8.0	Werkzeugstähle	< 850	60	70	80	70	85	100	0,04	18660	746	0,07	11044	773
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	60	65	70	60	65	70	0,03	14269	428	0,07	8445	591
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	30	35	40	30	35	40	0,03	7684	231	0,07	4547	318
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	30	35	45	30	35	45	0,03	7684	231	0,07	4547	318
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	25	28	30	25	28	30	0,03	6147	184	0,04	3638	146
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–		12	16	20		–		0,03	2079	62
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–		8	10	15		–		0,03	1299	39
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	30	35	40	30	35	40	0,03	7684	231	0,04	4547	182
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	20	23	25	20	23	25	0,03	5049	151	0,04	2988	120
12.0	Federstähle	< 1500	20	23	25	20	23	25	0,03	5049	151	0,04	2988	120
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700		–			–			–			–	
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700		–			–			–			–	
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850		–		25	30	35	0,03	6586	198	0,04	3898	156
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100		–			–			–			–	
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–			–			–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	70	75	120	70	75	120	0,06	16464	988	0,10	9744	974
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	70	70	120	70	70	120	0,06	15367	922	0,10	9095	909
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	60	70	100	60	70	100	0,05	15367	768	0,10	9095	909
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	60	70	100	60	70	100	0,03	15367	461	0,07	9095	637
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	35	40	45	35	40	45	0,03	8781	263	0,04	5197	208
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	30	35	40	30	35	40	0,02	7683	154	0,03	4547	136
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350		–			–			–			–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend			–			–			–			–	
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si			–			–			–			–	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400		–			–			–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600		–			–			–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600		–			–			–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600		–			–			–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850		–			–			–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850		–			–			–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200		–			–			–			–	
19.0	Graphit			–			–			–			–	
20.0	Thermoplast		40	50	60	40	50	60	0,03	10977	329	0,04	6496	260
20.1	Duroplast		30	40	50	30	40	50	0,03	8781	263	0,04	5197	208
20.2	GFK und CFK			–			–			–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert der Bohrer 122500, 122505, 122760 und 122765.





∅ 3,0 – 5,9			∅ 6,0 – 8,9			∅ 9,0 – 11,9			∅ 12,0 – 15,9			∅ 16,0 – 18,9			∅ 19,0 – 20,0			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,18	8584	1545	0,24	5127	1231	0,30	3655	1097	0,35	2738	958	0,38	2189	832	0,40	1959	784	Emulsion
0,18	6438	1159	0,24	3845	923	0,30	2742	822	0,35	2054	719	0,38	1642	624	0,40	1469	588	Emulsion
0,18	7153	1288	0,24	4273	1025	0,30	3046	914	0,35	2282	799	0,38	1824	693	0,40	1632	653	Emulsion
0,18	6438	1159	0,24	3845	923	0,30	2741	822	0,35	2054	719	0,38	1642	624	0,40	1469	588	Emulsion
0,15	6438	966	0,21	3845	808	0,27	2741	740	0,32	2054	657	0,37	1642	607	0,37	1469	544	Emulsion
0,15	6080	912	0,21	3632	763	0,27	2589	699	0,32	1940	621	0,37	1551	574	0,37	1388	513	Emulsion
0,14	4649	651	0,20	2777	555	0,26	1980	515	0,31	1483	460	0,34	1186	403	0,36	1061	382	Emulsion
0,15	4649	697	0,21	2777	583	0,27	1980	535	0,31	1483	460	0,34	1186	403	0,37	1061	393	Emulsion
0,15	3577	536	0,21	2136	449	0,27	1523	411	0,31	1141	354	0,34	912	310	0,37	816	302	Emulsion
0,18	7153	1288	0,24	4273	1025	0,30	3046	914	0,35	2282	799	0,37	1824	675	0,40	1632	653	Emulsion
0,18	6438	1159	0,24	3845	923	0,30	2741	822	0,35	2054	719	0,37	1642	607	0,40	1469	588	Emulsion
0,16	4650	744	0,22	2777	611	0,27	1980	535	0,34	1483	504	0,34	1186	403	0,37	1061	393	Emulsion
0,15	4650	697	0,20	2777	555	0,27	1980	535	0,32	1483	475	0,35	1186	415	0,37	1061	393	Emulsion
0,15	4650	697	0,20	2777	555	0,25	1980	495	0,30	1483	445	0,31	1186	368	0,35	1061	371	Emulsion
0,15	6080	912	0,20	3632	726	0,27	2589	699	0,32	1940	621	0,35	1551	543	0,37	1388	513	Emulsion
0,15	4649	697	0,20	2777	555	0,27	1980	535	0,32	1483	475	0,35	1186	415	0,37	1061	393	Emulsion
0,08	2504	200	0,12	1495	179	0,15	1066	160	0,20	799	160	0,22	638	140	0,25	571	143	Emulsion
0,08	2504	200	0,12	1495	179	0,15	1066	160	0,20	799	160	0,22	638	140	0,25	571	143	Emulsion
0,08	2003	160	0,09	1196	108	0,11	853	94	0,13	639	83	0,14	511	72	0,15	457	69	trocken
0,07	1145	80	0,08	684	55	0,10	487	49	0,12	365	44	0,13	292	38	0,14	261	37	trocken
0,06	715	43	0,07	427	30	0,09	305	27	0,11	228	25	0,12	182	22	0,13	163	21	trocken
0,08	2504	200	0,12	1495	179	0,15	1066	160	0,20	799	160	0,22	638	140	0,25	571	143	Emulsion
0,08	1645	132	0,12	983	118	0,15	701	105	0,20	525	105	0,22	420	92	0,25	375	94	Emulsion
0,08	1645	132	0,12	983	118	0,15	701	105	0,20	525	105	0,22	420	92	0,25	375	94	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
0,09	2146	193	0,12	1282	154	0,15	914	137	0,18	685	123	0,21	547	115	0,24	490	118	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
0,23	5365	1234	0,33	3204	1057	0,42	2285	959	0,52	1711	890	0,55	1368	752	0,58	1224	710	tr. / Emulsion
0,23	5007	1152	0,33	2991	987	0,42	2132	896	0,52	1597	831	0,55	1277	702	0,58	1143	663	tr. / Emulsion
0,20	5007	1001	0,25	2991	748	0,35	2132	746	0,40	1597	639	0,43	1277	549	0,46	1143	526	Emulsion
0,20	5007	1001	0,25	2991	748	0,35	2132	746	0,40	1597	639	0,43	1277	549	0,46	1143	526	Emulsion
0,09	2861	258	0,12	1709	205	0,15	1218	183	0,18	913	164	0,21	730	153	0,24	653	157	Emulsion
0,06	2504	150	0,10	1495	150	0,13	1066	139	0,15	799	120	0,16	638	102	0,18	571	103	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
0,08	3577	280	0,14	2136	299	0,14	1523	213	0,20	1141	228	0,25	912	228	0,30	816	245	Wasser/Luft
0,08	2861	229	0,14	1709	239	0,14	1218	171	0,20	913	183	0,25	730	182	0,30	653	196	trocken/Luft
	–			–			–			–			–			–		–

Tabelle 3.28 HOLEX Hochleistungsbohrer 4xD/6xD (mit Innenkühlung) (Vollhartmetall – TiN)

Katalognummer 122310; 122315; 122320; 122340; 122345; 122355; 122630; 122635; 122640
DIN 6537; 6537K
Zähnezahl 2

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			v_c [m/min]			∅ 1,0 – 1,9			∅ 2,0 – 2,9		
									f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	min.	Start	max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
			122310 122315 122320			122340; 122345 122355; 122630 122635; 122640								
1.0	allg. Baustähle	< 500	70	80	100	80	110	120	0,06	24148	1449	0,09	14291	1286
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	60	70	90	90	100	120	0,05	21952	1098	0,08	12992	1039
2.0	Automatenstähle	< 850	70	80	100	100	140	180	0,06	30733	1844	0,09	18189	1637
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	60	70	90	90	100	110	0,05	21952	1098	0,08	12992	1039
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	55	65	75	85	90	95	0,04	19757	790	0,08	11693	935
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	55	65	75	75	80	85	0,04	17562	702	0,08	10394	832
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	50	60	70	75	80	85	0,03	17562	527	0,07	10394	728
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	50	60	70		–		0,03	13172	395	0,07	7795	546
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	40	50	65		–			–		0,07	6496	455
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	65	75	95	85	90	95	0,06	19758	1185	0,09	11693	1052
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	60	70	90	75	80	85	0,04	17652	702	0,08	10394	832
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	55	65	75		–			–		0,07	8445	591
7.0	Nitrierstähle	< 1000	55	60	65		–		0,03	13171	395	0,07	7795	546
7.1	Nitrierstähle	> 1000	60	65	70		–			–		0,07	8445	591
8.0	Werkzeugstähle	< 850	60	65	75	70	80	90	0,06	17562	1054	0,09	10394	935
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	55	60	65	60	65	70	0,05	14269	713	0,07	8445	591
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	30	35	40	30	35	40	0,04	7683	307	0,06	4547	273
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	25	30	40		–		0,07	3898	273	0,07	3898	273
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	30	35	40		–			–		0,04	4547	182
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	20	23	25		–			–		0,04	2988	120
12.0	Federstähle	< 1500	20	23	25	30	35	50	0,04	7683	307	0,06	4547	273
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700		–		40	45	55	0,05	9879	494	0,07	5847	409
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700		–		30	35	40	0,05	7683	384	0,07	4547	318
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850		–		30	35	40	0,05	7683	384	0,07	4547	318
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100		–		25	30	35	0,04	6586	263	0,06	3898	234
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–			–			–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	70	75	120		–		0,06	16464	988	0,10	9744	974
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	70	70	120		–		0,06	15367	922	0,10	9095	909
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	60	70	100		–		0,05	15367	768	0,10	9095	909
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	60	70	100		–		0,03	15367	461	0,07	9095	637
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850		–		35	40	45	0,04	8781	351	0,06	5197	312
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200		–		25	30	35	0,02	6586	132	0,04	3898	156
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350		–			–			–			–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend		120	140	160	220	240	260	0,10	52686	5269	0,14	31181	4365
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		100	120	140		–		0,04	26343	1054	0,10	15591	1559
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400		–		90	100	120	0,07	21952	1537	0,12	12992	1559
18.1	Messing, kurzspanend	< 600		–			–			–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600		–		150	160	180	0,07	35124	2459	0,12	20788	2495
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600		–			–			–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850		–			–			–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850		–		70	80	90	0,05	17562	878	0,08	10394	832
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200		–			–			–			–	
19.0	Graphit			–			–			–			–	
20.0	Thermoplast		40	50	60	40	50	60		–			–	
20.1	Duroplast		30	40	50	30	40	50		–			–	
20.2	GFK und CFK			–			–			–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert vorzugsweise der Artikel 122340 bis 122630.





∅ 3,0 – 5,9			∅ 6,0 – 8,9			∅ 9,0 – 11,9			∅ 12,0 – 15,9			∅ 16,0 – 18,9			∅ 19,0 – 20,0			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,12	7868	944	0,16	4700	752	0,20	3351	670	0,23	2510	577	0,25	2007	502	0,28	1796	503	Emulsion
0,14	7153	1001	0,18	4273	769	0,22	3046	670	0,26	2282	593	0,28	1824	511	0,30	1632	490	Emulsion
0,14	10014	1402	0,18	5982	1077	0,22	4264	938	0,26	3195	831	0,28	2554	715	0,30	2285	686	Emulsion
0,14	7153	1001	0,18	4273	769	0,22	3046	670	0,26	2282	593	0,28	1824	511	0,30	1632	490	Emulsion
0,14	6438	901	0,18	3845	692	0,22	2741	603	0,26	2054	534	0,28	1642	460	0,30	1469	441	Emulsion
0,14	5722	801	0,18	3418	615	0,22	2437	536	0,26	1825	475	0,28	1459	409	0,30	1306	392	Emulsion
0,12	5722	687	0,16	3418	547	0,20	2437	487	0,23	1825	420	0,25	1459	365	0,28	1306	366	Emulsion
0,15	4292	644	0,21	2564	538	0,27	1828	493	0,31	1369	424	0,34	1094	372	0,37	979	362	Emulsion
0,15	3577	536	0,21	2136	449	0,27	1523	411	0,31	1141	354	0,34	912	310	0,37	816	302	Emulsion
0,12	6438	773	0,16	3845	615	0,20	2741	548	0,23	2054	472	0,25	1642	410	0,27	1469	397	Emulsion
0,18	5723	1030	0,24	3418	820	0,30	2435	731	0,35	1825	639	0,37	1459	540	0,40	1306	522	Emulsion
0,16	4649	744	0,22	2777	611	0,27	1980	535	0,34	1483	504	0,34	1186	403	0,37	1061	393	Emulsion
0,15	4292	644	0,20	2564	513	0,27	1828	493	0,32	1369	438	0,35	1094	383	0,37	979	362	Emulsion
0,15	4649	697	0,20	2777	555	0,25	1980	495	0,30	1483	445	0,31	1186	368	0,35	1061	371	Emulsion
0,11	5722	629	0,15	3418	513	0,18	2437	439	0,21	1825	383	0,23	1459	336	0,24	1306	313	Emulsion
0,09	4649	418	0,12	2777	333	0,15	1980	297	0,18	1483	267	0,20	1186	237	0,23	1061	244	Emulsion
0,08	2504	200	0,11	1495	164	0,14	1066	149	0,16	799	128	0,18	638	115	0,20	571	114	Emulsion
0,08	2146	172	0,12	1282	154	0,15	914	137	0,20	685	137	0,22	547	120	0,25	490	122	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
0,08	2504	200	0,12	1495	179	0,15	1066	160	0,20	799	160	0,22	638	140	0,25	571	143	Emulsion
0,08	1645	132	0,12	983	118	0,15	701	105	0,20	525	105	0,22	420	92	0,25	375	94	Emulsion
0,08	2504	200	0,11	1495	164	0,14	1066	149	0,16	799	128	0,18	638	115	0,20	571	114	Emulsion
0,09	3219	290	0,12	1923	231	0,15	1371	206	0,18	1027	185	0,20	821	164	0,23	735	169	Emulsion
0,09	2504	225	0,12	1495	179	0,15	1066	160	0,18	799	144	0,20	638	128	0,23	571	131	Emulsion
0,09	2504	225	0,12	1495	179	0,15	1066	160	0,18	799	144	0,20	638	128	0,23	571	131	Emulsion
0,08	2146	172	0,11	1282	141	0,14	914	128	0,16	685	110	0,18	547	99	0,20	490	98	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		
0,23	5365	1234	0,33	3204	1057	0,42	2285	959	0,52	1711	890	0,55	1368	752	0,58	1224	710	tr./Emulsion
0,23	5007	1152	0,33	2991	987	0,42	2132	896	0,52	1597	831	0,55	1277	702	0,58	1143	663	tr./Emulsion
0,20	5007	1001	0,25	2991	748	0,35	2132	746	0,40	1597	639	0,43	1277	549	0,46	1143	526	Emulsion
0,20	5007	1001	0,25	2991	748	0,35	2132	746	0,40	1597	639	0,43	1277	549	0,46	1143	526	Emulsion
0,09	2861	258	0,12	1709	205	0,15	1218	183	0,18	913	164	0,21	730	153	0,24	653	157	Emulsion
0,06	2146	129	0,10	1282	128	0,13	914	119	0,15	685	103	0,16	547	88	0,18	490	88	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		
0,18	17167	3090	0,26	10254	2666	0,36	7310	2632	0,42	5476	2300	0,48	4378	2101	0,52	3918	2037	Emulsion
0,15	8584	1288	0,21	5127	1077	0,27	3655	987	0,32	2738	876	0,37	2189	810	0,37	1959	725	Emulsion
0,16	7153	1144	0,22	4273	940	0,28	3046	853	0,34	2282	776	0,38	1824	693	0,46	1632	751	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
0,16	11445	1831	0,22	6836	1504	0,28	4874	1365	0,34	3651	1241	0,38	2919	1109	0,46	2612	1201	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
0,11	5722	629	0,18	3418	615	0,24	2437	585	0,28	1825	511	0,32	1459	467	0,36	1306	470	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–		0,20	1141	228	0,25	912	228	0,30	816	245	Wasser/Luft
	–			–			–		0,20	913	183	0,25	730	182	0,30	653	196	trocken/Luft
	–			–			–			–			–			–		–

Tabelle 3.29 GARANT Hochleistungsbohrer 4xD/6xD (mit Innenkühlung) (Vollhartmetall – TiAlN)

Katalognummer 122380; 122385; 122650; 122655
DIN 6537; 6537K
Zähnezahl 2

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ 0,9 – 1,9			∅ 2,0 – 2,9		
						f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	100	110	150	0,08	24148	1932	0,11	14291	1572
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	90	100	120	0,08	21952	1756	0,11	12992	1429
2.0	Automatenstähle	< 850	100	140	180	0,08	30733	2459	0,11	18189	2001
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	90	100	110	0,08	21952	1756	0,11	12992	1429
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	90	95	100	0,08	20855	1668	0,11	12343	1358
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	80	85	90	0,06	18660	1120	0,08	11043	883
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	80	85	90	0,06	18660	1120	0,09	11043	994
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	80	85	90	0,06	18660	1120	0,09	11043	994
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200		–			–			–	
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	80	90	95	0,06	19757	1185	0,09	11693	1052
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	80	85	90	0,06	18660	1120	0,09	11043	994
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000		–			–			–	
7.0	Nitrierstähle	< 1000	80	85	90	0,06	18660	1120	0,09	11043	994
7.1	Nitrierstähle	> 1000		–			–			–	
8.0	Werkzeugstähle	< 850	70	80	90	0,06	17562	1054	0,09	10394	935
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	55	60	65	0,05	13171	659	0,07	7795	546
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	30	35	40	0,04	7683	307	0,06	4547	273
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	30	35	40	0,04	7683	307	0,06	4547	273
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–			–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350		–			–			–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–			–			–	
12.0	Federstähle	< 1500		–			–			–	
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	50	55	60	0,05	12074	604	0,07	7146	500
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	50	55	60	0,05	12074	604	0,07	7146	500
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	50	55	60	0,05	12074	604	0,07	7146	500
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	45	50	55	0,04	10976	439	0,06	6496	390
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–			–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB		–			–			–	
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB		–			–			–	
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB		–			–			–	
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB		–			–			–	
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	30	35	40	0,04	7683	307	0,06	4547	273
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	30	35	40	0,02	7683	154	0,04	4547	182
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350		–			–			–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend		220	245	260	0,10	53783	5378	0,14	31831	4456
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si			–			–			–	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	90	100	120	0,07	21952	1537	0,12	12992	1559
18.1	Messing, kurzspanend	< 600		–			–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600		–			–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600		–			–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850		–			–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850		–			–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200		–			–			–	
19.0	Graphit			–			–			–	
20.0	Thermoplast			–			–			–	
20.1	Duroplast			–			–			–	
20.2	GFK und CFK			–			–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert. Der Kühlmitteldruck sollte 25 bar betragen.





∅ 3,0 – 5,9			∅ 6,0 – 8,9			∅ 9,0 – 11,9			∅ 12,0 – 15,9			∅ 16,0 – 18,9			∅ 19,0 – 25,0			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,14	7868	1102	0,18	4700	846	0,22	3351	737	0,26	2510	653	0,28	2007	562	0,30	1796	539	Emulsion
0,14	7153	1001	0,18	4273	769	0,22	3046	670	0,26	2282	593	0,28	1824	511	0,30	1632	490	Emulsion
0,14	10014	1402	0,18	5982	1077	0,22	4264	938	0,26	3195	831	0,28	2554	715	0,30	2285	686	Emulsion
0,14	7153	1001	0,18	4273	769	0,22	3046	670	0,26	2282	593	0,28	1824	511	0,30	1632	490	Emulsion
0,14	6795	951	0,18	4059	731	0,22	2894	637	0,26	2168	564	0,28	1733	485	0,30	1551	465	Emulsion
0,10	6080	608	0,12	3632	436	0,16	2589	414	0,21	1940	407	0,25	1551	388	0,27	1388	375	Emulsion
0,12	6080	730	0,16	3632	581	0,20	2589	518	0,23	1940	446	0,25	1551	388	0,23	1388	319	Emulsion
0,12	6080	730	0,16	3632	581	0,20	2589	518	0,23	1940	446	0,25	1551	388	0,23	1388	319	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
0,12	6438	773	0,16	3845	615	0,20	2741	548	0,23	2054	472	0,25	1642	410	0,27	1469	397	Emulsion
0,12	6080	730	0,16	3632	581	0,20	2589	518	0,23	1940	446	0,25	1551	388	0,23	1388	319	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
0,12	6080	730	0,16	3632	581	0,20	2589	518	0,23	1940	446	0,25	1551	388	0,23	1388	319	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
0,11	5722	629	0,15	3418	513	0,18	2437	439	0,21	1825	383	0,23	1459	336	0,24	1306	313	Emulsion
0,08	4292	343	0,10	2564	256	0,13	1828	238	0,17	1369	233	0,22	1094	241	0,24	979	235	Emulsion
0,07	2504	175	0,09	1495	135	0,12	1066	128	0,15	799	120	0,20	638	128	0,22	571	126	Emulsion
0,07	2504	175	0,09	1495	135	0,12	1066	128	0,15	799	120	0,20	638	128	0,22	571	126	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
0,09	3934	354	0,12	2350	282	0,15	1675	251	0,18	1255	226	0,20	1003	201	0,23	898	206	Emulsion
0,09	3934	354	0,12	2350	282	0,15	1675	251	0,18	1255	226	0,20	1003	201	0,23	898	206	Emulsion
0,09	3934	354	0,12	2350	282	0,15	1675	251	0,18	1255	226	0,20	1003	201	0,23	898	206	Emulsion
0,08	3577	286	0,11	2136	235	0,14	1523	213	0,16	1141	183	0,18	912	164	0,20	816	163	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
0,09	2504	225	0,12	1495	179	0,15	1066	160	0,18	799	144	0,21	638	134	0,24	571	137	Emulsion
0,06	2504	150	0,10	1495	150	0,13	1066	139	0,15	799	120	0,16	638	102	0,18	571	103	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
0,18	17525	3154	0,26	10468	2722	0,36	7463	2687	0,42	5590	2348	0,48	4469	2145	0,52	3999	2080	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
0,16	7153	1144	0,22	4273	940	0,28	3046	853	0,34	2282	776	0,38	1824	693	0,46	1632	751	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–

Tabelle 3.30 HOLEX Hochleistungsbohrer 4xD/6xD (Vollhartmetall – TiAlN)

Katalognummer 122394; 122396; 122398; 122404; 122406; 122408; 122664; 122666; 122668
DIN 6537; 6537K
Zähnezahl 2

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			v_c [m/min]			∅ 1,0 – 1,9			∅ 2,0 – 2,9		
									f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	min.	Start	max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
				122394 122396 122398			122404; 122406 122408; 122664 122666; 122668							
1.0	allg. Baustähle	< 500	75	80	75	100	110	150	–			0,08	14291	1143
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	70	75	80	80	90	100	–			0,08	11693	935
2.0	Automatenstähle	< 850	70	75	80	80	90	100	–			0,08	11693	935
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	60	65	70	75	80	85	–			0,08	10394	832
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	70	75	80	80	90	100	–			0,08	11693	935
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	60	65	70	75	80	85	–			0,07	10394	728
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	55	60	65	55	60	65	–			0,06	7795	468
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	55	60	65	55	60	65	–			0,06	7795	468
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200		–			–		–				–	
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	60	75	80	80	90	100	–			0,06	11693	702
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	55	60	65	55	60	65	–			0,06	7795	468
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000		–			–		–				–	
7.0	Nitrierstähle	< 1000	55	60	65	55	60	65	–			0,06	7795	468
7.1	Nitrierstähle	> 1000		–			–		–				–	
8.0	Werkzeugstähle	< 850	60	65	70	70	80	90	–			0,06	10394	624
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	55	60	65	55	60	65	–			0,05	7795	390
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	30	35	40	30	35	40	–			0,04	4547	182
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	30	35	40	30	35	40	–			0,04	4547	182
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–			–		–				–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–		–				–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–		–				–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350		–			–		–				–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–			–		–				–	
12.0	Federstähle	< 1500		–			–		–				–	
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	30	35	40	40	45	50	–			0,05	5847	292
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	30	35	40	40	45	50	–			0,05	5847	292
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	30	35	40	40	45	50	–			0,05	5847	292
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	25	30	35	35	40	45	–			0,04	5197	208
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–			–		–				–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	65	70	75	65	70	75	–			0,11	9095	1000
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	65	70	75	65	70	75	–			0,11	9095	1000
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB		–			–		–				–	
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB		–			–		–				–	
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850		–		25	32	35	–			0,04	4158	166
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200		–		25	32	35	–			0,02	4158	83
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350		–			–		–				–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend		120	140	160	120	140	160	–			0,10	18189	1819
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		100	120	140	100	120	140	–			0,10	15591	1559
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400		–			–		–				–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600		–			–		–				–	
18.2	Messing, langspanend	< 600		–			–		–				–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600		–			–		–				–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850		–			–		–				–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850		–			–		–				–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200		–			–		–				–	
19.0	Graphit			–			–		–				–	
20.0	Thermoplast			–			–		–				–	
20.1	Duroplast			–			–		–				–	
20.2	GFK und CFK			–			–		–				–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert der Bohrer 122404 bis 122668. Der Kühlmitteldruck sollte 25 bar betragen.





∅ 3,0 – 5,9			∅ 6,0 – 8,9			∅ 9,0 – 11,9			∅ 12,0 – 15,9			∅ 16,0 – 19,4			∅ 19,5 – 20,0			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,11	7868	866	0,14	4700	658	0,18	3351	603	0,22	2510	552	0,23	1978	455	0,26	1773	461	Emulsion
0,11	6438	708	0,14	3845	538	0,18	2741	493	0,22	2054	452	0,23	1619	372	0,26	1451	377	Emulsion
0,11	6438	708	0,14	3845	538	0,18	2741	493	0,22	2054	452	0,23	1619	372	0,26	1451	377	Emulsion
0,11	5722	629	0,14	3418	479	0,18	2437	439	0,22	1825	402	0,23	1439	331	0,26	1289	335	Emulsion
0,11	6438	708	0,14	3845	538	0,18	2741	493	0,22	2054	452	0,23	1619	372	0,26	1451	377	Emulsion
0,09	5722	515	0,12	3418	410	0,12	2437	292	0,16	1825	292	0,17	1439	245	0,21	1289	271	Emulsion
0,08	4292	343	0,10	2564	256	0,11	1828	201	0,14	1369	192	0,15	1079	162	0,18	967	174	Emulsion
0,08	4292	343	0,10	2564	256	0,11	1828	201	0,14	1369	192	0,15	1079	162	0,18	967	174	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
0,09	6438	579	0,12	3845	461	0,16	2741	439	0,20	2054	411	0,21	1619	340	0,23	1451	334	Emulsion
0,08	4292	343	0,10	2564	256	0,11	1828	201	0,14	1369	192	0,15	1079	162	0,18	967	174	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
0,08	4292	343	0,10	2564	256	0,11	1828	201	0,14	1369	192	0,15	1079	162	0,18	967	174	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
0,09	5722	515	0,12	3418	410	0,12	2437	366	0,15	1825	292	0,19	1439	273	0,21	1289	271	Emulsion
0,07	4292	300	0,09	2564	231	0,10	1828	183	0,13	1369	178	0,14	1079	151	0,17	967	164	Emulsion
0,06	2504	150	0,08	1495	120	0,09	1066	96	0,12	799	96	0,13	629	82	0,15	564	85	Emulsion
0,06	2504	150	0,08	1495	120	0,09	1066	96	0,12	799	96	0,13	629	82	0,15	564	85	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
0,07	3219	225	0,10	1932	192	0,12	1371	164	0,15	1027	154	0,16	809	129	0,18	725	131	Emulsion
0,07	3219	225	0,10	1932	192	0,12	1371	164	0,15	1027	154	0,16	809	129	0,18	725	131	Emulsion
0,07	3219	225	0,10	1932	192	0,12	1371	164	0,15	1027	154	0,16	809	129	0,18	725	131	Emulsion
0,06	2861	172	0,09	1709	154	0,11	1218	134	0,14	913	128	0,15	719	108	0,16	645	103	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
0,14	5007	701	0,18	2991	538	0,22	2132	469	0,26	1597	415	0,28	1259	352	0,30	1128	338	tr./Emulsion
0,14	5007	701	0,18	2991	538	0,22	2132	469	0,26	1597	415	0,28	1259	352	0,30	1128	338	tr./Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
0,06	2289	137	0,09	1367	123	0,12	975	117	0,15	730	110	0,16	575	92	0,18	516	93	Emulsion
0,04	2289	92	0,07	1367	96	0,10	975	97	0,13	730	95	0,14	575	81	0,15	516	77	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
0,14	10014	1402	0,20	5982	1196	0,26	4264	1109	0,36	3195	1150	0,40	2518	1007	0,42	2256	948	Emulsion
0,14	8584	1202	0,20	5127	1025	0,26	3655	950	0,36	2738	986	0,40	2158	863	0,42	1934	812	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–

Tabelle 3.31 GARANT Hochleistungsbohrer 6 x D (Vollhartmetall – TiAlN) – auch für Trockenbearbeitung

Katalognummer 122540; 122545
DIN 6537
Zähnezahl 2

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ 2,0 – 2,9		
						f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	70	90	100	0,10	11693	1169
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	65	85	95	0,07	11043	773
2.0	Automatenstähle	< 850	65	85	95	0,10	11043	1104
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	55	75	85	0,07	9744	628
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	65	85	95	0,10	11043	1104
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	55	75	85	0,10	9744	974
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	50	65	85	0,07	8445	591
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	50	65	85	0,10	8445	844
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	40	50	60	0,07	6496	455
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	65	85	95	0,10	11043	1104
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	55	75	85	0,10	9744	628
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	30	40	50	0,07	5197	364
7.0	Nitrierstähle	< 1000	50	65	85	0,07	8445	591
7.1	Nitrierstähle	> 1000	30	40	50	0,07	5197	364
8.0	Werkzeugstähle	< 850	55	75	85	0,07	9744	628
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	50	65	85	0,07	8445	591
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	30	40	50	0,07	5197	364
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	50	65	85	0,07	8445	591
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	30	40	50	0,07	5197	364
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	30	40	50	0,07	5197	364
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	30	40	50	0,06	5197	312
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	30	40	50	0,06	5197	312
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	30	40	50	0,06	5197	312
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	25	30	35	0,06	3898	234
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	65	75	90	0,10	9744	974
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	50	70	90	0,10	9095	909
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	50	70	90	0,10	9095	909
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	50	70	90	0,07	9095	637
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	20	25	30	0,06	3248	195
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	20	25	30	0,06	3248	195
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	170	190	210	0,10	24685	2469
17.1	Al-Leg., kurzspanend		150	170	190	0,10	22087	2209
17.2	Alu.- Gussleg. >10% Si		120	140	160	0,10	18189	1819
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	150	170	190	0,07	22087	1546
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	140	160	180	0,07	20788	1455
18.2	Messing, langspanend	< 600	100	120	140	0,07	15591	1091
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600		–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850		–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850		–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200		–			–	
19.0	Graphit			–			–	
20.0	Thermoplast		110	120	130	0,10	15591	1559
20.1	Duroplast		110	120	130	0,10	15591	1559
20.2	GFK und CFK			–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert.



∅ 3,0 – 5,9			∅ 6,0 – 8,9			∅ 9,0 – 11,9			∅ 12,0 – 15,9			∅ 16,0 – 18,9			∅ 19,0 – 20,0			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,14	6438	901	0,20	3845	769	0,27	2741	740	0,35	2054	719	0,45	1642	739	0,45	1469	661	tr./Emulsion
0,10	6080	608	0,15	3632	545	0,20	2589	518	0,26	1940	504	0,32	1551	496	0,32	1388	444	tr./Emulsion
0,14	6080	851	0,20	3632	726	0,27	2589	699	0,35	1940	679	0,45	1551	698	0,45	1388	624	tr./Emulsion
0,10	5365	536	0,15	3204	481	0,20	2285	457	0,26	1711	445	0,32	1368	438	0,32	1224	392	Emulsion
0,14	6080	851	0,20	3632	726	0,27	2589	699	0,35	1940	679	0,45	1551	698	0,45	1388	624	tr./Emulsion
0,14	5365	751	0,20	3204	641	0,27	2285	617	0,35	1711	599	0,45	1368	616	0,45	1224	551	tr./Emulsion
0,10	4649	465	0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,32	1186	379	0,32	1061	340	Emulsion
0,14	4649	651	0,20	2777	555	0,27	1980	535	0,35	1483	519	0,45	1186	534	0,45	1061	477	tr./Emulsion
0,10	3577	358	0,15	2136	320	0,20	1523	305	0,26	1141	297	0,32	912	292	0,32	816	261	Emulsion
0,14	6080	851	0,20	3632	726	0,27	2589	699	0,35	1940	679	0,45	1551	698	0,45	1388	624	Emulsion
0,14	5365	751	0,20	3204	641	0,27	2285	617	0,35	1711	599	0,45	1368	616	0,45	1224	551	tr./Emulsion
0,10	2861	286	0,15	1709	256	0,20	1218	244	0,26	913	237	0,32	730	233	0,32	653	209	Emulsion
0,10	4649	465	0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,32	1186	379	0,32	1061	340	Emulsion
0,10	2861	286	0,15	1709	256	0,20	1218	244	0,26	913	237	0,32	730	233	0,32	653	209	Emulsion
0,10	5365	536	0,15	3204	481	0,20	2285	457	0,26	1711	445	0,32	1368	438	0,32	1224	392	tr./Emulsion
0,10	4649	465	0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,32	1186	379	0,32	1061	340	Emulsion
0,10	2861	286	0,15	1709	256	0,20	1218	244	0,26	913	237	0,32	730	233	0,32	653	209	Emulsion
0,10	4649	465	0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,32	1186	379	0,32	1061	340	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
0,10	2861	286	0,15	1709	256	0,20	1218	244	0,26	913	237	0,32	730	233	0,32	653	209	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
0,10	2861	286	0,15	1709	256	0,20	1218	244	0,26	913	237	0,32	730	233	0,32	653	209	Emulsion
0,08	2861	229	0,13	1709	222	0,18	1218	219	0,20	913	183	0,25	730	182	0,27	653	176	Emulsion
0,08	2861	229	0,13	1709	222	0,18	1218	219	0,20	913	183	0,25	730	182	0,27	653	176	Emulsion
0,08	2861	229	0,13	1709	222	0,18	1218	219	0,20	913	183	0,25	730	182	0,27	653	176	Emulsion
0,08	2146	172	0,13	1282	167	0,18	914	164	0,20	685	137	0,25	547	137	0,27	490	132	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
0,14	5365	751	0,20	3204	641	0,27	2285	617	0,35	1711	599	0,45	1368	616	0,45	1224	551	trocken
0,14	5007	701	0,20	2991	598	0,27	2132	576	0,35	1597	559	0,45	1277	575	0,45	1143	514	trocken
0,14	5007	701	0,20	2991	598	0,27	2132	576	0,35	1597	559	0,45	1277	575	0,45	1143	514	trocken
0,10	5007	501	0,15	2991	449	0,20	2132	426	0,26	1597	415	0,32	1277	409	0,32	1143	366	trocken
0,08	1788	143	0,13	1068	139	0,18	762	137	0,20	570	114	0,25	456	114	0,27	408	110	Emulsion
0,08	1788	143	0,13	1068	139	0,18	762	137	0,20	570	114	0,25	456	114	0,27	408	110	Emulsion
0,14	13591	1903	0,20	8118	1624	0,27	5787	1563	0,35	4335	1517	0,45	3466	1560	0,45	3101	1396	Emulsion
0,14	12160	1702	0,20	7263	1453	0,27	5178	1398	0,35	3879	1358	0,45	3101	1395	0,45	2775	1249	Emulsion
0,14	10014	1402	0,20	5982	1196	0,27	4264	1151	0,35	3195	1118	0,45	2554	1149	0,45	2285	1028	Emulsion
0,10	12160	1216	0,15	7263	1090	0,20	5178	1036	0,26	3879	1009	0,32	3101	992	0,32	2775	888	Emulsion
0,10	11445	1144	0,15	6836	1025	0,20	4874	975	0,26	3651	949	0,32	2919	934	0,32	2612	836	Emulsion
0,10	8584	858	0,15	5127	769	0,20	3655	731	0,26	2738	712	0,32	2189	700	0,32	1959	627	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		
0,14	8584	1202	0,20	5127	1025	0,27	3655	987	0,35	2738	958	0,45	2189	985	0,45	1959	881	tr./Emulsion
0,14	8584	1202	0,20	5127	1025	0,27	3655	987	0,35	2738	958	0,45	2189	985	0,45	1959	881	tr./Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–

Tabelle 3.32 GARANT HPC-Bohrer 6xD (Vollhartmetall – TiAlN) mit 4 Kühlkanälen

Katalognummer 122659; 122661
DIN 6537
Zähnezahl 2

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ 4,0 – 5,0			∅ >5,0 – 8,0		
						f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	160	170	180	0,18	12025	2165	0,24	8325	1998
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	140	150	160	0,18	10610	1910	0,24	7346	1763
2.0	Automatenstähle	< 850	160	170	180	0,18	12025	2165	0,24	8325	1998
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	140	150	160	0,18	10610	1910	0,24	7346	1763
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	120	130	140	0,16	9196	1471	0,22	6366	1401
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	110	120	130	0,16	8488	1358	0,22	5876	1293
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	100	110	120	0,15	7781	1167	0,21	5387	1131
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	100	110	120	0,15	7781	1167	0,21	5387	1131
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	90	105	120	0,15	7427	1114	0,21	5142	1080
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	120	130	140	0,18	9196	1655	0,24	6366	1528
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	110	120	130	0,18	8488	1528	0,24	5876	1410
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	100	110	120	0,16	7781	1245	0,22	5387	1185
7.0	Nitrierstähle	< 1000	100	110	120	0,15	7781	1167	0,21	5387	1131
7.1	Nitrierstähle	> 1000	100	110	120	0,15	7781	1167	0,21	5387	1131
8.0	Werkzeugstähle	< 850	110	120	130	0,15	8488	1273	0,21	5876	1234
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	100	110	120	0,15	7781	1167	0,21	5387	1131
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	55	65	75	0,08	4598	368	0,12	3183	382
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	60	70	80	0,08	4951	396	0,12	3428	411
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–			–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	55	65	75	0,08	4598	368	0,12	3183	382
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–			–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	45	55	65		–			–	
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	60	75	85	0,08	5305	424	0,12	3673	441
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	60	75	85	0,08	5305	424	0,12	3673	441
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	60	75	85	0,08	5305	424	0,12	3673	441
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	55	70	80	0,08	4951	396	0,12	3428	411
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–			–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB		–			–			–	
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB		–			–			–	
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB		–			–			–	
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB		–			–			–	
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850		–			–			–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200		–			–			–	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350		–			–			–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend			–			–			–	
17.2	Alu.- Gussleg. >10% Si			–			–			–	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400		–			–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600		–			–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600		–			–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600		–			–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850		–			–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850		–			–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200		–			–			–	
19.0	Graphit			–			–			–	
20.0	Thermoplast			–			–			–	
20.1	Duroplast			–			–			–	
20.2	GFK und CFK			–			–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert.



∅ >8,0 – 12,0			∅ >12,0 – 16,0			∅ >16,0 – 20,0			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,30	5411	1623	0,35	3865	1353	0,40	3006	1203	Emulsion
0,30	4775	1432	0,35	3410	1194	0,40	2653	1061	Emulsion
0,30	5411	1623	0,35	3865	1353	0,40	3006	1203	Emulsion
0,30	4775	1432	0,35	3410	1194	0,40	2653	1061	Emulsion
0,28	4138	1159	0,34	2956	1005	0,38	2299	874	Emulsion
0,28	3820	1070	0,34	2728	928	0,38	2122	806	Emulsion
0,27	3501	945	0,32	2501	800	0,37	1945	720	Emulsion
0,27	3501	945	0,32	2501	800	0,37	1945	720	Emulsion
0,27	3342	902	0,32	2387	764	0,37	1857	687	Emulsion
0,30	4138	1241	0,35	2956	1035	0,40	2299	920	Emulsion
0,30	3820	1146	0,35	2728	955	0,40	2122	849	Emulsion
0,28	3501	980	0,34	2501	850	0,38	1945	739	Emulsion
0,27	3501	945	0,32	2501	800	0,37	1945	720	Emulsion
0,27	3501	945	0,32	2501	800	0,37	1945	720	Emulsion
0,27	3820	1031	0,32	2728	873	0,37	2122	785	Emulsion
0,27	3501	945	0,32	2501	800	0,37	1945	720	Emulsion
0,15	2069	310	0,20	1478	296	0,25	1149	287	Emulsion
0,15	2228	334	0,20	1592	318	0,25	1238	309	Emulsion
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
0,15	2069	310	0,20	1478	296	0,25	1149	287	Emulsion
	–			–			–		–
	–			–			–		–
0,15	2387	358	0,20	1705	341	0,25	1326	332	Emulsion
0,15	2387	358	0,20	1705	341	0,25	1326	332	Emulsion
0,15	2387	358	0,20	1705	341	0,25	1326	332	Emulsion
0,15	2228	334	0,20	1592	318	0,25	1238	309	Emulsion
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–

Tabelle 3.33 GARANT HPC-Bohrer 6xD mit Innenkühlung (Vollhartmetall – TiAlN)

Katalognummer 122670; 122675
DIN 6537
Zähnezahl 2

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ bis 3 mm			∅ > 3 bis 5 mm			∅ > 5 bis 8 mm		
						f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	90	110	130	0,09	11671	1050	0,12	8754	1050	0,17	5387	916
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	70	90	110	0,09	9549	859	0,12	7162	859	0,17	4407	749
2.0	Automatenstähle	< 850	70	90	110	0,09	9549	859	0,12	7162	859	0,17	4407	749
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	60	85	100	0,08	9019	722	0,12	6764	812	0,17	4163	708
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	70	90	110	0,09	9549	859	0,14	7162	1003	0,20	4407	881
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	60	85	100	0,10	9019	902	0,12	6764	812	0,17	4163	708
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	45	60	80	0,08	6366	509	0,10	4775	477	0,15	2938	441
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	45	60	80	0,08	6366	509	0,10	4775	477	0,15	2938	441
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	25	30	40	0,08	3183	255	0,10	2387	239	0,15	1469	220
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	70	90	110	0,09	9549	859	0,12	7162	859	0,17	4407	749
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	60	85	100	0,10	9019	902	0,12	6764	812	0,17	4163	708
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	25	30	40	0,09	3183	286	0,12	2387	286	0,17	1469	250
7.0	Nitrierstähle	< 1000	45	60	80	0,08	6366	509	0,10	4775	477	0,15	2938	441
7.1	Nitrierstähle	> 1000	25	30	40	0,08	3183	255	0,10	2387	239	0,15	1469	220
8.0	Werkzeugstähle	< 850	60	85	100	0,08	9019	722	0,12	6764	812	0,17	4163	708
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	45	60	80	0,08	6366	509	0,10	4775	477	0,15	2938	441
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	25	30	45	0,08	6366	509	0,10	4775	477	0,15	2938	441
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	45	60	80	0,08	6366	509	0,10	4775	477	0,15	2938	441
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350		–			–			–			–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–			–			–			–	
12.0	Federstähle	< 1500		–			–			–			–	
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	35	40	45	0,05	4244	212	0,08	3183	255	0,12	1959	235
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	35	40	45	0,05	4244	212	0,08	3183	255	0,12	1959	235
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	35	40	45	0,05	4244	212	0,08	3183	255	0,12	1959	235
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	30	35	40	0,05	3714	186	0,08	2785	223	0,12	1714	206
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–			–			–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB		–			–			–			–	
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB		–			–			–			–	
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB		–			–			–			–	
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB		–			–			–			–	
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	30	40	50	0,02	4244	85	0,04	3183	127	0,08	1959	157
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	25	35	40	0,02	3714	74	0,04	2785	111	0,08	1714	137
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	230	260	280	0,10	27587	2759	0,14	20690	2897	0,20	12732	2546
17.1	Al-Leg., kurzspanend		210	240	260	0,10	25465	2546	0,14	19099	2674	0,20	11753	2351
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		130	160	180	0,10	16977	1698	0,14	12732	1783	0,20	7835	1567
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	210	240	260	0,10	25465	2546	0,14	19099	2674	0,20	11753	2351
18.1	Messing, kurzspanend	< 600		–			–			–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600		–			–			–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600		–			–			–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850		–			–			–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850		–			–			–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200		–			–			–			–	
19.0	Graphit			–			–			–			–	
20.0	Thermoplast		110	120	130	0,10	12733	1273	0,12	9550	1146	0,17	5877	999
20.1	Duroplast		110	120	130	0,10	12733	1273	0,12	9550	1146	0,17	5877	999
20.2	GFK u. CFK			–			–			–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser. Der Kühlmitteldruck sollte 25 bar betragen.



∅ > 8 bis 12 mm			∅ > 12 bis 16 mm			∅ > 16 bis 20 mm			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,24	3501	840	0,30	2501	750	0,40	1945	778	Emulsion
0,24	2865	688	0,30	2046	614	0,40	1592	637	Emulsion
0,24	2865	688	0,30	2046	614	0,40	1592	637	Emulsion
0,24	2706	649	0,30	1933	580	0,40	1503	601	Emulsion
0,28	2865	788	0,35	2046	716	0,45	1592	716	Emulsion
0,24	2706	649	0,30	1933	580	0,40	1503	601	Emulsion
0,20	1910	382	0,26	1364	355	0,33	1061	345	Emulsion
0,20	1910	382	0,26	1364	355	0,33	1061	345	Emulsion
0,20	955	191	0,26	682	177	0,33	531	172	Emulsion
0,28	2865	688	0,30	2046	614	0,40	1592	637	Emulsion
0,24	2706	649	0,30	1933	580	0,40	1503	601	Emulsion
0,24	955	229	0,30	682	205	0,40	531	212	Emulsion
0,20	1910	382	0,26	1364	355	0,33	1061	350	Emulsion
0,20	955	191	0,26	682	177	0,33	531	175	Emulsion
0,24	2706	649	0,30	1933	580	0,40	1503	601	Emulsion
0,20	1910	382	0,26	1364	355	0,33	1061	345	Emulsion
0,15	955	143	0,20	682	136	0,25	531	133	Emulsion
0,20	1910	382	0,26	1364	355	0,33	1061	345	Emulsion
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
0,15	1273	191	0,20	909	182	0,25	707	177	Emulsion
0,15	1273	191	0,20	909	182	0,25	707	177	Emulsion
0,15	1273	191	0,20	909	182	0,25	707	177	Emulsion
0,15	1114	167	0,20	796	159	0,25	619	155	Emulsion
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
0,12	1273	153	0,16	909	146	0,20	707	141	Emulsion
0,12	1114	134	0,16	796	127	0,20	619	124	Emulsion
0,28	8276	2317	0,35	5911	2069	0,45	4598	2069	Emulsion
0,28	7639	2139	0,35	5457	1910	0,45	4244	1910	Emulsion
0,28	5093	1426	0,35	3638	1273	0,45	2829	1273	Emulsion
0,28	7639	2139	0,35	5457	1910	0,45	4244	1910	Emulsion
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
0,24	3820	917	0,30	2728	819	0,40	2122	849	Emulsion
0,24	3820	917	0,30	2728	819	0,40	2122	849	Emulsion
	–			–			–		–

Besonders geeignet für Titan-Legierungen 340–450 HB:

Werkstoff-Nr.:	DIN-Bezeichnung:
3.7124	TiCu2
3.7144	TiAl6Sn2Zr4Mo2
3.7154	TiAl6Zr5
3.7165	TiAl6V4
3.7174	TiAl6V6SN2
3.7184	TiAl4Mb4Sn2
	Ti6Al2Sn4Zr2MoSi
	Ti6Al2Sn4Zr6Mo
	Ti6Al4VELI
	Ti6Al6V2Sn
	Ti7Al4Mo
	Ti8Al1Mo1V
	Ti3Al22.5V
	Ti5Al6Sn2Zr1Mo0.25Si

Tabelle 3.34 GARANT Hochleistungsbohrer 6 x D mit Innenkühlung (Vollhartmetall – TiAlN) – für Bohren H7

Katalognummer 122790
DIN 6537
Zähnezahl 2

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ 3,0 – 5,9			∅ 6,0 – 8,9		
						f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	100	120	140	0,18	8584	1545	0,24	5127	1231
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	80	100	120	0,18	7153	1288	0,24	4273	1025
2.0	Automatenstähle	< 850	80	100	120	0,18	7153	1288	0,24	4273	1025
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	80	90	100	0,18	6438	1159	0,24	3845	923
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	80	100	120	0,16	7153	1144	0,22	4273	940
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	70	85	95	0,16	6080	973	0,22	3632	799
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	60	75	85	0,15	5365	805	0,21	3204	673
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	60	75	85	0,16	5365	858	0,22	3204	705
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	50	60	70	0,15	4292	644	0,21	2564	538
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	80	100	120	0,18	7153	1288	0,24	4273	1025
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	70	85	95	0,18	6080	1094	0,24	3632	872
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	60	75	85	0,16	5365	858	0,22	3204	705
7.0	Nitrierstähle	< 1000	60	75	85	0,15	5365	805	0,21	3204	673
7.1	Nitrierstähle	> 1000	60	75	85	0,15	5365	805	0,21	3204	673
8.0	Werkzeugstähle	< 850	65	85	95	0,15	6080	912	0,21	3632	763
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	50	60	70	0,15	4292	644	0,21	2564	538
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	30	40	45	0,08	2861	229	0,12	1709	205
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	30	40	45	0,08	2861	229	0,12	1709	205
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–			–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350		–			–			–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–			–			–	
12.0	Federstähle	< 1500		–			–			–	
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700		–			–			–	
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700		–			–			–	
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	30	35	40	0,08	2504	200	0,12	1495	179
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	25	30	35	0,08	2146	172	0,12	1282	154
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–			–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB		–			–			–	
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB		–			–			–	
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB		–			–			–	
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB		–			–			–	
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850		–			–			–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200		–			–			–	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350		–			–			–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend			–			–			–	
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si			–			–			–	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400		–			–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600		–			–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600		–			–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600		–			–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850		–			–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850		–			–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200		–			–			–	
19.0	Graphit			–			–			–	
20.0	Thermoplast			–			–			–	
20.1	Duroplast			–			–			–	
20.2	GFK und CFK			–			–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert. Der Kühlmitteldruck sollte 25 bar betragen.



∅ 9,0 – 11,9			∅ 12,0 – 15,9			∅ 16,0 – 18,9			∅ 19,0 – 20,0			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,30	3655	1097	0,35	2738	958	–			–			Emulsion
0,30	3046	914	0,35	2282	799	–			–			Emulsion
0,30	3046	914	0,35	2282	799	–			–			Emulsion
0,30	2741	822	0,35	2054	719	–			–			Emulsion
0,28	3046	853	0,34	2282	776	–			–			Emulsion
0,28	2589	725	0,34	1940	659	–			–			Emulsion
0,27	2285	617	0,32	1711	548	–			–			Emulsion
0,28	2285	640	0,34	1711	582	–			–			Emulsion
0,27	1828	493	0,32	1369	438	–			–			Emulsion
0,30	3046	914	0,35	2282	799	–			–			Emulsion
0,30	2589	777	0,35	1940	679	–			–			Emulsion
0,28	2285	640	0,34	1711	582	–			–			Emulsion
0,27	2285	617	0,32	1711	548	–			–			Emulsion
0,27	2285	617	0,32	1711	548	–			–			Emulsion
0,27	2589	699	0,32	1940	621	–			–			Emulsion
0,27	1828	493	0,32	1369	438	–			–			Emulsion
0,15	1218	183	0,20	913	183	–			–			Emulsion
0,15	1218	183	0,20	913	183	–			–			Emulsion
	–			–		–			–			–
	–			–		–			–			–
	–			–		–			–			–
	–			–		–			–			–
	–			–		–			–			–
	–			–		–			–			–
	–			–		–			–			–
	–			–		–			–			–
	–			–		–			–			–
0,15	1066	160	0,20	799	160	–			–			Emulsion
0,15	914	137	0,20	685	137	–			–			Emulsion
	–			–		–			–			–
	–			–		–			–			–
	–			–		–			–			–
	–			–		–			–			–
	–			–		–			–			–
	–			–		–			–			–
	–			–		–			–			–
	–			–		–			–			–
	–			–		–			–			–
	–			–		–			–			–
	–			–		–			–			–
	–			–		–			–			–
	–			–		–			–			–
	–			–		–			–			–
	–			–		–			–			–
	–			–		–			–			–
	–			–		–			–			–
	–			–		–			–			–
	–			–		–			–			–
	–			–		–			–			–
	–			–		–			–			–

Tabelle 3.35 GARANT und HOLEX Höchstleistungsbohrer 8xD mit Innenkühlung (Vollhartmetall – TiAlN oder TiN)

Katalognummer 123101; 123102; 123106; 123107; 123108
DIN Werksnorm
Zähnezahl 2

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			v_c [m/min]			∅ 3,0 – 5,9		
									f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	min.	Start	max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
			123101; 123102			123106; 123107; 123108					
1.0	allg. Baustähle	< 500	100	110	120	90	105	115	0,14	7868	1102
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	70	90	110	70	85	100	0,10	6438	644
2.0	Automatenstähle	< 850	70	90	110	70	85	100	0,14	6438	901
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	60	80	90	60	75	85	0,10	5722	572
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	70	90	110	70	85	100	0,14	6438	901
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	60	80	90	60	75	85	0,14	5722	801
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	55	65	75	50	60	70	0,10	4649	465
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	55	65	70	50	60	70	0,10	4649	465
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	40	50	55	35	45	50	0,10	3577	358
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	70	90	110	70	85	100	0,14	6438	901
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	60	70	80	55	65	75	0,14	5007	701
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	50	65	75	50	60	70	0,10	4649	465
7.0	Nitrierstähle	< 1000	50	65	70	50	60	70	0,10	4649	465
7.1	Nitrierstähle	> 1000	30	35	40	25	30	35	0,08	2504	200
8.0	Werkzeugstähle	< 850	60	80	90	60	75	85	0,10	5722	572
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	40	50	60	35	45	50	0,10	3577	358
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	30	35	40	25	30	35	0,10	2504	250
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	30	35	40	25	30	35	0,10	2504	250
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–			–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	35	40	45	30	35	40	0,05	2861	143
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	20	25	30	15	20	25	0,04	1788	72
12.0	Federstähle	< 1500	35	40	45	30	35	40	0,06	2861	172
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	40	45	50	35	40	45	0,06	3219	193
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	35	40	45	30	35	40	0,06	2861	172
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	35	40	40	30	35	40	0,06	2861	172
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	30	35	40	25	30	35	0,06	2504	150
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	25	30	35	20	25	30	0,05	2146	107
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	60	75	90	60	70	80	0,18	5365	966
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	60	70	80	55	65	75	0,18	5007	901
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	60	70	80	55	65	75	0,18	5007	901
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	60	70	80	55	65	75	0,16	5007	801
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	25	30	35	20	25	30	0,05	2146	107
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	20	25	30	15	20	25	0,05	1788	89
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	180	200	220	170	190	210	0,14	14306	1931
17.1	Al-Leg., kurzspanend		160	180	200	150	175	190	0,14	12875	1738
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		120	140	150	110	135	140	0,14	10014	1352
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400		–			–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600		–			–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600		–			–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600		–			–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850		–			–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850		–			–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200		–			–			–	
19.0	Graphit			–			–			–	
20.0	Thermoplast		40	50	60	35	45	50	0,08	3577	286
20.1	Duroplast		30	40	50	30	38	45	0,08	2861	229
20.2	GFK und CFK			–			–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert. der Artikel 123101 und 123102. Der Kühlmitteldruck sollte 25 bar betragen.





∅ 6,0 – 8,9			∅ 9,0 – 11,9			∅ 12,0 – 15,9			∅ 16,0 – 18,9			∅ 19,0 – 20,0			Kühl-Schmier-Stoff
f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	
0,20	4700	940	0,27	3351	905	0,35	2510	878	0,40	2007	803	0,45	1796	808	Emulsion
0,15	3845	577	0,20	2741	548	0,26	2054	534	0,30	1642	493	0,32	1469	470	Emulsion
0,20	3845	769	0,27	2741	740	0,35	2054	719	0,40	1642	657	0,45	1469	661	Emulsion
0,15	3418	513	0,20	2437	487	0,26	1825	475	0,30	1459	438	0,32	1306	418	Emulsion
0,20	3845	769	0,27	2741	740	0,35	2054	719	0,40	1642	657	0,45	1469	661	Emulsion
0,20	3418	684	0,27	2437	658	0,35	1825	639	0,40	1459	584	0,45	1306	588	Emulsion
0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,30	1186	356	0,32	1061	340	Emulsion
0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,28	1186	332	0,32	1061	340	Emulsion
0,15	2136	320	0,20	1523	305	0,26	1141	297	0,28	912	255	0,32	816	261	Emulsion
0,20	3845	769	0,27	2741	740	0,35	2054	719	0,40	1642	657	0,45	1469	661	Emulsion
0,20	2991	598	0,27	2132	576	0,35	1597	559	0,40	1277	511	0,45	1143	514	Emulsion
0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,30	1186	356	0,32	1061	340	Emulsion
0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,30	1186	356	0,32	1061	340	Emulsion
0,12	1495	179	0,18	1066	192	0,24	799	192	0,28	638	179	0,30	571	171	Emulsion
0,15	3418	513	0,20	2437	487	0,26	1825	475	0,30	1459	438	0,32	1306	418	Emulsion
0,15	2136	320	0,20	1523	305	0,26	1141	297	0,30	912	274	0,32	816	261	Emulsion
0,15	1495	224	0,20	1066	213	0,26	799	208	0,30	638	192	0,32	571	183	Emulsion
0,15	1495	224	0,20	1066	213	0,26	799	208	0,30	638	192	0,32	571	183	Emulsion
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
0,08	1709	137	0,10	1218	122	0,12	913	110	0,14	730	102	0,16	653	104	Emulsion
0,07	1068	75	0,09	762	69	0,11	570	63	0,13	456	59	0,15	408	61	Emulsion
0,09	1709	154	0,11	1218	134	0,11	913	100	0,15	730	109	0,17	653	111	Emulsion
0,10	1923	192	0,12	1371	164	0,14	1027	144	0,18	821	148	0,20	735	147	Emulsion
0,10	1709	171	0,12	1218	146	0,14	913	128	0,18	730	131	0,20	653	131	Emulsion
0,10	1709	171	0,12	1218	146	0,14	913	128	0,18	730	131	0,20	653	131	Emulsion
0,10	1495	150	0,12	1066	128	0,14	799	112	0,18	638	115	0,20	571	114	Emulsion
0,08	1282	103	0,10	914	91	0,12	685	82	0,14	547	77	0,16	490	78	Emulsion
0,25	3204	801	0,30	2285	685	0,36	1711	616	0,38	1368	520	0,40	1224	490	tr. / Emulsion
0,25	2991	748	0,30	2132	640	0,36	1597	575	0,38	1277	485	0,40	1143	457	tr. / Emulsion
0,25	2991	748	0,30	2132	640	0,36	1597	575	0,38	1277	485	0,40	1143	457	Emulsion
0,22	2991	658	0,28	2132	597	0,32	1597	511	0,35	1277	447	0,38	1143	434	Emulsion
0,08	1282	103	0,10	914	91	0,12	685	82	0,14	547	77	0,16	490	78	Emulsion
0,08	1068	85	0,10	762	76	0,12	570	68	0,14	456	64	0,16	408	65	Emulsion
0,20	8545	1666	0,26	6092	1599	0,32	4564	1460	0,40	3648	1459	0,45	3265	1469	Emulsion
0,20	7691	1500	0,26	5483	1439	0,32	4107	1314	0,40	3283	1313	0,45	2938	1322	Emulsion
0,20	5982	1166	0,26	4264	1119	0,32	3195	1022	0,40	2554	1022	0,45	2285	1028	Emulsion
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
0,14	2136	299	0,18	1523	274	0,25	1141	285	0,30	912	274	0,32	816	261	Wasser/Luft
0,14	1709	239	0,18	1218	219	0,25	913	228	0,30	730	219	0,32	653	209	trocken/Luft
	–			–			–			–			–		–

Tabelle 3.36 GARANT HPC-Bohrer 10xD (Vollhartmetall – TiAlN)

Katalognummer 123110; 123115
DIN Werksnorm
Zähnezahl 2

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ bis 3 mm			∅ > 3 bis 5 mm			∅ > 5 bis 8 mm		
						f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	80	110	130	0,09	11671	1050	0,16	8754	1401	0,22	5387	1185
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	55	75	95	0,09	7958	716	0,16	5968	955	0,22	3673	808
2.0	Automatenstähle	< 850	60	85	110	0,09	9019	812	0,16	6764	1082	0,22	4163	916
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	55	75	95	0,09	7958	716	0,16	5968	955	0,22	3673	808
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	50	70	90	0,08	7427	594	0,15	5570	836	0,21	3428	720
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	50	70	90	0,08	7427	594	0,15	5570	836	0,21	3428	720
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	50	70	90	0,05	7427	371	0,08	5570	446	0,12	3428	411
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	50	70	90	0,05	7427	371	0,08	5570	446	0,12	3428	411
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200		–			–			–			–	
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	60	80	100	0,09	8488	764	0,16	6366	1019	0,22	3918	862
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	55	75	95	0,09	7958	716	0,16	5968	955	0,22	3673	808
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	50	70	90	0,08	7427	594	0,15	5570	836	0,21	3428	720
7.0	Nitrierstähle	< 1000	50	70	90	0,05	7427	371	0,08	5570	446	0,12	3428	411
7.1	Nitrierstähle	> 1000	50	70	90	0,05	7427	371	0,08	5570	446	0,12	3428	411
8.0	Werkzeugstähle	< 850	50	70	90	0,08	7427	594	0,15	5570	836	0,21	3428	720
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100		–			–			–			–	
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400		–			–			–			–	
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200		–			–			–			–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350		–			–			–			–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–			–			–			–	
12.0	Federstähle	< 1500		–			–			–			–	
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	55	75	95	0,05	7958	398	0,08	5968	477	0,12	3673	441
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	50	70	90	0,05	7427	371	0,08	5570	446	0,12	3428	411
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	50	70	90	0,05	7427	371	0,08	5570	446	0,12	3428	411
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	45	65	85	0,05	6897	345	0,08	5173	414	0,12	3183	382
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–			–			–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB		–			–			–			–	
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB		–			–			–			–	
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB		–			–			–			–	
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB		–			–			–			–	
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	20	30	40	0,02	3183	64	0,04	2387	95	0,08	1469	118
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	20	25	30	0,02	2653	53	0,04	1989	80	0,08	1224	98
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350		–			–			–			–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend		180	200	220	0,05	21221	1061	0,08	15915	1273	0,12	9794	1175
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		160	180	200	0,05	19099	955	0,08	14324	1146	0,12	8815	1058
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400		–			–			–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600		–			–			–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600		–			–			–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600		–			–			–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850		–			–			–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850		–			–			–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200		–			–			–			–	
19.0	Graphit			–			–			–			–	
20.0	Thermoplast			–			–			–			–	
20.1	Duroplast			–			–			–			–	
20.2	GFK und CFK			–			–			–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser.
Der Kühlmitteldruck sollte 25 bar betragen.



∅ > 8 bis 12 mm			∅ > 12 bis 16 mm			∅ > 16 bis 20 mm			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,28	3501	980	0,34	2501	850	0,38	1945	739	Emulsion
0,28	2387	668	0,34	1705	580	0,38	1326	504	Emulsion
0,28	2706	758	0,34	1933	657	0,38	1503	571	Emulsion
0,28	2387	668	0,34	1705	580	0,38	1326	504	Emulsion
0,27	2228	602	0,32	1592	509	0,37	1238	458	Emulsion
0,27	2228	602	0,32	1592	509	0,37	1238	458	Emulsion
0,15	2228	334	0,20	1592	318	0,25	1238	309	Emulsion
0,15	2228	334	0,20	1592	318	0,25	1238	309	Emulsion
	–			–			–		Emulsion
0,28	2546	713	0,34	1819	618	0,38	1415	538	Emulsion
0,28	2287	668	0,34	1705	580	0,38	1326	504	Emulsion
0,27	2228	602	0,32	1592	509	0,37	1238	458	Emulsion
0,15	2228	334	0,20	1592	318	0,25	1238	309	Emulsion
0,15	2228	334	0,20	1592	318	0,25	1238	309	Emulsion
0,27	2228	602	0,32	1592	509	0,37	1238	458	Emulsion
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
0,15	2387	358	0,20	1705	341	0,25	1326	332	Emulsion
0,15	2228	334	0,20	1592	318	0,25	1238	309	Emulsion
0,15	2228	334	0,20	1592	318	0,25	1238	309	Emulsion
0,15	2069	310	0,20	1478	296	0,25	1149	287	Emulsion
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
0,12	955	153	0,16	909	109	0,20	531	106	Emulsion
0,12	796	95	0,16	682	91	0,20	442	88	Emulsion
	–			–			–		–
0,15	6366	955	0,20	4547	909	0,25	3537	884	Emulsion
0,15	5730	859	0,20	4093	819	0,25	3183	796	Emulsion
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–

Tabelle 3.37 GARANT und HOLEX Höchstleistungsbohrer 12 x D mit Innenkühlung (Vollhartmetall – TiAlN oder TiN)

Katalognummer 123301; 123302; 123306; 123307; 123308
DIN Werksnorm
Zähnezahl 2

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			v_c [m/min]			∅ 3,0 – 5,9		
									f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	min.	Start	max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
			123301; 123302			123306; 123307; 123308					
1.0	allg. Baustähle	< 500	90	110	120	90	105	115	0,14	7868	1102
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	70	90	100	70	85	100	0,10	6438	644
2.0	Automatenstähle	< 850	70	90	100	70	85	100	0,14	6438	901
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	60	80	90	60	75	85	0,10	5722	572
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	70	90	100	70	85	100	0,14	6438	901
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	60	80	90	60	75	85	0,14	5722	801
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	50	65	70	50	60	70	0,10	4649	465
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	40	65	60	50	60	70	0,14	4649	651
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	30	50	50	35	45	50	0,10	3577	358
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	70	90	100	70	85	100	0,14	6438	901
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	60	70	80	55	65	75	0,14	5007	701
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	55	40	75	30	38	45	0,10	2861	286
7.0	Nitrierstähle	< 1000	55	65	75	50	60	70	0,10	4649	465
7.1	Nitrierstähle	> 1000	30	40	55	30	35	40	0,08	2861	229
8.0	Werkzeugstähle	< 850	55	65	75	50	60	70	0,10	4649	465
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	40	50	60	40	45	50	0,10	3577	358
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	30	35	40	25	30	35	0,10	2504	250
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	25	30	35	25	30	35	0,10	2146	215
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–			–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	30	35	40	25	30	35	0,10	2504	250
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–			–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	25	30	35	25	30	35	0,10	2146	215
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	30	40	50	30	35	40	0,09	2861	258
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	30	40	50	30	35	40	0,09	2861	258
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	30	40	50	30	35	40	0,09	2861	258
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	30	35	40	25	30	35	0,09	2504	225
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–			–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	60	75	85	60	70	80	0,18	5365	966
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	60	70	80	55	65	75	0,18	5007	901
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	60	70	80	55	65	75	0,18	5007	901
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	60	70	80	55	65	75	0,16	5007	801
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	25	30	35	20	25	30	0,05	2148	107
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	20	25	30	15	20	25	0,05	1788	89
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	180	200	220	170	190	210	0,14	14306	1931
17.1	Al-Leg., kurzspanend		160	180	200	150	175	190	0,14	12875	1738
17.2	Alu.- Gussleg. >10% Si		120	140	150	110	135	140	0,14	10014	1352
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400		–			–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600		–			–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600		–			–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600		–			–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850		–			–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850		–			–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200		–			–			–	
19.0	Graphit			–			–			–	
20.0	Thermoplast		40	50	60	35	45	50	0,08	3577	286
20.1	Duroplast		30	40	50	30	38	45	0,08	2861	229
20.2	GFK und CFK			–			–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert der Artikel 123301 und 123302. Der Kühlmitteldruck sollte 40 bar betragen.





∅ 6,0 – 8,9			∅ 9,0 – 11,9			∅ 12,0 – 15,9			∅ 16,0 – 18,9			∅ 19,0 – 20,0			Kühl-Schmier-Stoff
f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	
0,20	4700	940	0,28	3351	938	0,36	2510	904	0,40	2007	803	0,45	1796	808	Emulsion
0,15	3845	577	0,20	2741	548	0,26	2054	534	0,30	1642	493	0,32	1469	470	Emulsion
0,20	3845	769	0,28	2741	768	0,36	2054	739	0,40	1642	657	0,45	1469	661	Emulsion
0,15	3418	513	0,20	2437	487	0,26	1825	475	0,30	1459	438	0,32	1306	418	Emulsion
0,20	3845	769	0,28	2741	768	0,36	2054	739	0,40	1642	657	0,45	1469	661	Emulsion
0,20	3418	684	0,28	2437	682	0,36	1825	657	0,40	1459	584	0,45	1306	588	Emulsion
0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,30	1186	356	0,32	1061	340	Emulsion
0,20	2777	555	0,28	1980	554	0,36	1483	534	0,40	1186	474	0,45	1061	477	Emulsion
0,15	2136	320	0,20	1523	305	0,26	1141	297	0,30	912	274	0,32	816	261	Emulsion
0,20	3845	769	0,28	2741	768	0,36	2054	739	0,40	1642	657	0,45	1469	661	Emulsion
0,20	2991	598	0,28	2132	597	0,36	1597	575	0,40	1277	511	0,45	1143	514	Emulsion
0,15	1709	256	0,20	1218	244	0,26	913	237	0,30	730	219	0,32	653	209	Emulsion
0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,30	1186	356	0,32	1061	340	Emulsion
0,12	1709	205	0,18	1218	219	0,24	913	219	0,28	730	204	0,30	653	196	Emulsion
0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,28	1186	332	0,32	1061	340	Emulsion
0,15	2136	320	0,20	1523	305	0,26	1141	297	0,28	912	255	0,32	816	261	Emulsion
0,15	1495	224	0,20	1066	213	0,26	799	208	0,28	638	179	0,32	571	183	Emulsion
0,15	1282	192	0,20	914	183	0,26	685	178	0,28	547	153	0,32	490	157	Emulsion
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
0,15	1495	224	0,20	1066	213	0,26	799	208	0,28	638	179	0,32	571	183	Emulsion
	–			–			–			–			–		–
0,15	1282	192	0,20	914	183	0,26	685	178	0,28	547	153	0,32	490	157	Emulsion
0,11	1709	188	0,15	1218	183	0,20	913	183	0,24	730	175	0,27	653	176	Emulsion
0,11	1709	188	0,15	1218	183	0,20	913	183	0,24	730	175	0,27	653	176	Emulsion
0,11	1709	188	0,15	1218	183	0,20	913	183	0,24	730	175	0,27	653	176	Emulsion
0,11	1495	164	0,15	1066	160	0,20	799	160	0,24	638	153	0,27	571	154	Emulsion
	–			–			–			–			–		–
0,24	3204	769	0,30	2285	685	0,35	1711	599	0,38	1368	520	0,40	1224	490	tr. / Emulsion
0,24	2991	718	0,30	2132	640	0,35	1597	559	0,38	1277	485	0,40	1143	457	tr. / Emulsion
0,24	2991	718	0,30	2132	640	0,35	1597	559	0,38	1277	485	0,40	1143	457	Emulsion
0,22	2991	658	0,28	2132	597	0,34	1597	543	0,36	1277	460	0,38	1143	434	Emulsion
0,08	1282	103	0,10	914	91	0,12	685	82	0,14	547	77	0,16	490	78	Emulsion
0,08	1068	85	0,10	762	76	0,12	570	68	0,14	456	64	0,16	408	65	Emulsion
0,20	8545	1599	0,26	6092	1599	0,32	4564	1460	0,40	3648	1459	0,45	3265	1469	Emulsion
0,20	7691	1500	0,26	5483	1439	0,32	4107	1314	0,40	3283	1313	0,45	2938	1322	Emulsion
0,20	5982	1166	0,26	4264	1119	0,32	3195	1022	0,40	2554	1022	0,45	2285	1028	Emulsion
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
0,12	2136	256	0,14	1523	213	0,18	1141	205	0,22	912	201	0,28	816	229	Wasser/Luft
0,12	1709	205	0,14	1218	171	0,18	913	164	0,22	730	161	0,28	653	183	trocken/Luft
	–			–			–			–			–		–

Tabelle 3.38 GARANT HPC ALU-Tieflochbohrer mit Innenkühlung 16xD/20xD/25xD/30xD (Vollhartmetall – ZOX)

Katalognummer 123588; 123590; 123593; 123595
DIN Werksnorm
Zähnezahl 2
Hinweis: für 123588; 123590; 123593 gilt Korrekturfaktor f 1,3

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			v_c [m/min]			v_c [m/min]			∅ bis 3 mm		
		[N/mm²]	min.	Start	max.	min.	Start	max.	min.	Start	max.	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]
				123588			123590			123593; 123595				
1.0	allg. Baustähle	< 500		–			–			–			–	
1.1	allg. Baustähle	500 – 850		–			–			–			–	
2.0	Automatenstähle	< 850		–			–			–			–	
2.1	Automatenstähle	850 – 1000		–			–			–			–	
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700		–			–			–			–	
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850		–			–			–			–	
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000		–			–			–			–	
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000		–			–			–			–	
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200		–			–			–			–	
5.0	unleg. Einsatzst.	<750		–			–			–			–	
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000		–			–			–			–	
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000		–			–			–			–	
7.0	Nitrierstähle	< 1000		–			–			–			–	
7.1	Nitrierstähle	> 1000		–			–			–			–	
8.0	Werkzeugstähle	< 850		–			–			–			–	
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100		–			–			–			–	
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400		–			–			–			–	
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200		–			–			–			–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350		–			–			–			–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–			–			–			–	
12.0	Federstähle	< 1500		–			–			–			–	
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700		–			–			–			–	
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700		–			–			–			–	
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850		–			–			–			–	
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100		–			–			–			–	
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–			–			–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB		–			–			–			–	
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB		–			–			–			–	
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB		–			–			–			–	
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB		–			–			–			–	
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850		–			–			–			–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200		–			–			–			–	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	180	**200**	220	160	**180**	200	140	**160**	180	0,08	16977	1358
17.1	Al-Leg., kurzspanend		220	**240**	260	200	**220**	220	180	**200**	220	0,08	21221	1698
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		160	**180**	200	140	**160**	180	120	**140**	160	0,08	14855	1188
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	160	**180**	200	140	**160**	180	120	**140**	160	0,08	14855	1188
18.1	Messing, kurzspanend	< 600		–			–			–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600		–			–			–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600		–			–			–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850		–			–			–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850		–			–			–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200		–			–			–			–	
19.0	Graphit			–			–			–			–	
20.0	Thermoplast		90	**100**	110	80	**90**	100	70	**80**	90	0,08	8489	679
20.1	Duroplast		90	**100**	110	80	**90**	100	70	**80**	90	0,08	8489	679
20.2	GFK und CFK			–			–			–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert der Bohrer 123593 und 123595. Der Kühlmitteldruck sollte 25 bar betragen.



∅ >3 bis 5 mm			∅ >5–8 mm			∅ >8–12 mm			Kühl-Schmier-Stoff
f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–

Tabelle 3.39 GARANT HPC Universal-Tieflochbohrer mit Innenkühlung 16xD/20xD/25xD/30xD/40xD/50xD (Vollhartmetall – TiAlN)

Katalognummer 123688; 123690; 123693; 123695; 123740; 123750
DIN Werksnorm
Zähnezahl 2

Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	v_c [m/min] min.	Start	max.	v_c [m/min] min.	Start	max.	v_c [m/min] min.	Start	max.
				123688			123690			123693			123695	
1.0	allg. Baustähle	< 500	100	110	120	85	105	125	75	95	115	70	90	110
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	85	100	120	80	95	115	70	85	105	65	80	100
2.0	Automatenstähle	< 850	100	110	120	85	105	125	75	95	115	70	90	110
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	85	100	120	80	95	115	70	85	105	65	80	100
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	80	95	110	75	90	105	65	80	95	60	75	90
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	80	95	110	75	90	105	65	80	95	60	75	90
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	80	95	110	75	90	105	65	80	95	60	75	90
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	80	95	110	75	90	105	65	80	95	60	75	90
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	60	75	90	55	70	85	50	65	80	45	60	75
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	80	95	110	75	90	105	65	80	95	60	75	90
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	85	100	120	80	95	115	70	85	105	65	80	100
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	80	95	110	75	90	105	65	80	95	60	75	90
7.0	Nitrierstähle	< 1000	80	95	110	75	90	105	65	80	95	60	75	90
7.1	Nitrierstähle	> 1000	80	95	110	75	90	105	65	80	95	60	75	90
8.0	Werkzeugstähle	< 850	80	95	110	75	90	105	65	80	95	60	75	90
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	80	95	110	75	90	105	65	80	95	60	75	90
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	60	75	90	55	70	85	50	65	80	45	60	75
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	60	75	90	55	70	85	50	65	80	45	60	75
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	60	75	90	55	70	85	50	65	80	45	60	75
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–			–			–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	60	75	90	55	70	85	50	65	80	45	60	75
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	50	60	70	45	55	65	45	55	65	40	50	60
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	50	60	70	45	55	65	45	55	65	40	50	60
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	45	55	65	40	50	60	40	50	60	35	45	55
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	40	50	60	35	45	55	35	45	55	30	40	50
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–			–			–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	85	105	130	80	100	125	70	90	115	65	85	110
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	85	100	120	80	95	115	70	85	105	60	80	100
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	80	95	110	75	90	105	65	80	95	60	75	100
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	80	95	110	75	90	105	65	80	95	60	75	100
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850		–			–			–			–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200		–			–			–			–	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350		–			–			–			–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend			–			–			–			–	
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si			–			–			–			–	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400		–			–			–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600		–			–			–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600		–			–			–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600		–			–			–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850		–			–			–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850		–			–			–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200		–			–			–			–	
19.0	Graphit			–			–			–			–	
20.0	Thermoplast			–			–			–			–	
20.1	Duroplast			–			–			–			–	
20.2	GFK und CFK			–			–			–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert. Der Kühlmitteldruck sollte 25 bar betragen.



v_c [m/min]				v_c [m/min]				∅ bis 3 mm			∅ >3 bis 5 mm			∅ >5–8 mm			∅ >8–12 mm			Kühl-Schmier-Stoff
min.	Start		max.	min.	Start		max.	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	
	123740				123750															
65	– **75**	–	85	55	– **65**	–	75	0,08	9549	764	0,10	7162	716	0,15	4407	661	0,20	2865	573	Emulsion
55	– **65**	–	75	45	– **55**	–	65	0,05	8488	424	0,08	6366	509	0,12	3918	470	0,15	2546	362	Emulsion
65	– **75**	–	85	55	– **65**	–	75	0,08	9549	764	0,10	7162	716	0,15	4407	661	0,20	2865	573	Emulsion
55	– **65**	–	75	45	– **55**	–	65	0,05	8488	424	0,08	6366	509	0,12	3918	470	0,15	2546	362	Emulsion
50	– **60**	–	70	40	– **50**	–	60	0,05	7958	398	0,08	5968	477	0,12	3673	441	0,15	2387	358	Emulsion
50	– **60**	–	70	40	– **50**	–	60	0,05	7958	637	0,08	5968	597	0,12	3673	551	0,15	2387	477	Emulsion
50	– **60**	–	70	40	– **50**	–	60	0,05	7958	398	0,08	5968	477	0,12	3673	441	0,15	2387	358	Emulsion
50	– **60**	–	70	40	– **50**	–	60	0,05	7958	398	0,10	5968	477	0,12	3673	441	0,15	2387	358	Emulsion
40	– **50**	–	60	35	– **45**	–	55	0,05	6366	318	0,08	4775	382	0,12	2938	353	0,15	1910	286	Emulsion
50	– **60**	–	70	40	– **50**	–	60	0,05	7958	637	0,08	5968	597	0,12	3673	551	0,15	2387	477	Emulsion
55	– **65**	–	75	45	– **55**	–	65	0,05	8488	424	0,08	6366	509	0,12	3918	470	0,15	2546	362	Emulsion
50	– **60**	–	70	40	– **50**	–	60	0,05	7958	398	0,10	5968	477	0,12	3673	441	0,15	2387	358	Emulsion
50	– **60**	–	70	40	– **50**	–	60	0,05	7958	398	0,08	5968	477	0,12	3673	441	0,15	2387	358	Emulsion
50	– **60**	–	70	40	– **50**	–	60	0,05	7958	398	0,08	5968	477	0,12	3673	441	0,15	2387	358	Emulsion
50	– **60**	–	70	40	– **50**	–	60	0,05	7958	398	0,10	5968	477	0,12	3673	441	0,15	2387	358	Emulsion
50	– **60**	–	70	40	– **50**	–	60	0,05	7958	398	0,10	5968	477	0,12	3673	441	0,15	2387	358	Emulsion
40	– **50**	–	60	35	– **45**	–	55	0,05	6366	318	0,08	4775	382	0,12	2938	353	0,15	1910	286	Emulsion
40	– **50**	–	60	35	– **45**	–	55	0,05	6366	318	0,08	4775	382	0,12	2938	353	0,15	1910	286	Emulsion
	–				–			–			–			–			–			–
	–				–			–			–			–			–			–
	–				–			–			–			–			–			–
40	– **50**	–	60	35	– **45**	–	55	0,05	6366	318	0,08	4775	382	0,12	2938	353	0,15	1910	286	Emulsion
	–				–			–			–			–			–			–
40	– **50**	–	60	35	– **45**	–	55	0,05	6366	318	0,08	4775	382	0,12	2938	353	0,15	1910	286	Emulsion
35	– **45**	–	55	30	– **40**	–	50	0,05	5305	265	0,08	3979	318	0,12	2449	294	0,15	1592	239	Emulsion
35	– **45**	–	55	30	– **40**	–	50	0,05	5305	265	0,08	3979	318	0,12	2449	294	0,15	1592	239	Emulsion
30	– **40**	–	50	25	– **35**	–	45	0,05	4775	239	0,08	3581	286	0,12	2204	264	0,15	1432	215	Emulsion
25	– **35**	–	45	20	– **30**	–	40	0,05	4244	212	0,08	3183	255	0,12	1959	235	0,15	1273	191	Emulsion
	–				–			–			–			–			–			–
60	– **70**	–	80	50	– **60**	–	70	0,10	9019	902	0,18	6764	1218	0,24	4163	999	0,30	2706	812	Emulsion
55	– **65**	–	75	45	– **55**	–	65	0,10	8488	849	0,18	6366	1146	0,24	3918	940	0,30	2546	764	Emulsion
50	– **60**	–	70	40	– **50**	–	60	0,10	7958	796	0,18	5968	1074	0,24	3673	881	0,30	2387	716	Emulsion
50	– **60**	–	70	40	– **50**	–	60	0,10	7958	796	0,18	5968	1074	0,24	3673	881	0,30	2387	716	Emulsion
	–				–			–			–			–			–			–
	–				–			–			–			–			–			–
	–				–			–			–			–			–			–
	–				–			–			–			–			–			–
	–				–			–			–			–			–			–
	–				–			–			–			–			–			–
	–				–			–			–			–			–			–
	–				–			–			–			–			–			–
	–				–			–			–			–			–			–
	–				–			–			–			–			–			–
	–				–			–			–			–			–			–
	–				–			–			–			–			–			–
	–				–			–			–			–			–			–
	–				–			–			–			–			–			–
	–				–			–			–			–			–			–
	–				–			–			–			–			–			–

Tabelle 3.40 GARANT Spiralbohrer für Aramid 4xD (Vollhartmetall)

Katalognummer 121230
DIN Werksnorm
Zähnezahl 2

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ 3,0 – 5,9			∅ 6,0 – 7,9		
						f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
19.0	Graphit		120	**130**	140	0,05	9299	465	0,07	5954	417
20.0.1	Acryl			–			–			–	
20.0.2	PE-HD		130	**140**	150	0,05	10014	501	0,07	6412	449
20.0.3	PA 66		120	**130**	140	0,05	9299	465	0,07	5954	417
20.0.4	PEEK		110	**120**	130	0,05	8584	429	0,07	5496	385
20.1.1	PF31		90	**100**	110	0,05	7153	358	0,07	4580	321
20.2.1	AFK Aramid		100	**110**	120	0,05	7868	393	0,07	5038	353
20.2.2	PVDF GF20			–			–			–	
20.2.3	POM GF25			–			–			–	
20.2.4	PA 66 GF30			–			–			–	
20.2.5	PEEK GF30			–			–			–	
20.2.6	PTFE CF25			–			–			–	
20.2.7	PEEK CF30			–			–			–	
20.2.8	Hybride			–			–			–	
20.2.9	Honeycomb Sandwich		110	**120**	130	0,05	8584	429	0,07	5496	385
20.2.10	MMC			–			–			–	
20.2.11	CFK/GFK			–			–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert.



∅ 8,0 – 9,9			∅ 10,0 – 12,0			Kühl-Schmier-Stoff
f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	
0,09	4623	416	0,10	3762	376	trocken/Luft
	–			–		–
0,09	4979	448	0,10	4051	405	trocken/Luft
0,09	4623	416	0,10	3762	376	trocken/Luft
0,09	4268	384	0,10	3472	347	trocken/Luft
0,09	3557	320	0,10	2894	289	trocken/Luft
0,09	3912	352	0,10	3183	318	trocken/Luft
	–			–		–
	–			–		–
	–			–		–
	–			–		–
	–			–		–
	–			–		–
	–			–		–
0,09	4268	384	0,10	3472	347	trocken/Luft
	–			–		–
	–			–		–

Tabelle 3.41 GARANT Hochleistungs-Spezialbohrer für CFK/GFK (Vollhartmetall)

Katalognummer 122512; 122514; 122522; 122524; 122532; 122534
DIN Werksnorm
Zähnezahl 2

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	v_c [m/min] Start	v_c [m/min] max.	v_c [m/min] min.	v_c [m/min] Start	v_c [m/min] max.	∅ 2,5 – 2,9 f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]
			122512; 122514 122522; 122524			122522; 122534					
19.0	Graphit		330	340	350	330	340	350	0,04	40085	1603
20.0.1	Acryl		140	150	160	140	150	160	0,04	17684	707
20.0.2	PE-HD		130	140	150	130	140	150	0,04	16505	660
20.0.3	PA 66		120	130	140	120	130	140	0,04	15326	613
20.0.4	PEEK		110	120	130	110	120	130	0,04	14148	566
20.1.1	PF31		90	100	110	90	100	110	0,04	11790	472
20.2.1	AFK Aramid			–			–			–	
20.2.2	PVDF GF20		100	110	120	125	135	145	0,04	12969	519
20.2.3	POM GF25		90	100	110	115	125	135	0,04	11790	472
20.2.4	PA 66 GF30		80	90	100	100	110	120	0,04	10611	424
20.2.5	PEEK GF30		70	80	90	90	100	110	0,04	9432	377
20.2.6	PTFE CF25		80	90	100	100	110	120	0,04	10611	424
20.2.7	PEEK CF30		70	80	90	90	100	110	0,04	9432	377
20.2.8	Hybride			–			–			–	
20.2.9	Honeycomb Sandwich		150	160	170	190	200	210	0,04	18863	755
20.2.10	MMC			–			–			–	
20.2.11	CFK/GFK		80	100	120	110	125	140	0,04	11790	472

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert der Artikel 122512 bis 122524.

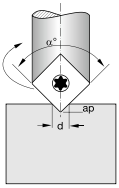




∅ 3,0 – 4,9			∅ 5,0 – 7,9			∅ 8,0 – 9,9			∅ 10,0 – 11,9			∅ 12,0			Kühl-Schmier-Stoff
f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	
0,06	27400	1644	0,11	16780	1846	0,15	12093	1814	0,19	9884	1878	0,21	9019	1894	trocken/Luft
0,06	12088	725	0,11	7403	814	0,15	5335	800	0,19	4361	829	0,21	3979	836	trocken/Luft
0,06	11282	677	0,11	6909	760	0,15	4979	747	0,19	4070	773	0,21	3714	780	trocken/Luft
0,06	10476	629	0,11	6416	706	0,15	4624	694	0,19	3779	718	0,21	3448	724	trocken/Luft
0,06	9670	580	0,11	5922	651	0,15	4268	640	0,19	3488	663	0,21	3183	668	trocken/Luft
0,06	8059	484	0,11	4935	543	0,15	3557	533	0,19	2907	552	0,21	2653	557	trocken/Luft
	–			–			–			–			–		–
0,06	8865	532	0,11	5429	597	0,15	3912	587	0,19	3198	608	0,21	2918	613	trocken/Luft
0,06	8059	484	0,11	4935	543	0,15	3557	533	0,19	2907	552	0,21	2653	557	trocken/Luft
0,06	7253	435	0,11	4442	489	0,15	3201	480	0,19	2616	497	0,21	2387	501	trocken/Luft
0,06	6447	387	0,11	3948	434	0,15	2845	427	0,19	2326	442	0,21	2122	446	trocken/Luft
0,06	7253	435	0,11	4442	489	0,15	3201	480	0,19	2616	497	0,21	2387	501	trocken/Luft
0,06	6447	387	0,11	3948	434	0,15	2845	427	0,19	2326	442	0,21	2122	446	trocken/Luft
	–			–			–			–			–		–
0,06	12894	774	0,11	7896	869	0,15	5691	854	0,19	4651	884	0,21	4244	891	trocken/Luft
	–			–			–			–			–		–
0,06	8059	484	0,11	4935	543	0,15	3557	533	0,19	2907	552	0,21	2653	557	trocken/Luft

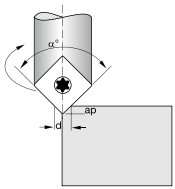
Tabelle 3.42 GARANT NC-Anbohrer 90° und 142° mit Wendeplatten

Katalognummer 231500; 231502 mit Wendeplatten 231515; 231520; 231525



Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] Wendeplatte SOGT.. 231515; 231520 Plattengröße 10	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] Wendeplatte SOGT.. 231515; 231520 Plattengröße 16	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] Radien-WPL 231525 Plattengröße 16	Schneidstoff SOGT..	Anbohren 90° Plattengröße 10 max. Bohrtiefe $a_{p\,max}$ [mm] 4 ∅ max 10 mm f [mm/U] n [U/min] v_f [mm/min]	Anbohren 90° Plattengröße 16 max. Bohrtiefe $a_{p\,max}$ [mm] 7 ∅ max 15 mm f [mm/U] n [U/min] v_f [mm/min]	Anbohren 142° Plattengröße 16 max. Bohrtiefe $a_{p\,max}$ [mm] 3 ∅ max 18,5 mm f [mm/U] n [U/min] v_f [mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	100 – **150** – 200	150 – **200** – 250	150 – **200** – 250	HB7525	0,08 4775 358	0,10 4244 424	0,10 3441 344
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	100 – **150** – 200	150 – **200** – 250	150 – **200** – 250	HB7525	0,08 4775 358	0,10 4244 424	0,10 3441 344
2.0	Automatenstähle	< 850	100 – **150** – 200	150 – **200** – 250	150 – **200** – 250	HB7525	0,08 4775 358	0,10 4244 424	0,10 3441 344
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	100 – **150** – 200	150 – **200** – 250	150 – **200** – 250	HB7525	0,08 4775 358	0,10 4244 424	0,10 3441 344
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	100 – **150** – 200	150 – **200** – 250	150 – **200** – 250	HB7525	0,08 4775 358	0,10 4244 424	0,10 3441 344
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	100 – **130** – 200	150 – **200** – 250	150 – **200** – 250	HB7525	0,08 4138 310	0,10 4244 424	0,10 3441 344
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	100 – **130** – 200	150 – **200** – 250	150 – **200** – 250	HB7525	0,08 4138 310	0,10 4244 424	0,10 3441 344
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	100 – **150** – 200	150 – **200** – 250	150 – **200** – 250	HB7525	0,08 4775 358	0,10 4244 424	0,10 3441 344
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	100 – **150** – 200	150 – **200** – 250	150 – **200** – 250	HB7525	0,08 4775 358	0,10 4244 424	0,10 3441 344
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	80 – **140** – 180	100 – **150** – 200	100 – **150** – 200	HB7525	0,08 4456 334	0,10 3183 318	0,10 2581 258
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	80 – **130** – 180	100 – **150** – 200	100 – **150** – 200	HB7525	0,08 4138 310	0,10 3183 318	0,10 2581 258
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	80 – **130** – 180	100 – **150** – 200	100 – **150** – 200	HB7525	0,08 4138 310	0,10 3183 318	0,10 2581 258
7.0	Nitrierstähle	< 1000	80 – **130** – 180	100 – **150** – 200	100 – **150** – 200	HB7525	0,08 4138 310	0,10 3183 318	0,10 2581 258
7.1	Nitrierstähle	> 1000	80 – **130** – 180	100 – **150** – 200	100 – **150** – 200	HB7525	0,08 4138 310	0,10 3183 318	0,10 2581 258
8.0	Werkzeugstähle	< 850	80 – **130** – 180	100 – **150** – 200	100 – **150** – 200	HB7525	0,08 4138 310	0,10 3183 318	0,10 2581 258
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	80 – **130** – 180	100 – **150** – 200	100 – **150** – 200	HB7525	0,08 4138 310	0,10 3183 318	0,10 2581 258
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	80 – **130** – 180	100 – **150** – 200	100 – **150** – 200	HB7525	0,08 4138 310	0,10 3183 318	0,10 2581 258
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	80 – **120** – 180	100 – **150** – 200	100 – **150** – 200	HB7525	0,08 3820 286	0,10 3183 318	0,10 2581 258
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	60 – **90** – 120	60 – **90** – 120	60 – **90** – 120	HB7525	0,05 2865 129	0,05 1910 86	0,05 1549 70
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	60 – **90** – 120	60 – **90** – 120	60 – **90** – 120	HB7525	0,05 2865 129	0,05 1910 86	0,05 1549 70
12.0	Federstähle	< 1500	60 – **90** – 120	60 – **90** – 120	60 – **90** – 120	HB7525	0,05 2865 129	0,05 1910 86	0,05 1549 70
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	60 – **90** – 120	60 – **90** – 120	60 – **90** – 120	HB7525	0,05 2865 129	0,05 1910 86	0,05 1549 70
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	60 – **90** – 120	60 – **90** – 120	60 – **90** – 120	HB7525	0,05 2865 129	0,05 1910 86	0,05 1549 70
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	60 – **90** – 120	60 – **90** – 120	60 – **90** – 120	HB7525	0,05 2865 129	0,05 1910 86	0,05 1549 70
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	60 – **80** – 120	60 – **90** – 120	60 – **90** – 120	HB7525	0,05 2546 115	0,05 1910 86	0,05 1549 70
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	60 – **90** – 120	60 – **90** – 120	60 – **90** – 120	HB7525	0,05 2865 129	0,05 1910 86	0,05 1549 70
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	–	60 – **110** – 150	60 – **110** – 150	HB7735	–	0,08 2334 175	0,08 1893 142
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	–	60 – **110** – 150	60 – **110** – 150	HB7735	–	0,08 2334 175	0,08 1893 142
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	–	60 – **110** – 150	60 – **110** – 150	HB7735	–	0,08 2334 175	0,08 1893 142
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	–	60 – **110** – 150	60 – **110** – 150	HB7735	–	0,08 2334 175	0,08 1893 142
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–	50 – **65** – 80	50 – **65** – 80	HB7735	–	0,08 1379 103	0,08 1118 84
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–	50 – **65** – 80	50 – **65** – 80	HB7735	–	0,08 1379 103	0,08 1118 84
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–	150 – **250** – 350	150 – **250** – 350	HB7735	–	0,08 5305 398	0,08 4301 323
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–	150 – **250** – 350	150 – **250** – 350	HB7735	–	0,08 5305 398	0,08 4301 323
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		–	150 – **250** – 350	150 – **250** – 350	HB7735	–	0,08 5305 398	0,08 4301 323
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–	150 – **250** – 350	150 – **250** – 350	HB7735	–	0,08 5305 398	0,08 4301 323
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–	150 – **250** – 350	150 – **250** – 350	HB7735	–	0,08 5305 398	0,08 4301 323
18.2	Messing, kurzspanend	< 600	–	150 – **250** – 350	150 – **250** – 350	HB7735	–	0,08 5305 398	0,08 4301 323
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–	150 – **250** – 350	150 – **250** – 350	HB7735	–	0,08 5305 398	0,08 4301 323
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–	150 – **250** – 350	150 – **250** – 350	HB7735	–	0,08 5305 398	0,08 4301 323
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–	150 – **250** – 350	150 – **250** – 350	HB7735	–	0,08 5305 398	0,08 4301 323
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–	150 – **250** – 350	150 – **250** – 350	HB7735	–	0,08 5305 398	0,08 4301 323
19.0	Graphit		–	–	–	–	–	–	–

Hinweis: Größe 10 bevorzugt auf schwächeren Maschinen einsetzen.









Fasen 90°									Fasen 142°			Konvexe Radien			Kühl-schmier-stoff
Plattengröße												Plattengröße			
10			16						16			16			
max. Bohrtiefe $a_{p\,max}$ [mm]															
4			7						3						
∅ max 10,0 mm			∅ max 15 mm						∅ max 18,5 mm			∅ max 15 mm			
f	n	v_f	f	n	v_f				f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]				[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,15	4775	716	0,20	4244	849				0,20	3441	688	0,20	4244	849	Emulsion
0,15	4775	716	0,20	4244	849				0,20	3441	688	0,20	4244	849	Emulsion
0,15	4775	716	0,20	4244	849				0,20	3441	688	0,20	4244	849	Emulsion
0,12	4775	573	0,17	4244	722				0,17	3441	585	0,17	4244	722	Emulsion
0,15	4775	716	0,20	4244	849				0,20	3441	688	0,20	4244	849	Emulsion
0,15	4138	621	0,20	4244	849				0,20	3441	688	0,20	3183	637	Emulsion
0,12	4138	497	0,17	4244	722				0,17	3441	585	0,17	4244	722	Emulsion
0,09	4775	430	0,15	4244	637				0,15	3441	516	0,15	4244	637	Emulsion
0,09	4775	430	0,15	4244	637				0,15	3441	516	0,15	4244	637	Emulsion
0,09	4456	401	0,15	3183	477				0,15	2581	387	0,15	3183	477	Emulsion
0,09	4138	372	0,15	3183	477				0,15	2581	387	0,15	3183	477	Emulsion
0,09	4138	372	0,15	3183	477				0,15	2581	387	0,15	3183	477	Emulsion
0,09	4138	372	0,15	3183	477				0,15	2581	387	0,15	3183	477	Emulsion
0,09	4138	372	0,15	3183	477				0,15	2581	387	0,15	3183	477	Emulsion
0,12	4138	497	0,17	3183	541				0,17	2581	439	0,17	3183	541	Emulsion
0,09	4138	372	0,15	3183	477				0,15	2581	387	0,15	3183	477	Emulsion
0,09	4138	372	0,15	3183	477				0,15	2581	387	0,15	3183	477	Emulsion
0,09	3820	344	0,15	3183	477				0,15	2581	387	0,15	3183	477	Emulsion
	–			–						–			–		–
	–			–						–			–		–
	–			–						–			–		–
0,05	2865	143	0,05	1910	95				0,05	1549	77	0,07	1910	134	Emulsion
0,05	2865	143	0,05	1910	95				0,05	1549	77	0,07	1910	134	Emulsion
0,05	2865	143	0,05	1910	95				0,05	1549	77	0,07	1910	134	Emulsion
0,05	2865	143	0,05	1910	95				0,05	1549	77	0,07	1910	134	Emulsion
0,05	2865	143	0,05	1910	95				0,05	1549	77	0,07	1910	134	Emulsion
0,05	2865	143	0,05	1910	95				0,05	1549	77	0,07	1910	134	Emulsion
0,05	2546	127	0,05	1910	95				0,05	1549	77	0,07	1910	134	Emulsion
0,05	2865	143	0,05	1910	95				0,05	1549	77	0,07	1910	134	Emulsion
	–		0,08	2334	187				0,08	1893	151	0,10	2546	255	Emulsion
	–		0,08	2334	187				0,08	1893	151	0,10	2546	255	Emulsion
	–		0,08	2334	187				0,08	1893	151	0,10	2546	255	Emulsion
	–		0,08	2334	187				0,08	1893	151	0,10	2546	255	Emulsion
	–		0,05	1379	69				0,05	1118	56	0,05	1379	69	Emulsion
	–		0,05	1379	69				0,05	1118	56	0,05	1379	69	Emulsion
	–		0,08	5305	424				0,08	4301	344	0,08	5305	424	Emulsion
	–		0,08	5305	424				0,08	4301	344	0,08	5305	424	Emulsion
	–		0,08	5305	424				0,08	4301	344	0,08	5305	424	Emulsion
	–		0,08	5305	424				0,08	4301	344	0,08	5305	424	Emulsion
	–		0,08	5305	424				0,08	4301	344	0,08	5305	424	Emulsion
	–		0,08	5305	424				0,08	4301	344	0,08	5305	424	Emulsion
	–		0,08	5305	424				0,08	4301	344	0,08	5305	424	Emulsion
	–		0,08	5305	424				0,08	4301	344	0,08	5305	424	Emulsion
	–		0,08	5305	424				0,08	4301	344	0,08	5305	424	Emulsion
	–		0,08	5305	424				0,08	4301	344	0,08	5305	424	Emulsion
	–			–						–			–		–

Tabelle 3.43 HOLEX Spatenbohrer mit HSS-Bohrereinsatz (TiAlN beschichtet)

Katalognummer **231900; 232000 mit 231700; 231800**

Zähnezahl **2**

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min]						Durchmesser [mm]		
			Grundelement 5xD			Grundelement 8xD			∅ 11,5 – 12,5		
		[N/mm²]	min.	Start	max.	123106; 123107; 123108			f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	49	65	73	44	55	66	0,15	1724	259
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	42	52	62	38	47	56	0,13	1379	179
2.0	Automatenstähle	< 850	64	80	96	58	72	86	0,18	2122	382
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	58	73	88	53	66	79	0,15	1936	290
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	61	76	91	54	68	82	0,15	2016	302
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	51	55	77	46	58	70	0,13	1459	190
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	48	60	72	43	54	65	0,10	1592	159
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	42	52	62	38	47	56	0,10	1379	138
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	38	47	56	34	42	50	0,08	1247	100
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	48	60	72	43	54	65	0,15	1592	239
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000		–			–			–	
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000		–			–			–	
7.0	Nitrierstähle	< 1000		–			–			–	
7.1	Nitrierstähle	> 1000		–			–			–	
8.0	Werkzeugstähle	< 850	42	52	62	38	47	56	0,10	1379	138
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	38	50	56	34	42	50	0,10	1326	133
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400		–			–			–	
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200		–			–			–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–			–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350		–			–			–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–			–			–	
12.0	Federstähle	< 1500		–			–			–	
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700		–			–			–	
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	26	32	38	23	29	35	0,08	849	68
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	22	30	34	20	25	30	0,08	796	64
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100		–			–			–	
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–			–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	61	76	91	54	68	82	0,18	2016	363
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	55	69	83	50	62	74	0,15	1830	275
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	48	60	72	43	54	65	0,15	1592	239
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	40	50	60	36	45	54	0,13	1326	172
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	12	16	18	11	15	17	0,08	424	34
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	11	15	17	10	13	16	0,08	398	32
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	208	260	312	187	234	281	0,10	6897	690
17.1	Al-Leg., kurzspanend		208	260	312	187	234	281	0,20	6897	1379
17.2	Alu.- Gussleg. >10% Si		110	138	166	99	124	149	0,20	3661	732
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	40	50	60	36	45	54	0,05	1326	66
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	110	140	164	98	123	148	0,18	3714	668
18.2	Messing, langspanend	< 600		–			–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	61	76	91	54	68	82	0,15	2016	302
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	47	59	71	42	53	64	0,13	1565	203
18.5	Bronze, langspanend	< 850		–			–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200		–			–			–	
19.0	Graphit			–			–			–	
20.0	Thermoplast			–			–			–	
20.1	Duroplast			–			–			–	
20.2	GFK und CFK			–			–			–	

Hinweis: Die Werte für vorschub f, Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert für den Artikel 231900.



Durchmesser [mm]																Kühl-Schmier-Stoff
∅ 13,0 – 17,5			∅ 18,0 – 24,0			∅ 25,0 – 35,0			∅ 36,0 – 47,0			∅ 48,0 – 65,0				
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f		
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]		
0,25	1357	339	0,30	985	296	0,36	690	248	0,46	499	229	0,53	366	194		Emulsion
0,23	1085	250	0,25	788	197	0,30	552	166	0,41	399	164	0,48	293	141		Emulsion
0,25	1670	417	0,33	1213	400	0,41	849	348	0,51	614	313	0,58	451	261		Emulsion
0,25	1524	381	0,33	1107	365	0,41	775	318	0,51	560	286	0,58	411	239		Emulsion
0,23	1586	365	0,30	1152	346	0,38	806	306	0,48	583	280	0,58	428	248		Emulsion
0,20	1148	230	0,25	834	208	0,36	584	210	0,46	422	194	0,53	310	164		Emulsion
0,18	1252	225	0,23	909	209	0,30	637	191	0,41	460	189	0,48	338	162		Emulsion
0,15	1085	163	0,23	788	181	0,30	552	166	0,38	399	152	0,43	293	126		Emulsion
0,15	981	147	0,23	712	164	0,30	499	150	0,38	360	137	0,43	265	114		Emulsion
0,23	1252	288	0,30	909	273	0,38	637	242	0,48	460	221	0,58	338	196		Emulsion
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
0,15	1085	163	0,20	788	158	0,25	552	138	0,30	399	120	0,38	293	111		Emulsion
0,15	1044	157	0,20	758	152	0,25	531	133	0,30	385	115	0,38	282	107		Emulsion
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
0,18	668	120	0,20	485	97	0,28	340	95	0,36	245	88	0,41	180	74		Emulsion
0,15	626	94	0,18	455	82	0,25	318	80	0,30	230	69	0,36	169	61		Emulsion
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
0,30	1586	476	0,41	1152	472	0,51	806	411	0,61	583	356	0,69	428	295		Emulsion
0,28	1440	403	0,36	1046	377	0,46	732	337	0,56	529	296	0,64	389	249		Emulsion
0,23	1252	288	0,30	909	273	0,41	637	261	0,46	460	212	0,53	338	179		Emulsion
0,18	1044	188	0,23	758	174	0,30	531	159	0,36	384	138	0,43	282	121		Emulsion
0,18	334	60	0,20	243	49	0,25	170	42	0,30	123	37	0,38	90	34		Emulsion
0,15	313	47	0,18	227	41	0,20	159	32	0,25	115	29	0,30	85	25		Emulsion
0,15	5427	814	0,25	3941	985	0,30	2759	828	0,56	1994	1117	0,64	1465	937		Emulsion
0,33	5427	1791	0,41	3941	1616	0,46	2759	1269	0,56	1994	1117	0,64	1465	937		Emulsion
0,33	2880	951	0,41	2092	858	0,46	1464	674	0,56	1058	593	0,64	777	498		Emulsion
0,08	1044	83	0,15	758	114	0,20	531	106	0,25	384	96	0,35	282	99		Emulsion
0,30	2922	877	0,41	2122	870	0,51	1485	758	0,61	1074	655	0,71	789	560		Emulsion
	–			–			–			–			–			–
0,28	1586	444	0,36	1152	415	0,46	806	371	0,56	583	326	0,66	428	283		Emulsion
0,18	1231	222	0,23	894	206	0,30	626	188	0,36	453	163	0,43	332	143		Emulsion
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–
	–			–			–			–			–			–

Tabelle 3.44 KOMET KUB K2 Wechselkopfbohrer 3xD/5xD mit Innenkühlung

Katalognummer **232200; 232205 mit Wechselkopf 232100; 232105**

Effektive Schneiden 2

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			Bohrkopf		∅ 12,0 – 12,9		
						Kat-Nr.	Schneidstoff	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.			[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	90	110	130	232100	BK8425	0,20	2824	565
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	80	100	120	232100	BK8425	0,20	2567	513
2.0	Automatenstähle	< 850	80	100	120	232100	BK8425	0,25	2567	642
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	75	95	115	232100	BK8425	0,20	2439	488
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	80	100	120	232100	BK8425	0,20	2567	513
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	75	95	115	232100	BK8425	0,20	2439	488
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	70	90	110	232100	BK8425	0,25	2310	578
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	70	90	110	232100	BK8425	0,25	2310	578
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	50	70	90	232100	BK8425	0,20	1797	359
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	80	100	120	232100	BK8425	0,20	2567	513
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	70	90	110	232100	BK8425	0,25	2310	578
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	50	70	90	232100	BK8425	0,20	1797	359
7.0	Nitrierstähle	< 1000	70	90	110	232100	BK8425	0,25	2310	578
7.1	Nitrierstähle	> 1000	50	70	90	232100	BK8425	0,20	1797	359
8.0	Werkzeugstähle	< 850	75	95	115	232100	BK8425	0,25	2439	610
8.1	Werkzeugstähle	850– 1100	70	90	110	232100	BK8425	0,20	2310	462
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	50	70	90	232100	BK8425	0,20	1797	359
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200		–		–	–		–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–		–	–		–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–		–	–		–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–		–	–		–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350		–		–	–		–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–		–	–		–	
12.0	Federstähle	< 1500		–		–	–		–	
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	50	70	90	232105	BK2725	0,20	1797	359
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	50	70	90	232105	BK2725	0,20	1797	359
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	40	60	80	232105	BK2725	0,20	1540	308
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	30	50	70	232105	BK2725	0,18	1284	231
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–		–	–		–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	70	90	110	232100	BK8425	0,30	2310	693
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	50	70	90	232100	BK8425	0,30	1797	539
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	60	80	100	232100	BK8425	0,35	2054	719
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	50	70	90	232100	BK8425	0,35	1797	629
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850		–		–	–		–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200		–		–	–		–	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350		–		–	–		–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend			–		–	–		–	
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si			–		–	–		–	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400		–		–	–		–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600		–		–	–		–	
18.2	Messing, langspanend	< 600		–		–	–		–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600		–		–	–		–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850		–		–	–		–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850		–		–	–		–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200		–		–	–		–	
19.0	Graphit			–		–	–		–	
20.0	Thermoplast			–		–	–		–	
20.1	Duroplast			–		–	–		–	
20.2	GFK und CFK			–		–	–		–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert.
Die Einsatzrichtwerte gelten für Vollbohren 5xD.





∅ 13,0 – 13,9			∅ 14,0 – 14,9			∅ 15,0 – 15,9			Kühl-Schmier-Stoff
f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	
0,20	2613	523	0,20	2432	486	0,20	2274	455	Emulsion
0,20	2375	475	0,20	2210	442	0,20	2067	413	Emulsion
0,25	2375	594	0,25	2210	553	0,25	2067	517	Emulsion
0,20	2257	451	0,20	2100	420	0,20	1964	393	Emulsion
0,20	2375	475	0,20	2210	442	0,20	2067	413	Emulsion
0,20	2257	451	0,20	2100	420	0,20	1964	393	Emulsion
0,25	2138	534	0,25	1989	497	0,25	1860	465	Emulsion
0,25	2138	534	0,25	1989	497	0,25	1860	465	Emulsion
0,20	1663	333	0,20	1547	309	0,20	1447	289	Emulsion
0,20	2375	475	0,20	2210	442	0,20	2067	413	Emulsion
0,25	2138	534	0,25	1989	497	0,25	1860	465	Emulsion
0,20	1663	333	0,20	1547	309	0,20	1447	289	Emulsion
0,25	2138	534	0,25	1989	497	0,25	1860	465	Emulsion
0,12	1663	333	0,12	1547	309	0,20	1447	289	Emulsion
0,25	2257	564	0,25	2100	525	0,25	1964	491	Emulsion
0,20	2138	428	0,25	1989	398	0,25	1860	372	Emulsion
0,20	1663	333	0,20	1547	309	0,20	1447	289	Emulsion
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
0,20	1663	333	0,20	1547	309	0,20	1447	289	Emulsion
0,20	1663	333	0,20	1547	309	0,20	1447	289	Emulsion
0,20	1425	285	0,20	1326	265	0,20	1240	248	Emulsion
0,18	1188	214	0,18	1105	199	0,18	1033	186	Emulsion
	–			–			–		–
0,30	2138	641	0,30	1989	597	0,30	1860	558	Emulsion
0,30	1663	499	0,30	1547	464	0,30	1447	434	Emulsion
0,35	1900	665	0,35	1768	619	0,35	1654	579	Emulsion
0,35	1663	582	0,35	1547	542	0,35	1447	506	Emulsion
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–





Tabelle 3.45 GARANT – Wendeplatten-Vollbohrer 3xD MTC

Katalognummer **232300; 232302 mit Wendeplatten 232400 bis 232780**

Effektive Schneiden **1**

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			Schneidstoff	< ∅ 14,0 – 19,5		
							f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	1. Wahl	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	250	275	300	HB7630; HB7635; HB7830; HB7640	0,08	5226	418
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	250	275	300	HB7630; HB7635; HB7830; HB7640	0,08	5226	418
2.0	Automatenstähle	< 850	250	275	300	HB7630; HB7635; HB7830; HB7640	0,08	5226	418
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	180	215	250	HB7630; HB7635; HB7830; HB7640	0,08	4086	327
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	180	215	250	HB7630; HB7635; HB7830; HB7640	0,08	4086	327
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	180	215	250	HB7630; HB7635; HB7830; HB7640	0,08	4086	327
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	100	125	150	HB7630	0,07	2375	166
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	100	125	150	HB7630	0,07	2375	166
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	100	125	150	HB7630	0,05	2375	119
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	250	275	300	HB7630; HB7635; HB7830; HB7640	0,08	5226	418
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	100	125	150	HB7630; HB7635; HB7830; HB7640	0,08	2375	190
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	100	125	150	HB7630	0,05	2375	119
7.0	Nitrierstähle	< 1000	100	125	150	HB7630	0,07	2375	166
7.1	Nitrierstähle	> 1000	100	125	150	HB7630	0,05	2375	119
8.0	Werkzeugstähle	< 850	100	125	150	HB7630; HB7635; HB7830; HB7640	0,08	2375	190
8.1	Werkzeugstähle	850– 1100	100	125	150	HB7630	0,08	2375	190
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	100	125	150	HB7630	0,05	2375	119
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	100	125	150	HB7630	0,07	2375	166
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–		–		–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–		–		–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–		–		–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	100	125	150	HB7630	0,05	2375	119
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	100	125	150	–		–	
12.0	Federstähle	< 1500	50	70	90	HB7630	0,05	1330	67
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	150	165	180	HB7635; HB7830; HB7640	0,06	3136	188
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	150	165	180	HB7635; HB7830; HB7640	0,06	3136	188
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	150	165	180	HB7635; HB7830; HB7640	0,06	3136	188
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	150	165	180	HB7830	0,05	3136	157
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	100	125	150	HB7630; HB7635; HB7830; HB7640	0,08	2375	190
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	150	175	200	HB7305	0,08	3326	266
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	150	175	200	HB7305	0,08	3326	266
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	150	175	200	HB7305	0,08	3326	266
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	150	175	200	HB7305	0,06	3326	200
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	100	125	150	HB7640; HU7310	0,05	2375	119
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	100	125	150	HB7640; HU7310	0,05	2375	119
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	300	350	380	HU7310; HB7310	0,06	6651	399
17.1	Al-Leg., kurzspanend		180	200	230	HU7310; HB7310	0,06	3801	228
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		180	200	230	HU7310; HB7310	0,05	3801	190
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	250	300	350	HB7310	0,13	5701	741
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	250	300	350	HB7310	0,13	5701	741
18.2	Messing, langspanend	< 600	250	300	350	HB7310	0,13	5701	741
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	250	300	350	HB7310	0,13	5701	741
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	250	300	350	HB7310	0,13	5701	741
18.5	Bronze, langspanend	< 850	250	300	350	HB7310	0,13	5701	741
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	250	300	350	HB7310	0,13	5701	741
19.0	Graphit		100	150	200	HB7310	0,08	2851	228
20.0	Thermoplast		100	150	200	HB7310	0,08	2851	228
20.1	Duroplast		100	150	200	HB7310	0,08	2851	228
20.2	GFK und CFK		100	150	200	HB7310	0,08	2851	228

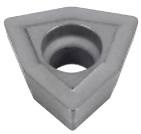
Hinweis: Die Werte für Vorschub f, der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert.
Achtung: Beim Bohreraustritt fällt eine Scheibe ab. Bei drehenden Werkstücken besteht durch Schleuderwirkung Unfallgefahr.

∅ 20,0 – 24,5			∅ 25 – 36			∅ 37 – 44			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,10	3934	393	0,12	2870	344	0,12	2161	259	Emulsion
0,13	3934	511	0,14	2870	402	0,14	2161	303	Emulsion
0,13	3934	511	0,14	2870	402	0,14	2161	303	Emulsion
0,13	3076	400	0,14	2244	314	0,14	1690	237	Emulsion
0,13	3076	400	0,14	2244	314	0,14	1690	237	Emulsion
0,13	3076	400	0,14	2244	314	0,14	1690	237	Emulsion
0,12	1788	215	0,13	1305	170	0,13	982	128	Emulsion
0,12	1788	215	0,13	1305	170	0,13	982	128	Emulsion
0,10	1788	179	0,12	1305	157	0,12	982	118	Emulsion
0,13	3934	511	0,14	2870	402	0,14	2161	303	Emulsion
0,13	1788	232	0,14	1305	183	0,14	982	138	Emulsion
0,10	1788	179	0,12	1305	157	0,12	982	118	Emulsion
0,12	1788	215	0,13	1305	170	0,13	982	128	Emulsion
0,10	1788	179	0,12	1305	157	0,12	982	118	Emulsion
0,13	1788	232	0,14	1305	183	0,14	982	138	Emulsion
0,13	1788	232	0,14	1305	183	0,14	982	138	Emulsion
0,10	1788	179	0,12	1305	157	0,12	982	118	Emulsion
0,12	1788	215	0,13	1305	170	0,13	982	128	Emulsion
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
0,10	1788	179	0,12	1305	157	0,14	982	138	Emulsion
	–			–			–		–
0,10	1001	100	0,12	731	88	0,12	550	66	Emulsion
0,08	2361	189	0,12	1722	207	0,12	1297	156	Emulsion
0,08	2361	189	0,12	1722	207	0,12	1297	156	Emulsion
0,08	2361	189	0,12	1722	207	0,12	1297	156	Emulsion
0,07	2361	165	0,10	1722	172	0,10	1297	130	Emulsion
0,13	1788	232	0,14	1305	183	0,14	982	138	Emulsion
0,14	2504	350	0,20	1826	365	0,25	1375	344	Emulsion
0,14	2504	350	0,20	1826	365	0,25	1375	344	Emulsion
0,14	2504	350	0,20	1826	365	0,25	1375	344	Emulsion
0,12	2504	300	0,18	1826	329	0,23	1375	316	Emulsion
0,10	1788	179	0,12	1305	157	0,14	982	138	Emulsion
0,08	1788	143	0,10	1305	130	0,12	982	118	Emulsion
0,10	5007	501	0,12	3653	438	0,14	2751	385	Emulsion
0,10	2861	286	0,12	2087	250	0,14	1572	220	Emulsion
0,08	2861	229	0,10	2087	209	0,12	1572	189	Emulsion
0,13	4292	558	0,14	3131	438	0,16	2358	377	Emulsion
0,13	4292	558	0,14	3131	438	0,14	2358	330	Emulsion
0,13	4292	558	0,14	3131	438	0,14	2358	330	Emulsion
0,13	4292	558	0,14	3131	438	0,14	2358	330	Emulsion
0,13	4292	558	0,14	3131	438	0,14	2358	330	Emulsion
0,13	4292	558	0,14	3131	438	0,14	2358	330	Emulsion
0,13	4292	558	0,14	3131	438	0,14	2358	330	Emulsion
0,13	2146	279	0,14	1565	219	0,16	1179	189	Luft
0,13	2146	279	0,14	1565	219	0,16	1179	189	Wasser/Luft
0,13	2146	279	0,14	1565	219	0,16	1179	189	Luft
0,13	2146	279	0,14	1565	219	0,16	1179	189	Luft





ALU leicht verrundet



ST500 verrundet



ST900 gefast und verrundet



ST1400 gefast und verrundet



INOX verrundet



GG gefast und verrundet



UNI gefast und verrundet



Tabelle 3.46 KOMET – Wendeplatten-Vollbohrer 2xD/3xD/4xD (KUB Quatron)

Katalognummer **235500; 235502, 235503, 235505, 235507 mit Wendeplatten 236520–236575**

Effektive Schneiden **1**

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			Schneidstoff	∅ 14 – 17,5			∅ 18,0 – 27,0		
							f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	1. Wahl	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	260	300	320	BK8425	0,10	6063	606	0,12	4244	509
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	210	250	270	BK8425	0,12	5053	606	0,16	3537	566
2.0	Automatenstähle	< 850	260	300	320	BK8425	0,14	6063	849	0,18	4244	764
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	210	250	270	BK8425	0,12	5053	606	0,16	3537	566
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	200	230	250	BK8425	0,12	4648	558	0,16	3254	521
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	170	200	220	BK8425	0,12	4042	485	0,16	2829	453
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	170	200	220	BK8425	0,12	4042	485	0,16	2829	453
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	170	200	220	BK8425	0,12	4042	485	0,16	2829	453
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	130	160	180	BK8425	0,10	3234	323	0,14	2264	317
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	210	250	270	BK8425	0,12	5053	606	0,16	3537	566
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	170	200	220	BK8425	0,12	4042	485	0,16	2829	453
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	130	160	180	BK8425	0,10	3234	323	0,14	2264	317
7.0	Nitrierstähle	< 1000	170	200	220	BK8425	0,12	4042	485	0,16	2829	453
7.1	Nitrierstähle	> 1000	130	160	180	BK8425	0,10	3234	323	0,14	2264	317
8.0	Werkzeugstähle	< 850	190	220	240	BK8425	0,12	4446	534	0,16	3112	498
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	130	160	180	BK8425	0,10	3234	323	0,14	2264	317
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	100	130	150	BK8425	0,08	2627	210	0,12	1839	184
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	80	100	130	BK8425	0,08	2021	162	0,10	1415	141
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	50	60	70	BK6115	0,06	1213	73	0,08	849	68
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–		–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–		–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	50	60	70	BK8425	0,06	1213	73	0,08	849	68
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	40	50	55	BK6115	0,06	1011	61	0,08	707	57
12.0	Federstähle	< 1500	100	130	150	BK8425	0,05	2627	131	0,06	1839	110
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	150	180	200	BK2730	0,08	3638	291	0,12	2546	306
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	140	160	170	BK2730	0,08	3234	259	0,12	2264	272
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	140	160	180	BK2730	0,08	3234	259	0,12	2264	272
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	140	160	180	BK2730	0,06	3234	194	0,10	2264	226
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	50	60	70	BK2730	0,06	1213	73	0,10	849	85
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	180	200	220	BK6115	0,16	4042	647	0,20	2829	566
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	180	200	220	BK6115	0,14	4042	566	0,18	2829	509
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	140	160	180	BK6115	0,14	3234	453	0,18	2264	407
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	120	140	150	BK6115	0,14	2829	396	0,18	1981	357
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	60	80	90	BK2730	0,06	1617	97	0,10	1132	113
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	50	60	70	BK2730	0,06	1213	73	0,08	849	68
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	550	600	620	BK7710	0,08	12126	970	0,10	8488	849
17.1	Al-Leg., kurzspanend		250	300	320	BK7710	0,10	6063	606	0,14	4244	594
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		200	250	270	BK7710	0,12	5053	606	0,16	3537	566
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	240	280	300	BK7710	0,14	5659	792	0,18	3961	713
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	240	280	300	BK7710	0,14	5659	792	0,18	3961	713
18.2	Messing, langspanend	< 600	240	280	300	BK7710	0,12	5659	679	0,14	3961	555
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	350	400	420	BK7710	0,12	8084	970	0,14	5659	792
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	350	400	420	BK7710	0,12	8084	970	0,14	5659	792
18.5	Bronze, langspanend	< 850	300	350	370	BK7710	0,12	7074	849	0,14	4951	693
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	250	300	320	BK7710	0,12	6063	728	0,14	4244	594
19.0	Graphit			–		–		–			–	
20.0	Thermoplast			–		–		–			–	
20.1	Duroplast			–		–		–			–	
20.2	GFK und CFK			–		–		–			–	

Hinweis: Bei größeren Bohrungsdurchmessern Leistungsüberprüfung der Maschine notwendig. Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert.

Achtung: Beim Bohreraustritt fällt eine Scheibe ab. Bei drehenden Werkstücken besteht durch Schleuderwirkung Unfallgefahr.













∅ 28,0– 33,0			∅ 34,0 – 44,0			∅ 45,0 – 65,0			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,14	3131	438	0,16	2449	392	0,14	1736	243	Emulsion
0,20	2609	522	0,25	2040	510	0,20	1447	289	Emulsion
0,25	3131	783	0,30	2449	735	0,25	1736	434	Emulsion
0,20	2609	522	0,25	2040	510	0,20	1447	289	Emulsion
0,20	2400	480	0,25	1877	469	0,20	1331	266	Emulsion
0,20	2087	417	0,25	1632	408	0,20	1157	231	Emulsion
0,20	2087	417	0,25	1632	408	0,20	1157	231	Emulsion
0,20	2087	417	0,25	1632	408	0,20	1157	231	Emulsion
0,16	1670	267	0,18	1306	235	0,16	926	148	Emulsion
0,20	2609	522	0,25	2040	510	0,20	1447	289	Emulsion
0,20	2087	417	0,25	1632	408	0,20	1157	231	Emulsion
0,16	1670	267	0,18	1306	235	0,16	926	148	Emulsion
0,20	2087	417	0,25	1632	408	0,20	1157	231	Emulsion
0,16	1670	267	0,18	1306	235	0,16	926	148	Emulsion
0,20	2296	459	0,25	1796	449	0,20	1273	255	Emulsion
0,16	1670	267	0,18	1306	235	0,16	926	148	Emulsion
0,14	1357	190	0,16	1061	170	0,14	752	105	Emulsion
0,12	1044	125	0,14	816	114	0,12	579	69	Emulsion
0,10	626	63	0,12	490	59	0,10	347	35	trocken
	–			–			–		–
	–			–			–		–
0,10	626	63	0,12	490	59	0,10	347	35	Emulsion
0,10	522	52	0,12	408	49	0,10	289	29	–
0,08	1357	109	0,10	1061	106	0,08	752	60	Emulsion
0,14	1879	263	0,16	1469	235	0,14	1042	146	Emulsion
0,14	1670	234	0,16	1306	209	0,14	926	130	Emulsion
0,14	1670	334	0,16	1306	209	0,14	926	130	Emulsion
0,12	1670	200	0,14	1306	183	0,12	926	111	Emulsion
0,12	626	75	0,14	490	69	0,12	347	42	Emulsion
0,25	2087	522	0,30	1632	490	0,25	1157	289	Emulsion
0,22	2087	459	0,25	1632	408	0,22	1157	255	Emulsion
0,22	1670	367	0,25	1306	326	0,22	926	204	Emulsion
0,22	1461	321	0,25	1143	286	0,22	810	178	Emulsion
0,12	835	100	0,14	653	91	0,12	463	56	Emulsion
0,10	626	63	0,12	490	59	0,10	347	35	Emulsion
0,12	6262	751	0,14	4897	686	0,12	3472	417	Emulsion
0,16	3131	501	0,18	2449	441	0,16	1736	278	Emulsion
0,20	2609	522	0,25	2040	510	0,20	1447	289	Emulsion
0,22	2922	643	0,25	2285	571	0,28	1620	454	Emulsion
0,22	2922	643	0,25	2285	571	0,28	1620	454	Emulsion
0,16	2922	468	0,20	2285	457	0,22	1620	357	Emulsion
0,20	4175	835	0,25	3265	816	0,28	2315	648	Emulsion
0,20	4175	835	0,25	3265	816	0,28	2315	648	Emulsion
0,16	3653	584	0,20	2857	571	0,22	2026	446	Emulsion
0,16	3131	501	0,20	2449	490	0,22	1736	382	Emulsion
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–

Tabelle 3.47 KOMET – HPC Wendeplatten-Vollbohrer 4xD/5xD (KUB Pentron)

Katalognummer **236601; 236602; 236603; 236604 mit Wendeplatten 236605 bis 236608**

Effektive Schneiden **1**

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			Schneidstoff	∅ 16,5 – 19,0			∅ 19,5– 20,0		
							f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	1 Wahl	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	200	260	320	BK8425	0,07	4663	326	0,07	4190	293
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	180	240	280	BK8425	0,10	4304	430	0,11	3868	425
2.0	Automatenstähle	< 850	200	260	320	BK8425	0,07	4663	326	0,07	4190	293
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	180	220	260	BK8425	0,10	3945	395	0,11	3546	390
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	200	240	280	BK8425	0,10	4304	430	0,11	3868	425
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	180	220	260	BK8425	0,10	3945	395	0,11	3546	390
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	140	180	220	BK8425	0,10	3228	323	0,11	2901	319
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	140	180	220	BK8425	0,12	3228	387	0,16	2901	464
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	140	180	220	BK8425	0,12	3228	387	0,12	2901	348
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	200	240	280	BK8425	0,10	4304	430	0,11	3868	425
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	140	180	220	BK8425	0,10	3228	323	0,11	2901	319
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	120	160	200	BK8425	0,10	2869	344	0,12	2579	309
7.0	Nitrierstähle	< 1000	140	180	220	BK8425	0,10	3228	323	0,11	2901	319
7.1	Nitrierstähle	> 1000	120	160	200	BK8425	0,12	2869	344	0,12	2579	309
8.0	Werkzeugstähle	< 850	140	180	220	BK8425	0,10	3228	323	0,11	2901	319
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	140	180	220	BK8425	0,10	3228	323	0,11	2901	319
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	120	160	200	BK8425	0,12	2869	344	0,12	2579	309
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	50	70	90	BK8425	0,10	1255	126	0,11	1128	124
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–		–		–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–		–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–		–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	20	40	60	BK8425	0,12	717	86	0,12	645	77
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–		–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	20	40	60	BK8425	0,12	717	86	0,12	645	77
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	140	180	220	BK2730	0,10	3228	323	0,10	2901	290
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	140	180	220	BK2730	0,10	3228	323	0,10	2901	290
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	120	160	200	BK2730	0,10	2869	287	0,10	2579	258
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	120	160	200	BK2730	0,08	2869	230	0,08	2579	206
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–		–		–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	120	160	200	BK6115	0,15	2869	430	0,15	2579	387
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	100	140	180	BK6115	0,15	2511	377	0,15	2256	338
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	100	140	180	BK6115	0,15	2511	377	0,15	2256	338
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	90	120	150	BK6115	0,15	2152	323	0,15	1934	290
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	40	75	100	BK2730	0,08	1345	108	0,08	1209	97
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	40	75	100	BK2730	0,08	1345	108	0,08	1209	97
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	300	500	700	BK7710	0,11	8966	986	0,11	8085	886
17.1	Al-Leg., kurzspanend		210	280	350	BK7710	0,11	5021	552	0,11	4513	496
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		140	220	300	BK7710	0,11	3945	434	0,11	3546	390
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	150	250	350	BK7710	0,13	4483	583	0,13	4029	524
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	150	250	350	BK7710	0,13	4483	583	0,13	4029	524
18.2	Messing, langspanend	< 600	250	350	450	BK7710	0,11	6277	690	0,11	5641	621
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	250	350	450	BK7710	0,11	6277	690	0,11	5641	621
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	250	350	450	BK7710	0,11	6277	690	0,11	5641	621
18.5	Bronze, langspanend	< 850	250	350	450	BK7710	0,11	6277	690	0,11	5641	621
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	250	350	450	BK7710	0,11	6277	690	0,11	5641	621
19.0	Graphit			–		–		–			–	
20.0	Thermoplast			–		–		–			–	
20.1	Duroplast			–		–		–			–	
20.2	GFK und CFK			–		–		–			–	

Hinweis: Bei größeren Bohrungsdurchmessern Leistungsüberprüfung der Maschine notwendig. Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert.

Achtung: Beim Bohreraustritt fällt eine Scheibe ab. Bei drehenden Werkstücken besteht durch Schleuderwirkung Unfallgefahr.

∅ 20,5 – 23,5			∅ 24,0 – 30,0			∅ 31,0 – 44,0			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,09	3762	339	0,09	3065	276	0,09	2207	199	Emulsion
0,12	3472	417	0,13	2829	368	0,13	2037	265	Emulsion
0,09	3762	339	0,09	3065	276	0,09	2207	199	Emulsion
0,12	3183	382	0,13	2594	337	0,13	1867	243	Emulsion
0,12	3472	417	0,13	2829	368	0,13	2037	265	Emulsion
0,12	3183	382	0,13	2594	337	0,13	1867	243	Emulsion
0,12	2604	313	0,13	2122	276	0,13	1528	199	Emulsion
0,16	2604	417	0,20	2122	424	0,13	1528	306	Emulsion
0,13	2604	339	0,14	2122	297	0,14	1528	214	Emulsion
0,12	3472	417	0,13	2829	368	0,13	2037	265	Emulsion
0,12	2604	313	0,13	2122	276	0,13	1528	199	Emulsion
0,13	2315	301	0,14	1886	264	0,14	1358	190	Emulsion
0,12	2604	313	0,13	2122	276	0,13	1528	199	Emulsion
0,13	2315	301	0,14	1886	264	0,14	1358	190	Emulsion
0,12	2604	313	0,13	2122	276	0,13	1358	199	Emulsion
0,12	2604	313	0,13	2122	276	0,13	1358	199	Emulsion
0,13	2315	301	0,14	1886	264	0,14	1358	190	Emulsion
0,12	1013	122	0,13	825	107	0,13	594	77	Emulsion
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
0,13	579	75	0,14	472	66	0,14	340	48	Emulsion
	–			–			–		–
0,13	579	75	0,14	472	66	0,14	340	48	Emulsion
0,14	2604	365	0,14	2122	297	0,14	1528	214	Emulsion
0,14	2604	365	0,15	2122	318	0,15	1528	229	Emulsion
0,14	2315	324	0,15	1886	283	0,15	1358	204	Emulsion
0,12	2315	278	0,12	1886	226	0,12	1358	163	Emulsion
	–			–			–		–
0,20	2315	463	0,25	1886	472	0,25	1358	340	Emulsion
0,20	2026	405	0,25	1650	413	0,25	1188	297	Emulsion
0,20	2026	405	0,25	1650	413	0,25	1188	297	Emulsion
0,20	1736	347	0,25	1415	354	0,25	1019	255	Emulsion
0,12	1085	130	0,12	884	106	0,12	637	76	Emulsion
0,12	1085	130	0,12	884	106	0,12	637	76	Emulsion
0,13	7234	940	0,13	5895	766	0,13	4244	552	Emulsion
0,13	4051	527	0,13	3301	429	0,13	2377	309	Emulsion
0,13	3183	414	0,13	2594	337	0,13	1867	243	Emulsion
0,15	3617	543	0,15	2947	442	0,15	2122	318	Emulsion
0,15	3617	543	0,15	2947	442	0,15	2122	318	Emulsion
0,13	5064	658	0,13	4126	536	0,13	2971	386	Emulsion
0,13	5064	658	0,13	4126	536	0,13	2971	386	Emulsion
0,13	5064	658	0,13	4126	536	0,13	2971	386	Emulsion
0,13	5064	658	0,13	4126	536	0,13	2971	386	Emulsion
0,13	5064	658	0,13	4126	536	0,13	2971	386	Emulsion
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–





Stahl:



INOX:



Guss:



Alu:



Tabelle 3.48 KOMET – Wendeplatten-Vollbohrer 3xD (KUB Trigon)

Katalognummer **236630; 236635 mit Wendeplatten 236740 bis 237080**

Effektive Schneiden **1**

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			Schneidstoff	∅ 14,0–19,5			∅ 20,0 – 24,5		
							f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	1. Wahl	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	260	300	320	BK8425	0,07	5701	399	0,09	4292	386
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	210	250	270	BK8425	0,08	4751	380	0,13	3577	465
2.0	Automatenstähle	< 850	260	300	320	BK8425	0,13	5701	741	0,16	4292	644
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	210	250	270	BK8425	0,08	4751	380	0,13	3577	465
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	200	230	250	BK8425	0,08	4371	350	0,13	3290	428
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	170	200	220	BK8425	0,08	3801	304	0,13	2861	372
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	170	200	220	BK8425	0,07	3801	266	0,13	2861	372
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	170	200	220	BK8425	0,05	3801	190	0,08	2861	229
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	130	160	180	BK8425	0,05	3041	152	0,08	2289	183
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	210	250	270	BK8425	0,07	4751	333	0,09	3577	322
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	170	200	220	BK8425	0,08	3801	304	0,13	2861	372
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	130	160	180	BK8425	0,08	3041	243	0,13	2289	298
7.0	Nitrierstähle	< 1000	170	200	220	BK8425	0,09	3801	342	0,13	2861	372
7.1	Nitrierstähle	> 1000	130	160	180	BK8425	0,09	3041	274	0,13	2289	298
8.0	Werkzeugstähle	< 850	190	220	240	BK8425	0,07	4181	293	0,13	3147	409
8.1	Werkzeugstähle	850– 1100	130	160	180	BK8425	0,05	3041	152	0,08	2289	183
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	100	130	150	BK8425	0,05	2470	124	0,08	1860	149
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	80	100	130	BK8425	0,05	1900	95	0,08	1431	114
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–		–		–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–		–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–		–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	50	60	70	BK8425	0,05	1140	57	0,08	858	69
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–		–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	100	130	150	BK8425	0,05	2470	124	0,08	1860	149
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	150	180	200	BK2730	0,09	3421	308	0,13	2575	335
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	140	160	170	BK2730	0,09	3041	274	0,13	2289	298
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	140	160	170	BK2730	0,09	3041	274	0,13	2289	298
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	140	160	170	BK2730	0,09	3041	274	0,13	2289	298
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	50	60	70	BK2730	0,09	1140	103	0,13	858	112
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	180	200	220	BK6115	0,13	3801	494	0,15	2861	429
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	180	200	220	BK6115	0,13	3801	494	0,15	2861	429
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	140	160	180	BK6115	0,10	3041	304	0,13	2289	298
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	120	140	150	BK6115	0,10	2661	266	0,13	2003	260
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	60	80	90	BK2730	0,05	1520	76	0,08	1144	92
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	50	60	70	BK2730	0,05	1140	57	0,08	858	69
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	550	600	620	BK7710	0,06	11402	684	0,10	8584	858
17.1	Al-Leg., kurzspanend		250	300	320	BK7710	0,08	5701	456	0,13	4292	558
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		200	250	270	BK7710	0,10	4751	475	0,13	3577	465
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	260	300	320	BK7710	0,13	5701	741	0,13	4292	558
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	260	300	320	BK7710	0,13	5701	741	0,13	4292	558
18.2	Messing, langspanend	< 600	260	300	320	BK7710	0,13	5701	741	0,13	4292	558
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	350	400	420	BK7710	0,13	7601	988	0,13	5722	744
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	350	400	420	BK7710	0,13	7601	988	0,13	5722	744
18.5	Bronze, langspanend	< 850	300	350	370	BK7710	0,13	6651	865	0,13	5007	651
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	250	300	320	BK7710	0,13	5701	741	0,13	4292	558
19.0	Graphit		100	150	200	BK7710	0,08	2851	228	0,13	2146	279
20.0	Thermoplast			–		–		–			–	
20.1	Duroplast			–		–		–			–	
20.2	GFK und CFK			–		–		–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen maximalen Bohrerdurchmesser, den Schnittgeschwindigkeitsstartwert.
Achtung: Beim Bohreraustritt fällt eine Scheibe ab. Bei drehenden Werkstücken besteht durch Schleuderwirkung Unfallgefahr.

∅ 25,0 – 36,0			∅ 37,0 – 44,0			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,10	3131	313	0,12	2358	283	Emulsion
0,14	2609	365	0,14	1965	275	Emulsion
0,16	3131	501	0,16	2358	377	Emulsion
0,14	2609	365	0,14	1965	275	Emulsion
0,14	2400	336	0,14	1808	253	Emulsion
0,14	2087	292	0,14	1572	220	Emulsion
0,14	2087	292	0,14	1572	220	Emulsion
0,10	2087	209	0,10	1572	157	Emulsion
0,10	1670	167	0,10	1258	126	Emulsion
0,10	2609	261	0,10	1965	196	Emulsion
0,14	2087	292	0,14	1572	220	Emulsion
0,14	1670	234	0,14	1258	176	Emulsion
0,14	2087	292	0,14	1572	220	Emulsion
0,14	1670	234	0,14	1258	176	Emulsion
0,14	2296	321	0,14	1729	242	Emulsion
0,10	1670	167	0,10	1258	126	Emulsion
0,10	1357	136	0,10	1022	102	Emulsion
0,10	1044	104	0,10	786	79	Emulsion
	–			–		–
	–			–		–
	–			–		–
0,08	626	50	0,08	472	38	Emulsion
	–			–		–
0,08	1357	109	0,08	1022	82	Emulsion
0,14	1879	263	0,14	1415	198	Emulsion
0,14	1670	234	0,14	1258	176	Emulsion
0,14	1670	234	0,14	1258	176	Emulsion
0,14	1670	234	0,14	1258	176	Emulsion
0,14	626	88	0,14	472	66	Emulsion
0,16	2087	334	0,16	1572	252	Emulsion
0,16	2087	334	0,16	1572	252	Emulsion
0,14	1670	234	0,14	1258	176	Emulsion
0,14	1461	205	0,14	1100	154	Emulsion
0,10	835	83	0,10	629	63	Emulsion
0,10	626	63	0,10	472	47	Emulsion
0,12	6262	751	0,10	4716	660	Emulsion
0,14	3131	438	0,16	2358	377	Emulsion
0,14	2609	365	0,16	1965	314	Emulsion
0,14	3131	438	0,14	2358	330	Emulsion
0,14	3131	438	0,14	2358	330	Emulsion
0,14	3131	438	0,14	2358	330	Emulsion
0,14	4175	584	0,14	3144	440	Emulsion
0,14	4175	584	0,14	3144	440	Emulsion
0,14	3653	511	0,14	2751	385	Emulsion
0,14	3131	438	0,14	2358	330	Emulsion
0,14	1565	219	0,16	1179	165	Luft
	–			–		–
	–			–		–
	–			–		–





ALU



leicht verrundet

Stahl und Guss



gefast und verrundet

Stahl



verrundet

lang-spanende Werkstoff



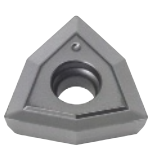
verrundet

INOX



verrundet

INOX



verrundet

Tabelle 3.49 KOMET – Wendeplatten-Vollbohrer 6xD/8xD (KUB Centron)

Katalognummer **236652; 236654 mit Bohrkrone 236650 und Wendeplatten 236740 bis 237080**

Effektive Schneiden 1

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			Schneidstoff	∅ 20,0–25,0			∅ 26,0–30,0		
							f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	1. Wahl	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	200	250	270	BK8425	0,06	3537	212	0,06	2842	171
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	160	200	220	BK8425	0,08	2829	226	0,10	2274	227
2.0	Automatenstähle	< 850	200	250	270	BK8425	0,10	3537	354	0,12	2842	341
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	140	180	220	BK8425	0,08	2546	204	0,10	2046	205
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	180	200	220	BK8425	0,10	2829	283	0,12	2274	273
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	160	180	200	BK8425	0,10	2546	255	0,12	2046	246
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	140	160	180	BK8425	0,08	2264	181	0,10	1819	182
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	160	180	200	BK8425	0,06	2546	153	0,10	2046	205
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	140	160	180	BK8425	0,06	2264	136	0,10	1819	182
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	160	200	220	BK8425	0,08	2829	226	0,10	2274	227
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	160	180	200	BK8425	0,06	2546	153	0,10	2046	205
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	140	160	180	BK8425	0,06	2264	136	0,08	1819	146
7.0	Nitrierstähle	< 1000	140	160	180	BK8425	0,06	2264	136	0,12	1819	218
7.1	Nitrierstähle	> 1000	120	140	160	BK8425	0,06	1981	119	0,10	1592	159
8.0	Werkzeugstähle	< 850	160	180	200	BK8425	0,10	2546	255	0,12	2046	246
8.1	Werkzeugstähle	850– 1100	140	160	180	BK8425	0,08	2264	181	0,12	1819	218
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	120	140	160	BK8425	0,06	1981	119	0,08	1592	127
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	60	80	100	BK8425	0,06	1132	68	0,08	909	73
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–		–		–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–		–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–		–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	60	80	100	BK8425	0,04	1132	45	0,06	909	55
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–		–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500		–		–		–			–	
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	140	180	200	BK2730	0,12	2546	306	0,14	2046	286
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	120	160	180	BK2730	0,06	2264	226	0,12	1819	218
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	120	160	180	BK2730	0,06	2264	226	0,12	1819	218
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	100	120	140	BK2730	0,06	1698	136	0,10	1364	136
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–		–		–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	120	180	200	BK6115	0,12	2546	306	0,14	2046	286
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	100	160	180	BK6115	0,10	2264	226	0,12	1819	218
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	80	140	160	BK6115	0,10	1981	198	0,12	1592	191
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	80	120	140	BK6115	0,08	1698	136	0,10	1364	136
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850		–		–		–			–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200		–		–		–			–	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	320	350	380	BK7710	0,05	4951	248	0,08	3979	318
17.1	Al-Leg., kurzspanend		200	250	270	BK7710	0,17	3537	248	0,10	2842	284
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		170	200	230	BK7710	0,08	2829	226	0,10	2274	227
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	200	250	300	BK7710	0,05	3537	177	0,08	2842	227
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	120	200	220	BK7710	0,10	2829	283	0,12	2274	273
18.2	Messing, langspanend	< 600	200	250	270	BK7710	0,05	3537	177	0,08	2842	227
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	200	250	270	BK7710	0,10	3537	354	0,14	2842	398
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	120	160	180	BK7710	0,08	2264	181	0,10	1819	182
18.5	Bronze, langspanend	< 850	200	250	300	BK7710	0,05	3537	177	0,08	2842	227
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	120	140	160	BK7710	0,05	1981	99	0,08	1592	127
19.0	Graphit		100	150	200	BK7710	0,06	2122	127	0,08	1705	136
20.0	Thermoplast			–		–		–			–	
20.1	Duroplast			–		–		–			–	
20.2	GFK und CFK		60	120	140	BK7710	0,05	1698	85	0,05	1364	68

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser, den Schnittgeschwindigkeitsstartwert und den Vorschub f.



∅ 33,0 – 45,0			∅-46,0 – 54,0			Kühl-Schmier-Stoff
f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	
0,08	2067	165	0,08	1592	127	Emulsion
0,10	1654	165	0,10	1273	127	Emulsion
0,12	2067	248	0,12	1592	191	Emulsion
0,10	1488	149	0,10	1146	115	Emulsion
0,12	1654	198	0,12	1273	153	Emulsion
0,12	1488	179	0,12	1146	138	Emulsion
0,10	1323	132	0,10	1019	102	Emulsion
0,10	1488	149	0,10	1146	115	Emulsion
0,10	1323	132	0,10	1019	102	Emulsion
0,10	1654	165	0,10	1273	127	Emulsion
0,10	1488	149	0,10	1146	115	Emulsion
0,08	1323	106	0,08	1019	81	Emulsion
0,12	1323	159	0,12	1019	122	Emulsion
0,10	1157	116	0,10	891	89	Emulsion
0,12	1488	179	0,12	1146	138	Emulsion
0,12	1323	159	0,12	1019	122	Emulsion
0,08	1157	93	0,08	891	71	Emulsion
0,08	661	53	0,08	509	41	Emulsion
	–			–		–
	–			–		–
	–			–		–
0,06	661	40	0,06	509	31	Emulsion
	–			–		–
	–			–		–
0,14	1488	208	0,14	1146	160	Emulsion
0,12	1323	159	0,12	1019	122	Emulsion
0,12	1323	159	0,12	1019	122	Emulsion
0,10	992	99	0,10	764	76	Emulsion
	–			–		–
0,14	1488	208	0,14	1146	160	Emulsion
0,12	1323	159	0,12	1019	122	Emulsion
0,12	1157	139	0,12	891	107	Emulsion
0,10	992	99	0,10	764	76	Emulsion
	–			–		–
	–			–		–
0,08	2894	231	0,08	2228	178	Emulsion
0,10	2067	207	0,10	1592	159	Emulsion
0,10	1654	165	0,10	1273	127	Emulsion
0,08	2067	165	0,10	1592	159	Emulsion
0,12	1654	198	0,14	1273	178	Emulsion
0,08	2067	165	0,10	1592	159	Emulsion
0,14	2067	289	0,16	1592	255	Emulsion
0,12	1323	159	0,14	1019	143	Emulsion
0,10	2067	207	0,12	1592	191	Emulsion
0,08	1157	93	0,10	891	89	Emulsion
0,08	1240	99	0,08	955	76	Luft
	–			–		–
	–			–		–
0,05	992	50	0,07	764	53	Emulsion

Bohrkrone:



Zentrierspitze:



Führungsstollen:



Wendeplatten:



ALU
leicht verrundet



Stahl und Guss
gefast und verrundet



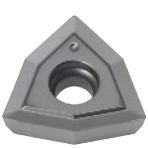
Stahl
verrundet



langspanende Werkstoffe
verrundet



INOX
verrundet



INOX
verrundet

Tabelle 3.50 KOMET Doppelschneider G01 mit Axialverstellung (Hartmetall)

Katalognummer 236680; 236682 mit Halter 236685; 236686 und Wendeplatten 236840; 236900; 236980
Anzahl der Halter 2
Wendeplatte WOEX

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	WOEX Wendeschneidplatte **Schruppbearbeitung** für Aufmaß a_p = 1 ... 9 mm **Kombi-Schruppbearbeitung** für Aufmaß a_p = 2 ... 18 mm								
			v_c [m/min]			Schneidstoff	∅ 24 – 32			∅ 30 – 41		
							f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	1. Wahl	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	180	200	220	BK8425	0,20	2274	455	0,24	1793	430
							0,10	2274	227	0,12	1793	215
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	180	200	220	BK8425	0,20	2274	455	0,24	1793	430
							0,10	2274	227	0,12	1793	215
2.0	Automatenstähle	< 850	160	180	200	BK8425	0,20	2046	409	0,24	1614	387
							0,10	2046	205	0,12	1614	194
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	160	180	190	BK8425	0,20	2046	409	0,24	1614	387
							0,10	2046	205	0,12	1614	194
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	180	200	220	BK8425	0,20	2274	455	0,24	1793	430
							0,10	2274	227	0,12	1793	215
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	180	200	220	BK8425	0,20	2274	455	0,24	1793	430
							0,10	2274	227	0,12	1793	215
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	120	140	150	BK8425	0,20	1592	318	0,24	1255	301
							0,10	1592	159	0,12	1255	151
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	120	140	150	BK8425	0,20	1592	318	0,24	1255	301
							0,10	1592	159	0,12	1255	151
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	120	140	150	BK8425	0,20	1592	318	0,24	1255	301
							0,10	1592	159	0,12	1255	151
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	180	200	220	BK8425	0,20	2274	455	0,24	1793	430
							0,10	2274	227	0,12	1793	215
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	180	200	210	BK8425	0,20	2274	455	0,24	1793	430
							0,10	2274	227	0,12	1793	215
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	120	140	150	BK8425	0,20	1592	318	0,24	1255	301
							0,10	1592	159	0,12	1255	151
7.0	Nitrierstähle	< 1000	120	140	150	BK8425	0,20	1592	318	0,24	1255	301
							0,10	1592	159	0,12	1255	151
7.1	Nitrierstähle	> 1000	120	140	150	BK8425	0,20	1592	318	0,24	1255	301
							0,10	1592	159	0,12	1255	151
8.0	Werkzeugstähle	< 850	180	200	210	BK8425	0,20	2274	455	0,24	1793	430
							0,10	2274	227	0,12	1793	215
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	130	140	150	BK8425	0,20	1592	318	0,24	1255	301
							0,10	1592	159	0,12	1255	151
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	110	120	130	BK8425	0,12	1364	164	0,20	1076	215
							0,06	1364	82	0,10	1076	108
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200		–		–		–			–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–		–		–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–		–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–		–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350		–		–		–			–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–		–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500		–		–		–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert.
Achtung: Reduzierung der Schnittgeschwindigkeit beim Einsatz von Verlängerungen erforderlich.






∅ 39 – 53			∅ 51 – 71			∅ 64 – 91			∅ 83– 124			∅ 109 – 167			∅ 139 – 215			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,30	1384	415	0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369	0,60	461	277	0,60	360	216	Emulsion
0,15	1384	208	0,20	1044	209	0,25	821	205	0,30	615	185	0,30	461	138	0,30	360	108	Emulsion
0,30	1384	415	0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369	0,60	461	277	0,60	360	216	Emulsion
0,15	1384	208	0,20	1044	209	0,25	821	205	0,30	615	185	0,30	461	138	0,30	360	108	Emulsion
0,30	1246	374	0,40	939	376	0,50	739	370	0,60	554	332	0,60	415	249	0,60	324	194	Emulsion
0,15	1246	187	0,20	939	188	0,25	739	185	0,30	554	166	0,30	415	125	0,30	324	97	Emulsion
0,30	1246	374	0,40	939	376	0,50	739	370	0,60	554	332	0,60	415	249	0,60	324	194	Emulsion
0,15	1246	187	0,20	939	188	0,25	739	185	0,30	554	166	0,30	415	125	0,30	324	97	Emulsion
0,30	1384	415	0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369	0,60	461	277	0,60	360	216	Emulsion
0,15	1384	208	0,20	1044	209	0,25	821	205	0,30	615	185	0,30	461	138	0,30	360	108	Emulsion
0,30	1384	415	0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369	0,60	461	277	0,60	360	216	Emulsion
0,15	1384	208	0,20	1044	209	0,25	821	205	0,30	615	185	0,30	461	138	0,30	360	108	Emulsion
0,30	969	291	0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258	0,60	323	194	0,60	252	151	Emulsion
0,15	969	145	0,20	731	146	0,25	575	144	0,30	431	129	0,30	323	97	0,30	252	76	Emulsion
0,30	969	291	0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258	0,60	323	194	0,60	252	151	Emulsion
0,15	969	145	0,20	731	146	0,25	575	144	0,30	431	129	0,30	323	97	0,30	252	76	Emulsion
0,30	969	291	0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258	0,60	323	194	0,60	252	151	Emulsion
0,15	969	145	0,20	731	146	0,25	575	144	0,30	431	129	0,30	323	97	0,30	252	76	Emulsion
0,30	1384	415	0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369	0,60	461	277	0,60	360	216	Emulsion
0,15	1384	208	0,20	1044	209	0,25	821	205	0,30	615	185	0,30	461	138	0,30	360	108	Emulsion
0,30	1384	415	0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369	0,60	461	277	0,60	360	216	Emulsion
0,15	1384	208	0,20	1044	209	0,25	821	205	0,30	615	185	0,30	461	138	0,30	360	108	Emulsion
0,30	969	291	0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258	0,60	323	194	0,60	252	151	Emulsion
0,15	969	145	0,20	731	146	0,25	575	144	0,30	431	129	0,30	323	97	0,30	252	76	Emulsion
0,30	969	291	0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258	0,60	323	194	0,60	252	151	Emulsion
0,15	969	145	0,20	731	146	0,25	575	144	0,30	431	129	0,30	323	97	0,30	252	76	Emulsion
0,30	969	291	0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258	0,60	323	194	0,60	252	151	Emulsion
0,15	969	145	0,20	731	146	0,25	575	144	0,30	431	129	0,30	323	97	0,30	252	76	Emulsion
0,30	1384	415	0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369	0,60	461	277	0,60	360	216	Emulsion
0,15	1384	208	0,20	1044	209	0,25	821	205	0,30	615	185	0,30	461	138	0,30	360	108	Emulsion
0,30	969	291	0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258	0,60	323	194	0,60	252	151	Emulsion
0,15	969	145	0,20	731	146	0,25	575	144	0,30	431	129	0,30	323	97	0,30	252	76	Emulsion
0,24	830	199	0,30	626	188	0,40	493	197	0,40	369	148	0,50	277	138	0,50	216	108	Emulsion
0,12	830	100	0,15	626	94	0,20	493	99	0,20	369	74	0,25	277	69	0,25	216	54	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–

Tabelle 3.50 (Forts.) KOMET Doppelschneider G01 mit Axialverstellung (Hartmetall)

Katalognummer 236680; 236682 mit Halter 236685; 236686 und Wendeplatten 236840; 236900; 236980
Anzahl der Halter 2
Wendeplatte WOEX

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	WOEX Wendeschneidplatte Schruppbearbeitung für Aufmaß a_p = 1 ... 9 mm Kombi-Schruppbearbeitung für Aufmaß a_p = 2 ... 18 mm									
			v_c [m/min]			Schneidstoff	∅ 24 – 32			∅ 30 – 41		
							f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	1. Wahl	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	110	120	130	BK8425	0,14	1364	191	0,18	1076	194
							0,07	1364	95	0,09	1076	97
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	110	120	130	BK8425	0,14	1364	191	0,18	1076	194
							0,07	1364	95	0,09	1076	97
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	80	90	100	BK8425	0,10	1023	102	0,14	807	113
							0,05	1023	51	0,07	807	56
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	80	90	100	BK8425	0,10	1023	102	0,14	807	113
							0,05	1023	51	0,07	807	56
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	40	50	55	BK8425	0,10	568	57	0,16	448	72
							0,05	568	28	0,08	448	36
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	160	180	200	BK7930	0,24	2046	491	0,30	1614	484
							0,12	2046	246	0,15	1614	242
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	160	180	200	BK7930	0,24	2046	491	0,30	1614	484
							0,12	2046	246	0,15	1614	242
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	130	140	150	BK7930	0,24	1592	382	0,30	1255	377
							0,12	1592	191	0,15	1255	188
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	90	100	110	BK7930	0,20	1137	227	0,24	897	215
							0,10	1137	114	0,12	897	108
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	40	50	60	BK8425	0,12	568	68	0,16	448	72
							0,06	568	34	0,08	448	36
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	40	50	55	BK8425	0,12	568	68	0,16	448	72
							0,06	568	34	0,08	448	36
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	220	250	280	BK7710	0,24	2842	682	0,30	2242	672
							0,12	2842	341	0,15	2242	336
17.1	Al.-leg. kurzspanend		230	250	270	BK7710	0,24	2842	682	0,30	2242	672
							0,12	2842	341	0,15	2242	336
17.2	Alu.- Gussleg. >10% Si		180	200	220	BK7710	0,24	2274	546	0,30	1793	538
							0,12	2274	273	0,15	1793	269
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	220	250	280	BK7710	0,24	2842	682	0,30	2242	672
							0,12	2842	341	0,15	2242	336
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	230	250	270	BK7710	0,24	2842	682	0,30	2242	672
							0,12	2842	341	0,15	2242	336
18.2	Messing, langspanend	< 600	230	250	270	BK7710	0,24	2842	682	0,30	2242	672
							0,12	2842	341	0,15	2242	336
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	230	250	270	BK7710	0,24	2842	682	0,30	2242	672
							0,12	2842	341	0,15	2242	336
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	230	250	270	BK7710	0,24	2842	682	0,30	2242	672
							0,12	2842	341	0,15	2242	336
18.5	Bronze, langspanend	< 850	230	250	270	BK7710	0,24	2842	682	0,30	2242	672
							0,12	2842	341	0,15	2242	336
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	230	250	270	BK7710	0,24	2842	682	0,30	2242	672
							0,12	2842	341	0,15	2242	336
19.0	Graphit			–		–		–			–	
20.0	Thermoplaste			–		–		–			–	
20.1	Duroplaste			–		–		–			–	
20.2	GFK und CFK			–		–		–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert. Reduzierung der Schnittgeschwindigkeit beim Einsatz von Verlängerungen erforderlich.






∅ 39 – 53			∅ 51 – 71			∅ 64 – 91			∅ 83– 124			∅ 109 – 167			∅ 139 – 215			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,24	830	199	0,24	626	150	0,30	493	148	0,40	369	148	0,40	277	111	0,40	216	86	Emulsion
0,12	830	100	0,12	626	75	0,15	493	74	0,20	369	74	0,20	277	55	0,20	216	43	Emulsion
0,24	830	199	0,24	626	150	0,30	493	148	0,40	369	148	0,40	277	111	0,40	216	86	Emulsion
0,12	830	100	0,12	626	75	0,15	493	74	0,20	369	74	0,20	277	55	0,20	216	43	Emulsion
0,20	623	125	0,20	470	94	0,24	370	89	0,30	277	83	0,30	208	62	0,30	162	49	Emulsion
0,10	623	62	0,10	470	47	0,12	370	44	0,15	277	42	0,15	208	31	0,15	162	24	Emulsion
0,20	623	125	0,20	470	94	0,24	370	89	0,30	277	83	0,30	208	62	0,30	162	49	Emulsion
0,10	623	62	0,10	470	47	0,12	370	44	0,15	277	42	0,15	208	31	0,15	162	24	Emulsion
0,20	346	69	0,24	261	63	0,24	205	49	0,30	154	46	0,30	115	35	0,40	90	36	Emulsion
0,10	346	35	0,12	261	31	0,12	205	25	0,15	154	23	0,15	115	17	0,20	90	18	Emulsion
0,50	1246	623	0,50	939	470	0,60	739	444	0,70	554	388	0,70	415	291	0,70	324	227	Emulsion
0,25	1246	311	0,25	939	235	0,30	739	222	0,35	554	194	0,35	415	145	0,35	324	113	Emulsion
0,50	1246	623	0,50	939	470	0,60	739	444	0,70	554	388	0,70	415	291	0,70	324	227	Emulsion
0,25	1246	311	0,25	939	235	0,30	739	222	0,35	554	194	0,35	415	145	0,35	324	113	Emulsion
0,50	969	484	0,50	731	365	0,60	575	345	0,70	431	301	0,70	323	226	0,70	252	176	Emulsion
0,25	969	242	0,25	731	183	0,30	575	173	0,35	431	151	0,35	323	113	0,35	252	88	Emulsion
0,30	692	208	0,40	522	209	0,50	411	205	0,60	308	185	0,60	231	138	0,70	180	126	Emulsion
0,15	692	104	0,20	522	104	0,25	411	103	0,30	308	92	0,30	231	69	0,35	180	63	Emulsion
0,20	346	69	0,24	261	63	0,24	205	49	0,30	154	46	0,30	115	35	0,40	90	36	Emulsion
0,10	346	35	0,12	261	31	0,12	205	25	0,15	154	23	0,15	115	17	0,20	90	18	Emulsion
0,20	346	69	0,24	261	63	0,24	205	49	0,30	154	46	0,30	115	35	0,40	90	36	Emulsion
0,10	346	35	0,12	261	31	0,12	205	25	0,15	154	23	0,15	115	17	0,20	90	18	Emulsion
0,50	1730	865	0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538	0,70	577	404	0,70	450	315	Emulsion
0,25	1730	432	0,25	1305	326	0,30	1027	308	0,35	769	269	0,35	577	202	0,35	450	157	Emulsion
0,50	1730	865	0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538	0,70	577	404	0,70	450	315	Emulsion
0,25	1730	432	0,25	1305	326	0,30	1027	308	0,35	769	269	0,35	577	202	0,35	450	157	Emulsion
0,50	1384	692	0,50	1044	522	0,60	821	493	0,70	615	431	0,70	461	323	0,70	360	252	Emulsion
0,25	1384	346	0,25	1044	261	0,30	821	246	0,35	615	215	0,35	461	161	0,35	360	126	Emulsion
0,50	1730	865	0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538	0,70	577	404	0,70	450	315	Emulsion
0,25	1730	432	0,25	1305	326	0,30	1027	308	0,35	769	269	0,35	577	202	0,35	450	157	Emulsion
0,50	1730	865	0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538	0,70	577	404	0,70	450	315	Emulsion
0,25	1730	432	0,25	1305	326	0,30	1027	308	0,35	769	269	0,35	577	202	0,35	450	157	Emulsion
0,50	1730	865	0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538	0,70	577	404	0,70	450	315	Emulsion
0,25	1730	432	0,25	1305	326	0,30	1027	308	0,35	769	269	0,35	577	202	0,35	450	157	Emulsion
0,50	1730	865	0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538	0,70	577	404	0,70	450	315	Emulsion
0,25	1730	432	0,25	1305	326	0,30	1027	308	0,35	769	269	0,35	577	202	0,35	450	157	Emulsion
0,50	1730	865	0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538	0,70	577	404	0,70	450	315	Emulsion
0,25	1730	432	0,25	1305	326	0,30	1027	308	0,35	769	269	0,35	577	202	0,35	450	157	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–

Tabelle 3.50 (Forts.) KOMET Doppelschneider G01 mit Axialverstellung (Hartmetall)

Katalognummer 236680; 236682 mit Halter 236688 und Wendeplatten CCMT 06/09/12
Anzahl der Halter 2
Wendeplatte CCMT

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	CCMT Wendeschneidplatte **Schlichtbearbeitung** für Aufmaß a_p = 0,7... 3 mm **Kombi-Schlichtbearbeitung** für Aufmaß a_p = 1,4... 6 mm									
			v_c [m/min]			Schneidstoff	∅ 24 – 32			∅ 30 – 41		
							f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	1. Wahl	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	180	200	220	HB7025; HB7035	0,16	2274	364	0,16	1793	287
							0,08	2274	182	0,08	1793	143
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	180	200	220	HB7025; HB7035	0,16	2274	364	0,16	1793	287
							0,08	2274	182	0,08	1793	143
2.0	Automatenstähle	< 850	160	180	200	HB7025; HB7035	0,16	2046	327	0,16	1614	258
							0,08	2046	164	0,08	1614	129
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	160	180	190	HB7025; HB7035	0,16	2046	327	0,16	1614	258
							0,08	2046	164	0,08	1614	129
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	180	200	220	HB7025; HB7035	0,16	2274	364	0,16	1793	287
							0,08	2274	182	0,08	1793	143
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	180	200	220	HB7025; HB7035	0,16	2274	364	0,16	1793	287
							0,08	2274	182	0,08	1793	143
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	120	140	150	HB7025; HB7035	0,14	1592	223	0,14	1255	176
							0,07	1592	111	0,07	1255	88
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	120	140	150	HB7025; HB7035	0,14	1592	223	0,14	1255	176
							0,07	1592	111	0,07	1255	88
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	120	140	150	HB7025	0,14	1592	223	0,14	1255	176
							0,07	1592	111	0,07	1255	88
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	180	200	220	HB7025; HB7035	0,16	2274	364	0,16	1793	287
							0,08	2274	182	0,08	1793	143
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	180	200	210	HB7025; HB7035	0,16	2274	364	0,16	1793	287
							0,08	2274	182	0,08	1793	143
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	120	140	150	HB7025	0,14	1592	223	0,14	1255	176
							0,07	1592	111	0,07	1255	88
7.0	Nitrierstähle	< 1000	120	140	150	HB7025; HB7035	0,14	1592	223	0,14	1255	176
							0,07	1592	111	0,07	1255	88
7.1	Nitrierstähle	> 1000	120	140	150	HB7025	0,14	1592	223	0,14	1255	176
							0,07	1592	111	0,07	1255	88
8.0	Werkzeugstähle	< 850	180	200	210	HB7025; HB7035	0,16	2274	364	0,16	1793	287
							0,08	2274	182	0,08	1793	143
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	130	140	150	HB7025; HB7035	0,14	1592	223	0,14	1255	176
							0,10	1592	111	0,07	1255	88
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	110	120	130	HB7025	0,14	1364	191	0,14	1076	151
							0,07	1364	95	0,07	1076	75
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200		–		–		–			–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–		–		–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–		–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–		–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350		–		–		–			–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–		–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500		–		–		–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert.
Achtung: Reduzierung der Schnittgeschwindigkeit beim Einsatz von Verlängerungen erforderlich.





∅ 39 – 53			∅ 51 – 71			∅ 64 – 91			∅ 83– 124			∅ 109 – 167			∅ 139 – 215			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,16	1384	221	0,20	1044	209	0,20	821	164	0,30	615	185	0,30	461	138	0,30	360	108	Emulsion
0,08	1384	111	0,10	1044	104	0,10	821	82	0,15	615	92	0,15	461	69	0,15	360	54	Emulsion
0,16	1384	221	0,20	1044	209	0,20	821	164	0,30	615	185	0,30	461	138	0,30	360	108	Emulsion
0,08	1384	111	0,10	1044	104	0,10	821	82	0,15	615	92	0,15	461	69	0,15	360	54	Emulsion
0,16	1246	199	0,20	939	188	0,20	739	148	0,30	554	166	0,30	415	125	0,30	324	97	Emulsion
0,08	1246	100	0,10	939	94	0,10	739	74	0,15	554	83	0,15	415	62	0,15	324	49	Emulsion
0,16	1246	199	0,20	939	188	0,20	739	148	0,30	554	166	0,30	415	125	0,30	324	97	Emulsion
0,08	1246	100	0,10	939	94	0,10	739	74	0,15	554	83	0,15	415	62	0,15	324	49	Emulsion
0,16	1384	221	0,20	1044	209	0,20	821	164	0,30	615	185	0,30	461	138	0,30	360	108	Emulsion
0,08	1384	111	0,10	1044	104	0,10	821	82	0,15	615	92	0,15	461	69	0,15	360	54	Emulsion
0,16	1384	221	0,20	1044	209	0,20	821	164	0,30	615	185	0,30	461	138	0,30	360	108	Emulsion
0,08	1384	111	0,10	1044	104	0,10	821	82	0,15	615	92	0,15	461	69	0,15	360	54	Emulsion
0,14	969	136	0,16	731	117	0,16	575	92	0,24	431	103	0,24	323	78	0,24	252	60	Emulsion
0,07	969	68	0,08	731	58	0,08	575	46	0,12	431	52	0,12	323	39	0,12	252	30	Emulsion
0,14	969	136	0,16	731	117	0,16	575	92	0,24	431	103	0,24	323	78	0,24	252	60	Emulsion
0,07	969	68	0,08	731	58	0,08	575	46	0,12	431	52	0,12	323	39	0,12	252	30	Emulsion
0,14	969	136	0,16	731	117	0,16	575	92	0,24	431	103	0,24	323	78	0,24	252	60	Emulsion
0,07	969	68	0,08	731	58	0,08	575	46	0,12	431	52	0,12	323	39	0,12	252	30	Emulsion
0,16	1384	221	0,20	1044	209	0,20	821	164	0,30	615	185	0,30	461	138	0,30	360	108	Emulsion
0,08	1384	111	0,10	1044	104	0,10	821	82	0,15	615	92	0,15	461	69	0,15	360	54	Emulsion
0,16	1384	221	0,20	1044	209	0,20	821	164	0,30	615	185	0,30	461	138	0,30	360	108	Emulsion
0,08	1384	111	0,10	1044	104	0,10	821	82	0,15	615	92	0,15	461	69	0,15	360	54	Emulsion
0,14	969	136	0,16	731	117	0,16	575	92	0,24	431	103	0,24	323	78	0,24	252	60	Emulsion
0,07	969	68	0,08	731	58	0,08	575	46	0,12	431	52	0,12	323	39	0,12	252	30	Emulsion
0,14	969	136	0,16	731	117	0,16	575	92	0,24	431	103	0,24	323	78	0,24	252	60	Emulsion
0,07	969	68	0,08	731	58	0,08	575	46	0,12	431	52	0,12	323	39	0,12	252	30	Emulsion
0,14	969	136	0,16	731	117	0,16	575	92	0,24	431	103	0,24	323	78	0,24	252	60	Emulsion
0,07	969	68	0,08	731	58	0,08	575	46	0,12	431	52	0,12	323	39	0,12	252	30	Emulsion
0,16	1384	221	0,20	1044	209	0,20	821	164	0,30	615	185	0,30	461	138	0,30	360	108	Emulsion
0,08	1384	111	0,10	1044	104	0,10	821	82	0,15	615	92	0,15	461	69	0,15	360	54	Emulsion
0,14	969	136	0,16	731	117	0,16	575	92	0,24	431	103	0,24	323	78	0,24	252	60	Emulsion
0,07	969	68	0,08	731	58	0,08	575	46	0,12	431	52	0,12	323	39	0,12	252	30	Emulsion
0,14	830	116	0,16	626	100	0,16	493	79	0,20	369	74	0,20	277	55	0,20	216	43	Emulsion
0,07	830	58	0,08	626	50	0,08	493	39	0,08	369	37	0,10	277	28	0,10	216	22	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–

Tabelle 3.50 (Forts.) KOMET Doppelschneider G01 mit Axialverstellung (Hartmetall)

Katalognummer 236680; 236682 mit Halter 236688 und Wendeplatten CCMT 06/09/12
Anzahl der Halter 2
Wendeplatte CCMT

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	WOEX Wendeschneidplatte **Schlichtbearbeitung** für Aufmaß a_p = 0,7... 3 mm **Kombi-Schlichtbearbeitung** für Aufmaß a_p = 1,4... 6 mm									
			v_c [m/min]			Schneidstoff	∅ 24 – 32			∅ 30 – 41		
							f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	1. Wahl	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	110	**120**	130	CB7035	0,14	1364	191	0,14	1076	151
							0,07	1364	95	0,07	1076	75
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	110	**120**	130	CB7035	0,12	1364	164	0,12	1076	129
							0,06	1364	82	0,06	1076	65
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	80	**90**	100	CB7035	0,10	1023	102	0,10	807	81
							0,05	1023	51	0,05	807	40
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	80	**90**	100	CB7035	0,10	1023	102	0,10	807	81
							0,05	1023	51	0,05	807	40
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–		–		–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	160	**180**	200	CU7033	0,20	2046	409	0,20	1614	323
							0,10	2046	205	0,10	1614	161
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	160	**180**	200	CU7033	0,20	2046	409	0,20	1614	323
							0,10	2046	205	0,10	1614	161
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	130	**140**	150	CU7033	0,20	1592	318	0,20	1255	251
							0,10	1592	159	0,10	1255	126
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	90	**100**	110	CU7033	0,14	1137	159	0,14	897	126
							0,07	1137	80	0,07	897	63
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850		–		–		–			–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200		–		–		–			–	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	220	**250**	280	HB7025	0,30	2842	853	0,30	2242	672
							0,15	2842	426	0,15	2242	336
17.1	Al.-leg. kurzspanend		230	**250**	270	HB7025	0,30	2842	853	0,30	2242	672
							0,15	2842	426	0,15	2242	336
17.2	Alu.- Gussleg. >10% Si		180	**200**	220	HB7025	0,30	2274	682	0,30	1793	538
							0,15	2274	341	0,15	1793	269
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	220	**250**	280	HB7025	0,30	2842	853	0,30	2242	672
							0,15	2842	426	0,15	2242	336
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	230	**250**	270	HB7025	0,30	2842	853	0,30	2242	672
							0,15	2842	426	0,15	2242	336
18.2	Messing, langspanend	< 600	230	**250**	270	HB7025	0,30	2842	853	0,30	2242	672
							0,15	2842	426	0,15	2242	336
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	230	**250**	270	HB7025	0,30	2842	853	0,30	2242	672
							0,15	2842	426	0,15	2242	336
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	230	**250**	270	HB7025	0,30	2842	853	0,30	2242	672
							0,15	2842	426	0,15	2242	336
18.5	Bronze, langspanend	< 850	230	**250**	270	HB7025	0,30	2842	853	0,30	2242	672
							0,15	2842	426	0,15	2242	336
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	230	**250**	270	HB7025	0,30	2842	853	0,30	2242	672
							0,15	2842	426	0,15	2242	336
19.0	Graphit			–		–		–			–	
20.0	Thermoplaste			–		–		–			–	
20.1	Duroplaste			–		–		–			–	
20.2	GFK und CFK			–		–		–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert. Reduzierung der Schnittgeschwindigkeit beim Einsatz von Verlängerungen erforderlich.





∅ 39 – 53			∅ 51 – 71			∅ 64 – 91			∅ 83– 124			∅ 109 – 167			∅ 139 – 215			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,14	830	116	0,16	626	100	0,16	493	79	0,24	369	89	0,24	277	66	0,24	216	52	Emulsion
0,07	830	58	0,08	626	50	0,08	493	39	0,12	369	44	0,12	277	33	0,12	216	26	Emulsion
0,12	830	100	0,14	626	88	0,14	493	69	0,24	369	89	0,24	277	66	0,24	216	52	Emulsion
0,06	830	50	0,07	626	44	0,07	493	35	0,12	369	44	0,12	277	33	0,12	216	26	Emulsion
0,10	623	62	0,12	470	56	0,12	370	44	0,20	277	55	0,20	208	42	0,20	162	32	Emulsion
0,05	623	31	0,06	470	28	0,06	370	22	0,10	277	28	0,10	208	21	0,10	162	16	Emulsion
0,10	623	62	0,12	470	56	0,12	370	44	0,20	277	55	0,20	208	42	0,20	162	32	Emulsion
0,05	623	31	0,06	470	28	0,06	370	22	0,10	277	28	0,10	208	21	0,10	162	16	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
0,20	1246	249	0,30	939	282	0,30	739	222	0,50	554	277	0,50	415	208	0,50	324	162	Emulsion
0,10	1246	125	0,10	939	141	0,15	739	111	0,25	554	138	0,25	415	104	0,25	324	81	Emulsion
0,20	1246	249	0,30	939	282	0,30	739	222	0,50	554	277	0,50	415	208	0,50	324	162	Emulsion
0,10	1246	125	0,10	939	141	0,15	739	111	0,25	554	138	0,25	415	104	0,25	324	81	Emulsion
0,20	969	194	0,30	731	219	0,30	575	173	0,50	431	215	0,50	323	161	0,50	252	126	Emulsion
0,10	969	97	0,15	731	110	0,15	575	86	0,25	431	108	0,25	323	81	0,25	252	63	Emulsion
0,14	692	97	0,20	522	104	0,20	411	82	0,40	308	123	0,40	231	92	0,40	180	72	Emulsion
0,07	692	48	0,10	522	52	0,10	411	41	0,20	308	62	0,20	231	46	0,20	180	36	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
0,30	1730	519	0,40	1305	522	0,40	1027	411	0,60	769	461	0,60	577	346	0,60	450	270	Emulsion
0,15	1730	259	0,20	1305	261	0,20	1027	205	0,30	769	231	0,30	577	173	0,30	450	135	Emulsion
0,30	1730	519	0,40	1305	522	0,40	1027	411	0,60	769	461	0,60	577	346	0,60	450	270	Emulsion
0,15	1730	259	0,20	1305	261	0,20	1027	205	0,30	769	231	0,30	577	173	0,30	450	135	Emulsion
0,30	1384	415	0,40	1044	417	0,40	821	329	0,60	615	369	0,60	461	277	0,60	360	216	Emulsion
0,15	1384	208	0,20	1044	209	0,20	821	164	0,30	615	185	0,30	461	138	0,30	360	108	Emulsion
0,30	1730	519	0,40	1305	522	0,40	1027	411	0,60	769	461	0,60	577	346	0,60	450	270	Emulsion
0,15	1730	259	0,20	1305	261	0,20	1027	205	0,30	769	231	0,30	577	173	0,30	450	135	Emulsion
0,30	1730	519	0,40	1305	522	0,40	1027	411	0,60	769	461	0,60	577	346	0,60	450	270	Emulsion
0,15	1730	259	0,20	1305	261	0,20	1027	205	0,30	769	231	0,30	577	173	0,30	450	135	Emulsion
0,30	1730	519	0,40	1305	522	0,40	1027	411	0,60	769	461	0,60	577	346	0,60	450	270	Emulsion
0,15	1730	259	0,20	1305	261	0,20	1027	205	0,30	769	231	0,30	577	173	0,30	450	135	Emulsion
0,30	1730	519	0,40	1305	522	0,40	1027	411	0,60	769	461	0,60	577	346	0,60	450	270	Emulsion
0,15	1730	259	0,20	1305	261	0,20	1027	205	0,30	769	231	0,30	577	173	0,30	450	135	Emulsion
0,30	1730	519	0,40	1305	522	0,40	1027	411	0,60	769	461	0,60	577	346	0,60	450	270	Emulsion
0,15	1730	259	0,20	1305	261	0,20	1027	205	0,30	769	231	0,30	577	173	0,30	450	135	Emulsion
0,30	1730	519	0,40	1305	522	0,40	1027	411	0,60	769	461	0,60	577	346	0,60	450	270	Emulsion
0,15	1730	259	0,20	1305	261	0,20	1027	205	0,30	769	231	0,30	577	173	0,30	450	135	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–

Tabelle 3.51 KOMET Doppelschneider G01 ohne Axialverstellung (Hartmetall)

Katalognummer 236680; 236682 mit Halter 236685; 236686 und Wendeplatten 236840; 236900; 236980
Anzahl der Halter 2
Wendeschneidplatte WOEX

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	WOEX Wendeschneidplatte									
			Schruppbearbeitung für Aufmaß a_p = 1 ... 9 mm									
			v_c [m/min]			Schneidstoff	∅ 24 – 32			∅ 30 – 41		
							f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	1. Wahl	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	180	200	220	BK8425	0,24	2274	546	0,24	1793	430
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	180	200	220	BK8425	0,24	2274	546	0,24	1793	430
2.0	Automatenstähle	< 850	160	180	200	BK8425	0,24	2046	491	0,24	1614	387
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	160	180	190	BK8425	0,24	2046	491	0,24	1614	387
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	180	200	220	BK8425	0,24	2274	546	0,24	1793	430
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	180	200	220	BK8425	0,24	2274	546	0,24	1793	430
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	120	140	150	BK8425	0,24	1592	382	0,24	1255	301
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	120	140	150	BK8425	0,24	1592	382	0,24	1255	301
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	120	140	150	BK8425	0,24	1592	382	0,24	1255	301
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	180	200	220	BK8425	0,24	2274	546	0,24	1793	430
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	180	200	210	BK8425	0,24	2274	546	0,24	1793	430
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	120	140	150	BK8425	0,24	1592	382	0,24	1255	301
7.0	Nitrierstähle	< 1000	120	140	150	BK8425	0,24	1592	382	0,24	1255	301
7.1	Nitrierstähle	> 1000	120	140	150	BK8425	0,24	1592	382	0,24	1255	301
8.0	Werkzeugstähle	< 850	180	200	210	BK8425	0,24	2274	546	0,24	1793	430
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	130	140	150	BK8425	0,24	1592	382	0,24	1255	301
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	110	120	130	BK8425	0,20	1364	273	0,20	1076	215
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200		–		–		–			–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–		–		–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–		–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–		–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350		–		–		–			–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–		–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500		–		–		–			–	
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	110	120	130	BK8425	0,18	1364	246	0,24	1076	258
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	110	120	130	BK8425	0,18	1364	246	0,24	1076	258
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	80	90	100	BK8425	0,14	1023	143	0,20	807	161
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	80	90	100	BK8425	0,14	1023	143	0,20	807	161
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	40	50	55	BK8425	0,16	568	91	0,20	448	90
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	160	180	200	BK7930	0,30	2046	614	0,50	1614	807
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	160	180	200	BK7930	0,30	2046	614	0,50	1614	807
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	130	140	150	BK7930	0,30	1592	477	0,50	1255	628
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	90	100	110	BK7930	0,24	1137	273	0,30	897	269
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	40	50	60	BK8425	0,16	568	91	0,20	448	90
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	40	50	55	BK8425	0,16	568	91	0,20	448	90
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	220	250	280	BK7710	0,30	2842	853	0,50	2242	1121
17.1	Al-Leg., kurzspanend		230	250	270	BK7710	0,30	2842	853	0,50	2242	1121
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		180	200	220	BK7710	0,30	2274	682	0,50	1793	897
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	220	250	280	BK7710	0,30	2842	853	0,50	2242	1121
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	230	250	270	BK7710	0,30	2842	853	0,50	2242	1121
18.2	Messing, langspanend	< 600	230	250	270	BK7710	0,30	2842	853	0,50	2242	1121
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	230	250	270	BK7710	0,30	2842	853	0,50	2242	1121
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	230	250	270	BK7710	0,30	2842	853	0,50	2242	1121
18.5	Bronze, langspanend	< 850	230	250	270	BK7710	0,30	2842	853	0,50	2242	1121
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	230	250	270	BK7710	0,30	2842	853	0,50	2242	1121
19.0	Graphit			–		–		–			–	
20.0	Thermoplast			–		–		–			–	
20.1	Duroplast			–		–		–			–	
20.2	GFK und CFK			–		–		–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert.






∅ 39 – 53			∅ 51 – 71			∅ 64 – 91			∅ 83– 124			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,30	1384	415	0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369	Emulsion
0,30	1384	415	0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369	Emulsion
0,30	1246	374	0,40	939	376	0,50	739	370	0,60	554	332	Emulsion
0,30	1246	374	0,40	939	376	0,50	739	370	0,60	554	332	Emulsion
0,30	1384	415	0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369	Emulsion
0,30	1384	415	0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369	Emulsion
0,30	969	291	0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258	Emulsion
0,30	969	291	0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258	Emulsion
0,30	969	291	0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258	Emulsion
0,30	1384	415	0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369	Emulsion
0,30	1384	415	0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369	Emulsion
0,30	969	291	0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258	Emulsion
0,30	969	291	0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258	Emulsion
0,30	969	291	0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258	Emulsion
0,30	1384	415	0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369	Emulsion
0,30	969	291	0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258	Emulsion
0,24	830	199	0,30	626	188	0,40	493	197	0,40	369	148	Emulsion
	–			–			–			–		–
	–			–			–			–		–
	–			–			–			–		–
	–			–			–			–		–
	–			–			–			–		–
	–			–			–			–		–
	–			–			–			–		–
0,24	830	199	0,24	626	150	0,30	493	148	0,40	369	148	Emulsion
0,24	830	199	0,24	626	150	0,30	493	148	0,40	369	148	Emulsion
0,20	623	125	0,20	470	94	0,24	370	89	0,30	277	83	Emulsion
0,20	623	125	0,20	470	94	0,24	370	89	0,30	277	83	Emulsion
0,20	346	69	0,24	261	63	0,24	205	49	0,30	154	46	Emulsion
0,50	1246	623	0,50	939	470	0,60	739	444	0,70	544	388	Emulsion
0,50	1246	623	0,50	939	470	0,60	739	444	0,70	544	388	Emulsion
0,50	969	484	0,50	731	365	0,60	575	345	0,70	431	301	Emulsion
0,30	692	208	0,40	522	209	0,50	411	205	0,60	308	185	Emulsion
0,20	346	69	0,24	261	63	0,24	205	49	0,30	154	46	Emulsion
0,20	346	69	0,24	261	63	0,24	205	49	0,30	154	46	Emulsion
0,50	1730	865	0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538	Emulsion
0,50	1730	865	0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538	Emulsion
0,50	1384	692	0,50	1044	522	0,60	821	493	0,70	615	431	Emulsion
0,50	1730	865	0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538	Emulsion
0,50	1730	865	0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538	Emulsion
0,50	1730	865	0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538	Emulsion
0,50	1730	865	0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538	Emulsion
0,50	1730	865	0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538	Emulsion
0,50	1730	865	0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538	Emulsion
	–			–			–			–		–
	–			–			–			–		–
	–			–			–			–		–
	–			–			–			–		–

Tabelle 3.51 (Forts.) KOMET Doppelschneider G01 ohne Axialverstellung (Hartmetall)

Katalognummer 236680; 236682 mit Halter 236684 und Wendeplatten 236520–236575
Anzahl der Halter 2
Wendeschneidplatte SOEX

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	SOEX Wendeschneidplatte									
			Schruppbearbeitung für Aufmaß a_p = 1 ... 9 mm									
			v_c [m/min]			Schneidstoff	∅ 24 – 32			∅ 30 – 41		
							f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	1. Wahl	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	180	200	220	BK8425	0,24	2274	546	0,28	1793	502
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	180	200	220	BK8425	0,24	2274	546	0,28	1793	502
2.0	Automatenstähle	< 850	160	180	200	BK8425	0,24	2046	491	0,28	1614	452
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	160	180	190	BK8425	0,24	2046	491	0,28	1614	452
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	180	200	220	BK8425	0,24	2274	546	0,28	1793	502
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	180	200	220	BK8425	0,24	2274	546	0,28	1793	502
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	120	140	150	BK8425	0,24	1592	382	0,28	1255	351
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	120	140	150	BK8425	0,24	1592	382	0,28	1255	351
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	120	140	150	BK8425	0,24	1592	382	0,28	1255	351
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	180	200	220	BK8425	0,24	2274	546	0,28	1793	502
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	180	200	210	BK8425	0,24	2274	546	0,28	1793	502
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	120	140	150	BK8425	0,24	1592	382	0,28	1255	351
7.0	Nitrierstähle	< 1000	120	140	150	BK8425	0,24	1592	382	0,28	1255	351
7.1	Nitrierstähle	> 1000	120	140	150	BK8425	0,24	1592	382	0,28	1255	351
8.0	Werkzeugstähle	< 850	180	200	210	BK8425	0,24	2274	546	0,28	1793	502
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	130	140	150	BK8425	0,24	1592	382	0,28	1255	351
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	110	120	130	BK8425	0,20	1364	273	0,24	1076	258
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200		–		–		–			–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–		–		–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–		–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–		–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350		–		–		–			–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–		–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500		–		–		–			–	
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	110	120	130	BK2730	0,20	1364	273	0,24	1076	258
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	110	120	130	BK2730	0,20	1364	273	0,24	1076	258
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	80	90	100	BK2730	0,20	1023	205	0,24	807	194
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	80	90	100	BK2730	0,20	1023	205	0,24	807	194
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–		–		–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	160	180	200	BK6115	0,30	2046	614	0,40	1614	646
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	160	180	200	BK6115	0,30	2046	614	0,40	1614	646
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	130	140	150	BK6115	0,30	1592	477	0,40	1255	502
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	90	100	110	BK6115	0,24	1137	273	0,30	897	269
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850		–		–		–			–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200		–		–		–			–	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	220	250	280	BK7710	0,30	2842	853	0,40	2242	897
17.1	Al-Leg., kurzspanend		230	250	270	BK7710	0,30	2842	853	0,40	2242	897
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		180	200	220	BK7710	0,30	2274	682	0,40	1793	717
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	220	250	280	BK7710	0,30	2842	853	0,40	2242	897
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	230	250	270	BK7710	0,30	2842	853	0,40	2242	897
18.2	Messing, langspanend	< 600	230	250	270	BK7710	0,30	2842	853	0,40	2242	897
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	230	250	270	BK7710	0,30	2842	853	0,40	2242	897
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	230	250	270	BK7710	0,30	2842	853	0,40	2242	897
18.5	Bronze, langspanend	< 850	230	250	270	BK7710	0,30	2842	853	0,40	2242	897
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	230	250	270	BK7710	0,30	2842	853	0,40	2242	897
19.0	Graphit			–		–		–			–	
20.0	Thermoplast			–		–		–			–	
20.1	Duroplast			–		–		–			–	
20.2	GFK und CFK			–		–		–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrerdurchmesser und den Schnittgeschwindigkeitsstartwert.







∅ 39 – 53			∅ 51 – 71			∅ 64 – 91			∅ 83– 124			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,40	1384	554	0,50	1044	522	0,60	821	493	0,70	615	431	Emulsion
0,40	1384	554	0,50	1044	522	0,60	821	493	0,70	615	431	Emulsion
0,40	1246	498	0,50	939	470	0,60	739	444	0,70	554	388	Emulsion
0,40	1246	498	0,50	939	470	0,60	739	444	0,70	554	388	Emulsion
0,40	1384	554	0,50	1044	522	0,60	821	493	0,70	615	431	Emulsion
0,40	1384	554	0,50	1044	522	0,60	821	493	0,70	615	431	Emulsion
0,40	969	388	0,50	731	365	0,60	575	345	0,70	431	301	Emulsion
0,40	969	388	0,50	731	365	0,60	575	345	0,70	431	301	Emulsion
0,40	969	388	0,50	731	365	0,60	575	345	0,70	431	301	Emulsion
0,40	1384	554	0,50	1044	522	0,60	821	493	0,70	615	431	Emulsion
0,40	1384	554	0,50	1044	522	0,60	821	493	0,70	615	431	Emulsion
0,40	969	388	0,50	731	365	0,60	575	345	0,70	431	301	Emulsion
0,40	969	388	0,50	731	365	0,60	575	345	0,70	431	301	Emulsion
0,40	969	388	0,50	731	365	0,60	575	345	0,70	431	301	Emulsion
0,40	1384	554	0,50	1044	522	0,60	821	493	0,70	615	431	Emulsion
0,40	969	388	0,50	731	365	0,60	575	345	0,70	431	301	Emulsion
0,30	830	249	0,40	626	250	0,50	493	246	0,50	369	185	Emulsion
	–			–			–			–		–
	–			–			–			–		–
	–			–			–			–		–
	–			–			–			–		–
	–			–			–			–		–
	–			–			–			–		–
	–			–			–			–		–
0,30	830	249	0,40	626	250	0,50	493	246	0,50	369	185	Emulsion
0,30	830	249	0,40	626	250	0,50	493	246	0,50	369	185	Emulsion
0,30	623	187	0,40	470	188	0,50	370	185	0,50	277	138	Emulsion
0,30	623	187	0,40	470	188	0,50	370	185	0,50	277	138	Emulsion
	–			–			–			–		–
0,50	1246	623	0,60	939	564	0,70	739	518	0,80	544	443	Emulsion
0,50	1246	623	0,60	939	564	0,70	739	518	0,80	544	443	Emulsion
0,50	969	484	0,60	731	438	0,70	575	403	0,80	431	344	Emulsion
0,40	692	277	0,40	522	209	0,50	411	205	0,60	308	185	Emulsion
	–			–			–			–		–
	–			–			–			–		–
0,50	1730	865	0,60	1305	783	0,70	1027	719	0,80	769	615	Emulsion
0,50	1730	865	0,60	1305	783	0,70	1027	719	0,80	769	615	Emulsion
0,50	1384	692	0,60	1044	626	0,70	821	575	0,80	615	492	Emulsion
0,50	1730	865	0,60	1305	783	0,70	1027	719	0,80	769	615	Emulsion
0,50	1730	865	0,60	1305	783	0,70	1027	719	0,80	769	615	Emulsion
0,50	1730	865	0,60	1305	783	0,70	1027	719	0,80	769	615	Emulsion
0,50	1730	865	0,60	1305	783	0,70	1027	719	0,80	769	615	Emulsion
0,50	1730	865	0,60	1305	783	0,70	1027	719	0,80	769	615	Emulsion
0,50	1730	865	0,60	1305	783	0,70	1027	719	0,80	769	615	Emulsion
	–			–			–			–		–
	–			–			–			–		–
	–			–			–			–		–
	–			–			–			–		–

Tabelle 3.52 KOMET Feinverstellkopf-System (B301/M302)

Katalognummer **238301 mit Einsatz 238310**

Effektive Schneiden **1**

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c	Schneidstoff	< ∅ 29,5 – 50		
					f	n	v_f
		[N/mm²]	[m/min]	1. Wahl	[mm/U]	[1/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	260 – **300** – 340	P25M	0,08	3237	259
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	210 – **250** – 280	P25M	0,08	2698	216
2.0	Automatenstähle	< 850	260 – **300** – 340	P25M	0,10	3237	324
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	210 – **250** – 280	P25M	0,08	2698	216
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	210 – **240** – 280	P25M	0,08	2698	216
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	190 – **225** – 240	P25M	0,08	2428	194
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	180 – **200** – 220	P25M	0,08	2158	173
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	180 – **200** – 220	P25M	0,08	2158	173
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	100 – **120** – 140	CK32	0,06	1295	78
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	210 – **250** – 280	P25M	0,08	2698	216
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	180 – **200** – 220	P25M	0,06	2158	129
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	100 – **120** – 140	CK32	0,06	1295	78
7.0	Nitrierstähle	< 1000	180 – **200** – 220	P25M	0,08	2158	173
7.1	Nitrierstähle	> 1000	100 – **120** – 140	CK32	0,06	1295	78
8.0	Werkzeugstähle	< 850	210 – **250** – 280	P25M	0,08	2590	207
8.1	Werkzeugstähle	850– 1100	180 – **200** – 220	P25M	0,06	2158	129
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	100 – **120** – 140	CK32	0,06	1295	78
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	100 – **120** – 140	P25M	0,06	1295	78
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	80 – **90** – 95	CBN40	0,06	971	58
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	80 – **90** – 95	CBN40	0,06	971	58
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–		–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	45 – **60** – 70	CK32	0,06	647	39
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	35 – **50** – 60	CK32	0,06	540	32
12.0	Federstähle	< 1500	35 – **50** – 60	CK32	0,06	540	32
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	180 – **200** – 220	CK32	0,08	2158	173
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	180 – **200** – 220	CK32	0,08	2158	173
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	160 – **180** – 200	CK32	0,06	1942	117
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	100 – **120** – 140	CK32	0,06	1295	78
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	35 – **50** – 60	K10	0,06	540	32
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	210 – **240** – 270	K10	0,15	2590	388
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	180 – **200** – 220	K10	0,15	2158	324
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	160 – **180** – 200	K10	0,10	1942	194
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	140 – **160** – 180	K10	0,10	1726	173
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	25 – **40** – 50	K10	0,06	432	26
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	25 – **40** – 50	K10	0,06	432	26
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	400 – **500** – 600	K10	0,08	5395	432
17.1	Al-Leg., kurzspanend		400 – **500** – 600	K10	0,10	5395	540
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		220 – **300** – 380	K10	0,10	3237	324
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	260 – **300** – 340	K10	0,10	3237	324
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	260 – **300** – 340	K10	0,10	3237	324
18.2	Messing, langspanend	< 600	260 – **300** – 340	K10	0,10	3237	324
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	260 – **300** – 340	K10	0,10	3237	324
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	260 – **300** – 340	K10	0,10	3237	324
18.5	Bronze, langspanend	< 850	260 – **300** – 340	K10	0,10	3237	324
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	260 – **300** – 340	K10	0,10	3237	324
19.0	Graphit		–	–		–	
20.0	Thermoplast		–	–		–	
20.1	Duroplast		–	–		–	
20.2	GFK und CFK		–	–		–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für den kleinsten Bohrerdurchmesser

∅ 47 – 83			∅ 79 – 199			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[1/min]	[mm/min]	[mm/U]	[1/min]	[mm/min]	
0,10	2032	203	0,15	1209	181	Emulsion
0,12	1693	203	0,20	1007	201	Emulsion
0,15	2032	305	0,25	1209	302	Emulsion
0,12	1693	203	0,20	1007	201	Emulsion
0,10	1693	169	0,20	1007	201	Emulsion
0,10	1524	152	0,20	967	181	Emulsion
0,10	1355	135	0,20	806	161	Emulsion
0,10	1355	135	0,20	806	161	Emulsion
0,10	813	81	0,15	484	73	Emulsion
0,10	1693	169	0,20	1007	201	Emulsion
0,10	1355	135	0,20	806	121	Emulsion
0,10	813	81	0,15	484	73	Emulsion
0,10	1355	135	0,20	806	161	Emulsion
0,10	813	81	0,15	484	73	Emulsion
0,10	1625	163	0,20	967	193	Emulsion
0,10	1355	135	0,15	806	121	Emulsion
0,10	813	81	0,15	484	73	Emulsion
0,08	813	65	0,12	484	58	Emulsion
0,08	610	49	0,10	363	36	Emulsion
0,08	610	49	0,10	363	36	Emulsion
	–			–		–
0,08	406	33	0,10	242	24	Emulsion
0,08	339	27	0,10	201	20	Emulsion
0,08	339	27	0,10	201	20	Emulsion
0,10	1355	135	0,15	806	121	Emulsion
0,10	1355	135	0,15	806	121	Emulsion
0,10	1219	122	0,15	725	109	Emulsion
0,10	813	81	0,15	484	73	Emulsion
0,08	339	27	0,10	201	20	Emulsion
0,20	1625	325	0,30	967	290	Emulsion
0,20	1355	271	0,30	806	242	Emulsion
0,15	1219	183	0,25	725	181	Emulsion
0,15	1084	163	0,25	645	161	Emulsion
0,08	271	22	0,10	161	16	Emulsion
0,08	271	22	0,10	161	16	Emulsion
0,12	3386	406	0,15	2015	302	Emulsion
0,15	3386	508	0,15	2015	403	Emulsion
0,15	2032	305	0,20	1209	242	Emulsion
0,15	2032	305	0,20	1209	242	Emulsion
0,15	2032	305	0,20	1209	242	Emulsion
0,15	2032	305	0,20	1209	242	Emulsion
0,15	2032	305	0,20	1209	242	Emulsion
0,15	2032	305	0,20	1209	242	Emulsion
0,15	2032	305	0,20	1209	242	Emulsion
	–			–		–
	–			–		–
	–			–		–
	–			–		–





Tabelle 3.53 KOMET – Feinverstellkopf – System M03 Speed

Katalognummer **238350 mit 238355; 238370 mit 238372 und 238374**

Effektive Schneiden **1**

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c	Schneidstoff	< ∅ 24,8 – 39			∅ 38 – 63		
					f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	[m/min]	1. Wahl	[mm/U]	[1/min]	[mm/min]	[mm/U]	[1/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	260 – **300** – 340	P25M	0,08	3851	308	0,08	2513	201
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	210 – **250** – 280	P25M	0,08	3209	257	0,08	2094	168
2.0	Automatenstähle	< 850	260 – **300** – 340	P25M	0,08	3851	308	0,08	2513	201
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	210 – **250** – 280	P25M	0,08	3209	257	0,08	2094	168
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	210 – **250** – 280	P25M	0,08	3209	257	0,08	2094	168
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	190 – **225** – 240	P25M	0,08	2888	231	0,08	1885	151
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	180 – **200** – 220	P25M	0,08	2567	205	0,08	1675	134
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	180 – **200** – 220	P25M	0,08	2567	205	0,08	1675	134
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	100 – **120** – 140	CK32	0,06	1540	92	0,06	1005	60
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	210 – **250** – 280	P25M	0,08	3209	257	0,08	2094	168
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	180 – **200** – 220	P25M	0,06	2567	154	0,06	1675	101
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	100 – **120** – 140	CK32	0,06	1540	92	0,06	1005	60
7.0	Nitrierstähle	< 1000	180 – **200** – 220	P25M	0,08	2567	205	0,08	1675	134
7.1	Nitrierstähle	> 1000	100 – **120** – 140	CK32	0,06	1540	92	0,06	1005	60
8.0	Werkzeugstähle	< 850	210 – **250** – 270	P25M	0,08	3080	246	0,08	2010	161
8.1	Werkzeugstähle	850– 1100	180 – **200** – 220	P25M	0,06	2567	154	0,06	1675	101
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	100 – **120** – 140	CK32	0,06	1540	92	0,06	1005	60
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	100 – **120** – 140	P25M	0,06	1540	92	0,06	1005	60
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–	–		–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–	–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	45 – **60** – 70	CK32	0,06	770	46	0,06	503	30
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	35 – **50** – 60	CK32	0,06	642	39	0,06	419	25
12.0	Federstähle	< 1500	35 – **50** – 60	CK32	0,06	642	39	0,06	419	25
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	180 – **200** – 220	CK32	0,08	2567	205	0,08	1675	134
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	180 – **200** – 220	CK32	0,08	2567	205	0,08	1675	134
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	160 – **180** – 200	CK32	0,06	2310	139	0,06	1508	90
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	100 – **120** – 140	CK32	0,06	1540	92	0,06	1005	60
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	35 – **50** – 60	K10	0,06	642	39	0,06	419	25
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	210 – **240** – 270	K10	0,15	3080	462	0,15	2010	302
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	180 – **200** – 220	K10	0,15	2567	385	0,15	1675	251
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	160 – **180** – 200	K10	0,10	2310	231	0,10	1508	151
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	140 – **160** – 180	K10	0,10	2054	205	0,10	1340	134
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	25 – **40** – 50	K10	0,06	513	31	0,06	335	20
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	25 – **40** – 50	K10	0,06	513	31	0,06	335	20
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	400 – **500** – 600	K10	0,08	6418	513	0,08	4188	335
17.1	Al-Leg., kurzspanend		400 – **500** – 600	K10	0,10	6418	642	0,08	4188	419
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		220 – **300** – 380	K10	0,10	3581	385	0,10	2513	251
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	260 – **300** – 340	K10	0,10	3851	385	0,10	2513	251
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	260 – **300** – 340	K10	0,10	3851	385	0,10	2513	251
18.2	Messing, langspanend	< 600	260 – **300** – 340	K10	0,10	3851	385	0,10	2513	251
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	260 – **300** – 340	K10	0,10	3851	385	0,10	2513	251
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	260 – **300** – 340	K10	0,10	3851	385	0,10	2513	251
18.5	Bronze, langspanend	< 850	260 – **300** – 340	K10	0,10	3851	385	0,10	2513	251
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	260 – **300** – 340	K10	0,10	3851	385	0,10	2513	251
19.0	Graphit		–	–		–			–	
20.0	Thermoplast		–	–		–			–	
20.1	Duroplast		–	–		–			–	
20.2	GFK und CFK		–	–		–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für den kleinsten Bohrerdurchmesser

∅ 62– 103			∅ 100 – 206			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[1/min]	[mm/min]	[mm/U]	[1/min]	[mm/min]	
0,10	1540	154	0,10	955	95	Emulsion
0,12	1284	154	0,12	796	95	Emulsion
0,10	1540	154	0,10	955	95	Emulsion
0,12	1284	154	0,12	796	95	Emulsion
0,10	1284	128	0,10	796	80	Emulsion
0,10	1155	116	0,10	716	72	Emulsion
0,10	1027	103	0,10	637	64	Emulsion
0,10	1027	103	0,10	637	64	Emulsion
0,10	616	62	0,10	382	38	Emulsion
0,10	1284	128	0,10	796	80	Emulsion
0,10	1027	103	0,10	637	64	Emulsion
0,10	616	62	0,10	382	38	Emulsion
0,10	1027	103	0,10	637	64	Emulsion
0,10	616	62	0,10	382	38	Emulsion
0,10	1232	123	0,10	764	76	Emulsion
0,10	1027	103	0,10	637	64	Emulsion
0,10	616	62	0,10	382	38	Emulsion
0,08	616	49	0,08	382	31	Emulsion
	–			–		–
	–			–		–
	–			–		–
0,08	308	25	0,08	191	15	Emulsion
0,08	257	21	0,08	159	13	Emulsion
0,08	257	21	0,08	159	13	Emulsion
0,10	1027	103	0,10	637	64	Emulsion
0,10	1027	103	0,10	637	64	Emulsion
0,10	924	92	0,10	573	57	Emulsion
0,10	616	62	0,10	382	38	Emulsion
0,08	257	21	0,08	159	13	Emulsion
0,20	1232	246	0,20	764	153	Emulsion
0,20	1027	205	0,20	637	127	Emulsion
0,15	924	139	0,15	573	86	Emulsion
0,15	821	123	0,15	509	76	Emulsion
0,10	205	16	0,10	127	10	Emulsion
0,10	205	16	0,10	127	10	Emulsion
0,15	2567	308	0,15	1592	191	Emulsion
0,20	2567	308	0,15	1592	191	Emulsion
0,20	1540	231	0,20	955	143	Emulsion
0,20	1540	231	0,20	955	143	Emulsion
0,20	1540	231	0,20	955	143	Emulsion
0,20	1540	231	0,20	955	143	Emulsion
0,20	1540	231	0,20	955	143	Emulsion
0,20	1540	231	0,20	955	143	Emulsion
0,20	1540	231	0,20	955	143	Emulsion
	–			–		–
	–			–		–
	–			–		–
	–			–		–

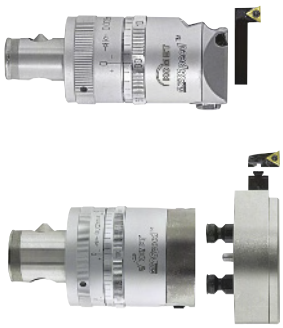


Tabelle 3.54 Feinspindel-System M05 MicroKom hi.flex

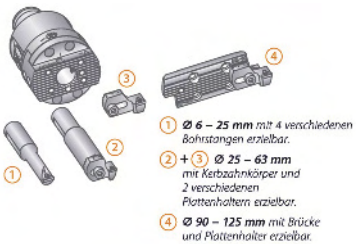
Katalognummer **238390; 238391; 238395**

Effektive Schneiden **1**

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c	Schneidstoff	< ∅ 6,0 – 7,9			∅ 8,0 – 11,9		
					f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	[m/min]	1. Wahl	[mm/U]	[1/min]	[mm/min]	[mm/U]	[1/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	260 – **300** – 340	BK60	0,04	15915	637	0,07	11937	836
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	210 – **250** – 280	BK60	0,04	13263	531	0,06	9947	597
2.0	Automatenstähle	< 850	260 – **300** – 340	BK60	0,04	15915	637	0,07	11937	836
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	210 – **250** – 280	BK60	0,04	13263	531	0,06	9947	597
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	210 – **250** – 280	BK60	0,04	13263	531	0,06	9947	597
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	210 – **250** – 280	BK60	0,04	13263	531	0,06	9947	597
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	210 – **240** – 270	BK60	0,03	12732	382	0,06	9549	573
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	210 – **250** – 280	BK60	0,04	13263	531	0,06	9947	597
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	210 – **240** – 270	BK60	0,03	12732	382	0,06	9549	573
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	210 – **250** – 280	BK60	0,04	263	531	0,06	9947	597
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	210 – **240** – 270	BK60	0,03	12732	382	0,06	9549	573
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	180 – **200** – 220	BK60	0,03	10610	318	0,05	7958	398
7.0	Nitrierstähle	< 1000	210 – **240** – 270	BK60	0,03	12732	382	0,06	9549	573
7.1	Nitrierstähle	> 1000	180 – **200** – 220	BK60	0,03	10610	318	0,05	7958	398
8.0	Werkzeugstähle	< 850	210 – **240** – 270	BK60	0,03	12732	382	0,06	9549	573
8.1	Werkzeugstähle	850– 1100	180 – **200** – 220	BK60	0,03	10610	318	0,05	7958	398
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	180 – **200** – 220	BK60	0,03	10610	318	0,05	7958	398
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	100 – **120** – 140	BK60	0,02	6366	127	0,04	4775	191
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	80 – **90** – 95	BK60		–		0,05	3581	179
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	80 – **90** – 95	BK60		–		0,05	3581	179
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	35 – **50** – 60	BK60	0,01	2653	27	0,04	1989	80
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	35 – **50** – 60	BK60	0,01	2653	27	0,04	1989	80
12.0	Federstähle	< 1500	35 – **50** – 60	BK60	0,01	2653	27	0,04	1989	80
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	180 – **200** – 220	BK60	0,01	10610	106	0,05	7958	398
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	180 – **200** – 220	BK60	0,01	10610	106	0,05	7958	398
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	160 – **180** – 200	BK60	0,01	9549	358	0,05	7162	573
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	100 – **120** – 140	BK60	0,01	6366	64	0,04	4775	191
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	35 – **50** – 60	BK60	0,01	2653	27	0,04	1989	80
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	210 – **240** – 270	BK60	0,05	12732	637	0,10	9549	955
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	210 – **240** – 270	BK60	0,05	12732	637	0,10	9549	955
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	160 – **180** – 200	BK60	0,04	9549	382	0,08	7162	573
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	140 – **160** – 180	BK60	0,04	8488	340	0,08	6366	509
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	20 – **30** – 40	BK60	0,01	1592	16	0,04	1194	48
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	20 – **30** – 40	BK60	0,01	1592	16	0,04	1194	48
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	320 – **400** – 480	BK60	0,02	21221	424	0,06	15915	955
17.1	Al-Leg., kurzspanend		270 – **350** – 430	BK60	0,05	18568	928	0,08	13926	1114
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		220 – **300** – 380	BK60	0,05	15915	796	0,08	11937	955
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	320 – **400** – 480	BK60	0,05	21221	1061	0,08	15915	1273
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	320 – **400** – 480	BK60	0,05	21221	1061	0,08	15915	1273
18.2	Messing, langspanend	< 600	320 – **400** – 480	BK60	0,05	21221	1061	0,08	15915	1273
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	320 – **400** – 480	BK60	0,05	21221	1061	0,08	15915	1273
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	320 – **400** – 480	BK60	0,05	21221	1061	0,08	15915	1273
18.5	Bronze, langspanend	< 850	220 – **300** – 380	BK60	0,05	15915	796	0,08	11937	955
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	220 – **300** – 380	BK60	0,05	15915	796	0,08	11937	955
19.0	Graphit		–	–		–			–	
20.0	Thermoplast		–	–		–			–	
20.1	Duroplast		–	–		–			–	
20.2	GFK und CFK		–	–		–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für den kleinsten Bohrerdurchmesser.

∅ 12 – 25			∅ 25 – 44			∅ 44 – 93			∅ 90 – 215		
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f
[mm/U]	[1/min]	[mm/min]	[mm/U]	[1/min]	[mm/min]	[mm/U]	[1/min]	[mm/min]	[mm/U]	[1/min]	[mm/min]
0,10	7958	796	0,08	3820	306	0,10	2170	217	0,10	1061	106
0,12	6631	796	0,08	3183	255	0,12	1809	217	0,12	884	106
0,12	7958	955	0,10	3820	382	0,10	2170	326	0,15	1061	159
0,12	6631	796	0,08	3183	255	0,12	1809	217	0,12	884	106
0,12	6631	796	0,08	3183	255	0,12	1809	217	0,12	884	106
0,12	6631	796	0,08	3183	255	0,12	1809	217	0,12	884	106
0,12	6366	637	0,08	3056	244	0,10	1736	174	0,10	849	85
0,12	6631	796	0,08	3183	255	0,12	1809	217	0,12	884	106
0,10	6366	637	0,08	3056	244	0,10	1736	174	0,10	849	85
0,12	6631	796	0,08	3183	255	0,12	1809	217	0,12	884	106
0,10	6366	637	0,08	3056	244	0,10	1736	174	0,10	849	85
0,10	5305	531	0,08	2546	153	0,10	1447	145	0,10	707	71
0,10	6366	637	0,08	3056	244	0,10	1736	174	0,10	849	85
0,10	5305	531	0,06	2546	153	0,10	1447	145	0,10	707	71
0,10	6366	637	0,08	3056	244	0,10	1736	174	0,10	849	85
0,10	5305	531	0,06	2546	153	0,10	1447	145	0,10	707	71
0,10	5305	531	0,06	2546	153	0,10	1447	145	0,10	707	71
0,08	3183	255	0,06	1528	92	0,08	868	69	0,08	424	34
0,08	2387	191	0,06	1146	69	0,08	651	52	0,08	318	25
0,08	2387	191	0,06	1146	69	0,08	651	52	0,08	318	25
	–			–			–			–	
0,08	1326	106	0,06	637	38	0,08	362	29	0,08	177	14
0,08	1326	106	0,06	637	38	0,08	362	29	0,08	177	14
0,08	1326	106	0,06	637	38	0,08	362	29	0,08	177	14
0,10	5305	531	0,08	2546	204	0,10	1447	145	0,10	707	71
0,10	5305	531	0,08	2546	204	0,10	1447	145	0,10	707	71
0,10	4775	477	0,06	2292	138	0,10	1302	130	0,10	637	64
0,08	3183	255	0,06	1528	92	0,10	868	87	0,10	424	42
0,08	1326	106	0,06	637	38	0,08	362	29	0,08	177	14
0,15	6366	955	0,15	3056	458	0,20	1736	347	0,20	849	170
0,15	6366	955	0,15	3056	458	0,20	1736	347	0,20	849	170
0,15	4775	716	0,10	2292	229	0,15	1302	195	0,15	637	95
0,15	4244	637	0,10	2037	204	0,15	1157	174	0,15	566	85
0,08	796	64	0,06	382	23	0,08	217	17	0,08	106	8
0,08	796	64	0,06	382	23	0,08	217	17	0,08	106	8
0,10	10610	1061	0,08	5093	407	0,12	2894	347	0,12	1415	170
0,12	9284	1114	0,10	4456	446	0,15	2532	380	0,15	1238	186
0,12	7958	955	0,10	3820	382	0,15	2170	326	0,15	1061	159
0,15	10610	1592	0,10	5093	509	0,15	2894	434	0,15	1415	212
0,15	10610	1592	0,10	5093	509	0,15	2894	434	0,15	1415	212
0,15	10610	1592	0,10	5093	509	0,15	2894	434	0,15	1415	212
0,15	10610	1592	0,10	5093	509	0,15	2894	434	0,15	1415	212
0,15	10610	1592	0,10	5093	509	0,15	2894	434	0,15	1415	212
0,15	7958	1194	0,10	3820	382	0,15	2170	326	0,15	1061	159
0,15	7958	1194	0,10	3820	382	0,15	2170	326	0,15	1061	159
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	





Brücken zur Durchmesserer-weiterung 120–215 mm:





Tabelle 3.55 KOMET – Präzisions-Feinbohrkopf-Set M020

Katalognummer **238400 mit 243410**

Effektive Schneiden **1**

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c	Schneidstoff	< ∅ 5,6 – 6,5		
					f	n	v_f
		[N/mm²]	[m/min]	1. Wahl	[mm/U]	[1/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	260 – **300** – 340	P25M	0,04	17052	682
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	210 – **250** – 280	P25M	0,04	14210	568
2.0	Automatenstähle	< 850	260 – **300** – 340	P25M	0,04	17052	682
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	210 – **250** – 280	P25M	0,04	14210	568
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	200 – **240** – 270	P25M	0,03	13642	409
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	200 – **240** – 270	P25M	0,03	13642	409
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	200 – **240** – 270	P25M	0,03	13642	409
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	200 – **240** – 270	P25M	0,03	13642	409
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	180 – **200** – 220	CK32	0,03	11368	341
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	200 – **240** – 270	P25M	0,03	13642	409
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	180 – **200** – 220	P25M	0,03	11368	341
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	180 – **200** – 220	CK32	0,03	11368	341
7.0	Nitrierstähle	< 1000	200 – **240** – 270	P25M	0,03	13642	409
7.1	Nitrierstähle	> 1000	180 – **200** – 220	CK32	0,03	11368	341
8.0	Werkzeugstähle	< 850	210 – **240** – 270	P25M	0,03	13642	409
8.1	Werkzeugstähle	850– 1100	180 – **200** – 220	P25M	0,03	11368	341
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	180 – **200** – 220	CK32	0,03	11368	341
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	100 – **120** – 140	P25M	0,02	6821	136
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	80 – **90** – 95	CBN40		–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	80 – **90** – 95	CBN40		–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–		–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	35 – **50** – 60	CK32	0,01	2842	28
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	35 – **50** – 60	CK32	0,01	2842	28
12.0	Federstähle	< 1500	35 – **50** – 60	CK32	0,01	2842	28
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	180 – **200** – 220	CK32	0,01	11368	114
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	180 – **200** – 220	CK32	0,01	11368	114
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	160 – **180** – 200	CK32	0,01	10231	102
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	100 – **120** – 140	CK32	0,01	6821	68
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	35 – **50** – 60	K10	0,01	2842	28
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	210 – **240** – 270	K10	0,05	13642	682
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	180 – **200** – 220	K10	0,05	11368	568
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	160 – **180** – 200	K10	0,04	10231	409
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	140 – **160** – 180	K10	0,04	9095	364
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	20 – **30** – 40	K10	0,01	1705	17
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	20 – **30** – 40	K10	0,01	1705	17
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	320 – **380** – 460	K10	0,02	21600	432
17.1	Al-Leg., kurzspanend		240 – **300** – 360	K10	0,05	17052	853
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		210 – **250** – 280	K10	0,05	14210	711
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	240 – **300** – 360	K10	0,05	17052	853
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	240 – **300** – 360	K10	0,05	17052	853
18.2	Messing, langspanend	< 600	240 – **300** – 360	K10	0,05	17052	853
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	240 – **300** – 360	K10	0,05	17052	853
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	240 – **300** – 360	K10	0,05	17052	853
18.5	Bronze, langspanend	< 850	240 – **300** – 360	K10	0,05	17052	853
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	240 – **300** – 360	K10	0,05	17052	853
19.0	Graphit		–	–		–	
20.0	Thermoplast		–	–		–	
20.1	Duroplast		–	–		–	
20.2	GFK und CFK		–	–		–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für den kleinsten Bohrerdurchmesser

∅ 7,9 – 11			∅ 10,9 – 32			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[1/min]	[mm/min]	[mm/U]	[1/min]	[mm/min]	
0,07	12088	846	0,10	8761	876	Emulsion
0,06	10073	604	0,12	7301	876	Emulsion
0,07	12088	846	0,10	8761	876	Emulsion
0,06	10073	604	0,12	7301	876	Emulsion
0,06	9670	580	0,10	7009	701	Emulsion
0,06	9670	580	0,10	7009	701	Emulsion
0,06	9670	580	0,10	7009	701	Emulsion
0,06	9670	580	0,10	7009	701	Emulsion
0,06	8085	403	0,10	5841	584	Emulsion
0,06	9670	580	0,10	7009	701	Emulsion
0,05	8085	403	0,10	5841	584	Emulsion
0,05	8085	403	0,10	5841	584	Emulsion
0,05	9670	580	0,10	7009	701	Emulsion
0,05	8085	403	0,10	5841	584	Emulsion
0,06	9670	580	0,10	7009	701	Emulsion
0,05	8085	403	0,10	5841	584	Emulsion
0,05	8085	403	0,10	5841	584	Emulsion
0,04	4835	193	0,08	3504	280	Emulsion
0,05	3626	181	0,08	2628	210	trocken
0,05	3626	181	0,08	2628	210	trocken
	–			–		–
0,04	2015	81	0,08	1460	117	Emulsion
0,04	2015	81	0,08	1460	117	Emulsion
0,04	2015	81	0,08	1460	117	Emulsion
0,05	8085	403	0,10	5841	584	Emulsion
0,05	8085	403	0,10	5841	584	Emulsion
0,05	7253	363	0,10	5256	526	Emulsion
0,04	4835	193	0,08	3504	280	Emulsion
0,04	2015	81	0,08	1460	117	Emulsion
0,10	9670	967	0,15	7009	1051	Emulsion
0,10	8085	806	0,15	5841	876	Emulsion
0,08	7253	580	0,15	5256	788	Emulsion
0,08	6447	516	0,15	4672	701	Emulsion
0,04	1209	48	0,08	876	70	Emulsion
0,04	1209	48	0,08	876	70	Emulsion
0,06	15311	919	0,10	11097	1110	Emulsion
0,08	12088	967	0,12	8761	1051	Emulsion
0,08	10073	806	0,12	7301	876	Emulsion
0,08	12088	967	0,12	8761	1051	Emulsion
0,08	12088	967	0,12	8761	1051	Emulsion
0,08	12088	967	0,12	8761	1051	Emulsion
0,08	12088	967	0,12	8761	1051	Emulsion
0,08	12088	967	0,12	8761	1051	Emulsion
0,08	12088	967	0,12	8761	1051	Emulsion
	–			–		–
	–			–		–
	–			–		–
	–			–		–





Tabelle 3.56 GARANT – „5 in 1" Dreh- und Bohrwerkzeug 1,5xD/2,25xD

Katalognummer **268463; 268464; 268467; 268468 mit Wendeplatten 268472 bis 268498**

Effektive Schneiden **1**

Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	HU70AL ALU			HB7120 SM			HB7130 UNI			∅ 8					
			v_c [m/min]			v_c [m/min]			v_c [m/min]			f	HU70AL		HB7120		HB7130	
													n	v_f	n	v_f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	min.	Start	max.	min.	Start	max.	[mm/U]	[1/min]	[mm/min]	[1/min]	[mm/min]	[1/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500		–		180	220	320	160	200	280	0,035	–		8754	306	7958	279
1.1	allg. Baustähle	500 – 850		–		150	200	300	140	190	260	0,035	–		7958	279	7560	265
2.0	Automatenstähle	< 850		–		180	230	350	160	220	300	0,035	–		9151	320	8754	306
2.1	Automatenstähle	850 – 1000		–		160	210	320	140	190	280	0,035	–		8356	292	7560	265
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700		–		170	200	300	120	180	250	0,035	–		7958	279	7162	251
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850		–		150	180	255	70	120	150	0,035	–		7162	251	4775	167
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000		–		100	140	200	70	110	180	0,035	–		5570	195	4377	153
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000		–		80	130	160	70	110	180	0,035	–		5173	181	4377	153
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200		–		70	110	140	50	90	150	0,035	–		4377	153	3581	125
5.0	unleg. Einsatzst.	<750		–		150	180	250	80	120	200	0,035	–		7162	251	4775	167
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000		–		120	150	200	70	110	180	0,035	–		5968	209	4377	153
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000		–		90	130	160	70	120	150	0,035	–		5173	181	4775	167
7.0	Nitrierstähle	< 1000		–		130	160	215	50	100	180	0,035	–		6366	223	3979	139
7.1	Nitrierstähle	> 1000		–		80	110	140	50	80	120	0,035	–		4377	153	3183	111
8.0	Werkzeugstähle	< 850		–		120	140	180	70	120	150	0,035	–		5570	195	4775	167
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100		–		100	120	160	60	110	140	0,035	–		4775	167	4377	153
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400		–		70	110	120	50	90	100	0,035	–		4377	153	3581	125
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200		–			–			–		–	–		–		–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–			–			–		–	–		–		–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–			–		–	–		–		–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–			–		–	–		–		–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350		–			–			–		–	–		–		–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–			–			–		–	–		–		–	
12.0	Federstähle	< 1500		–			–			–		–	–		–		–	
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700		–		90	120	160	90	120	160	0,035	–		4775	167	4775	167
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700		–		100	140	200	80	110	150	0,035	–		5570	195	4377	153
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850		–		100	140	200	50	90	125	0,035	–		5570	196	3581	125
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100		–		70	110	120	40	65	90	0,035	–		4377	153	2586	91
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–			–			–		–	–		–		–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB		–			–			–		–	–		–		–	
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB		–			–			–		–	–		–		–	
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB		–			–			–		–	–		–		–	
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB		–			–			–		–	–		–		–	
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850		–			–			–		–	–		–		–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200		–			–			–		–	–		–		–	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	400	600	2400		–			–		0,050	23873	1194	–		–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend		240	400	950		–			–		0,050	15915	796	–		–	
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		160	300	800		–			–		0,050	11937	597	–		–	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	200	350	520		–			–		0,050	13926	696	–		–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	200	400	800		–			–		0,050	15915	796	–		–	
18.2	Messing, langspanend	< 600	200	350	600		–			–		0,050	13926	696	–		–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	120	200	320		–			–		0,050	7958	398	–		–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	100	190	280		–			–		0,050	7560	378	–		–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850	100	180	230		–			–		0,050	7162	358	–		–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	80	110	180		–			–		0,050	4377	219	–		–	
19.0	Graphit			–			–			–		–	–		–		–	
20.0	Thermoplast			–			–			–		–	–		–		–	
20.1	Duroplast			–			–			–		–	–		–		–	
20.2	GFK und CFK			–			–			–		–	–		–		–	

Hinweis: Bei Werkstoffen mit höheren Festigkeiten (≥ 1000 N/mm²) beim Eintritt mit den niedrigsten Vorschubwerten (f = 0,01/0,2 mm) beginnen und nach Erreichen einer Bohrtiefe von 1 mm Vorschubwerte laut Tabelle erhöhen Schnittwerte zum Drehen sind der Tabelle 9.22 (Kapitel Drehen) zu entnehmen.







∅ 10 – 11							∅ 15						
f	HU70AL		HB7120		HB7130		f	HU70AL		HB7120		HB7130	
	n	v_f	n	v_f	n	v_f		n	v_f	n	v_f	n	v_f
[mm/U]	[1/min]	[mm/min]	[1/min]	[mm/min]	[1/min]	[mm/min]	[mm/U]	[1/min]	[mm/min]	[1/min]	[mm/min]	[1/min]	[mm/min]
0,040	–		6366	255	5787	231	0,060	–		4669	280	4244	255
0,040	–		5787	231	5498	220	0,060	–		4244	255	4032	242
0,040	–		6656	266	6366	255	0,060	–		4881	293	4669	280
0,040	–		6077	243	5498	220	0,060	–		4456	267	4032	242
0,040	–		5787	231	5209	208	0,060	–		4244	255	3820	229
0,040	–		5209	208	3472	139	0,060	–		3820	229	2546	153
0,040	–		4051	162	3183	127	0,060	–		2971	178	2334	140
0,040	–		3762	150	3183	127	0,060	–		2759	166	2334	140
0,040	–		3183	127	2604	104	0,060	–		2334	140	1910	115
0,040	–		5209	208	3472	139	0,060	–		3820	229	2546	153
0,040	–		4341	174	3183	127	0,060	–		3183	191	2334	140
0,040	–		3762	150	3472	139	0,060	–		2759	166	2546	153
0,040	–		4630	185	2894	116	0,060	–		3395	204	2122	127
0,040	–		3183	127	2315	93	0,060	–		2334	140	1698	102
0,040	–		4051	162	3472	139	0,060	–		2971	178	2546	153
0,040	–		3472	139	3183	127	0,060	–		2546	153	2334	140
0,040	–		3183	127	2604	104	0,060	–		2334	140	1910	115
–	–		–		–		–	–		–		–	
–	–		–		–		–	–		–		–	
–	–		–		–		–	–		–		–	
–	–		–		–		–	–		–		–	
–	–		–		–		–	–		–		–	
–	–		–		–		–	–		–		–	
–	–		–		–		–	–		–		–	
0,040	–		3472	139	3472	139	0,060	–		2546	153	2546	153
0,040	–		4051	162	3183	127	0,060	–		2971	178	2334	140
0,040	–		4051	162	2604	104	0,060	–		2971	178	1910	115
0,040	–		3183	127	1881	75	0,060	–		2334	140	1379	83
–	–		–		–		–	–		–		–	
–	–		–		–		–	–		–		–	
–	–		–		–		–	–		–		–	
–	–		–		–		–	–		–		–	
–	–		–		–		–	–		–		–	
–	–		–		–		–	–		–		–	
–	–		–		–		–	–		–		–	
0,055	17362	955	–		–		0,085	12732	1082	–		–	
0,055	11575	637	–		–		0,085	8488	722	–		–	
0,055	8681	477	–		–		0,085	6366	541	–		–	
0,055	10128	557	–		–		0,085	7427	631	–		–	
0,055	11575	637	–		–		0,085	8488	722	–		–	
0,055	10128	557	–		–		0,085	7427	631	–		–	
0,055	5787	318	–		–		0,085	4244	361	–		–	
0,055	5498	302	–		–		0,085	4032	343	–		–	
0,055	5209	286	–		–		0,085	3820	325	–		–	
0,055	3183	175	–		–		0,085	2334	198	–		–	
–	–		–		–		–	–		–		–	
–	–		–		–		–	–		–		–	
–	–		–		–		–	–		–		–	
–	–		–		–		–	–		–		–	

Tabelle 3.56 (Forts.) GARANT – „5 in 1“ Dreh- und Bohrwerkzeug 1,5xD/2,25xD

Katalognummer **268463; 268464; 268467; 268468 mit Wendeplatte 268472 bis 268498**

Effektive Schneiden **1**

Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	HU70AL ALU			HB7120 SM			HB7130 UNI			∅ 18					
			v_c [m/min]			v_c [m/min]			v_c [m/min]			f	HU70AL		HB7120		HB7130	
													n	v_f	n	v_f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	min.	Start	max.	min.	Start	max.	[mm/U]	[1/min]	[mm/min]	[1/min]	[mm/min]	[1/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500		–		180	220	320	160	200	280	0,080		–	3890	311	3537	283
1.1	allg. Baustähle	500 – 850		–		150	200	300	140	190	260	0,080		–	3537	283	3360	269
2.0	Automatenstähle	< 850		–		180	230	350	160	220	300	0,080		–	4067	325	3890	311
2.1	Automatenstähle	850 – 1000		–		160	210	320	140	190	280	0,080		–	3714	297	3360	269
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700		–		170	200	300	120	180	250	0,080		–	3537	283	3183	255
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850		–		150	180	255	70	120	150	0,080		–	3183	255	2122	170
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000		–		100	140	200	70	110	180	0,080		–	2476	198	1945	156
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000		–		80	130	160	70	110	180	0,080		–	2299	184	1945	156
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200		–		70	110	140	50	90	150	0,080		–	1945	156	1592	127
5.0	unleg. Einsatzst.	<750		–		150	180	250	80	120	200	0,080		–	3183	255	2122	170
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000		–		120	150	200	70	110	180	0,080		–	2653	212	1945	156
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000		–		90	130	160	70	120	150	0,080		–	2299	184	2122	170
7.0	Nitrierstähle	< 1000		–		130	160	215	50	100	180	0,080		–	2829	226	1768	141
7.1	Nitrierstähle	> 1000		–		80	110	140	50	80	120	0,080		–	1945	156	1415	113
8.0	Werkzeugstähle	< 850		–		120	140	180	70	120	150	0,080		–	2476	198	2122	170
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100		–		100	120	160	60	110	140	0,080		–	2122	170	1945	156
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400		–		70	110	120	50	90	100	0,080		–	1945	156	1592	127
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200		–			–			–		–		–		–		–
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–			–			–		–		–		–		–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–			–		–		–		–		–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–			–		–		–		–		–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350		–			–			–		–		–		–		–
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–			–			–		–		–		–		–
12.0	Federstähle	< 1500		–			–			–		–		–		–		–
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700		–		90	120	160	90	120	160	0,035		–	2122	170	2122	170
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700		–		100	140	200	80	110	150	0,035		–	2476	198	1945	156
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850		–		100	140	200	50	90	125	0,035		–	2476	198	1592	127
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100		–		70	110	120	40	65	90	0,035		–	1945	156	1149	92
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–			–			–		–		–		–		–
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB		–			–			–		–		–		–		–
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB		–			–			–		–		–		–		–
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB		–			–			–		–		–		–		–
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB		–			–			–		–		–		–		–
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850		–			–			–		–		–		–		–
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200		–			–			–		–		–		–		–
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	400	600	2400		–			–		0,115	10610	1220		–		–
17.1	Al-Leg., kurzspanend		240	400	950		–			–		0,115	7074	813		–		–
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		160	300	800		–			–		0,115	5305	610		–		–
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	200	350	520		–			–		0,115	6189	712		–		–
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	200	400	800		–			–		0,115	7074	813		–		–
18.2	Messing, langspanend	< 600	200	350	520		–			–		0,115	6189	712		–		–
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	120	200	320		–			–		0,115	3537	407		–		–
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	100	190	280		–			–		0,115	3360	386		–		–
18.5	Bronze, langspanend	< 850	100	180	230		–			–		0,115	3183	366		–		–
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	80	110	180		–			–		0,115	1945	224		–		–
19.0	Graphit			–			–			–		–		–		–		–
20.0	Thermoplast			–			–			–		–		–		–		–
20.1	Duroplast			–			–			–		–		–		–		–
20.2	GFK und CFK			–			–			–		–		–		–		–

Hinweis: Bei Werkstoffen mit höheren Festigkeiten (≥ 1000 N/mm²) beim Eintritt mit den niedrigsten Vorschubwerten (f = 0,01/0,2 mm) beginnen und nach Erreichen einer Bohrtiefe von 1 mm Vorschubwerte laut Tabelle erhöhen Schnittwerte zum Drehen sind der Tabelle 9.22 (Kapitel Drehen) zu entnehmen.







∅ 20						∅ 26						∅ 33					
f	HU70AL		HB7120		HB7130	f	HU70AL		HB7120		HB7130	f	HU70AL		HB7120		HB7130	
	n	v_f	n	v_f	n	v_f		n	v_f	n	v_f	n	v_f		n	v_f	n	v_f
[mm/U]	[1/min]	[mm/min]	[1/min]	[mm/min]	[1/min]	[mm/min]	[mm/U]	[1/min]	[mm/min]	[1/min]	[mm/min]	[1/min]	[mm/min]	[mm/U]	[1/min]	[mm/min]	[1/min]	[mm/min]	[1/min]	[mm/min]
0,09	–		3501	315	3183	286	0,12	–		2693	323	2449	294	0,15	–		2122	318	1929	289
0,09	–		3183	286	3024	272	0,12	–		2449	294	2326	279	0,15	–		1929	289	1833	275
0,09	–		3661	329	3501	315	0,12	–		2816	338	2693	323	0,15	–		2219	333	2122	318
0,09	–		3342	301	3024	272	0,12	–		2571	309	2326	279	0,15	–		2026	304	1833	275
0,09	–		3183	386	2865	258	0,12	–		2449	294	2204	264	0,15	–		1929	289	1736	260
0,09	–		2865	258	1910	172	0,12	–		2204	264	1469	176	0,15	–		1736	260	1157	174
0,09	–		2228	201	1751	158	0,12	–		1714	206	1347	162	0,15	–		1350	203	1061	159
0,09	–		2069	186	1751	158	0,12	–		1592	191	1347	162	0,15	–		1254	188	1061	159
0,09	–		1751	158	1432	129	0,12	–		1347	162	1102	132	0,15	–		1061	159	868	130
0,09	–		2865	258	1910	172	0,12	–		2204	264	1469	176	0,15	–		1736	260	1157	174
0,09	–		2387	215	1751	158	0,12	–		1836	220	1347	162	0,15	–		1447	217	1061	159
0,09	–		2069	186	1910	172	0,12	–		1592	191	1469	176	0,15	–		1254	188	1157	174
0,09	–		2546	229	1592	143	0,12	–		1959	235	1224	147	0,15	–		1543	231	965	145
0,09	–		1751	158	1273	115	0,12	–		1347	162	979	118	0,15	–		1061	159	772	116
0,09	–		2228	201	1910	172	0,12	–		1714	206	1469	176	0,15	–		1350	203	1157	174
0,09	–		1910	172	1751	158	0,12	–		1469	176	1347	162	0,15	–		1157	174	1061	159
0,09	–		1751	158	1432	129	0,12	–		1347	162	1102	132	0,15	–		1061	159	868	130
	–		–		–		–	–		–		–		–	–		–		–	
	–		–		–		–	–		–		–		–	–		–		–	
	–		–		–		–	–		–		–		–	–		–		–	
	–		–		–		–	–		–		–		–	–		–		–	
	–		–		–		–	–		–		–		–	–		–		–	
	–		–		–		–	–		–		–		–	–		–		–	
	–		–		–		–	–		–		–		–	–		–		–	
0,09	–		1910	172	1910	172	0,12	–		1469	176	1469	176	0,15	–		1157	174	1157	174
0,09	–		2228	201	1751	158	0,12	–		1714	206	1347	162	0,15	–		1350	203	1061	159
0,09	–		2228	201	1432	129	0,12	–		1714	206	1102	132	0,15	–		1350	203	868	130
0,09	–		1751	158	1035	93	0,12	–		1347	162	796	95	0,15	–		1061	159	627	94
	–		–		–		–	–		–		–		–	–		–		–	
	–		–		–		–	–		–		–		–	–		–		–	
	–		–		–		–	–		–		–		–	–		–		–	
	–		–		–		–	–		–		–		–	–		–		–	
	–		–		–		–	–		–		–		–	–		–		–	
	–		–		–		–	–		–		–		–	–		–		–	
	–		–		–		–	–		–		–		–	–		–		–	
0,13	9549	1241	–		–		0,18	7346	1322	–		–		0,22	5787	1273	–		–	
0,13	6366	828	–		–		0,18	4897	881	–		–		0,22	3858	849	–		–	
0,13	4775	621	–		–		0,18	3673	661	–		–		0,22	2894	637	–		–	
0,13	5570	724	–		–		0,18	4285	771	–		–		0,22	3376	743	–		–	
0,13	6366	828	–		–		0,18	4897	881	–		–		0,22	3858	849	–		–	
0,13	5570	724	–		–		0,18	4285	771	–		–		0,22	3376	743	–		–	
0,13	3183	414	–		–		0,18	2449	441	–		–		0,22	1929	424	–		–	
0,13	3024	393	–		–		0,18	2326	419	–		–		0,22	1833	403	–		–	
0,13	2865	372	–		–		0,18	2204	397	–		–		0,22	1736	382	–		–	
0,13	1751	228	–		–		0,18	1347	242	–		–		0,22	1061	233	–		–	
	–		–		–		–	–		–		–		–	–		–		–	
	–		–		–		–	–		–		–		–	–		–		–	
	–		–		–		–	–		–		–		–	–		–		–	
	–		–		–		–	–		–		–		–	–		–		–	

Inhalt



Tabellenverzeichnis – Einsatzrichtwerte Gewinde 313
Übersicht – Hand- und Maschinen-Gewindebohrer – für Durchgangsloch 314
Übersicht – Maschinen-Gewindebohrer – für Grundloch 316
Übersicht – Maschinen-Gewindeformer und Gewindefräser 318
Microschmiersystem 319
Gewindearten 320
Gewinde-Kenngrößen 320
Kernlochtabellen für Gewindebohrer 322
Kernlochtabellen für Gewindeformer 326
Gewinde-Vorarbeitsdurchmesser für Bolzen 328

1 Gewindeherstellungsverfahren 331

2 Gewindebohren 331

2.1 Verfahren 331
2.2 Formen von Gewindebohrern 332
2.3 Verschleiß und Standweg 332
2.4 Schnittaufteilung beim Gewindebohren 333
2.5 Kräfte und Leistungsbedarf beim Gewindebohren 334
2.6 Einsatzrichtwerte für Gewindebohrer 335

3 Gewindeformen 335

Anwendungshinweis, Einsatzrichtwerte

4 Gewindefräsen 340

4.1 Prinzip des Kurzgewindefräsens 340
4.2 Hauptzeitberechnung 340
4.3 Besonderheiten beim Einsatz von Gewindefräsern 341
4.4 Bohrgewindefräsen, Einsatzrichtwerte 342
4.5 Schaftgewindefräsen, Einsatzrichtwerte 344
4.6 Gewindefräsen mit Wendeplatte, Einsatzrichtwerte 349
4.7 Zirkular- und Gewindefräsen mit Polygon- und Dreikantplatten, Einsatzrichtwerte 353

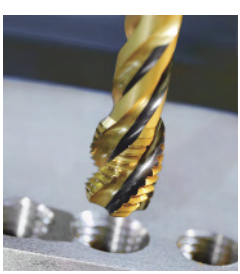
5 Gewindedrehen 356

5.1 Profiltypen 356
5.1.1 Vollprofil 356
5.1.2 Teilprofil 356
5.1.3 Semiprofil 357
5.2 Wahl der Zustelllung 357
5.2.1 Radialzustellung 357

5.2.2 Flankenzustellung 358
5.2.3 Wechselseitige Zustellung 358
5.2.4 Anzahl der Schnitte (Durchgänge) 359
5.3 Wahl der richtigen Bearbeitungsmethode und Unterlegplatte 359
5.4 Anwendungsbeispiel Gewindedrehen M16 x 2 362
5.5 Hauptzeit beim Gewindedrehen 363
5.6 Problemlösungen für Gewindedrehen 364
5.7 Einsatzempfehlung GARANT Gewindedrehen 365
5.8 Maßübersicht für Gewindedrehen 366

Tabellenverzeichnis – Einsatzrichtwerte Gewinde

		Schneidstoff/ Beschichtung	Tab.-Nr.	Seite
Gewindebohren	Maschinen-Gewindebohrer für Hartbearbeitung	Vollhartmetall	4.1	335
Gewindeformer	Gewindeformer ohne Schmiernuten	HSS/TiN, TiAlN	4.2	337
	Gewindeformer mit Schmiernuten	HSS/TiN, TiAlN	4.3	338
Gewindefräsen	GARANT Bohrgewindefräser mit Senkstufe	Vollhartmetall/TiAlN	4.4	343
	GARANT Schaftgewindefräser	Vollhartmetall/TiAlN	4.5	345
	GARANT Schaftgewindefräser mit Senkstufe für gehärtete Stähle	Vollhartmetall/TiAlN	4.6	346
	GARANT Feinstkorn-VHM-Einzahn-Gewindefräser	Vollhartmetall/TiAlN	4.7	348
	GARANT Wendeplatten-Gewindefräser mit Innenkühlung	Hartmetall/TiCN	4.10	351
	GARANT Hochleistungsgewindefräser HPC	Hartmetall	4.11	352
	GARANT Zirkular- und Gewindefräser mit Polygon- und Dreikantplatten	Hartmetall	4.12	355
Gewindedrehen	GARANT Gewindedrehen	Hartmetall	4.17	365



Übersicht – Hand- und Maschinen-Gewindebohrer – für Durchgangsloch



Gewindeart ▶		M			M-LH	MF	G	BSW	UNC/F	M				
Farbring ▶														
Artikelnummer		**13 0150**	**13 0400**	**13 0450**	**13 0460**	**13 0470**	**13 0550**	**13 0670**	**13 0700 – 13 0750**	**13 1100**	**13 1120**	**13 1140**	**13 1150 – 13 1200**	**13 1250**
für Durchgangsloch		3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	2×D	2×D
für Grundloch		3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D			3×D		2×D
Anschnitt (Form)		A/D/C	A/D/C	A/D/C	A/D/C	D/C	D/C	A/D/C	D/C	B	B	C	B	C
Toleranz		6H	6H	6HX	6H	6H	ISO 228	mittel	2B	6H	6H	6HX	6H	6H
Schneidstoff		HSS	HSS/E	HSS/E	HSS	HSS	HSS	HSS	HSS	HSS/E	HSS-PM	HM	HSS/E	HSS/E
Beschichtung				nitriert						vap.	h. chrome			**TiN**
Kühlkanäle IK														
Größenbereich		1 – 30	2 – 20	2 – 16	3 – 20	2 – 32	1/8" – 2"	1/8" – 1"	Nr.2 – 3/4"	1,6 – 24	2 – 20	3 – 12	1 – 36	3 – 20
Seite	ISO	106	107	107	107	108	109	109	110	111	111	111	112	112
Alu, Kunststoffe	N	○			○	○	○	○	○	9 – 16	**16 – 40**	**9 – 26**		
Alu	N	○			○	○	○	○	○	**9 – 16**	**16 – 40**	**20 – 50**	9 – 16	10 – 21
Alu-Guss > 10 % Si	N	○	○	○	○	○	○	○	○		14 – 31	16 – 40		
Stahl < 500 N/mm²	P	●			●	●	●	●	●	**9 – 20**	23 – 30	25 – 35	**9 – 20**	**9 – 30**
Stahl < 750 N/mm²	P	●	●		●	●	●	●	●				**9 – 20**	**8 – 30**
Stahl < 900 N/mm²	P	●	●		●	●	●	●	●					
Stahl < 1100 N/mm²	P		○	●										
Stahl < 1400 N/mm²	P			●										
Stahl > 45 HRC	H													
INOX < 900 N/mm²	M		●											
INOX > 900 N/mm²	M		○											
Ti > 850 N/mm²	S		●											
GG (G)	K	○	○	○	○	○	○	○	○					
CuZn	N									9 – 16	25 – 31	18 – 35		
Graphit, GFK, CFK	N											**5 – 15**		
UNI		○	○		○	○	○	○	○					



Gewindeart ▶		M												
Farbring ▶														
Artikelnummer		**13 2160**	**13 2170**	**13 2280 – 13 2285**	**13 2400**	**13 2420**	**13 2450**	**13 2500**	**13 2550**	**13 2570**	**13 2600**	**13 2640**	**13 2700**	**13 2720**	**13 2730**
für Durchgangsloch		2×D	2×D	2,5×D	2×D	2×D	2×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D
für Grundloch								3×D	3×D	3×D	3×D				
Anschnitt (Form)		B	B	B	D	B	B	C	C	C	C	B	CS	B	B
Toleranz		6HX	6HX	6HX	6HX	6HX	6HX	6HX	6HX	6HX	6H	6H	6H	6H	6H
Schneidstoff		HSS/E	HSS-PM	HSS-PM	HSS-PM	HSS-PM	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HM	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS-PM
Beschichtung		**TiCN**	**TiCN**	**TiAlN**		nit.+vap.	**TiCN**	nitriert	**TiCN**			vap.	**TiN**	**TiCN**	**TiAlN**
Kühlkanäle IK				(IK)											IK
Größenbereich		1,6 – 24	1,6 – 20	3 – 16	2,5 – 16	2 – 24	3 – 24	2 – 20	2 – 20	3 – 16	2 – 10	1 – 30	3 – 16	3 – 16	6 – 20
Seite	ISO	120	120	121	121	122	122	123	123	123	123	124	124	124	124
Alu, Kunststoffe	N														
Alu	N	10 – 21	16 – 40	30 – 50	10 – 19		10 – 21					9 – 16	10 – 21	10 – 21	16 – 40
Alu-Guss > 10 % Si	N				10 – 19										
Stahl < 500 N/mm²	P	**9 – 30**	**23 – 30**	**30 – 45**			**9 – 30**					**9 – 20**	**9 – 30**	**9 – 30**	**23 – 30**
Stahl < 750 N/mm²	P	**8 – 30**	**15 – 30**	**25 – 45**			**8 – 30**					**9 – 20**	**8 – 30**	**8 – 30**	**15 – 30**
Stahl < 900 N/mm²	P	8 – 30	15 – 30	**15 – 30**	9 – 26	9 – 26	8 – 30					**9 – 20**	**8 – 30**	**8 – 30**	**15 – 30**
Stahl < 1100 N/mm²	P				**6 – 11**	**6 – 11**						4 – 8	**6 – 11**	**6 – 11**	**11 – 15**
Stahl < 1400 N/mm²	P				**2 – 5**	**2 – 5**									
Stahl > 45 HRC	H														
INOX < 900 N/mm²	M	5 – 11	**8 – 10**	**10 – 15**			5 – 11					**4 – 9**	**5 – 11**	**5 – 11**	**8 – 12**
INOX > 900 N/mm²	M	**4 – 8**	**5 – 9**	**9 – 12**			**4 – 8**								
Ti > 850 N/mm²	S				**2 – 6**	**2 – 6**	**2 – 6**								
GG (G)	K							**6 – 15**	**8 – 21**	**10 – 21**	6 – 15				
CuZn	N	10 – 21	25 – 31	30 – 40			10 – 21			**10 – 30**	**9 – 16**	9 – 16	10 – 21	10 – 21	25 – 31
Graphit, GFK, CFK	N														
UNI		○	○	○	○		○					●	●	●	●

● / **Fettschrift = sehr gut geeignet;** ○ / Normalschrift = bedingt geeignet



								M								
13 1280 – 13 1290	13 1300 – 13 1350	13 1450	13 1650	13 1700	13 1760	13 1800	13 1850	13 1900	13 1920	13 1930	13 1950	13 2050	13 2065 – 13 2070	13 2080	13 2150	13 2155
3×D	2×D	2×D	2×D	2×D	3×D	2×D	3×D	2×D	3×D	3×D	1,5×D	1,5×D	2,5×D	2×D	2×D	2×D
											1,5×D	1,5×D		2×D		
B/CS	B	B	B	D	B	A	B	B	B	B	C	C	B	D	B	D
6H	6G	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6HX	6HX	6HX	6HX	6HX	6HX	6HX	6HX
HSS-PM	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS-PM	VHM	HSS/E	HSS/E
									nit.+vap.	TiCN		TiN	TiAlN	TiAlN	vap.	vap.
												IK	(IK)			
3 – 20	2 – 20	2 – 16	2 – 20	2 – 30	3 – 20	2 – 16	2 – 20	3 – 20	2 – 24	3 – 24	2,5 – 20	6 – 16	3 – 16	3 – 12	2 – 24	3 – 12
113	113	114	114	115	115	116	116	117	117	117	118	118	118	119	119	119
10 – 19	9 – 16	9 – 16	9 – 16	9 – 16	9 – 16	9 – 16	9 – 16	9 – 16							9 – 16	9 – 16
								9 – 16								
9 – 26	**9 – 20**	**9 – 20**	**9 – 20**	**9 – 20**	**9 – 20**	**9 – 20**	**9 – 20**	9 – 20	9 – 20	9 – 30			**30 – 45**		**9 – 20**	**9 – 20**
9 – 26	**9 – 20**	**9 – 20**	**9 – 20**	**9 – 20**	**9 – 20**	**9 – 20**	**9 – 20**	9 – 20	9 – 20	8 – 30	9 – 20	8 – 30	**25 – 45**		**9 – 20**	**9 – 20**
9 – 26							**9 – 20**	**9 – 20**	**9 – 20**	**8 – 30**	**9 – 20**	**8 – 30**	**15 – 30**		9 – 20	9 – 20
6 – 11								**4 – 8**	**4 – 8**	**6 – 11**	**4 – 8**	**6 – 11**	**10 – 15**			
											2 – 4	**2 – 5**	**5 – 9**			
														1 – 4		
															4 – 9	**9 –18**
			6 – 11	6 – 11	6 – 11	6 – 11	6 – 11									
							9 – 16	**9 – 16**							9 – 16	9 – 16
														5 – 30		
○			○	○	○	○	○	○							○	○



M		M-LH			MF					MF-LH	G				UNC/F	PG
13 2740	13 2745	13 2800	13 2830	13 2835	13 2860	13 2862	13 2870	13 2880	13 2900	13 3010	13 3300	13 3310	13 3320	13 3325	13 3350 – 13 3400	13 3450
3×D	3×D	3×D	2×D	2×D	2×D	2×D	3×D	3×D	3×D	2×D	2×D	2×D	2×D	2×D	3×D	3×D
						2×D		3×D		2×D			2×D			3×D
D	B	B	B	CS	B	D	B	C	B	C	B	B	D	B	B	D
6H	6H	6H	6H	6H	6H	6HX	6HX	6HX	6H	6H	ISO 228	ISO 228	ISO 228	ISO 228	2B	
HSS/E	HSS-PM	HSS/E	HSS/E	HSS-PM	HSS/E	VHM	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	VHM	HSS/E	HSS/E	HSS/E
TiCN	TiAlN	nit.+vap.		TiN	TiCN	TiAlN	vap.	nitriert	TiN			TiCN	TiAlN	vap.		
	IK															
3 – 20	5 – 16	3 – 24	2 – 63	5 – 24	3 – 30	8 – 12	4 – 24	4 – 22	3 – 30	8 – 16	1/8" – 1"	1/8" – 1"	1/8" – 1/4"	1/8" – 1"	Nr.4 – 1"	7 – 21
125	125	125	126	126	127	127	128	128	129	129	129	130	130	130	131	132
10 – 21	30 – 50	9 – 16	9 – 16	16 – 40			9 – 16		10 – 21	9 – 16	9 – 16			9 – 16	9 – 16	9 – 16
9 – 30	**30 – 45**	**9 – 20**	**9 – 20**	**23 – 30**	9 – 30		**9 – 20**		**9 – 30**	**9 – 20**	**9 – 20**	9 – 30		**9 – 20**	**9 – 20**	**9 – 20**
8 – 30	**25 – 45**	**9 – 20**	**9 – 20**	**15 – 30**	8 – 30		**9 – 20**		**8 – 30**	**9 – 20**	**9 – 20**	8 – 30		**9 – 20**	**9 – 20**	**9 – 20**
8 – 30	**15 – 30**	**9 – 20**			**8 – 30**		9 – 20		**8 – 30**	**9 – 20**		**8 – 30**		9 – 20		
6 – 11	**10 – 15**	**4 – 8**			**6 – 11**				**6 – 11**			**6 – 11**				
	5– 9															
						1 – 4							**1 – 4**			
10 – 15	**10 – 15**	**4 – 9**					**4 – 9**		**5 – 11**					**4 – 9**		4 – 9
	9 – 12															
								6 – 15								
10 – 21	30 – 40	9 – 16					9 – 16		10 – 21					9 – 16		9 – 16
						5 – 30							5 – 30			
●	●	●					○		●					○		○

● / **Fettschrift = sehr gut geeignet;** ○ / Normalschrift = bedingt geeignet

Übersicht – Maschinen-Gewindebohrer – für Grundloch



Gewindeart ▶		M											
Farbring ▶													
Artikelnummer		**13 4200**	**13 4250**	**13 4270**	**13 4600**	**13 4620**	**13 4650**	**13 4660**	**13 4670**	**13 4851**	**13 4980**	**13 5100**	**13 5150**
für Grundloch		3 × D	3 × D	2 × D	2 × D	3 × D	2 × D	3 × D	3 × D	3 × D	3 × D	3 × D	3 × D
Anschnitt (Form)		C	C	C	D	C	C	C	C	C	C	C	C
Toleranz		6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H
Schneidstoff		HSS/E	HSS/E	HSS-PM	HSS/E	HSS-PM	HSS/E	HSS/E	HSS-PM	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E
Beschichtung			vap.	h. chrome					vap.	vap.	vap.	**TiN**	vap.
Kühlkanäle IK													
Größenbereich		2 – 10	1,6 – 24	1,6 – 20	2 – 30	3 – 20	3 – 12	3 – 20	4 – 20	2 – 30	4 – 10	3 – 20	2 – 20
Seite	ISO	132	133	133	134	134	135	135	135	136	136	136	136
Alu, Kunststoffe	N	**9 – 16**	**9 – 16**	**16 – 40**									
Alu	N	**9 – 16**	9 – 16	**16 – 40**	9 – 16	10 – 19	9 – 16	9 – 16	10 – 19	9 – 16	9 – 16	10 – 21	9 – 16
Alu-Guss > 10 % Si	N			14 – 31									
Stahl < 500 N/mm²	P		**9 – 20**	23 – 30	**9 – 20**	**9 – 26**	**9 – 20**	**9 – 20**	**9 – 26**	**9 – 20**	**9 – 20**	**9 – 30**	**9 – 20**
Stahl < 750 N/mm²	P				**9 – 20**	**9 – 26**	**9 – 20**	**9 – 20**	**9 – 26**	**9 – 20**	**9 – 20**	**8 – 30**	**9 – 20**
Stahl < 900 N/mm²	P					**9 – 26**			**9 – 26**	**9 – 20**	**9 – 20**	**8 – 30**	**9 – 20**
Stahl < 1100 N/mm²	P					6 – 11			6 – 11				
Stahl < 1400 N/mm²	P												
Stahl > 45 HRC	H												
INOX < 900 N/mm²	M								**5 – 10**				
INOX > 900 N/mm²	M												
Ti > 850 N/mm²	S												
GG (G)	K							6 – 11		6 – 11	6 – 11	6 – 21	6 – 11
CuZn	N		9 – 16	25 – 31					10 – 21	9 – 16	9 – 16	10 – 21	9 – 16
Graphit, GFK, CFK	N												
UNI								○	●				



Gewindeart ▶		M										M-LH	MF	
Farbring ▶														
Artikelnummer		**13 5760**	**13 5850**	**13 5900**	**13 5950**	**13 6050**	**13 6150**	**13 6155**	**13 6160**	**13 6170**	**13 6173**	**13 6176**	**13 6180**	**13 6210**	**13 6250**
für Grundloch		2 × D	3 × D	3 × D	3 × D	3 × D	3 × D	3 × D	3 × D	3 × D	3 × D	3 × D	3 × D	2 × D	2 × D
Anschnitt (Form)		C	C	C	C	E	E	C	C	C	E	C	C	C	D
Toleranz		6HX	6H	6H	6H	6H	6H	6G	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H
Schneidstoff		HSS-PM	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS-PM	HSS-PM	HSS/E	HSS-PM	HSS-PM	HSS/E	HSS/E	HSS/E
Beschichtung		**TiCN**	vap.	**TiN**	**TiCN**	vap.	**TiN**	**TiAlN**	**TiAlN**	**TiCN**	**TiAlN**	**TiAlN**	vap.	vap.	
Kühlkanäle IK									IK			IK			
Größenbereich		2 – 20	2 – 30	2 – 20	3 – 20	3 – 20	3 – 20	3 – 20	6 – 16	3 – 20	3 – 16	5 – 16	3 – 20	3 – 24	4 – 36
Seite	ISO	141	142	142	142	142	142	142	142	143	143	143	143	144	144
Alu, Kunststoffe	N													9 – 16	
Alu	N		9 – 16	10 – 21	10 – 21	9 – 16	10 – 21	16 – 40	16 – 40	10 – 21	25 – 40	25 – 40	9 – 16	**9 – 16**	9 – 16
Alu-Guss > 10 % Si	N														
Stahl < 500 N/mm²	P		**9 – 20**	**9 – 30**	**9 – 30**	**9 – 20**	**9 – 30**	**23 – 30**	**23 – 30**	**9 – 30**	**26 – 41**	**26 – 41**	9 – 20	**9 – 20**	**9 – 20**
Stahl < 750 N/mm²	P		**9 – 20**	**8 – 30**	**8 – 30**	**9 – 20**	**8 – 30**	**15 – 30**	**15 – 30**	**8 – 30**	**25 – 40**	**25 – 40**	**9 – 20**		**9 – 20**
Stahl < 900 N/mm²	P	15 – 30	**9 – 20**	**8 – 30**	**8 – 30**	**9 – 20**	**8 – 30**	**15 – 30**	**15 – 30**	**8 – 30**	**15 – 25**	**15 – 25**	**9 – 20**		**9 – 20**
Stahl < 1100 N/mm²	P	**11 – 15**	4 – 8	**6 – 11**	**6 – 11**	4 – 8	**6 – 11**	**11 – 15**	**11 – 15**	**6 – 11**	**10 – 15**	**10 – 15**	**4 – 8**		
Stahl < 1400 N/mm²	P	**7 – 8**									**5 – 9**	**5 – 9**			
Stahl > 45 HRC	H														
INOX < 900 N/mm²	M		**4 – 9**	**5 – 11**	**5 – 11**	**4 – 9**	**5 – 11**	**8 – 12**	**8 – 12**	**10 – 12**	**10 – 12**	**10 – 12**	**4 – 9**		
INOX > 900 N/mm²	M										**8 – 10**	**8 – 10**			
Ti > 850 N/mm²	S	**4 – 7**													
GG (G)	K														
CuZn	N		9 – 16	10 – 21	10 – 21	9 – 16	10 – 21	25 – 31	25 – 31	10 – 21	25 – 35	25 – 35	9 – 16	9 – 16	
Graphit, GFK, CFK	N														
UNI			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		

● / **Fettschrift = sehr gut geeignet;** ○ / Normalschrift = bedingt geeignet



	M															
13 5290	**13 5300**	**13 5320**	**13 5360**	**13 5370**	**13 5375**	**13 5410 – 13 5415**	**13 5420**	**13 5450 – 13 5550**	**13 5600**	**13 5650**	**13 5700**	**13 5730**	**13 5740 – 13 5743**	**13 5746**	**13 5750**
2×D	2×D	2×D	2×D	2×D	3×D	2,5×D	2,5×D	2×D	2×D	2×D	2×D	2×D	2,5×D	2,5×D	2×D
C	C	C	C	C	C	C / E	C	C	C	C	C	C	C / E	C	C
6H	6H	6H	6H	6H	6H	6HX	6HX	6H	6G	6H	6H	6H	6HX	6HX	6HX
VHM	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS-PM	HSS-PM	HSS-PM	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS-PM	HSS-PM	HSS-PM	HSS-PM
	vap.	**TiCN**	vap.	**TiCN**	**TiN/vap.**	**TiAlN**	**TiAlN**	vap.	vap.	vap.	**TiCN**	**TiCN**	**TiAlN**	**TiAlN**	nitriert
IK							IK								
6 – 12	2 – 24	3 – 24	3 – 24	3 – 24	4 – 24	3 – 16	5 – 16	2 – 30	2 – 20	2 – 24	3 – 24	2 – 20	3 – 16	5 – 16	2 – 20
137	137	137	138	138	138	139	139	139	139	140	140	140	141	141	141
								9 – 16	9 – 16	9 – 16	10 – 21	16 – 40	25 – 40	25 – 40	
30 – 50	9 – 20	9 – 30			**23 – 30**			9 – 20	9 – 20	9 – 20	9 – 30	23 – 30			
28 – 42	9 – 20	8 – 30	9 – 20	8 – 30	**15 – 30**	**25 – 40**	**25 – 40**	9 – 20	9 – 20	9 – 20	8 – 30	15 – 30	**25 – 40**	**25 – 40**	
25 – 35	**9 – 20**	**8 – 30**	**9 – 20**	**8 – 30**	**15 – 30**	**15 – 25**	**15 – 25**	9 – 20	9 – 20	9 – 20	8 – 30	15 – 30	**15 – 25**	**15 – 25**	9 – 26
	4 – 8	**6 – 11**	**4 – 8**	**6 – 11**	**11 – 15**	**10 – 15**	**10 – 15**								**6 – 11**
			2 – 4	**2 – 5**	**6 – 13**	**5 – 9**	**5 – 9**								**2 – 5**
								4 – 9	**4 – 9**	4 – 9	5 – 11	**8 – 10**	**10 – 12**	**10 – 12**	
										3 – 6	**4 – 8**	**5 – 9**	**8 – 10**	**8 – 10**	
					4 – 7										**2 – 6**
								9 – 16	9 – 16	9 – 16	10 – 21	25 – 31	25 – 35	25 – 35	
5 – 30															
													○	○	



	MF				G						UNC	UNF	NPT
13 6260	**13 6270**	**13 7050**	**13 7055**	**13 7150**	**13 7340**	**13 7350**	**13 7410**	**13 7450**	**13 7700**	**13 7800**	**13 7860**	**13 8000**	**13 8100**
2×D	2×D	2×D	2×D	2×D	2×D	2×D	2×D	2×D	2×D	2×D	2×D	2×D	2×D
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	E	C	C	C
6H	6H	6H	6HX	6H	ISO 228	ISO 228	ISO 228	ISO 228	ISO 228	ISO 228	2B	2B	
HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS-PM	HSS/E	HSS-PM	HSS/E	HSS-PM	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS-PM
vap.	**TiCN**	vap.	vap.	**TiN**	h. chrome	vap.	**TiCN**	vap.	**TiCN**	**TiN**			**TiAlN**
3 – 30	4 – 24	4 – 24	5 – 16	4 – 30	1/8" – 1"	1/8" – 2"	1/8" – 1"	1/8" – 1"	1/8" – 1"	1/8" – 1/2"	Nr. 4 – 1"	Nr. 10 – 1"	1/8" – 1"
145	145	146	146	147	147	147	148	148	148	148	149	149	149
					16 – 40								
9 – 16		9 – 16		10 – 21	**16 – 40**	9 – 16		9 – 16	10 – 21	10 – 21	9 – 16	9 – 16	
					14 – 31								
9 – 20	9 – 30	9 – 20		**9 – 30**	23 – 30	**9 – 20**		9 – 20	9 – 30	**9 – 30**	**9 – 20**	**9 – 20**	
9 – 20	8 – 30	9 – 20		**8 – 30**		**9 – 20**	15 – 30	9 – 20	8 – 30	**8 – 30**	**9 – 20**	**9 – 20**	
9 – 20	**8 – 30**	9 – 20	9 – 26	**8 – 30**		**9 – 20**	**15 – 30**	9 – 20	8 – 30	**8 – 30**			**15 – 30**
	6 – 11		**6 – 11**	**6 – 11**			**11 – 15**			**6 – 11**			**11 – 15**
			2 – 5				**6 – 8**						6 – 8
		4 – 9		**5 – 11**				**4 – 9**	5 – 11	**5 – 11**			
									4 – 8				
			2 – 6										
6 – 11													
9 – 16		9 – 16		10 – 21	25 – 31	9 – 16		9 – 16	10 – 21	10 – 21			
○				●						●			

● / **Fettschrift = sehr gut geeignet;** ○ / Normalschrift = bedingt geeignet

Übersicht – Maschinen-Gewindeformer und Gewindefräser



Gewindeart ▶		M										MF		G	
Farbring ▶															
Artikelnummer		139115/ 139175	139125 / 139135	139170	139178 / 139190	139185	139187	139210 – 139215	139230	139242	139243 – 139244	139260	139265	139400	139405
Gewindetiefe		1,5/3×D	1,5×D	3×D	3×D	3×D	3×D	2,5×D	2,5×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D
Schmiernut		(Nut)		Nut	Nut	Nut	Nut	Nut	Nut	Nut	Nut	Nut	Nut	Nut	Nut
Anlauf (Form)		C	C	C	C	E	C	C / E	C	C	C	C	C	C	C
Toleranz		6HX	6HX/6GX	6HX	6HX/6GX	6HX	6HX	6HX	6HX	6HX	6HX	6HX	6HX	ISO 228	ISO 228
Schneidstoff		HSS-PM	HSS-PM	HSS-PM	HSS-PM	HSS-PM	HSS-PM	HSS-PM	HSS-PM	VHM	VHM	HSS-PM	HSS-PM	HSS-PM	HSS-PM
Beschichtung		TiN	TiN	TiN	TiN	TiN	TiN	TiN	TiN	TiAlN	TiAlN	TiN	TiN	TiN	TiN
Kühlkanäle IK							IK		IK		IK				
Größenbereich		2 – 16	1 – 16	2 – 16	2 – 16	3 – 16	5 – 12	4 – 12	4 – 12	3 – 12	3 – 12	8 – 20	6 – 20	1/8"–1/2"	1/8"–1/2"
Seite	ISO	150/151	150	151	151	151	151	152	152	152	152	153	153	153	153
Alu, Kunststoffe	N		40 – 45	**40 – 45**	40 – 45	40 – 45	40 – 45	**42 – 47**	**45 – 50**	**47 – 52**	**50 – 55**		40 – 45		40 – 45
Alu	N		**40 – 45**	**40 – 45**	**40 – 45**	**40 – 45**	**40 – 45**	**42 – 47**	**45 – 50**	**47 – 52**	**50 – 55**		**40 – 45**		**40 – 45**
Alu-Guss > 10 % Si	N			**25 – 32**		25 – 30	30 – 40	37 – 42	42 – 47	45 – 50	47 – 52				
Stahl < 500 N/mm²	P	**30 – 35**	**35 – 40**	**30 – 35**	**35 – 40**	**35 – 40**	**35 – 40**	**42 – 47**	**47 – 52**	**50 – 55**	**52 – 57**	**30 – 35**	**35 – 40**	**30 – 35**	**35 – 40**
Stahl < 750 N/mm²	P	**25 – 30**	**30 – 35**		**30 – 35**	**30 – 35**	**30 – 35**	**35 – 40**	**40 – 45**	**45 – 50**	**47 – 52**	**25 – 30**	**30 – 35**	**25 – 30**	**30 – 35**
Stahl < 900 N/mm²	P	**20 – 25**	**25 – 30**		**25 – 30**	**25 – 30**	**27 – 32**	**32 – 37**	**37 – 42**	**42 – 47**	**45 – 50**	**20 – 25**	**25 – 30**	**20 – 25**	**25 – 30**
Stahl < 1100 N/mm²	P	**15 – 20**	**20 – 25**		**20 – 25**	**20 – 25**	**25 – 30**	**30 – 35**	**35 – 40**	**37 – 42**	**40 –45**	**15 – 20**	**20 – 25**	**15 – 20**	**20 – 25**
Stahl < 1400 N/mm²	P		15 – 20		15 – 20	15 – 20	20 – 25	20 – 25	25 – 30				15 – 20		15 – 20
Stahl > 45 HRC	H														
INOX < 900 N/mm²	M	**10 – 15**	**10 – 15**		**10 – 15**	**10 – 15**	**15 – 20**	**20 – 25**	**20 – 25**			**10 – 15**	**10 – 15**	**10 – 15**	**10 – 15**
INOX > 900 N/mm²	M	**6 – 8**										**6 – 8**		**6 – 8**	
Ti > 850 N/mm²	S														
GG (G)	K														
CuZn	N	20 – 25	20 – 25		20-25	20 – 25	25 – 30	32 – 37	37 – 42			20 – 25	20 – 25	20 – 25	20 – 25
Graphit, GFK, CFK	N														
UNI			●		●	●	●	●	●				●		●



Gewindeart ▶		VHM-Bohr-Gewindefräser		VHM-Schaft-Gewindefräser												
		M		M					MF		G		UNC	UNF	NPT	
Farbring ▶																
Artikelnummer		139510	139515	139610	139650	139652	139655 – 139658	139660	139670	139685 – 139688	139710	139720	139725	139726	139730	
Gewindetiefe		1,5×D	2×D	2×D	2×D	1,5×D	1,5–2×D	2,5×D	2×D	1,5–2×D	2×D	2×D	2×D	2×D	2×D	
Senkstufe		90°	90°			90°	90°	90°		90°		90°	90°	90°	90°	
Beschichtung		TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	
Kühlkanäle IK		IK	IK		IK		IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK	
Größenbereich		4 – 10	4 – 14	2 – 6	3 – 24	1 – 16	4 – 20	5 – 12	2,5 – 24	8 – 16	1/16"– 1"	1/8"– 1/4"	1/4"– 3/4"	1/4"– 3/4"	1/8"	
Seite		154	154	155	156	156	157	157	158	158	159	159	160	160	160	
▼ Werkstoffgruppe	ISO	**Richtwerte Schnittgeschwindigkeit Vc = m/min / Vorschub pro Zahn* fz = mm/Zahn**														
Alu, Kunststoffe	N			300/0,035	220/0,065		220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	
Alu	N	220/0,065	220/0,065	300/0,035	220/0,065		220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	
Alu-Guss > 10 % Si	N	220/0,065	220/0,065	200/0,035	220/0,065		220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	
Stahl < 500 N/mm²	P			300/0,035	80/0,065		80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	
Stahl < 750 N/mm²	P			250/0,035	80/0,065		80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	
Stahl < 900 N/mm²	P			200/0,035			80/0,065			80/0,065		80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	
Stahl < 1100 N/mm²	P			100/0,035			80/0,065			80/0,065		80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	
Stahl < 1400 N/mm²	P			80/0,025		30/0,025	60/0,025			60/0,025		60/0,025	60/0,025	60/0,025	60/0,025	
Stahl > 45 HRC	H			60/0,010		35/0,010										
INOX < 900 N/mm²	M			100/0,030	50/0,040		50/0,040	50/0,040	50/0,040	50/0,040	50/0,040	50/0,040	50/0,040	50/0,040	50/0,040	
INOX > 900 N/mm²	M			80/0,030			50/0,040			50/0,040		50/0,040	50/0,040	50/0,040	50/0,040	
Ti > 850 N/mm²	S			60/0,025			60/0,030	60/0,030		60/0,030		60/0,030	60/0,030	60/0,030	60/0,030	
GG (G)	K	90/0,065	90/0,065	180/0,035	88/0,065		88/0,065	88/0,065	88/0,065	88/0,065	88/0,065	88/0,065	88/0,065	88/0,065	88/0,065	
CuZn	N	330/0,040	330/0,040	180/0,035	225/0,065		225/0,065	225/0,065	225/0,065	225/0,065	225/0,065	225/0,065	225/0,065	225/0,065	225/0,065	
Graphit, GFK, CFK	N			100/0,025												
UNI				●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	

● / Fettschrift = sehr gut geeignet; ○ / Normalschrift = bedingt geeignet

* Vorschub bezieht sich auf Kontur

Microschmiersystem

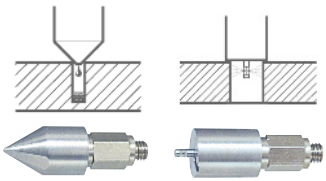
Ausführung: Stabiles VA-Gehäuse mit **3-Kammer-Drucksystem für exaktes Dosieren** des Füllmediums.

Vorteile:
→ Einfachste Handhabung im Bearbeitungszentrum
→ keine umständliche, ungenaue Schmierung von Hand
→ beste Standzeiten und Prozesssicherheit für alle Maschinengewindebohrer
→ geeignet für alle Gewinde-Schneidöle bis 570 mm^2/s Viskosität



Grafik zeigt Einsatz der Düsen

Typ GL | Typ DL



Verwendung: Im Bearbeitungszentrum wird das **horizontal und vertikal einsetzbare Microschmiersystem** in den Fertigungsprozess eingebunden. Das Öl wird **mechanisch-hydraulisch** vom Vorratsbehälter mittels Düse (Microverteiler oder Microinjektor) punktgenau an der Kernlochwandung verteilt. Es werden dabei nur kleinste Ölmengen benötigt und optimal eingesetzt. Das Microschmiersystem verhindert einen negativen Einfluss auf die Konsistenz der Emulsion im Bearbeitungszentrum. Es erspart somit die wesentlich teurere Umstellung auf Emulsion mit mindestens 8% Fettanteil, die zur prozesssicheren Bearbeitung beim Gewindeschneiden notwendig ist.

Düsen-Typen: **Typ GL** (Microinjektor) für Grundlöcher bis M2,5
Typ DL (Microverteiler) für Grund- und Durchgangslöcher bis M12

Beispiel: Empfohlene Ölmenge für Kernlochbohrungen						
Durchmesser des Kernloches [mm]	1	3	5	10	20	30
Ölmenge [μl]	8	30	50	80	120	150
Vorschub in Z-Achse [mm]	0,05	0,15	0,25	0,4	0,6	0,75

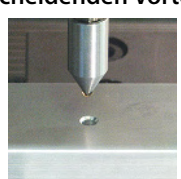
Das Microschmiersystem bietet den entscheidenden Vorteil:



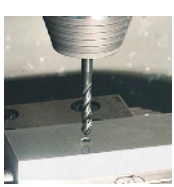
Bohren und Ansenken des Werkstückes



Unterbrechen des Bearbeitungsprozesses entfällt, damit Zeitersparnis



Punktgenauer und sparsamer Einsatz von Gewinde-Schneidöl – automatisch im vertikalen und horizontalen Einsatz sowie für Typen GL und DL gleichermaßen

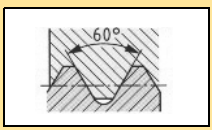
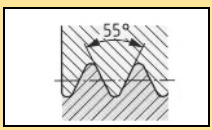
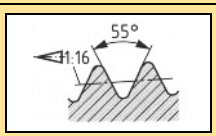
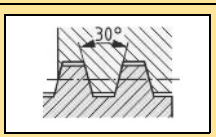
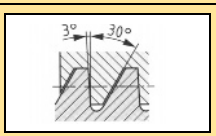
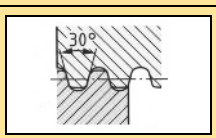


Ideal vorbereitet zum prozesssicheren Gewindeschneiden

Gewindearten

Die Vielzahl der Gewindearten unterscheiden sich entsprechend ihres Zweckes in Profil, Gangzahl, Steigung, Maß, Auslauf und Konizität.

Nach DIN 202 können folgende **Gewindearten** nach den Hauptanwendungsgebieten unterteilt werden:

Benennung	Profil	Bezeichnung	Anwendung
Metrisches ISO-Gewinde		M M20; M20x1	Regelgewinde, Feingewinde
Zylindrisches Rohrgewinde		G G 1 ¼ Rp Rp 1/8	Außengewinde für Rohre, Innengewinde für Gewinderohre
Kegliges Rohrgewinde		R R ¾	Außengewinde für Gewinderohre
Metrisches ISO-Trapezgewinde		Tr Tr 40x7	allgemein
Metrisches Sägengewinde		S S 48x8	
Zylindrisches Rundgewinde		Rd Rd 40x 1/6	

Gewinde-Kenngrößen

- **Nenndurchmesser** = Außendurchmesser
  Wird bei Schrauben über Gewindespitzen gemessen
- **Kerndurchmesser**
  Wird über den Gewindegrund gemessen

- **Flankendurchmesser**
  Ist der Abstand der Profilmittellinien (ca. in der Mitte von Nenn- und Kerndurchmesser). Bei der Herstellung von Gewinden wird der Flankendurchmesser mittels Messbolzen oder Messschraube gemessen.
- **Steigung**
  Ist die Höhe der abgewickelten Schraubenlinie parallel zur Schraubenachse.
  Bei metrischen Gewinden ist es der Weg, der durch eine Umdrehung zurückgelegt wird, also der Abstand zwischen zwei Gewindespitzen in mm.
  Bei Zoll-Gewinden dagegen bezeichnet der Wert die Steigung der Anzahl an Gewindegängen auf der Strecke 1 Zoll.
- **Steigungswinkel**

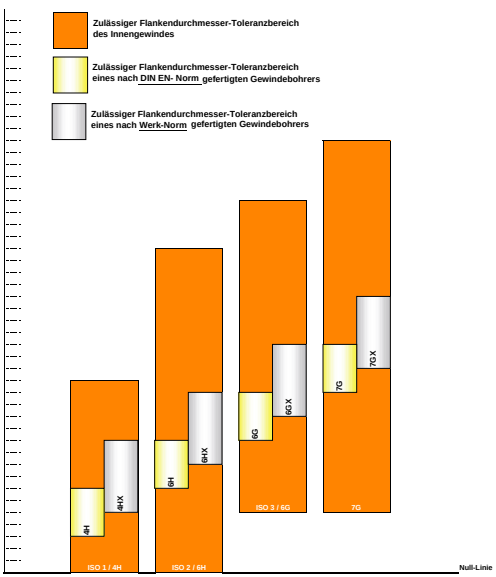
$$\alpha = arc\tan\frac{Steigung}{Flankendurchmesser \cdot \pi}$$

- **Teilung t**
  Ist bei mehrgängigen Gewinden der Abstand zwischen zwei Gewindekerben.
  Im Regelfall wird sie wie folgt berechnet:

$$t = \frac{Steigung}{Gangzahl}$$

  Bei eingängigen Gewinden ist die Teilung = der Steigung.

Schematische Darstellung der gängigen metrischen Fertigungstoleranzen und den dafür geeigneten Gewindebohrer-Toleranzen



Kernlochtabellen für Gewindebohrer

Metrisches ISO-Regelgewinde DIN 13

M	Steigung P mm	Mutter-Kern-Ø Toleranz ISO2 (6H) max. mm	Kernloch-Ø DIN 336 mm
1	0,25	*0,774	0,75
1,1	0,25	*0,874	0,85
1,2	0,25	*0,974	0,95
1,4	0,3	*1,128	1,1
1,6	0,35	1,321	1,25
1,8	0,35	1,521	1,45
2	0,4	1,679	1,6
2,2	0,45	1,838	1,75
2,5	0,45	2,138	2,05
3	0,5	2,599	2,5
3,5	0,6	3,010	2,9
4	0,7	3,422	3,3
4,5	0,75	3,878	3,7
5	0,8	4,334	4,2
6	1	5,153	5
7	1	6,153	6
8	1,25	6,912	6,8
9	1,25	7,912	7,8
10	1,5	8,676	8,5
11	1,5	9,676	9,5
12	1,75	10,441	10,2
14	2	12,210	12
16	2	14,210	14
18	2,5	15,744	15,5
20	2,5	17,744	17,5
22	2,5	19,744	19,5
24	3	21,252	21
27	3	24,252	24
30	3,5	26,771	26,5
33	3,5	29,771	29,5
36	4	32,270	32
39	4	35,270	35
42	4,5	37,799	37,5
45	4,5	40,799	40,5
48	5	43,297	43
52	5	47,297	47
56	5,5	50,796	50,5
60	5,5	54,796	54,5
64	6	58,305	58
68	6	62,305	62

**) Toleranzfeld ISO1 (4H)*

(altes DIN-Profil, **Toleranz mittel**)

1,7	0,35	1,346	1,3
2,3	0,4	1,920	1,9
2,6	0,45	2,176	2,1

Metrisches ISO-Feingewinde DIN 13

MF Größe×Steigung	Mutter-Kern-Ø Toleranz ISO2 (6H) max. mm	Kernloch-Ø DIN 336 mm
2×0,25	*1,774	1,75
2,2×0,25	*1,974	1,95
2,3×0,25	2,071	2,05
2,5×0,35	*2,184	2,15
2,6×0,35	2,252	2,2
3×0,35	*2,684	2,65
3,5×0,35	*3,184	3,15
4×0,35	*3,684	3,65
4×0,5	3,599	3,5
5×0,5	4,599	4,5
6×0,5	5,599	5,5
6×0,75	5,378	5,2
7×0,75	6,378	6,2
8×0,5	7,599	7,5
8×0,75	7,378	7,2
8×1	7,153	7
9×0,75	8,378	8,2
9×1	8,153	8
10×0,5	9,599	9,5
10×0,75	9,378	9,2
10×1	9,153	9
10×1,25	8,912	8,8
11×1	10,153	10
12×0,75	11,378	11,2
12×1	11,153	11
12×1,25	10,912	10,8
12×1,5	10,676	10,5
13×1	12,153	12
14×1	13,153	13
14×1,25	12,912	12,8
14×1,5	12,676	12,5
15×1	14,153	14
15×1,5	13,676	13,5
16×1	15,153	15
16×1,5	14,676	14,5
18×1	17,153	17
18×1,5	16,676	16,5
18×2	16,210	16
20×1	19,153	19
20×1,5	18,676	18,5
20×2	18,210	18
22×1	21,153	21
22×1,5	20,676	20,5
22×2	20,210	20

**) Toleranzfeld ISO1 (4H)*

MF Größe×Steigung	Mutter-Kern-Ø Toleranz ISO2 (6H)	Kernloch-Ø DIN 336 mm
24×1	23,153	23
24×1,5	22,676	22,5
24×2	22,210	22
25×1	24,153	24
25×1,5	23,676	23,5
26×1,5	24,676	24,5
27×1,5	25,676	25,5
27×2	25,210	25
28×1,5	26,676	26,5
28×2	26,210	26
30×1	29,153	29
30×1,5	28,676	28,5
30×2	28,210	28
32×1,5	30,676	30,5
33×1,5	31,676	31,5
33×2	31,210	31
34×1,5	32,676	32,5
35×1,5	33,676	33,5
36×1,5	34,676	34,5
36×2	34,210	34
36×3	33,252	33
38×1,5	36,676	36,5
39×1,5	37,676	37,5
39×2	37,210	37
39×3	36,252	36
40×1,5	38,676	38,5
40×2	38,210	38
40×3	37,252	37
42×1,5	40,676	40,5
42×2	40,210	40
42×3	39,252	39
45×1,5	43,676	43,5
45×2	43,210	43
45×3	42,252	42
48×1,5	46,676	46,5
48×2	46,210	46
48×3	45,252	45
50×1,5	48,676	48,5
50×2	48,210	48
50×3	47,252	47
52×1,5	50,676	50,5
52×2	50,210	50
52×3	49,252	49
63×1,5	61,676	61,5

Kernlochtabellen für Gewindebohrer

Whitworth-Rohrgewinde DIN ISO 228/1

G	Gangzahl Gg/1″	Gewinde-Ø mm	Mutter-Kern-Ø max. mm	Kernloch-Ø mm
G 1/16″	28	7,723	6,843	6,8
G 1/8″	28	9,728	8,848	8,8
G 1/4″	19	13,157	11,890	11,8
G 3/8″	19	16,662	15,395	15,25
G 1/2″	14	20,955	19,172	19
G 5/8″	14	22,911	21,128	21
G 3/4″	14	26,441	24,658	24,5
G 7/8″	14	30,201	28,418	28,25
G 1″	11	33,249	30,931	30,75
G 1 1/8″	11	37,897	35,579	35,5
G 1 1/4″	11	41,910	39,592	39,5
G 1 3/8″	11	44,323	42,005	41,9
G 1 1/2″	11	47,803	45,485	45,25
G 1 3/4″	11	53,746	51,428	51,1
G 2″	11	59,614	57,296	57
G 2 1/4″	11	65,710	63,392	63,1
G 2 1/2″	11	75,184	72,866	72,6
G 2 3/4″	11	81,534	79,216	79,1
G 3″	11	87,884	85,566	85,5
G 3 1/4″	11	93,980	91,662	91,5
G 3 1/2″	11	100,330	98,012	98
G 3 3/4″	11	106,680	104,362	104
G 4″	11	113,030	110,712	110,5

Whitworth-Gewinde BS 84

BSW	Gangzahl Gg/1″	Gewinde-Ø mm	Mutter-Kern-Ø max. mm	Kernloch-Ø mm
1/16″	60	1,588	1,230	1,15
3/32″	48	2,381	1,912	1,8
1/8″	40	3,175	2,591	2,5
5/32″	32	3,969	3,214	3,1
3/16″	24	4,763	3,745	3,6
7/32″	24	5,556	4,539	4,4
1/4″	20	6,350	5,156	5,1
5/16″	18	7,938	6,590	6,5
3/8″	16	9,525	7,987	7,9
7/16″	14	11,113	9,330	9,3
1/2″	12	12,700	10,591	10,5
9/16″	12	14,288	12,179	12
5/8″	11	15,875	13,558	13,5
3/4″	10	19,050	16,483	16,5
7/8″	9	22,225	19,353	19,25
1″	8	25,400	22,147	22
1 1/8″	7	28,575	24,832	24,75
1 1/4″	7	31,750	28,007	27,75
1 3/8″	6	34,925	30,528	30,5
1 1/2″	6	38,100	33,703	33,5
1 5/8″	5	41,275	35,963	35,5
1 3/4″	5	44,450	39,138	39
1 7/8″	4 1/2	47,625	41,702	41,5
2″	4 1/2	50,800	44,877	44,5
2 1/4″	4	57,150	50,466	50
2 1/2″	4	63,500	56,816	56,5
2 3/4″	3 1/2	69,850	62,184	62
3″	3 1/2	76,200	68,534	68

Kernlochtabellen für Gewindebohrer

Amerikanisches Unified Grobgewinde ASME B1.1.

UNC Größe - Gg/1"	Gewinde-Ø mm	Mutter-Kern-Ø Toleranz 2B max. mm	Kernloch-Ø mm
Nr. 1 – 64	1,854	1,582	1,55
Nr. 2 – 56	2,184	1,872	1,85
Nr. 3 – 48	2,515	2,146	2,1
Nr. 4 – 40	2,845	2,385	2,35
Nr. 5 – 40	3,175	2,697	2,65
Nr. 6 – 32	3,505	2,896	2,85
Nr. 8 – 32	4,166	3,531	3,5
Nr. 10 – 24	4,826	3,962	3,9
Nr. 12 – 24	5,486	4,597	4,5
1/4" – 20	6,350	5,258	5,1
5/16" – 18	7,938	6,731	6,6
3/8" – 16	9,525	8,153	8
7/16" – 14	11,112	9,550	9,4
1/2" – 13	12,700	11,024	10,8
9/16" – 12	14,288	12,446	12,2
5/8" – 11	15,875	13,868	13,5
3/4" – 10	19,050	16,840	16,5
7/8" – 9	22,225	19,761	19,5
1" – 8	25,400	22,606	22,25
1 1/8" – 7	28,575	25,349	25
1 1/4" – 7	31,750	28,524	28
1 3/8" – 6	34,925	31,115	30,75
1 1/2" – 6	38,100	34,290	34
1 3/4" – 5	44,450	39,827	39,5
2" – 4 1/2	50,800	45,593	45
2 1/4" – 4 1/2	57,150	51,943	51,5
2 1/2" – 4	63,500	57,522	57,2
2 3/4" – 4	69,850	63,932	63,5
3" – 4	76,200	70,282	69,9
3 1/4" – 4	82,550	76,632	76,2
3 1/2" – 4	88,900	82,982	82,6
3 3/4" – 4	95,250	89,332	88,9
4" – 4	101,600	95,682	95,3

Amerikanisches Unified Feingewinde ASME B1.1.

UNF Größe - Gg/1"	Gewinde-Ø mm	Mutter-Kern-Ø Toleranz 2B max. mm	Kernloch-Ø mm
Nr. 0 – 80	1,524	1,306	1,25
Nr. 1 – 72	1,854	1,613	1,55
Nr. 2 – 64	2,184	1,913	1,9
Nr. 3 – 56	2,515	2,197	2,15
Nr. 4 – 48	2,845	2,459	2,4
Nr. 5 – 44	3,175	2,741	2,7
Nr. 6 – 40	3,505	3,023	2,95
Nr. 8 – 36	4,166	3,607	3,5
Nr. 10 – 32	4,826	4,168	4,1
Nr. 12 – 28	5,486	4,724	4,7
1/4" – 28	6,350	5,588	5,5
5/16" – 24	7,938	7,036	6,9
3/8" – 24	9,525	8,636	8,5
7/16" – 20	11,112	10.033	9,9
1/2" – 20	12,700	11,608	11,5
9/16" – 18	14,288	13,081	12,9
5/8" – 18	15,875	14,681	14,5
3/4" – 16	19,050	17,678	17,5
7/8" – 14	22,225	20,676	20,4
1" – 12	25,400	23,571	23,25
1 1/8" – 12	28,575	26,746	26,5
1 1/4" – 12	31,750	29,921	29,5
1 3/8" – 12	34,925	33,096	32,75
1 1/2" – 12	38,100	36,271	36

Kernlochtabellen für Gewindebohrer

Stahlpanzerrohr-Gewinde DIN 40 430

Pg	Gangzahl Gg/1″	Gewinde-Ø mm	Mutter-Kern-Ø max. mm	Kernloch-Ø mm
Pg 7	20	12,5	11,43	11,4
Pg 9	18	15,2	14,01	14
Pg 11	18	18,6	17,41	17,25
Pg 13,5	18	20,4	19,21	19
Pg 16	18	22,5	21,31	21,25
Pg 21	16	28,3	27,03	27
Pg 29	16	37,0	35,73	35,5
Pg 36	16	47,0	45,73	45,5
Pg 42	16	54,0	52,73	52,5
Pg 48	16	59,3	58,03	58

Amerikanisches kegeliges Rohrgewinde Kegel 1:16

NPT	Gangzahl Gg/1″	Kernloch-Ø * mm	Kernloch-Ø ** mm	Kernloch-Mindesttiefe mm
1/16″	27	6,15	5,95	12
1/8″	27	8,5	8,25	12
1/4″	18	11	10,75	17,5
3/8″	18	14,5	14,1	17,6
1/2″	14	17,85	17,5	22,9
3/4″	14	23,2	22,7	23
1″	11 1/2	29	28,6	27,4
1 1/4″	11 1/2	37,8	37,3	28,1
1 1/2″	11 1/2	44	43,4	28,4
2″	11 1/2	56	55,5	28,4

Nach ANSI B1.20.1 für Gewinde mit Dichtmittel
Empfehlung Kernloch:
** Zylindrisch vorbohren ohne Verwendung einer Reibahle.*
*** Zylindrisch mit den oben genannten Ø-Werten vorbohren und anschließend mit Kegelreibahle (1:16) aufreiben.*

Kernlochtabellen für Gewindeformer

Metrisches ISO-Regelgewinde DIN 13

M	Steigung P mm	Mutter-Kern-Ø Toleranz 7H (1) max. mm	min. mm	max. mm	Vorbohr-Ø (Richtwert) mm
1	0,25	*0,785	0,89	0,91	0,9
1,1	0,25	*0,885	0,99	1,01	
1,2	0,25	*0,985	1,09	1,11	1,1
1,4	0,3	*1,142	1,24	1,27	1,25
1,6	0,35	**1,321	1,44	1,48	1,45
1,8	0,35	**1,521	1,66	1,68	
2	0,4	**1,679	1,84	1,86	1,85
2,2	0,45	**1,838	2,02	2,04	
2,5	0,45	**2,138	2,30	2,34	2,3
3	0,5	2,639	2,79	2,82	2,8
3,5	0,6	3,050	3,24	3,28	3,25
4	0,7	3,466	3,69	3,73	3,7
4,5	0,75	3,924	4,16	4,2	
5	0,8	4,384	4,64	4,68	4,65
6	1	5,217	5,51	5,59	5,55
7	1	6,217	6,55	6,6	
8	1,25	6,982	7,41	7,48	7,45
9	1,25	7,982	8,41	8,48	
10	1,5	8,751	9,28	9,37	9,35
11	1,5	9,751	10,28	10,37	
12	1,75	10,531	11,16	11,25	11,2
14	2	12,310	13,02	13,14	13,1
16	2	14,310	15,02	15,14	15,1
18	2,5	15,854	16,75	16,89	
20	2,5	17,854	18,75	18,89	

*) *Toleranzfeld ISO1 (5H)*
**) *Toleranzfeld ISO2 (6H)*

(altes DIN-Profil, **Toleranz mittel**)

1,7	0,35	1,346	1,54	1,57	1,55
2,3	0,4	1,920	2,09	2,14	2,1
2,6	0,45	2,176	2,39	2,44	2,4

Metrisches ISO-Feingewinde DIN 13

MF Größe x Steigung	Mutter-Kern-Ø Toleranz 7H (1) max. mm	min. mm	max. mm	Vorbohr-Ø (Richtwert) mm
2×0,25	*1,785	1,9	1,91	
2,2×0,25	*1,985	2,1	2,11	
2,3×0,25	**2,071	2,2	2,21	
2,5×0,35	*2,201	2,36	2,38	
2,6×0,35	**2,252	2,46	2,48	
3×0,35	*2,701	2,87	2,89	
3,5×0,35	*3,201	3,37	3,39	
4×0,35	*3,701	3,87	3,89	
4×0,5	3,639	3,79	3,82	
5×0,5	4,639	4,79	4,82	
6×0,5	**5,599	5,8	5,83	
6×0,75	5,424	5,63	5,7	5,65
7×0,75	6,424	6,67	6,72	
8×0,5	**7,599	7,8	7,83	
8×0,75	7,424	7,67	7,72	
8×1	7,217	7,51	7,6	7,55
9×0,75	8,424	8,67	8,72	
9×1	8,217	8,55	8,6	
10×0,5	**9,599	9,8	9,83	
10×0,75	9,424	9,67	9,72	
10×1	9,217	9,51	9,6	9,55
10×1,25	8,982	9,41	9,48	
11×1	10,217	10,55	10,6	
12×1	11,217	11,52	11,61	11,55
12×1,25	10,982	11,43	11,5	
12×1,5	10,751	11,29	11,38	11,35
14×1	13,217	13,55	13,61	
14×1,25	12,982	13,43	13,5	
14×1,5	12,751	13,29	13,38	
15×1	14,217	14,55	14,61	
15×1,5	13,751	14,26	14,36	
16×1	15,217	15,55	15,61	
16×1,5	14,751	15,29	15,38	15,35
18×1	17,217	17,55	17,61	
18×1,5	16,751	17,29	17,38	17,35
18×2	16,310	17,02	17,14	
20×1	19,217	19,55	19,61	
20×1,5	18,751	19,29	19,38	19,35
20×2	18,310	19,02	19,14	
22×1,5	20,751	21,26	21,36	
22×2	20,310	21	21,15	
24×1,5	22,751	23,26	23,38	
24×2	22,310	23,01	23,16	

*) *Toleranzfeld ISO1 (5H)*
**) *Toleranzfeld ISO2 (6H)*

Kernlochtabellen für Gewindeformer

Whitworth-Rohrgewinde DIN ISO 228/1

G	Gangzahl Gg/1″	Gewinde-Ø mm	Mutter-Kern-Ø max. mm	min. mm	max. mm	Vorbohr-Ø (Richtwert) mm
G 1/16″	28	7,723	6,843	7,24	7,32	
G 1/8″	28	9,728	8,848	9,24	9,32	9,25
G 1/4″	19	13,157	11,890	12,48	12,56	12,55
G 3/8″	19	16,662	15,395	15,99	16,06	16,05
G 1/2″	14	20,955	19,172	20,02	20,12	20,05
G 5/8″	14	22,911	21,128	21,97	22,07	
G 3/4″	14	26,441	24,658	25,5	25,6	
G 7/8″	14	30,201	28,418	29,26	29,36	
G 1″	11	33,249	30,931	32,05	32,18	
G 1 1/8″	11	37,897	35,579	36,7	36,83	
G 1 1/4″	11	41,910	39,592	40,72	40,84	
G 1 3/8″	11	44,323	42,005	43,13	43,26	
G 1 1/2″	11	47,803	45,485	46,61	46,74	
G 1 3/4″	11	53,746	51,428	52,55	52,68	
G 2″	11	59,614	57,296	58,42	58,55	

Gewinde-Vorarbeitsdurchmesser für Bolzen

Der Vorarbeitsdurchmesser muss stets kleiner sein als der Gewindeaußendurchmesser am Schneideisen. Das Schneideisen darf mit seinem Gewindeaußendurchmesser nicht mitschneiden, sonst ist die Gefahr des Ausreißens der Gewindegänge gegeben.

Die aufgeführten Gewinde-Vorarbeitsdurchmesser sind Richtwerte und auch abhängig vom Verhalten des Werkstück-Werkstoffes. Für hochfeste Werkstoffe empfiehlt es sich, die Vorarbeitsdurchmesser nahe dem Kleinstmaß zu fertigen. Für spanlose Gewindeherstellung sind diese Vorarbeitsmaße nicht geeignet.

Metrisches ISO-Regelgewinde und ISO-Feingewinde nach DIN 13 und DIN ISO 965-1

M	Steigung P [mm]	6g (M1 - M1,4 = 6h) Vorarbeits-Ø Ø d [mm] Min	Max	Dreh-Ø [mm]	6e (M1 - M1,4 = 5e) Vorarbeits-Ø Ø d [mm] Min	Max	Dreh-Ø [mm]
1	0,25	0,933	1,000	0,97	0,901	0,955	0,93
1,2	0,25	1,133	1,200	1,17	1,101	1,155	1,13
1,4	0,3	1,325	1,400	1,36	1,294	1,354	1,32
1,6	0,35	1,496	1,581	1,54	1,469	1,554	1,51
1,8	0,35	1,696	1,781	1,74	1,669	1,754	1,71
2	0,4	1,886	1,981	1,94	1,857	1,952	1,90
2,2	0,45	2,080	2,180	2,13	2,052	2,152	2,10
2,5	0,45	2,380	2,480	2,43	2,352	2,452	2,40
3	0,5	2,874	2,980	2,92	2,844	2,950	2,89
3,5	0,6	3,354	3,479	3,41	3,322	3,447	3,38
4	0,7	3,838	3,978	3,90	3,804	3,944	3,87
4,5	0,75	4,338	4,478	4,40	4,304	4,444	4,37
5	0,8	4,826	4,976	4,90	4,790	4,940	4,86
6	1	5,794	5,974	5,88	5,760	5,940	5,85
7	1	6,794	6,974	6,88	6,760	6,940	6,85
8	1,25	7,760	7,972	7,86	7,725	7,937	7,83
9	1,25	8,760	8,972	8,86	8,725	8,937	8,83
10	1,5	9,732	9,968	9,85	9,697	9,933	9,81
12	1,75	11,701	11,966	11,83	11,664	11,929	11,81
14	2	13,682	13,962	13,82	13,649	13,929	13,78
16	2	15,682	15,962	15,82	15,649	15,929	15,78
18	2,5	17,623	17,958	17,79	17,585	17,920	17,75
20	2,5	19,623	19,958	19,79	19,585	19,920	19,75
22	2,5	21,623	21,958	21,79	21,585	21,920	21,75
24	3	23,577	23,952	23,76	23,540	23,915	23,72
27	3	26,577	26,952	26,76	26,540	26,915	26,72
30	3,5	29,522	29,947	29,73	29,485	29,910	29,70
33	3,5	32,522	32,947	32,73	32,485	32,910	32,70
36	4	35,465	35,940	35,70	35,430	35,905	35,66
39	4	38,465	38,940	38,70	38,430	38,905	38,66
42	4,5	41,437	41,937	41,68	41,400	41,900	41,65
45	4,5	44,437	44,937	44,68	44,400	44,900	44,65
48	5	47,399	47,929	47,66	47,364	47,894	47,62
52	5	51,399	51,929	51,66	51,364	51,894	51,62

MF	6g Vorarbeits-Ø Ø d [mm] Min	Max	Dreh-Ø [mm]
3 x 0,35	2,896	2,981	2,94
3,5 x 0,35	3,396	3,481	3,44
4 x 0,5	3,874	3,980	3,92
4,5 x 0,5	4,374	4,480	4,42
5 x 0,5	4,874	4,980	4,92
6 x 0,75	5,838	5,978	5,90
8 x 0,75	7,838	7,978	7,90
8 x 1	7,794	7,974	7,88
10 x 0,75	9,838	9,978	9,90
10 x 1	9,794	9,974	9,88
10 x 1,25	9,760	9,972	9,86
12 x 1	11,794	11,974	11,88
12 x 1,25	11,760	11,972	11,86
12 x 1,5	11,732	11,968	11,85
16 x 1	15,794	15,974	15,88
16 x 1,5	15,732	15,968	15,85
20 x 1,5	19,732	19,968	19,85
20 x 2	19,682	19,962	19,82
30 x 1,5	29,732	29,968	29,85
30 x 2	29,682	29,962	29,82
36 x 3	35,577	35,962	35,76
52 x 1,5	51,732	51,968	51,85
52 x 2	51,682	51,962	51,82
52 x 3	51,577	51,962	51,76

Gewinde-Vorarbeitsdurchmesser für Bolzen

Amerik. Grobgewinde nach ASME B1.1

UNC	Toleranz 2A		
	Vorarbeits-Ø Ø d [mm] Min	Max	Dreh-Ø [mm]
Nr. 1 - 64	1,743	1,838	1,79
Nr. 2 - 56	2,066	2,169	2,12
Nr. 3 - 48	2,383	2,496	2,44
Nr. 4 - 40	2,695	2,824	2,76
Nr. 5 - 40	3,026	3,154	3,09
Nr. 6 - 32	3,333	3,484	3,41
Nr. 8 - 32	3,991	4,142	4,07
Nr. 10 - 24	4,618	4,800	4,71
Nr. 12 - 24	5,279	5,461	5,37
1/4 - 20	6,117	6,322	6,22
5/16 - 18	7,687	7,907	7,80
3/8 - 16	9,254	9,491	9,37
7/16 - 14	10,816	11,076	10,95
1/2 - 13	12,386	12,661	12,52
9/16 - 12	13,958	14,246	14,10
5/8 - 11	15,528	15,834	15,68
3/4 - 10	18,677	19,004	18,84
7/8 - 9	21,824	22,176	22,00
1 - 8	24,969	25,349	25,16
1 1/8 - 7	28,103	28,519	28,31
1 1/4 - 7	31,278	31,694	31,49
1 3/8 - 6	34,402	34,864	34,63
1 1/2 - 6	37,577	38,039	37,80
1 3/4 - 5	43,861	44,381	44,12
2 - 4½	50,168	50,726	50,45

Amerik. Feingewinde nach ASME B1.1

UNF	Toleranz 2A		
	Vorarbeits-Ø Ø d [mm] Min	Max	Dreh-Ø [mm]
Nr. 0 - 80	1,431	1,511	1,47
Nr. 1 - 72	1,751	1,838	1,80
Nr. 2 - 64	2,073	2,169	2,12
Nr. 3 - 56	2,393	2,496	2,44
Nr. 4 - 48	2,713	2,827	2,77
Nr. 5 - 44	3,036	3,157	3,10
Nr. 6 - 40	3,356	3,484	3,42
Nr. 8 - 36	4,006	4,145	4,08
Nr. 10 - 32	4,651	4,803	4,73
Nr. 12 - 28	5,296	5,461	5,38
1/4 - 28	6,160	6,324	6,24
5/16 - 24	7,727	7,909	7,82
3/8 - 24	9,315	9,497	9,41
7/16 - 20	10,874	11,079	10,98
1/2 - 20	12,462	12,666	12,56
9/16 - 18	14,031	14,251	14,14
5/8 - 18	15,619	15,839	15,73
3/4 - 16	18,774	19,011	18,89
7/8 - 14	21,923	22,184	22,05
1 - 12	25,065	25,354	25,21
1 1/8 - 12	28,240	28,529	28,38
1 1/4 - 12	31,415	31,704	31,55
1 3/8 - 12	34,588	34,876	34,73
1 1/2 - 12	37,630	38,051	37,90

Gewinde-Vorarbeitsdurchmesser für Bolzen

Rohrgewinde G nach DIN EN ISO 228*

G	Steigung P [mm]	Vorarbeits-Ø Ø d [mm] Min	Vorarbeits-Ø Ø d [mm] Max	Dreh-Ø [mm]
1/16	28	7,509	7,723	7,62
1/8	28	9,514	9,728	9,62
1/4	19	12,907	13,157	13,03
3/8	19	16,412	16,662	16,54
1/2	14	20,671	20,955	20,81
(5/8)	14	22,627	22,911	22,77
3/4	14	26,157	26,441	26,30
(7/8)	14	29,917	30,201	30,06
1	11	32,889	33,249	33,07
(1 1/8)	11	37,537	37,897	37,72
1 1/4	11	41,550	41,910	41,73
(1 3/8)	11	43,963	44,323	44,14
(1 1/2)	11	47,443	47,803	47,62
(1 5/8)	11	51,628	51,988	51,81
1 3/4	11	53,386	53,746	53,57
2	11	59,254	59,614	59,43
2 1/4	11	65,276	65,710	65,49
2 1/2	11	74,750	75,184	74,96
2 3/4	11	81,100	81,534	81,32
3	11	87,450	87,884	87,67

* für nicht im Gewinde dichtende Verbindungen
(…) nicht nach ISO genormt

Whitworth-Gewinde BSW nach BS 84

BSW	Steigung P [mm]	Vorarbeits-Ø Ø d [mm] Min	Vorarbeits-Ø Ø d [mm] Max	Dreh-Ø [mm]
(1/16)	60	1,469	1,558	1,51
(3/32)	48	2,252	2,351	2,30
1/8	40	3,031	3,145	3,09
(5/32)	32	3,815	3,939	3,88
3/16	24	4,593	4,733	4,66
(7/32)	24	5,384	5,526	5,46
1/4	20	6,165	6,320	6,24
5/16	18	7,737	7,905	7,82
3/8	16	9,311	9,489	9,40
7/16	14	10,884	11,075	10,98
1/2	12	12,456	12,662	12,56
9/16	12	14,039	14,247	14,14
5/8	11	15,614	15,832	15,72
3/4	10	18,770	19,004	18,89
7/8	9	21,979	22,225	22,10
1	8	25,138	25,400	25,27
1 1/8	7	28,296	28,575	28,44
1 1/4	7	31,466	31,750	31,61
(1 3/8)	6	34,623	34,925	34,77
1 1/2	6	37,793	38,100	37,95

1 Gewindeherstellungsverfahren

Für die Gewindeherstellung kommen u.a. die Verfahren:

- Gewindebohren
- Gewindeformen
- Gewindefräsen
- Gewindedrehen

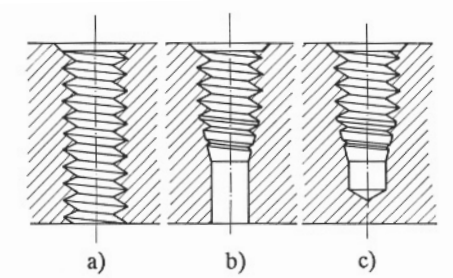
zum Einsatz.

2 Gewindebohren

2.1 Verfahren

Gewindebohren ist Aufbohren zur Herstellung eines Innengewindes.

Am wenigsten problematisch ist das Durchgangsgewinde. Es ermöglicht die Anwendung von Werkzeugen mit langem Anschnitt und entsprechend geringer Spanungsdicke. Die Späne können in Bohrrichtung gefördert werden. Es gibt keine Bruchgefahr des Werkzeuges bei der Richtungsumkehr.



a) Durchgangsgewinde
b) Gewinde mit Auslauf im Durchgang
c) Grundlochgewinde

Beim Durchgangsgewinde mit Auslauf (vgl. *Bild 4.1*) ist dagegen bei Drehrichtungsumkehr mit einer Drehmomentspitze zu rechnen.

Grundlochgewinde stellen weitere Ansprüche an das Werkzeug, weil die Späne nicht nach vorn weg können, sondern in der Spannut zurückgeführt werden müssen. Dabei behindern sie noch zusätzlich den Kühlmittelfluss.

Bild 4.1 Formen des Gewindeauslaufes

2.2 Formen von Gewindebohrern

Die Form eines Gewindebohrers muss insbesondere auf die Art der Späne (kurzgebrochen oder lang) und auf ihre Förderrichtung (vorwärts oder rückwärts) abgestimmt sein. Einige Formen sind in *Bild 4.2* enthalten.

A) Gerade genuteter Gewindebohrer für Durchgangsbohrungen

B) wie A) jedoch mit Schälanschnitt für Stahl

C) Gewindebohrer mit Linksspirale für Durchgangsbohrungen in langspanenden Werkstoffen

D) Gerade genuteter Gewindebohrer für Hartbearbeitung

E) Gewindebohrer mit Rechtsspirale für Grundlöcher in Stahl

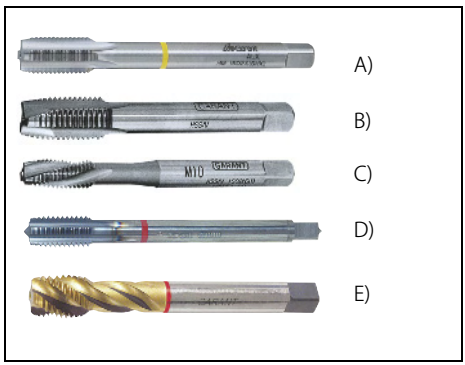


Bild 4.2 Gewindeformen verschiedener GARANT-Gewindebohrer

2.3 Verschleiß und Standweg

Problematisch beim Gewindeschneiden sind die häufig auftretenden Schneidkantenausbrüche. Sie können im Anschnittteil oder im Führungsteil sowohl im Vor- als auch im Rücklauf auftreten. Der Vorlaufbruch entsteht meist durch Spanklemmer feiner Späne. Schneidkantenausbrüche beim Rücklauf sind meist auf Pressschweißungen an den Freiflächen und auf das Abscheren von Spanwurzeln bei Drehrichtungsumkehr zurückzuführen.

Standzeit und Standweg von Gewindebohrern richten sich nach messbaren Qualitätskriterien an den erzeugten Gewinden wie z. B.:

- Flankendurchmesser
- Kerndurchmesser
- Rauigkeit der Gewindeflanken
- Steigung
- Schnittmoment bzw. Leistungsaufnahme.

2.4 Schnittaufteilung beim Gewindebohren

Die Form des Spanungsquerschnitts A ist durch die Schnittaufteilung, die in *Bild 4.3* (dreistolliger Gewindebohrer) dargestellt ist, gegeben. Der Anschnittwinkel • bestimmt die Schräglage der einzelnen Schnitte und die Zahl der Gewindegänge z_g über die sich der Anschnitt verteilt.

$$\cos \bullet = \frac{h}{h'}$$

- • Anschnittwinkel [°]
- h Spanungsdicke [mm]
- h' Höhe Einzelquerschnitt [mm]

$$z_g = \frac{H \cdot \Delta H}{P \cdot \tan \bullet}$$ (Gl. 4.1)

- Z_g Zahl der Gewindegänge
- H Gewindehöhe [mm]
- ΔH Betrag von H
- P Steigung [mm]
- • Anschnittwinkel [°]

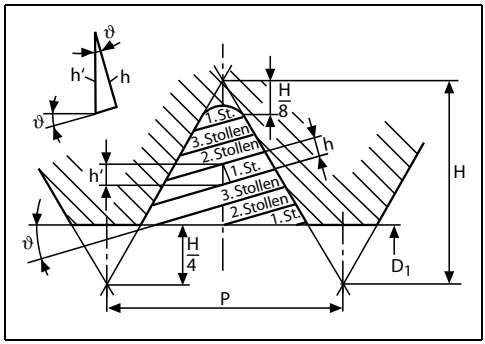


Bild 4.3 Aufteilung des Spanungsquerschnittes im Gewindegang auf die Schneiden eines dreistolligen Gewindebohrers

Die Gewindehöhe H muss dabei um einen Betrag ΔH verkleinert werden (vgl. *Bild 4.3*).

$$\Delta H = \frac{H}{8} + \frac{H}{4}$$

Die Höhe des Einzelquerschnittes h' ergibt sich zu:

$$h' = \frac{P}{z} \cdot \tan \bullet$$

- P Steigung [mm]
- Z Anzahl der Schneidkanten
- • Anschnitt- oder Einstellwinkel [°]

und die Spanungsdicke h:

$$h = h' \cdot \cos \bullet = \frac{P}{z} \cdot \sin \bullet$$ (Gl. 4.2)

Der gesamte **Spanungsquerschnitt** A errechnet sich aus der Gewindefläche abzüglich der beiden kleinen Zipfel am Gewindekopf und -kern.

$$A = \frac{P}{4} \cdot (D - d_v)$$ (Gl. 4.3)

- A Spanungsquerschnitt [mm]
- P Steigung [mm]
- D Gewindeinnendurchmesser [mm]
- d_v Vorbohrdurchmesser [mm]

oder vereinfacht:

$$A \approx 0{,}4 \cdot P^2$$

2.5 Kräfte und Leistungsbedarf beim Gewindebohren

Die Berechnung der Schnittkraft F_C erfolgt mit dem Ansatz:

$$F_C = \frac{1}{z} \cdot A \cdot k_C \cdot f_{Gs} \cdot K_{Ver}$$

(Gl. 4.4)

z Anzahl der Schneidkanten
A Spanungsquerschnitt
k_C Spezifische Schnittkraft (vgl. *Gl. 2.14*)
f_{Gs} Verfahrensfaktor Gewindeschneiden
K_{Ver} Korrekturfaktor Verschleiß (vgl. *Tabelle 2.12*)

Der Einfluss der unterschiedlichen Spanungsbedingungen (Flankenreibung, Spanwinkel, Schnittgeschwindigkeit, zusätzliche Spanverformung usw.) wird durch den Verfahrensfaktor f_{Gs} berücksichtigt. Dieser ergibt sich für:

- Gusseisen
- Stahlbearbeitung

$f_{Gs} = 1{,}1$
f_{Gs} abhängig vom Gewindedurchmesser (vgl. *Bild 4.4*)

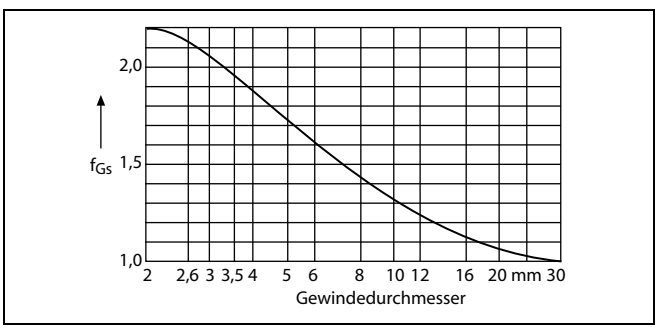


Bild 4.4 Ermittlung des Verfahrensfaktors für Gewindebohren

Das Schnittmoment M_c und die Schnittleistung P_c errechnen sich wie folgt:

$$M_C = F_C \cdot z \cdot \frac{D_2}{2}$$

(Gl. 4.5)

M_c Schnittmoment [Nm]
F_c Schnittkraft
z Anzahl der Schneidkanten
D_2 Flankendurchmesser

oder

$$M = \frac{2{,}5}{8000} \cdot k_c \cdot P^2 \cdot D$$

M Drehmoment [Nm]
k_c Spez. Schnittkraft [N/mm^2]
P Gewindesteigung [mm]
D Gewindedurchmesser [mm]

Bei der Formel für das Drehmoment wurde der Werkzeugverschleiß berücksichtigt (Faktor 2,5). Für neuwertige Werkzeuge entfällt der Faktor 2,5.

$$P_C = \frac{M_C \cdot n}{9554}$$

P_c Schnittleistung [kW]
n Drehzahl [U/min]

(Gl. 4.6)

2.6 Einsatzrichtwerte für Gewindebohrer

Tabelle 4.1 GARANT – Maschinen-Gewindebohrer (VHM) für Hartbearbeitung

Katalognummer 132080; 132862; 133320



Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeich-nung	Festig-keit	Gewindeschneiden				
			v_c [m/min]			Größe	n [U/min]
			min	**Start**	max		
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	2	**3**	4	M 3	318
						M 4	239
						M 5	191
						M 6	159
						M 8	119
						M 10	95
						M 12	80
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	1	**2**	3	M 3	212
						M 4	159
						M 5	127
						M 6	106
						M 8	80
						M 10	64
						M 12	53

Einsatzhinweise zum VHM-Maschinengewindebohrer:

Einsatz nur mit Längenausgleichsfutter auch bei Maschinen mit synchronisierten Spindelantrieb

Empfehlung:
- Kerndurchmesser ca. 0,1 bis 0,2 mm größer als Normkerndurchmesser nach DIN bohren
- Unbedingt mit Schneidöl schmieren
- Nach jedem Arbeitsgang Gewindebohrer reinigen
- Empfohlene Schnittgeschwindigkeit einhalten

3 Gewindeformen

Das Drehmoment lässt sich wie folgt ermitteln:

$$M = \frac{3,5}{8000} \cdot k_c \cdot P^2 \cdot D \qquad \text{(Gl 4.7)}$$

M Drehmoment [Nm]
k_c spezifische Schnittkraft [N/mm^2]
P Gewindesteigung [mm]
D Gewindedurchmesser [mm]

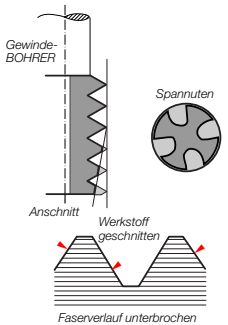
Bei der Formel für das Drehmoment wurde der Werkzeugverschleiß berücksichtigt (Faktor 3,5). Für neuwertige Werkzeuge muss mit Faktor 2,5 statt Faktor 3,5 gerechnet werden.

Gewindeformer

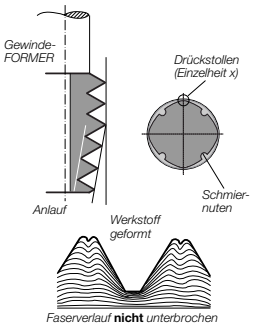
Information

Vergleich Gewindeschneiden / Gewindeformen:

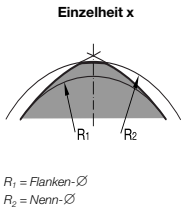
Gewindeschneiden



Gewindeformen

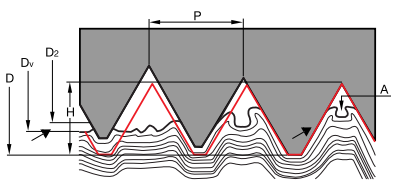


Werkzeuggeometrie



R_1 = Flanken-Ø
R_2 = Nenn-Ø

Das Fließverhalten der Umformung



D = Nenn-Ø
D_2 = Flanken-Ø
D_v = Bohr-Ø
H = Profilhöhe
P = Gewindesteigung
A = Ausformtasche (Kralle)

Voraussetzungen

- **Werkstoffe mit guter Verformbarkeit.**
  Dazu zählen fast alle Buntmetalle, Aluminium und Alu-Legierungen, auch kurzspanende mit 1 bis 3% Bruchdehnung. Sehr viele Stahlsorten lassen sich formen, sogar Vergütungsstähle bis 900 N/mm². Die Grenzen der Anwendung können jedoch nur im praktischen Versuch ermittelt werden.
- **Schmierung**
  Beim Gewindeformen sind gute Gleiteigenschaften besonders wichtig. Für Former sollen schmierfähige, graphithaltige Kühlschmiermittel oder Öle verwendet, bzw. dem vorhandenen Schmiermittel geeignete Additive zugesetzt werden. Beschichtete Gewindeformer bringen bei verschiedenen Werkstoffen auch mit Emulsion sehr gute Ergebnisse.
- **Größerer Bohrloch-Durchmesser** als der Kernloch-Durchmesser bei spanender Gewindeherstellung.
  Das Gewindeprofil des erzeugten Gewindes ist nicht voll ausgeformt.
  Der Flankenüberdeckungsgrad beträgt jedoch 70 – 75%.

Vorteile der spanlosen Gewinde-Herstellung

- Nur 1 Werkzeug für **Durchgangs- und Grundlochgewinde** erforderlich.
- **Kostensenkung** durch lange Standzeiten und höhere Schnittgeschwindigkeiten.
- **Keine Späneprobleme.**
- **Kein Verschneiden** des Gewindes.
- Kein unterbrochener Faserverlauf, dadurch **höhere Festigkeit** und **Belastbarkeit.**
- **Bessere Oberflächenqualität** in den Gewindeflanken.
- **Für tiefe Gewinde (bis 3 x D).**

Anwendungshinweis:

- Vorbohrdurchmesser: Kernloch Ø = Gewinde-Außen Ø – 0,54 x Steigung
  Hinweis: Beim Gewindeformen in Stahl ist ein Wert von 0,1 mm zu addieren.
- Schnittgeschwindigkeit: $v_{c\ min} \approx 20$ m/min
  Die Schnittgeschwindigkeit ist gegenüber dem Gewindebohren bis zu 3x höher (→ bessere Werkstoffffließeigenschaften bei höheren v_c)

Tabelle 4.2 GARANT Maschinen-Gewindeformer ohne Schmiernuten HSS-E/HSS-PM (TiN; TiAlN beschichtet)

Katalognummer 139115; 139125; 139132; 139135; 139142



Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	139115 v_c [m/min]			139125, 139135 v_c [m/min]			139132, 139142 v_c [m/min]		
		[N/mm²]	Min	Start	Max	Min	Start	Max	Min	Start	Max
1.0	allg. Baustähle	< 500	30	32	34	35	37	39	21	23	25
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	25	27	29	30	32	34	20	22	24
2.0	Automatenstähle	< 850	25	27	29	30	32	34	20	22	24
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	20	22	24	25	27	29	20	22	24
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	25	27	29	30	32	34	20	22	24
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	20	22	24	25	27	39	20	22	24
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	15	17	19	20	22	24		–	
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	15	17	19	20	22	24		–	
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200		–			–			–	
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	25	27	29	30	32	34	20	22	24
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	20	22	24	25	27	29	20	22	24
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000		–			–			–	
7.0	Nitrierstähle	<1000	15	17	19	20	22	24		–	
7.1	Nitrierstähle	>1000		–			–			–	
8.0	Werkzeugstähle	< 850	20	22	24	25	27	29	20	22	24
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	15	17	19	20	22	24		–	
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400		–		15	17	19		–	
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	15	17	19	20	22	24		–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–			–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350		–			–			–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–			–			–	
12.0	Federstähle	<1500		–			–			–	
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	10	12	14	10	12	14	9	11	13
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	10	12	14	10	12	14	9	11	13
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	10	12	14	10	12	14	9	11	13
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	5	7	9		–			–	
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	25	65	100	25	50	90		–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB		–			–			–	
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB		–			–			–	
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB		–			–			–	
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB		–			–			–	
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850		–			–			–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200		–			–			–	
17.0	Al langsp., Al.Knetleg., Mg	bis 350		–		40	42	44		–	
17.1	Al-Leg. kurzspanend			–		40	42	44	21	23	25
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si			–			–			–	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	<400	20	22	24	20	22	24	10	12	14
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	20	22	24	20	22	24	10	12	14
18.2	Messing, langspanend	< 600	20	22	24	20	22	24	10	12	14
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	20	22	24	20	22	24	10	12	14
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	20	22	24	20	22	24	10	12	14
18.5	Bronze, langspanend	< 850	20	22	24	20	22	24	10	12	14
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	20	22	24	20	22	24	10	12	14
19.0	Graphit			–			–			–	
20.0	Thermoplast			–			–			–	
20.1	Duroplast			–			–			–	
20.2	GFK und CFK			–			–			–	

Tabelle 4.3 GARANT Maschinen-Gewindeformer mit Schmiernuten HSS-E/HSS-PM (TiN; TiAlN beschichtet)

Katalognummer 139170; 139175; 139178; 139182; 139185; 139187; 139190; 139192; 139260; 139265; 139372; 139400; 139405; 139472

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	139170; 139260; 139400 v_c [m/min]			139175 v_c [m/min]			139178, 139190; 139265;139405 v_c [m/min]		
		[N/mm²]	Min	Start	Max	Min	Start	Max	Min	Start	Max
1.0	allg. Baustähle	< 500	30	32	34	30	32	34	35	37	39
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	–			25	27	29	30	32	34
2.0	Automatenstähle	< 850	–			25	27	29	30	32	34
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	–			20	22	24	25	27	29
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	–			25	27	29	30	32	34
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	–			20	22	24	25	27	39
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	–			15	17	19	20	22	24
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	–			15	17	19	20	22	24
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	–			–			15	17	19
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	–			25	27	34	30	32	34
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	–			20	22	24	25	27	29
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	–			–			–		
7.0	Nitrierstähle	<1000	–			15	17	19	20	22	24
7.1	Nitrierstähle	>1000	–			–			–		
8.0	Werkzeugstähle	< 850	–			20	22	24	25	27	29
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	–			15	17	19	20	22	24
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	–			–			15	17	19
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	–			15	17	19	20	22	24
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–			–			–		
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–			–			–		
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–			–			–		
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–			–			–		
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–			–			–		
12.0	Federstähle	<1500	–			–			–		
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	–			10	12	14	10	12	14
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	–			10	12	14	10	12	14
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	–			10	12	14	10	12	14
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	–			5	7	9	–		
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–			–			–		
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	–			–			–		
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	–			–			–		
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	–			–			–		
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	–			–			–		
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–			–			–		
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–			–			–		
17.0	Al langsp., Al.Knetleg., Mg	bis 350	40	42	44	–			40	42	44
17.1	Al-Leg. kurzspanend		40	42	44	–			40	42	44
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		26	28	30	–			–		
18.0	Kupfer, niedriglegiert	<400	–			20	22	24	20	22	24
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–			20	22	24	20	22	24
18.2	Messing, langspanend	< 600	–			20	22	24	20	22	24
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–			20	22	24	20	22	24
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–			20	22	24	20	22	24
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–			20	22	24	20	22	24
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–			20	22	24	20	22	24
19.0	Graphit		–			–			–		
20.0	Thermoplast		–			–			–		
20.1	Duroplast		–			–			–		
20.2	GFK und CFK		–			–			–		

139182, 139192; 139372; 139472			139185			139187		
v_c [m/min]			v_c [m/min]			v_c [m/min]		
Min	Start	Max	Min	Start	Max	Min	Start	Max
21	**23**	25	35	**37**	39	35	**37**	39
20	**22**	24	30	**32**	34	30	**32**	34
20	**22**	24	30	**32**	34	30	**32**	34
20	**22**	24	25	**27**	29	25	**29**	31
20	**22**	24	30	**32**	34	30	**32**	34
20	**22**	24	25	**27**	29	25	**29**	31
	–		20	**22**	24	25	**27**	29
	–		20	**22**	24	25	**29**	31
	–		15	**17**	19	20	**22**	24
20	**22**	24	30	**32**	34	30	**32**	34
20	**22**	24	25	**27**	29	25	**29**	31
	–			–			–	
	–		20	**22**	24	25	**27**	29
	–			–			–	
20	**22**	24	25	**27**	29	27	**29**	31
	–		20	**22**	24	25	**27**	29
	–		15	**17**	19	20	**22**	24
	–		20	**22**	24	25	**27**	29
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
9	**11**	13	10	**12**	14	15	**17**	19
9	**11**	13	10	**12**	14	15	**17**	19
9	**11**	13	10	**12**	14	15	**17**	19
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–		40	**42**	44	40	**42**	44
	–		40	**42**	44	40	**42**	44
	–		25	**27**	29	33	**35**	37
10	**12**	14	20	**22**	24	25	**27**	29
10	**12**	14	20	**22**	24	25	**27**	29
10	**12**	14	20	**22**	24	25	**27**	29
10	**12**	14	20	**22**	24	25	**27**	29
10	**12**	14	20	**22**	24	25	**27**	29
10	**12**	14	20	**22**	24	25	**27**	29
10	**12**	14	20	**22**	24	25	**27**	29
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	



4 Gewindefräsen

4.1 Prinzip des Kurzgewindefräsens

Die GARANT Kurzgewindefräser eignen sich sowohl für die Außen- als auch Innengewindeherstellung. Der schnelldrehende Fräser dringt auf volle Tiefe in das Werkstück ein während sich das Werkstück langsam dreht. Das Prinzip ist in *Bild 4.5* schematisch dargestellt.

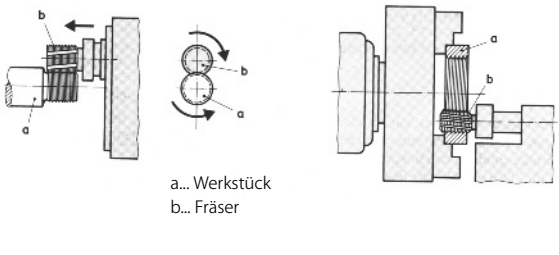


Bild 4.5 Kurzgewindefräsen

4.2 Hauptzeitberechnung

Beim Fräsen gilt für die Berechnung der Hauptzeit t_h die allgemeine Gleichung (siehe auch Gleichung 3.18):

$$t_h = \frac{L \cdot i}{v_f} = \frac{L \cdot i}{f \cdot n}$$

t_h	Hauptzeit [min]	
L	Gesamtweg des Werkzeuges [mm]	(Gl. 4.8)
i	Anzahl der Schnitte (Umfahrungen)	
v_f	Vorschubgeschwindigkeit [mm/min]	
f	Vorschub [mm/U]	
n	Drehzahl [min^{-1}]	

Beim **Kurzgewindefräsen** gelten für einem Anlaufweg des Fräsers von $(\frac{1}{6} d \cdot \pi)$ die nachfolgenden Gleichungen:

$$L = \frac{7}{6} \cdot d \cdot \pi$$

L	Gesamtweg des Werkzeuges [mm]	(Gl. 4.9)
d	Gewindedurchmesser [mm]	

$$t_h = \frac{7d \cdot \pi}{6f \cdot n}$$

t_h	Hauptzeit [min]	
d	Gewindeaußendurchmesser [mm]	(Gl. 4.10)
f	Vorschub [mm/U]	
n	Drehzahl [U/min]	

4.3 Besonderheiten beim Einsatz von Gewindefräsern

Beim Gewindefräsen auf CNC-Maschinen ist zu beachten, dass auf den meisten Maschinen die programmierte Vorschubgeschwindigkeit auf den Werkzeugmittelpunkt ausgerichtet ist. Bei einer linearen Bewegung sind die Vorschubgeschwindigkeiten im Zentrum und an der Schneidkante identisch. Im Falle einer Kreisbewegung entsteht jedoch eine erhebliche Differenz der Vorschubgeschwindigkeiten, die sich mit nachfolgenden Gleichungen berechnen lassen (vgl. auch *Bild 4.6*).

Für **Innengewindefräsen** gilt:

$$v_{f2} = \frac{v_{f1} \cdot (d_i - D_{wz})}{d_i}$$

v_{f2} Vorschubgeschwindigkeit im Werkzeugmittelpunkt [mm/min]
v_{f1} Vorschubgeschwindigkeit an der Schneide [mm/min]
d_i Innengewindedurchmesser [mm]
D_{wz} Fräserdurchmesser [mm] (Gl. 4.11)

Für **Außengewindefräsen** gilt:

$$v_{f2} = \frac{v_{f1} \cdot (d_a + D_{wz})}{d_a}$$

v_{f2} Vorschubgeschwindigkeit im Werkzeugmittelpunkt [mm/min]
v_{f1} Vorschubgeschwindigkeit an der Schneide [mm/min]
d_a Außengewindedurchmesser [mm]
D_{wz} Fräserdurchmesser [mm] (Gl. 4.12)

Es gelten weiter folgende Zusammenhänge für beide Verfahrensvarianten:

$$v_{f1} = f_z \cdot n \cdot z$$

v_{f1} Vorschubgeschwindigkeit an der Schneide [mm/min]
f_z Vorschub pro Schneide [mm/min] (Gl. 4.13)
n Drehzahl [U/min]
z Anzahl der Schneiden

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{D_{wz} \cdot \pi}$$

n Drehzahl [U/min]
v_c Schnittgeschwindigkeit [m/min] (Gl. 4.14)
D_{wz} Fräserdurchmesser [mm]

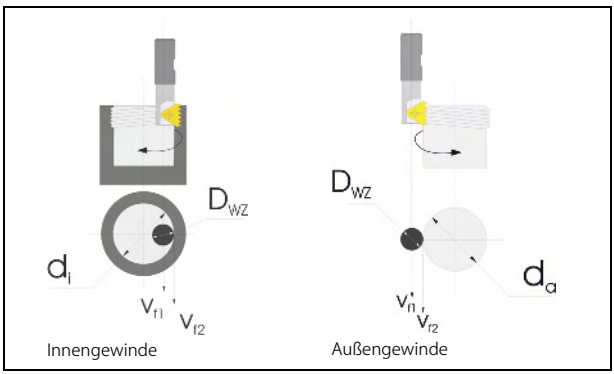


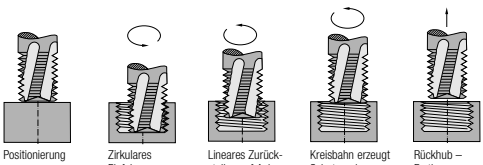
Bild 4.6 Geometrische Verhältnisse beim Innen- und Außengewindefräsen

4.4 Bohrgewindefräsen

Bohrgewindefräser

Information

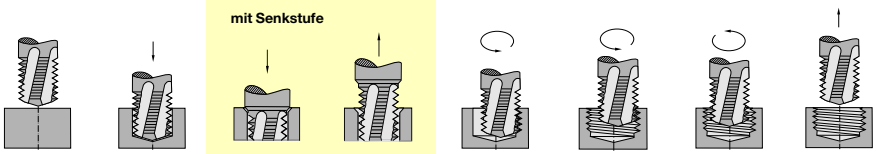
Bearbeitungsfolge **Zirkular-Bohrgewindefräser (Nr. 139480):**



Werkstoffe	Schnittgeschw. v_c m/min	* Vorschub f_z mm
gutspanbare Stähle bis 900 N/mm²	150 – 250	0,05 – 0,08
vergütete, hitzebest. Stähle bis 1100 N/mm²	100 – 200	0,03 – 0,05
Werkzeugstähle	100 – 200	0,03 – 0,05
rostfreie Stähle	100 – 200	0,03 – 0,05
Grauguss	200 – 300	0,05 – 0,08
Al-Legierungen	200 – 300	0,05 – 0,10
Werkzeugstähle 35 – 45 HRc	80 – 85	0,02 – 0,03
Werkzeugstähle 45 – 55 HRc	75 – 80	0,02 – 0,03
Werkzeugstähle 55 – 62 HRc	70 – 75	0,02

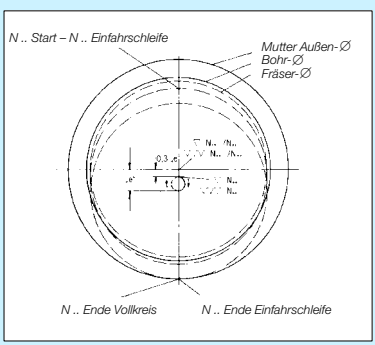
** Vorschub bezieht sich auf Kontur*

Bearbeitungsfolge **Bohrgewindefräser für Aluminium und Guss (Nr. 139510 – 139515):**



Richtwerte für Schnittgeschwindigkeit und Vorschub:

		Alu-Legierungen	Grauguss	Sphäroguss
Bohr-Schnittgeschwindigkeit	**v_c (m/min)**	100 – 400	50 – 120	50 – 100
f (mm/U)	**≤ M6**	0,10 – 0,20	0,10 – 0,20	0,10 – 0,20
f (mm/U)	**≤ M12**	0,12 – 0,35	0,10 – 0,30	0,10 – 0,20
Fräs-Schnittgeschwindigkeit	**v_c (m/min)**	100 – 400	50 – 120	50 – 100
f_z (mm/Zahn)	**≤ M6**	0,03 – 0,07	0,02 – 0,04	0,02 – 0,04
f_z (mm/Zahn)	**≤ M12**	0,05 – 0,10	0,05 – 0,10	0,05 – 0,08



Ist im CNC-Programm kein Befehl für die „Bahngeschwindigkeit Fräsen außen" vorhanden, wird dieser Parameter mit nachfolgender Formel errechnet:

$$F_{Fräser\ außen} = n \times z \times f_z$$

$$F_{Mittelpunktsbahn} = \frac{n \times z \times f_z \times 2_e}{AD_M}$$

F = Bahngeschwindigkeit (mm/min)
n = Drehzahl (U/min)
Z = Zähnezahl
f_z = Frässvorschub (mm/Zahn)
e = Exzentrizität (mm)
AD_M = Außendurchmesser der Mutter (mm)

Vorteile:

- Nur 1 Werkzeug für **Durchgangs- und Grundlochgewinde** erforderlich.
- **Mit 1 Werkzeug können Bohrung, Senkung und Innengewinde in einem Arbeitsgang fertiggestellt werden.**
- **Über 50% kürzere Hauptzeit** durch hohe Schnittgeschwindigkeit und Vorschub.
- **Kein Werkzeugwechsel notwendig, somit Zeitersparnis.**
- **Keine Späneprobleme** – es werden nur kurze Späne erzeugt, die durch das Kühlmittel aus der Bohrung gespült werden.
- **Gewinde, mit abweichenden Toleranzen,** mit Über- oder Untermaß, **können problemlos gefertigt werden.**
- Sehr gute Oberflächengüte der Gewinde.

Tabelle 4.4 GARANT – Bohrgewindefräser mit Senkstufe (VHM/TiAlN)

Katalognummer 139510; 139515
Anzahl der Schneiden 2



Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	Bohren								Gewindefräsen								Senken
			v_c [m/min]			d	n	f_z [mm/Z]		$v_{f\,max}$	v_c [m/min]			Größe	n	f_z [mm/Z]		$v_{f\,max}$	d max
		[N/mm²]	min.	Start	max.	[mm]	[U/min]	Min	Max	[mm/min]	min.	Start	max.		[U/min]	Min	Max	[mm/min]	[mm]
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	50	**90**	120	3,30	8.681	0,10	0,20	1.736	50	**90**	120	M 4	7.162	0,04	0,08	573	4,5
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB				4,20	6.821			1.364				M 5	5.730			458	5,5
						5,00	5.730			1.146				M 6	4.775			382	6,6
						6,75	4.244	0,10	0,30	1.273				M 8	3.581	0,10	0,20	716	9,0
						8,50	3.370			1.011				M 10	2.865			573	11,0
						10,25	2.795			838				M 12	2.387			477	13,5
						12,00	2.387			716				M 14	2.046			409	15,5
						14,00	2.046			614				M 16	1.790			358	17,5
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	50	**70**	100	3,30	6.752	0,10	0,20	1.350	50	**70**	100	M 4	5.570	0,04	0,08	446	4,5
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB				4,20	5.305			1.061				M 5	4.456			357	5,5
						5,00	4.456			891				M 6	3.714			297	6,6
						6,75	3.301			660				M 8	2.785	0,10	0,16	446	9,0
						8,50	2.621			524				M 10	2.228			357	11,0
						10,25	2.174			435				M 12	1.857			297	13,5
						12,00	1.857			371				M 14	1.592			255	15,5
						14,00	1.592			318				M 16	1.393			223	17,5
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	100	**220**	400	3,30	21.221	0,10	0,20	4.244	100	**220**	400	M 4	17.507	0,10	0,20	2.451	4,5
17.1	Al-Leg.,kurzspanend					4,20	16.673			3.335				M 5	14.006			1.961	5,5
17.2	Alu.-Gussleg. >10% Si					5,00	14.006			2.801				M 6	11.671			1.634	6,6
						6,75	10.375	0,12	0,35	3.631				M 8	8.754	0,25	0,27	1.751	9,0
						8,50	8.239			2.884				M 10	7.003			1.401	11,0
						10,25	6.832			2.391				M 12	5.836	0,30	0,32	1.167	13,5
						12,00	5.836			2.042				M 14	5.002			1.000	15,5
						14,00	5.002			1.751				M 16	4.377			875	17,5

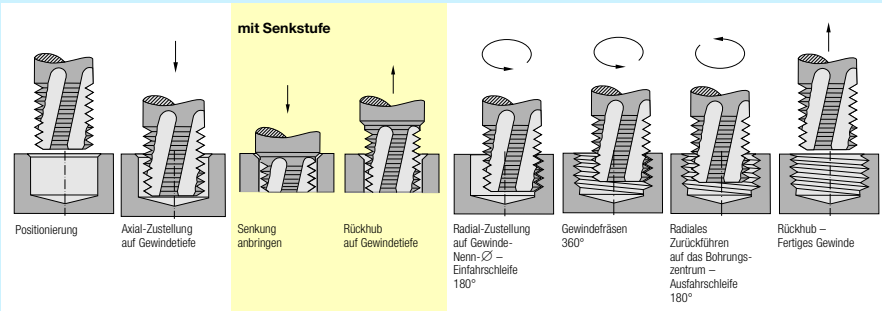
Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit vf ergeben sich aus dem Startwert der Schnittgeschwindigkeit vc und den maximalen Zahnvorschub f_z.
Die Klammerwerte bei den Kunststoffen gelten für die Werkstoffgruppe 20.2. Drehzahlen und Vorschubgeschwindigkeiten wurden für die Werkstoffgruppe 20.2 nicht berechnet.

4.5 Schaftgewindefräsen

Schaft-Gewindefräser

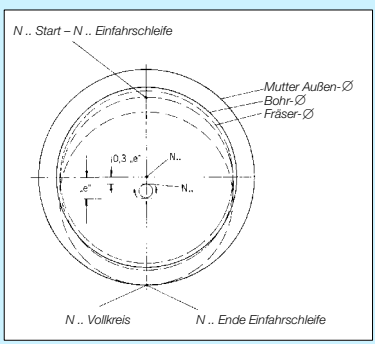
Information

Bearbeitungsfolge:



Richtwerte für Schnittgeschwindigkeit und Vorschub:

	Alu-Legierung	Grau-guss	unlegierte Stähle	rostfreie Stähle	Sphäro-guss	Titan-Legierung
Fräs-Schnitt-geschwindigkeit v_c (m/min)	100 – 400	50 – 120	50 – 100	25 – 75	50 – 100	20 – 60
f_z (mm/Zahn) ≤ M6	0,03 – 0,07	0,02 – 0,04	0,02 – 0,04	0,01 – 0,02	0,02 – 0,04	0,01 – 0,02
f_z (mm/Zahn) ≤ M12	0,05 – 0,10	0,05 – 0,10	0,04 – 0,06	0,02 – 0,03	0,05 – 0,08	0,02 – 0,04



Ist im CNC-Programm kein Befehl für die „Bahngeschwindigkeit Fräsen außen" vorhanden, wird dieser Parameter mit nachfolgender Formel errechnet:

$$F_{Fräser\ außen} = n \times z \times f_z$$

$$F_{Mittelpunktsbahn} = \frac{n \times z \times f_z \times 2_e}{AD_M}$$

F = Bahngeschwindigkeit (mm/min)
n = Drehzahl (U/min)
Z = Zähnezahl
f_z = Fräsvorschub (mm/Zahn)
e = Exzentrizität (mm)
AD_M = Außendurchmesser der Mutter (mm)

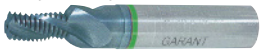
Vorteile:

- Nur 1 Werkzeug für **Durchgangs- und Grundlochgewinde** erforderlich.
- **Kürzere Hauptzeit** durch hohe Schnittgeschwindigkeit und Vorschub.
- **Einsparung von Werkzeug-Wechselzeiten.**
- Nur 1 Werkzeug für **Rechts- und Linksgewinde** sowie unterschiedliche Toleranzen.
- Einfache Bearbeitung **schwer zerspanbarer Werkstoffe.**
- **Keine Späneprobleme,** da nur kurze Frässpäne erzeugt werden.

Tabelle 4.5 GARANT-Schaftgewindefräser (VHM/TiAlN)

Katalognummer 139650; 139655; 139658; 139660; 139670; 139685; 139688; 139710; 139720; 139725; 139726; 139730

Anzahl der Schneiden 3 bis 5



Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	Gewindefräsen							Senken
			v_c [m/min]			Größe	n	f_z [mm/Z]	$v_{f\,max}$	d max
		[N/mm²]	min.	Start	max.		[U/min]	min. – max.	[mm/min]	[mm]
1.0	allg. Baustähle	< 500	50	80	100	M 4	6.366	0,06 – 0,12	764	4,5
1.1	allg. Baustähle	500–850				M 5	5.093		611	5,5
2.0	Automatenstähle	< 850				M 6	4.244		509	6,6
2.1	Automatenstähle	850–1000				M 8	3.138	0,12 – 0,18	573	9,0
3.0	unleg. Vergütungsst.	< 700				M 10	2.546		458	11,0
3.1	unleg. Vergütungsst.	700–850				M 12	2.122	0,18 – 0,24	509	13,5
3.2	unleg. Vergütungsst.	850–1000				M 14	1.819	0,24 – 0,32	437	15,5
						M 16	1.592		382	17,5
						M 20	1.273	0,30 – 0,40	306	24,0
13.0	rostf. St.-geschwefelt	< 700	40	50	80	M 4	3.979	0,03 – 0,06	239	4,5
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700				M 5	3.183		191	5,5
13.3	rostf. St.-martensitisch	< 1100				M 6	2.653		159	6,6
						M 8	3.979	0,06 – 0,12	477	9,0
						M 10	3.183		382	11,0
						M 12	1.326	0,09 – 0,18	239	13,5
						M 14	1.137	0,12 – 0,24	205	15,5
						M 16	995		179	17,5
						M 20	796	0,15 – 0,30	143	24,0
15.0	Gusseisen (GG)	> 180 HB	75	100	150	M 4	7.958	0,06 – 0,12	955	4,5
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB				M 5	6.366		764	5,5
						M 6	5.305		637	6,6
						M 8	3.979	0,18 – 0,30	1.194	9,0
						M 10	3.183		955	11,0
						M 12	2.653	0,24 – 0,45	1.194	13,5
						M 14	2.274	0,32 – 0,60	1.023	15,5
						M 16	1.989		895	17,5
						M 20	1.592	0,40 – 0,75	716	24,0
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	50	75	100	M 4	5.968	0,03 – 0,06	716	4,5
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB				M 5	4.775		573	5,5
						M 6	3.979		477	6,6
						M 8	2.984	0,03 – 0,09	537	9,0
						M 10	2.387		430	11,0
						M 12	1.989	0,06 – 0,15	477	13,5
						M 14	1.705	0,08 – 0,20	409	15,5
						M 16	1.492		358	17,5
						M 20	1.194	0,10 – 0,25	286	24,0
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	40	60	80	M 4	4.775	0,03 – 0,06	286	4,5
16.1	Titan, Titanlegierungen	850–1200				M 5	3.820		229	5,5
						M 6	3.183		191	6,6
						M 8	2.387	0,03 – 0,09	215	9,0
						M 10	1.910		172	11,0
						M 12	1.592	0,06 – 0,15	239	13,5
						M 14	1.364	0,08 – 0,20	205	15,5
						M 16	1.194		179	17,5
						M 20	955	0,10 – 0,25	143	24,0
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	100	220	400	M 4	17.507	0,09 – 0,21	3.676	4,5
17.1	Al-Leg. kurzspanend					M 5	14.006		2.941	5,5
17.2	Al.-Gussleg. >10% Si					M 6	11.671		2.451	6,6
						M 8	8.754	0,15 – 0,24	2.101	9,0
						M 10	7.003		1.681	11,0
						M 12	5.836	0,18 – 0,30	1.751	13,5
						M 14	5.002	0,24 – 0,40	1.501	15,5
						M 16	4.377		1.313	17,5
						M 20	3.501	0,30 – 0,50	1.050	24,0
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	200	225	300	M 4	17.905	0,09 – 0,15	2.686	4,5
18.5	Bronze, langspanend	< 850				M 5	14.324		2.149	5,5
						M 6	11.937		1.790	6,6
						M 8	8.952	0,12 – 0,15	1.343	9,0
						M 10	7.162		1.074	11,0
						M 12	5.968	0,15 – 0,24	1.432	13,5
						M 14	5.116	0,20 – 0,32	1.228	15,5
						M 16	4.476		1.074	17,5
						M 20	3.581	0,25 – 0,40	859	24,0

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f ergeben sich aus dem Startwert der Schnittgeschwindigkeit v_c und dem maximalen Zahnvorschub f_z.

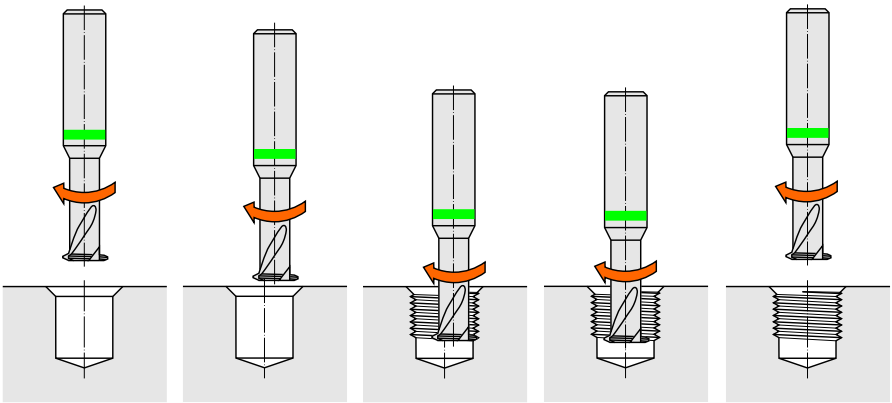
Tabelle 4.6 GARANT-VHM-Schaftgewindefräser mit Senkstufe für gehärtete Stähle



Katalognummer **139652**

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	Nenn-durch-messer	Zähnezahl	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min]	Senkvorschub f_s [mm/U]	Zahnvorschub f_z [mm/Z]	Schnittaufteilung
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	M1	2	25	0,006	0,002	2-fach radial (2/3–1/3)
			M2	2	25	0,008	0,004	2-fach radial (2/3–1/3)
			M3	3	30	0,008	0,006	2-fach radial (2/3–1/3)
			M4	4	30	0,012	0,008	2-fach radial (2/3–1/3)
			M5	4	30	0,015	0,010	2-fach radial (2/3–1/3)
			M6	4	35	0,015	0,012	2-fach radial (2/3–1/3)
			M8	4	35	0,020	0,015	2-fach radial (2/3–1/3)
			M10	5	40	0,020	0,017	2-fach radial (2/3–1/3)
			M12	5	40	0,020	0,018	2-fach radial (2/3–1/3)
			M14	5	40	0,022	0,020	2-fach radial (2/3–1/3)
			M16	5	45	0,022	0,022	2-fach radial (2/3–1/3)
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	M1	2	20	0,004	0,002	2-fach radial (2/3–1/3)
			M2	2	20	0,004	0,003	2-fach radial (2/3–1/3)
			M3	3	25	0,006	0,004	2-fach radial (2/3–1/3)
			M4	4	25	0,006	0,005	2-fach radial (2/3–1/3)
			M5	4	25	0,008	0,006	2-fach radial (2/3–1/3)
			M6	4	30	0,010	0,008	2-fach radial (2/3–1/3)
			M8	4	30	0,015	0,010	2-fach radial (2/3–1/3)
			M10	5	35	0,015	0,012	2-fach radial (2/3–1/3)
			M12	5	35	0,017	0,015	2-fach radial (2/3–1/3)
			M14	5	40	0,018	0,018	2-fach radial (2/3–1/3)
			M16	5	40	0,020	0,020	2-fach radial (2/3–1/3)
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	M1	2	15	0,003	0,001	2-fach radial (2/3–1/3)
			M2	2	15	0,003	0,002	2-fach radial (2/3–1/3)
			M3	3	20	0,005	0,003	2-fach radial (2/3–1/3)
			M4	4	20	0,005	0,004	2-fach radial (2/3–1/3)
			M5	4	20	0,006	0,005	2-fach radial (2/3–1/3)
			M6	4	25	0,006	0,006	2-fach radial (2/3–1/3)
			M8	4	25	0,010	0,008	2-fach radial (2/3–1/3)
			M10	5	30	0,012	0,010	2-fach radial (2/3–1/3)
			M12	5	30	0,014	0,012	2-fach radial (2/3–1/3)
			M14	5	30	0,015	0,015	2-fach radial (2/3–1/3)
			M16	5	30	0,018	0,018	2-fach radial (2/3–1/3)

Bearbeitungsfolge GARANT Einzahn – Gewindefräser 139610



Positionierung

Anfahren und radiale Zustellung auf Gewinde-Nenn-Ø-Position.

Gewindefräsen 360°

Radiales zurückführen auf das Bohrungszentrum.

Rückhub – fertiges Gewinde.

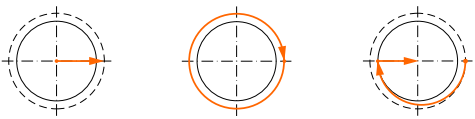


Tabelle 4.7 GARANT Feinstkorn-VHM-Einzahn-Gewindefräser (TiAlN beschichtet)

Katalognummer **139610**



Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] Min	Start	Max	M2 bis M3 f_z [mm/U]	M4 f_z [mm/U]	M5 f_z [mm/U]	M6 f_z [mm/U]
1.0	allg. Baustähle	< 500	250	300	350	0,010	0,020	0,028	0,035
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	200	250	300	0,010	0,020	0,028	0,035
2.0	Automatenstähle	< 850	200	250	300	0,010	0,020	0,028	0,035
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	150	200	250	0,010	0,020	0,028	0,035
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	220	250	280	0,010	0,020	0,028	0,035
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	180	200	220	0,010	0,020	0,028	0,035
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	80	100	120	0,010	0,020	0,028	0,035
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	80	100	120	0,010	0,020	0,028	0,035
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	60	80	100	0,010	0,020	0,028	0,035
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	220	250	280	0,010	0,020	0,028	0,035
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	170	200	230	0,010	0,020	0,028	0,035
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	60	80	100	0,010	0,020	0,028	0,035
7.0	Nitrierstähle	< 1000	80	100	120	0,010	0,020	0,028	0,035
7.1	Nitrierstähle	> 1000	60	80	100	0,010	0,020	0,028	0,035
8.0	Werkzeugstähle	< 850	150	200	250	0,010	0,020	0,028	0,035
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	70	100	130	0,010	0,020	0,028	0,035
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	60	80	100	0,010	0,020	0,028	0,035
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	70	100	130	0,010	0,020	0,028	0,035
10.0	gehärtete Stähle	45-55 HRC	40	60	80	0,010	0,020	0,028	0,035
10.1	gehärtete Stähle	55-60 HRC	30	40	50	0,010	0,020	0,028	0,035
10.2	gehärtete Stähle	60-67 HRC	20	30	40	0,010	0,020	0,028	0,035
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	60	80	100	0,010	0,020	0,028	0,035
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	40	60	80	0,010	0,020	0,028	0,035
12.0	Federstähle	< 1500		–		–	–	–	–
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	80	100	120	0,008	0,018	0,026	0,033
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	80	100	120	0,008	0,018	0,026	0,033
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	70	100	130	0,008	0,018	0,026	0,033
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	60	80	100	0,008	0,018	0,026	0,033
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	40	60	80	0,008	0,018	0,026	0,033
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB		–		–	–	–	–
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB		–		–	–	–	–
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB		–		–	–	–	–
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB		–		–	–	–	–
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	40	60	80	0,008	0,018	0,026	0,033
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	40	60	80	0,008	0,018	0,026	0,033
17.0	Al langsp.; Al.- Knetleg.; Mg	bis 350	250	300	350	0,010	0,020	0,028	0,035
17.1	Al-Leg. kurzspanend		250	300	350	0,010	0,020	0,028	0,035
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		150	200	250	0,010	0,020	0,028	0,035
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400		–		–	–	–	–
18.1	Messing, kurzspanend	< 600		–		–	–	–	–
18.2	Messing, langspanend	< 600		–		–	–	–	–
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600		–		–	–	–	–
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850		–		–	–	–	–
18.5	Bronze, langspanend	< 850		–		–	–	–	–
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200		–		–	–	–	–
19.0	Graphit		100	150	200	0,020	0,040	0,050	0,060
20.0	Thermoplast			–		–	–	–	–
20.1	Duroplast			–		–	–	–	–
20.2	GFK und CFK		70	100	130	0,020	0,040	0,050	0,060

4.6 Gewindefräsen mit Wendeplatte

Wendeplatten-Gewindefräser werden auf CNC-Fräsmaschinen und Bearbeitungszentren, die durch eine 3-Achssteuerung eine Schraubeninterpolation ermöglichen, verwendet.

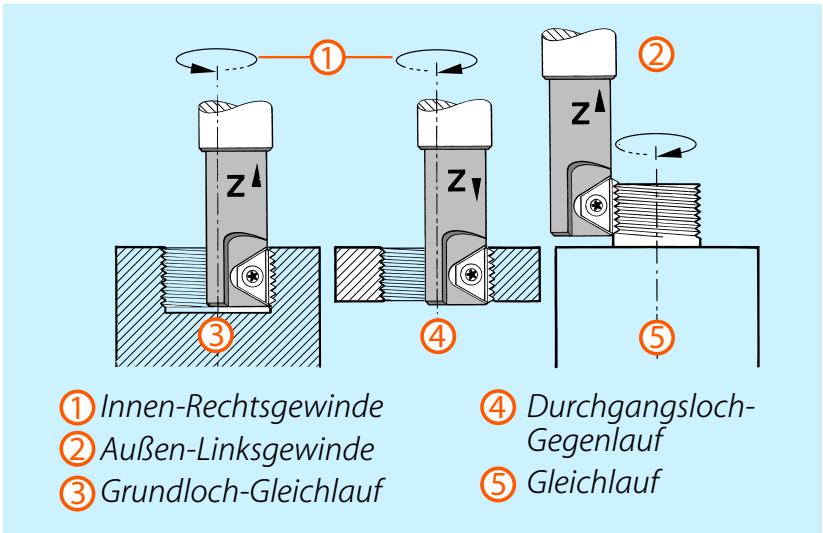


Bild 4.7 Bearbeitungsfolge beim Wendeplatten-Gewindefräsen

Ihr Vorteil besteht in einem universellen Einsatz, wie z.B.:

- Für Innen- und Außengewinde
- Für Durchgangs- und Grundlochgewinde
- Für zylindrische oder konische Gewinde
- Durch Gleich- oder Gegenlauffräsen und Änderung der axialen Vorschubrichtung können fast alle in der Praxis vorkommenden Gewindevarianten hergestellt werden.
- Gewinde mit abweichenden Toleranzen sind kein Problem.
- Je nach Werkstoff zum Gewindefräsen in Stähle, Grauguss, Aluminium-Legierungen und Buntmetalle.
- Keine Spanprobleme – es werden nur kurze Späne erzeugt.
- Geringer Schnittdruck – wichtig bei dünnwandigen Werkstücken.

Werkzeug-Nutzlänge (Größe) [mm]	Gewinde-Steigung [mm]	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5	4
	Wirkdurchmesser [mm]	Kleinster Bohrlochdurchmesser [mm]										
12	11,5	12	12,5	13,2	13,9	14,5	15,1					
20	11,5	12	12,5	13,2	13,9	14,5	15,1					
22	17	17,6	18,2	19	19,6	20	20,5	21				
43	20	20,7	21,4	22	22,6	23	23,5	24				
25	22	22,7	23,4	24	24,6	25	25,5	26				
52	30	30,7	31,4	32	32,8	33,5	34,1	34,6	36,6	39	42	45
92	30	30,7	31,4	32	32,8	33,5	34,1	34,6	36,6	39	42	45
58	37	38	38,6	39,5	40,4	41	41,5	42	44	46,5	49	52
98	37	38	38,6	39,5	40,4	41	41,5	42	44	46,5	49	52

Tabelle 4.8 Zuordnung der kleinsten Bohrlochdurchmesser

Werkzeug-Nutzlänge (Größe) [mm]	Gewinde-Steigung [pro Zoll]	19	14	11
	Wirkdurchmesser [mm]	Kleinster Bohrlochdurchmesser [mm]		
12	11,5	13,9	15,1	
20	11,5	13,9	15,1	
22	17	19,6	20,5	21,5
43	20	22,6	23,5	24,5
25	22	24,6	25,5	26,5
52	30	32,8	34,1	35,6
92	30	32,8	34,1	35,6
58	37	40,4	41,5	43
98	37	40,4	41,5	43

Tabelle 4.9 Zuordnung der kleinsten Bohrlochdurchmesser

Tabelle 4.10 GARANT-Wendeplatten-Gewindefräser mit Innenkühlung (HM/TiCN)

Katalognummer **218000**

Anzahl der Wendeplatten **1**



Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Gewindefräsen v_c [m/min] Min	Start	Max	f_z [mm/U]
1.0	allg. Baustähle	< 500	100	120	210	0,05-0,3
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	100	120	150	0,05-0,3
2.0	Automatenstähle	< 850	90	110	180	0,05-0,3
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	90	110	170	0,05-0,3
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	100	120	170	0,05-0,3
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	80	100	150	0,05-0,3
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	70	90	130	0,05-0,3
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	70	80	120	0,05-0,3
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	70	80	120	0,05-0,3
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	90	110	180	0,05-0,3
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	90	110	150	0,05-0,3
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	60	70	120	0,05-0,2
7.0	Nitrierstähle	< 1000	70	80	150	0,05-0,3
7.1	Nitrierstähle	> 1000	60	70	150	0,05-0,2
8.0	Werkzeugstähle	< 850	90	110	120	0,05-0,3
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	70	80	100	0,05-0,3
8.0	Werkzeugstähle	1100 – 1400	50	60	90	0,05-0,2
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	70	80	100	0,05-0,2
10.0	gehärtete Stähle	45-55 HRC		–		–
10.1	gehärtete Stähle	55-60 HRC		–		–
10.2	gehärtete Stähle	60-67 HRC		–		–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350		–		–
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–		–
12.0	Federstähle	< 1500		–		–
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	100	120	140	0,05-0,2
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	80	90	120	0,05-0,2
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	70	80	120	0,05-0,2
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	60	70	100	0,05-0,2
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–		–
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	90	110	130	0,05-0,3
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	60	70	130	0,05-0,3
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	60	70	120	0,05-0,3
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	60	70	120	0,05-0,2
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850		–		–
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200		–		–
17.0	Al langsp.; Al.- Knetleg.; Mg	bis 350	120	140	250	0,05-0,4
17.1	Al-Leg. kurzspanend		100	120	180	0,05-0,4
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		70	80	120	0,05-0,25
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	120	140	210	0,05-0,4
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	100	120	200	0,05-0,4
18.2	Messing, langspanend	< 600	100	120	180	0,05-0,4
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	80	100	180	0,05-0,35
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	70	80	170	0,05-0,3
18.5	Bronze, langspanend	< 850	100	120	150	0,05-0,3
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	90	110	120	0,05-0,25
19.0	Graphit			–		–
20.0	Thermoplast			–		–
20.1	Duroplast			–		–
20.2	GFK und CFK			–		–

Tabelle 4.11 GARANT Hochleistungsgewindefräser HPC

Katalognummer **218050; 218054**









Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	HB7720				HB7735			
			v_c [m/min]			f_z [mm/U]	v_c [m/min]			f_z [mm/U]
		[N/mm²]	Min	Start	Max		Min	Start	Max	
1.0	allg. Baustähle	< 500	100	120	210	0,05-0,3	100	120	180	0,05-0,3
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	100	120	180	0,05-0,3	100	120	150	0,05-0,3
2.0	Automatenstähle	< 850	90	110	180	0,05-0,3	90	110	170	0,05-0,3
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	90	110	170	0,05-0,3	90	110	160	0,05-0,3
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	100	120	170	0,05-0,3	100	120	160	0,05-0,3
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	80	100	150	0,05-0,3	80	100	140	0,05-0,3
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	70	90	130	0,05-0,3	70	90	130	0,05-0,3
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	70	80	120	0,05-0,3	70	80	110	0,05-0,3
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	70	80	120	0,05-0,2	70	80	110	0,05-0,2
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	90	110	180	0,05-0,3	90	110	170	0,05-0,3
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	90	110	150	0,05-0,3	90	110	140	0,05-0,3
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	60	70	120	0,05-0,2	60	70	110	0,05-0,2
7.0	Nitrierstähle	< 1000	70	80	150	0,05-0,3	70	80	140	0,05-0,3
7.1	Nitrierstähle	> 1000	60	70	150	0,05-0,2	60	70	140	0,05-0,2
8.0	Werkzeugstähle	< 850	90	110	120	0,05-0,3	90	110	140	0,05-0,3
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	70	80	100	0,05-0,3	70	80	110	0,05-0,3
8.0	Werkzeugstähle	1100 – 1400	50	60	90	0,05-0,2	50	60	100	0,05-0,2
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	70	80	100	0,05-0,2	70	80	110	0,05-0,2
10.0	gehärtete Stähle	45-55 HRC		–		–	15	25	45	0,02-0,1
10.1	gehärtete Stähle	55-60 HRC		–		–	15	20	45	0,02-0,07
10.2	gehärtete Stähle	60-67 HRC		–		–		–		–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350		–		–	40	50	90	0,05-0,2
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–		–	30	40	90	0,05-0,2
12.0	Federstähle	< 1500		–		–		–		–
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	100	120	140	0,05-0,2	100	120	180	0,05-0,25
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	80	90	120	0,05-0,2	80	90	150	0,05-0,25
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	70	80	120	0,05-0,2	70	80	130	0,05-0,25
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	60	70	100	0,05-0,2	60	70	120	0,05-0,25
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–		–		–		–
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	90	110	130	0,05-0,3	90	110	180	0,05-0,3
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	60	70	130	0,05-0,3	60	70	150	0,05-0,3
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	60	70	120	0,05-0,3	60	70	150	0,05-0,3
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	60	70	120	0,05-0,2	60	70	140	0,05-0,2
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	40	60	80	–		–		–
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	30	40	60	–		–		–
17.0	Al langsp.; Al.- Knetleg.; Mg	bis 350	120	140	250	0,05-0,4		–		–
17.1	Al-Leg. kurzspanend		100	120	180	0,05-0,4		–		–
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		70	80	120	0,05-0,25		–		–
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	120	140	210	0,05-0,4	120	140	180	0,05-0,4
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	100	120	200	0,05-0,4	100	120	150	0,05-0,4
18.2	Messing, langspanend	< 600	100	120	180	0,05-0,4	100	120	150	0,05-0,4
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	80	100	180	0,05-0,35	80	100	150	0,05-0,35
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	70	80	170	0,05-0,3	70	80	140	0,05-0,3
18.5	Bronze, langspanend	< 850	100	120	150	0,05-0,3	100	120	130	0,05-0,3
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	90	110	120	0,05-0,25	70	80	100	0,05-0,25
19.0	Graphit		100	120	150	0,05-0,2		–		–
20.0	Thermoplast		60	70	180	0,1-0,3		–		–
20.1	Duroplast		60	70	180	0,1-0,3		–		–
20.2	GFK und CFK			–		–		–		–

4.7 Zirkular- und Gewindefräsen mit Polygon- und Dreikantplatten

Eine neue Generation von Zirkularfräsern ermöglicht es,

- Sicherungsringnuten
- Metrische ISO-Innengewinde
- Whitworth Rohrgewinde

mit hoher Präzision in Bauteile einzubringen. Die polygonale Verbindung von Schneidplatte und Fräskörper verbessert deutlich die Wirtschaftlichkeit des Bearbeitungsprozesses. Die Folge sind:

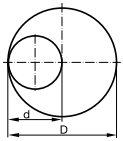
- Längere Standzeiten,
- Höhere Zerspanvolumina,
- Höhere Vorschübe und
- Kürzere Bearbeitungszeiten.

Der nachfolgenden Übersicht sind Einsatzempfehlungen zu entnehmen.

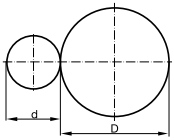
Zirkularfräsen mit Polygon- und Dreikantplatten

Information

Innenfräsen

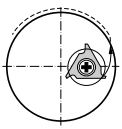


Außenfräsen

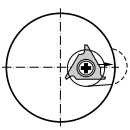


Ein ideales Durchmesserverhältnis von 2:1, Bohrung zu Werkzeug, ergibt einen geringeren Umschlingungswinkel und dadurch einen ruhigen Werkzeuglauf. **Gleichlauffräsen wird empfohlen.**

Im Kreisbogen eintauchen

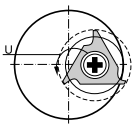


Gerades Eintauchen

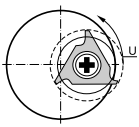


Nach Möglichkeit immer im Kreisbogen eintauchen. Beim geraden Eintauchen nur 1/3 des Vorschubs verwenden und erst nach Erreichen der Stechtiefe vollen Vorschub fahren.

Programmierter Bahnvorschub bezogen auf die Werkzeugmitte



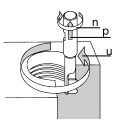
Effektiver Vorschub bezogen auf den Werkzeug-Außen-∅



Immer auf den tatsächlichen Vorschub (effektiver Vorschub) am Außendurchmesser des Werkzeuges achten.

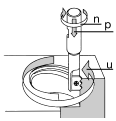
Gewindefräsen

Innengewinde



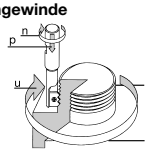
Rechtsgewinde (Gleichlauffräsen)

Innengewinde



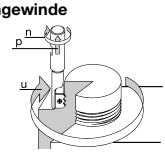
Linksgewinde (Gleichlauffräsen)

Außengewinde



Rechtsgewinde (Gleichlauffräsen)

Außengewinde



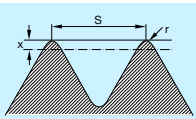
Linksgewinde (Gleichlauffräsen)

Das Gleichlauffräsen ist nach Möglichkeit vorzuziehen. Sollte die Gewindelänge größer als die Länge der Gewindeplatte sein, kann nachgesetzt werden. Wird im Kreisbogen eingetaucht, muss der axiale Vorschub (entsprechend der Gewindesteigung) berücksichtigt werden.

n = Drehrichtung Fräser – grundsätzlich rechts
p = Vorschubrichtung axial (1 Umdr./Steigung)
u = Vorschubrichtung radial

Korrekturwerte für das Innengewindefräsen

Hinweis: Das Innengewinde wird mit dem Nennmaß programmiert. Um lehrenhaltige Gewinde zu produzieren ist folgendes notwendig: Beim Fräser ist der Fräserradius über den Eckenradius (r) gemessen, minus dem Korrekturwert X der jeweiligen Steigung (S) in der Maschinensteuerung einzugeben.



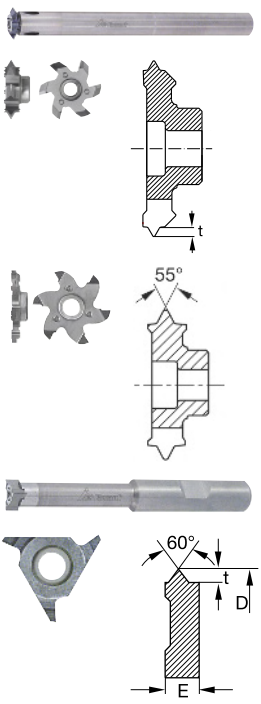
Steigung	0,50	0,75	0,80	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00
Korrekturwert	0,017	0,031	0,035	0,036	0,045	0,052	0,059	0,076	0,091	0,104	0,129	0,143	0,166	0,181	0,205	0,219

Tabelle 4.12 GARANT Zirkular- und Gewindefräser mit Polygon- und Dreikantplatten

Katalognummer **217250; 217252; 217254; 217400; 217405**

Bei Fräskörpern aus Hartmetall ist der Zahnvorschub (f_z) mit folgendem Faktor zu multiplizieren:
Ausführung L (lang): x0,5 Ausführung XL (extra lang): x0,4

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	Polygonplatten P16 / P26		Dreikantplatten 04, 03, 02, 01	
			v_c	f_z	v_c	f_z
		[N/mm²]	[m/min]	[mm/Z]	[m/min]	[mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	250	0,05 – 0,25	260	0,05 – 0,12
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	180	0,05 – 0,25	220	0,05 – 0,12
2.0	Automatenstähle	< 850	180	0,05 – 0,25	220	0,05 – 0,12
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	120	0,05 – 0,25	180	0,05 – 0,12
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	180	0,05 – 0,25	220	0,05 – 0,12
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	120	0,05 – 0,25	180	0,05 – 0,12
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	120	0,05 – 0,25	100	0,05 – 0,12
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	100	0,05 – 0,25	100	0,05 – 0,12
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	100	0,05 – 0,25	80	0,05 – 0,12
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	180	0,05 – 0,25	220	0,05 – 0,12
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	120	0,05 – 0,25	180	0,05 – 0,12
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	80	0,05 – 0,25	80	0,05 – 0,12
7.0	Nitrierstähle	< 1000	100	0,05 – 0,25	100	0,05 – 0,12
7.1	Nitrierstähle	> 1000	80	0,05 – 0,25	80	0,05 – 0,12
8.0	Werkzeugstähle	< 850	120	0,05 – 0,25	180	0,05 – 0,12
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	100	0,05 – 0,25	100	0,05 – 0,12
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	80	0,05 – 0,25	80	0,05 – 0,12
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	120	0,05 – 0,25	100	0,05 – 0,12
10.0	gehärtete Stähle	45-55 HRC	60	0,05 – 0,15	60	0,05 – 0,10
10.1	gehärtete Stähle	55-60 HRC	45	0,05 – 0,10	45	0,05 – 0,08
10.2	gehärtete Stähle	60-67 HRC	30	0,05 – 0,08	30	0,05 – 0,08
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	80	0,05 – 0,15	80	0,05 – 0,12
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	60	0,05 – 0,15	60	0,05 – 0,12
12.0	Federstähle	< 1500	80	0,05 – 0,15	80	0,03 – 0,08
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	120	0,05 – 0,15	130	0,05 – 0,12
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	120	0,05 – 0,15	130	0,05 – 0,12
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	120	0,05 – 0,15	130	0,05 – 0,12
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	120	0,05 – 0,15	120	0,05 – 0,12
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	60	0,05 – 0,15	100	0,05 – 0,12
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	140	0,05 – 0,25	140	0,05 – 0,12
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	120	0,05 – 0,25	120	0,05 – 0,12
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	120	0,05 – 0,25	120	0,05 – 0,12
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	100	0,05 – 0,25	100	0,05 – 0,12
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	60	0,01 – 0,08	120	0,01 – 0,05
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	60	0,01 – 0,08	100	0,01 – 0,05
17.0	Al langsp.; Al.- Knetleg.; Mg	bis 350	400	0,15 – 0,40	600	0,05 –0,25
17.1	Al-Leg. kurzspanend		300	0,15 – 0,40	500	0,05 – 0,25
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		250	0,15 – 0,40	400	0,05 – 0,25
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	300	0,15 – 0,40	500	0,05 – 0,25
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	400	0,15 – 0,40	300	0,05 – 0,25
18.2	Messing, langspanend	< 600	400	0,15 – 0,40	400	0,05 – 0,25
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	400	0,15 – 0,40	300	0,05 - 0,25
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	400	0,15 – 0,40	220	0,05 – 0,25
18.5	Bronze, langspanend	< 850	300	0,15 – 0,40	300	0,05 – 0,25
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	250	0,15 – 0,40	220	0,05 – 0,25
19.0	Graphit		–	–	–	–
20.0	Thermoplast		400	0,15 – 0,40	600	0,05 – 0,25
20.1	Duroplast		300	0,15 – 0,40	500	0,05 – 0,25
20.2	GFK und CFK		250	0,15 – 0,40	400	0,05 – 0,25



Hinweis: Werte der Zahnvorschübe f_z in Abhängigkeit von der Maschinenleistung.
Kleine Platten mit geringeren Zahnvorschüben einsetzen

5 Gewindedrehen

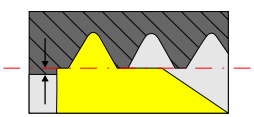
Beim Gewindedrehen kommen zum Großteil Werkzeuge mit Gewindedrehplatten zum Einsatz. Das Profil der Platte entspricht der Form des Gewindes. Der Vorschub muss entsprechend der Gewindesteigung gewählt werden. Das Gewindedrehen erfolgt abhängig von Gewindeart, Gewindesteigung und Art des Werkstoffes in mehreren Durchgängen.

Für das **Innengewindedrehen** bei kleinen Bohrungsdurchmessern müssen Klemmhalter mit festem Plattensitz oder Monowerkzeuge (wie z.B.: UniTurn-Programm, siehe Kapitel „Drehen“) eingesetzt werden.

5.1 Profiltypen

Die Gewinde-Drehplatten unterscheiden sich im Wesentlichen in nachstehende Profiltypen:

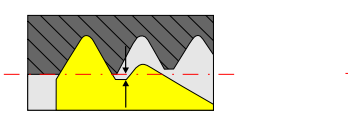
5.1.1 Vollprofil



Mit **Vollprofil-Drehplatten** wird das **gesamte Gewinde mit Außen- oder Innen-Ø voll ausgeschnitten.** Dadurch werden Arbeitsgänge eingespart. Erzeugen **lehrenhaltiger Gewinde nach DIN/ISO.**

Bild 4.8 Vollprofil-Drehplatten

Mit Vollprofil-Gewindedrehplatten können Gewinde exakt nach der geforderten Norm gefertigt werden. Der Kerndurchmesser bei Innengewinden und der Außendurchmesser bei Außengewinden wird hierbei mit bearbeitet. Für jedes Profil und jede Steigung ist eine separate Drehplatte erforderlich. Bei geschliffenen Schneidplatten ist ein Aufmaß von ca. 0,03 mm vorzuhalten. So kann ein weitestgehend, in Bezug auf den Gewindezahnkopf, gratfreies Gewinde gefertigt werden



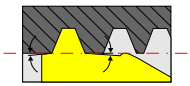
Teilprofil-Drehplatten decken einen großen Bereich verschiedener Steigungen ab, erzeugen aber **keine lehrenhaltigen Gewinde nach DIN/ISO.** Außen- oder Innen-Ø werden **nicht** mitgeschnitten.

Bild 4.9 Teilprofil-Drehplatten

5.1.2 Teilprofil

Mit einer einzelnen Teilprofil-Gewindedrehplatte können unterschiedliche Steigungen hergestellt werden. Hierbei ist jedoch unbedingt zu beachten, dass der Kerndurchmesser beim Innengewinde und der Außendurchmesser beim Außengewinde nicht mitbearbeitet werden. Der Kopfradius von Teilprofil-Schneidplatten ist kleiner als bei vergleichbaren Vollprofilplatten und entspricht daher nicht exakt der Norm. Der kleinere Spitzenradius kann u.U. geringere Standzeiten zur Folge haben.

5.1.3 Semiprofil



Semiprofil-Drehplatten schneiden das komplette Profil und entgraten die Gewindeflankenspitzen. Außen- oder Innen-Ø werden **nicht** mitgeschnitten.

Bild 4.10 Semiprofil-Drehplatten

Semiprofil-Gewindeplatten werden im Regelfall bei sehr großen Steigungen (über 8 mm) und bei Trapezprofilen eingesetzt. Mit Semiprofilplatten wird das hohe Drehmoment während der letzten Schnitte reduziert und somit die Ratterneigung vermindert. Erreicht wird dies, indem die Profilschulter der Schneidplatte um fünf Grad abfällt. Dadurch wird eine Fase an der Kante erzeugt. Der Kerndurchmesser beim Innengewinde und der Außendurchmesser beim Außengewinde wird mit Semiprofilplatten nicht mit bearbeitet.

5.2 Wahl der Zustellung

Die Wahl der Zustellung kann einen erheblichen Einfluss auf das Bearbeitungsergebnis haben. Es handelt sich im Wesentlichen um den Versatz, der bei jedem Durchgang auf der Z-Achse (Gewindeachse) erfolgt. Besonders abhängig von der Wahl der Zustellung sind:

- die Spanbildung
- der Schneidenverschleiß
- die Gewindequalität
- die erreichbare Standzeit.

Die Wahl der **Zustellart** hängt in der Praxis ab von:

- der Werkzeugmaschine
- der Schneidengeometrie
- dem zu bearbeitenden Werkstoff
- der Gewindesteigung und
- dem Gewindeschneidprozess selbst.

5.2.1 Radialzustellung

Die **Radialzustellung** erfolgt ohne Versatz der Startposition auf der Z-Achse. Sie ist die einfachste Methode und auf manuellen Maschinen gut umsetzbar. Die Zustellung erfolgt senkrecht zur Drehachse. Durch die spanabhebende Bearbeitung auf beiden Flanken des Profils wird ein V-förmiger Span bei jedem Durchgang erzeugt, der zu einer schlechten Spankontrolle führt. Ein weiterer Nachteil ist die erhöhte Vibrationsneigung bei zunehmender Umschlingung der Platte. Bei der Radialzustellung entsteht ein gleichmäßiger Schneidenverschleiß an beiden Flanken.

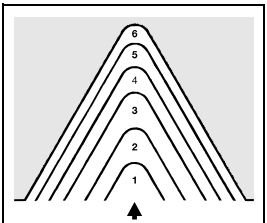


Bild 4.11 Radialzustellung

Die radiale Zustellung wird **empfohlen bei:**

- Steigungen kleiner als 1,0 mm oder kleiner 24 Gänge/Zoll
- Hartbearbeitung, da geringste Reibung an der Schneide
- kaltverfestigten Werkstoffen (besonders geeignet für austenitische rostfreie Stähle)
- kurzspanenden Werkstoffen (beste Zustellart)

5.2.2 Flankenzustellung

Die meisten CNC-Drehmaschinen sind auf diese Methode vorprogrammiert. Die **Flankenzustellung** erfolgt durch einen Z-Achsen Versatz in Vorschubrichtung und ist die meist eingesetzte Zustellungsart in der Praxis. Da der ungünstige V-Span nur beim ersten Durchgang entsteht, ist der Spanfluss gut zu kontrollieren.

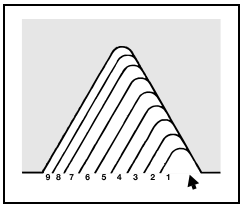


Bild 4.12 Flankenzustellung

Zu empfehlen ist diese Methode bei:

- Steigungen größer 1,0 mm oder größer 24 Gänge/Zoll
- Trapez-Gewinde
- als Abhilfe bei Vibrationsneigung, da der Hauptspan in Vorschubrichtung entsteht
- guter Spanflusskontrolle

Da diese **Zustellung parallel zur Gewindeflanke** erfolgt, kann diese gängige Bearbeitungsform zu Problemen wie erhöhte Reibung an der dem Vorschub abgewandten Flanke (Schneidplatte schneidet hier nicht) führen. Ein weiterer Nachteil ist eine schwierig umsetzbare Einzelsatzprogrammierung und somit ein Gewindezyklus für die Bearbeitung Voraussetzung.

Modifizierte Flankenzustellung:

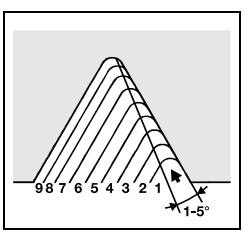


Bild 4.13 Modifizierte Flankenzustellung

Diese Zustellungsart unterscheidet sich von der oben beschriebenen Flankenzustellung dahingehend, dass die **Zustellung nicht parallel zur Flanke** erfolgt. Der Zustellwinkel ist gegenüber dem Flankenwinkel des Gewindes um etwa 1–5° reduziert. Dies hat zur Folge, dass die Zustellungsart alle Vorteile der oben genannten Flankenzustellung, aber nicht den Nachteil der erhöhten Reibung, hat. Durch die Modifikation ist immer ein gewisses Aufmaß an der abgewandten Flanke vorhanden. Folglich schneidet jetzt die Profilplatte und reibt nicht mehr.

5.2.3 Wechselseitige Zustellung

Die Aufteilung der Bearbeitung erfolgt auf beide Flanken. Bei der wechselseitigen Zustellungsart wird abwechselnd in Plus- und Minus-Richtung der Durchgangsstartpunkt auf der Z-Achse versetzt. Diese Methode ermöglicht lange Werkzeugstandzeit durch einen gleichmäßigen Verschleiß entlang der Schneidkante. Auch hier besteht der Nachteil, dass eine Einzelsatzprogrammierung schwierig umsetzbar und somit ein Gewindezyklus für die Bearbeitung Voraussetzung ist.

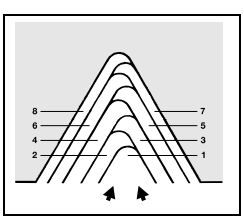


Bild 4.14 Flankenwechsel

Zu empfehlen ist diese Methode bei:

- sehr großen Steigungen
- sehr spitzen Gewindeprofilen
- langspanenden Werkstoffen

5.2.4 Anzahl der Schnitte (Durchgänge)

Beim Gewindedrehen wird das Gewinde in mehreren Durchgängen erzeugt. Der *Tabelle 4.13* sind die Werte für die Anzahl der Durchgänge beim Gewindedrehen zu entnehmen. Die Angaben berücksichtigen die unterschiedlichen Werkstoffe. Folgende Bauteileigenschaften können **Einfluss auf die Wahl der Durchgangsanzahl** haben:

- Festigkeit bzw. Härte des zu bearbeitenden Werkstoffs
- Neigung zur Kaltverfestigung des Werkstoffs
- Qualität der Werkstückspannung
- Teilung (Steigung bei eingängigen Gewinden) des Gewindes

Oft ist die Anzahl bereits durch einen Maschinenzyklus (Gewindedrehen) festgelegt. Beachtet werden sollten dabei folgende Anmerkungen:

- Beim 1. Schnitt sind die Schnitttiefen kleiner als 0,5 mm zu wählen, um Ausbrüche an der Schneide zu vermeiden.
- Die Anzahl der Schnitte sind um 2 bis 3 zu erhöhen bei Innengewindeschneiden, rostfreien Stählen, Einsatz von Cermet.

Steigung [mm]		0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
Gänge/Zoll		48	32	24	20	16	14	12	10	8	7	6	5,5	5
Durchgänge	Standard ' Geometrie	4–6	4–7	4–8	5–9	6–10	7–12	7–12	8–14	9–16	10–18	11–18	11–19	12–20
	Gesinterter Spanbrecher CB	3–4	3–4	3–5	4–6	5–6	6–8	6–8	8–10	9–12	10–14			

Tabelle 4.13 Anzahl der Schnitte (Durchgänge)

Schlichtschnitte erfolgen nach dem eigentlichen Gewindedrehen und sollen die Oberfläche der Gewindeflanken verbessern. Das Mindestaufmaß im Radius sollte nicht unter 0,015 mm liegen. **Leerschnitte** sollten möglichst vermieden werden, da sie hauptsächlich nur reiben und damit zu einem erhöhten Verschleiß führen.

5.3 Wahl der richtigen Bearbeitungsmethode und Unterlegplatte

Die Bearbeitungsmethode legt fest, wie ein Gewinde gefertigt werden soll. Grundsätzlich gibt es unabhängig von der Innen- oder Außengewindefertigung vier Möglichkeiten.

In Richtung Futter:

- Rechtsgewinde mit Gewindeplatte rechts und Halter rechts
- Linksgewinde mit Gewindeplatte links und Halter links

In Richtung Drehbankspitze:

- Rechtsgewinde mit Gewindeplatte links und Halter links
- Linksgewinde mit Gewindeplatte rechts und Halter rechts

Zahlreiche Faktoren beeinflussen die **Wahl der geeigneten Bearbeitungsmethode**. Zu den wichtigsten Faktoren zählen:

- Form und Werkstoff des Bauteils
- Verfügbare Werkzeuge
- Maschinentyp und Arbeitsparameter
- Rechts- oder Linksgewinde

Allgemeines Ziel sollte immer die **Einleitung der Schnittkräfte** durch Plattensitz und Werkzeughalter in das Maschinenfundament sein. Besonders wichtig ist das bei erhöhten Schnittkräften, die z.B. bei einer hohen Steigung auftreten. Bei mittleren und kleinen Steigungen kann dagegen der Schwerpunkt eher beim Spanfluss und einer hohen Stabilität liegen.

In einzelnen Fällen kann die **Umkehr der Bearbeitungsmethode** notwendig werden. Gründe können z.B. Maschinengegebenheiten oder Spanprobleme bei der Innengewindebearbeitung sein. Hier müssen nachstehende Faktoren geändert werden, um Beschädigungen und Standzeiteinbußen zu vermeiden.

1) *Vorschubrichtung:* War vorher der Vorschub in Richtung der Hauptspindel, so wird nun von der Hauptspindel in Richtung Reitstockspitze oder Gegenspindel gefahren.
2) *Drehrichtung:* Änderung der Spindel-Drehrichtung von beispielsweise Rechtslauf auf Linkslauf.
3) *Neigungswinkel:* Dieser Faktor ist wesentlich. Es wird z.B. der Neigungswinkel von +1,5° auf –1,5° gewechselt. Dies kann durch den Tausch der Unterlegplatte erfolgen. Ist im Falle einer Innengewindebearbeitung eine Bohrstange ohne Unterlegplatte im Einsatz können sich Sonderlösungen ergeben, solange keine Alternative mit Unterlegplattensystem einsetzbar ist.
4) *Gewinde-Drehplatte:* Um Gewindeverzerrungen zu vermeiden, die zuvor eingesetzte rechte Drehplatte mit der linken Ausführung tauschen.
5) *Werkzeug:* Ein Rechtsgewinde wird mit einem linken Werkzeug erstellt oder ein Linksgewinde mit einem rechten Werkzeug.

Nach der Wahl der Bearbeitungsmethode erfolgt die **Bestimmung des Steigungswinkels** des zu fertigenden Gewindes. Dieser Winkel legt fest, welche Unterlegplatte eingesetzt werden muss. Die Unterlegplatte legt den **Neigungswinkel** α für die Gewinde-Schneidplatte im Drehhalter fest.

Für größte Profilgenauigkeiten, gleichmäßigen Verschleiß der Schneidplatte und bessere Oberfläche muss der Wendeplatten-Neigungswinkel α mit dem Gewinde-Steigungswinkel β möglichst genau übereinstimmen. Im Idealfall sind α und β gleich. Die Zusammenhänge zwischen Steigungswinkel, Neigungswinkel und Unterlegplatte sind dem *Bild 4.15* zu entnehmen.

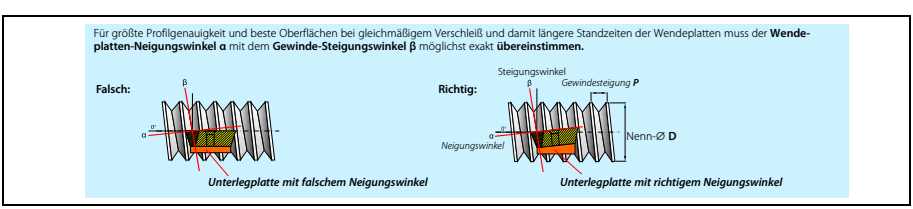


Bild 4.15 Neigungswinkel der Wendeplatte

Eine **falsche Unterlegplatte** und der damit falsche Neigungswinkel ist die häufigste Ursache für **Probleme** beim Gewindedrehen. Der richtige Neigungswinkel erzeugt den notwendigen Flankenfreiwinkel an der Profilschneide. Sind diese Winkel ungleich oder zu klein, führt dies zu verstärkter Reibungswärme, was wiederum den Verschleiß erhöht und im Extremfall zu Vibrationen führt.

GARANT-Halter werden standardmäßig mit Unterlegplatten mit einem resultierenden Neigungswinkel von 1,5° ausgeliefert. Diese Unterlegplatte deckt mehr als 85% der Einsätze ab.

Die Bearbeitung von **Innengewinden** ist schwieriger und komplexer als die von Außengewinden, was vor allem auf den Einfluss der Späne zurückzuführen ist. Weitere Faktoren, wie Auskraglänge, Grundlochbohrungen oder schwer zu bearbeitende Materialien können den Bearbeitungsprozess noch zusätzlich beeinflussen. Die korrekten Zustellungen sind besonders wichtig. Die Zustellung pro Durchgang sollte in einem Bereich von 0,06 mm bis maximal 0,2 mm liegen. Wirken auf das Innendrehwerkzeug bei der Bearbeitung zu starke Kräfte, wird möglicherweise eine Korrektur durch Einstellung der Zentrumshöhe erforderlich.

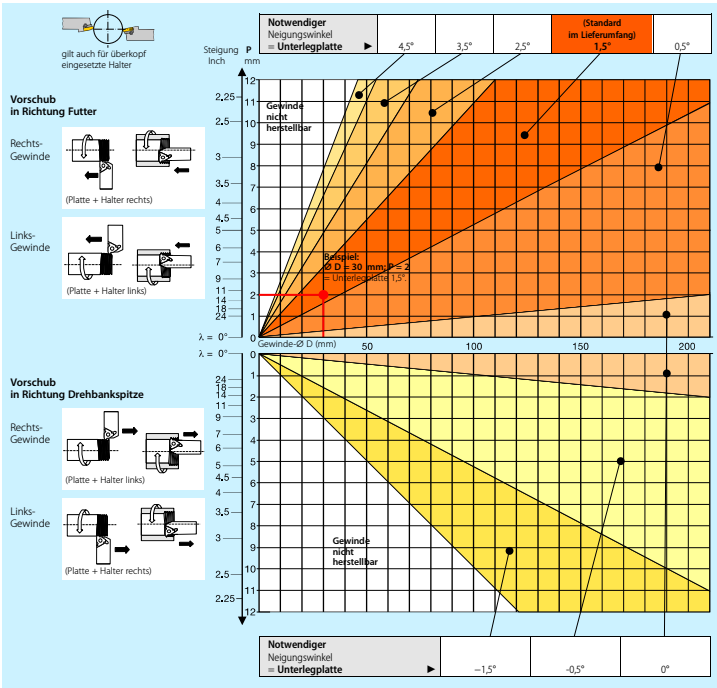


Bild 4.16 Ermittlung des korrekten Neigungswinkels über Grafik

Zur Herstellung von maßhaltigen Gewinden (außerhalb des Standardbereiches) können **Unterlegplatten mit Korrekturwinkel** verwendet werden. Der richtige Neigungswinkel kann sehr einfach durch Formel oder über Grafik (vgl. *Bild 4.16*) ermittelt werden (siehe auch Anwendungsbeispiel unter 5.4).

Die Ermittlung des korrigierten Neigungswinkels durch Formel:

Metrisch: Zoll:

$$\alpha = \frac{20 \cdot P}{D} \qquad \alpha = \frac{508}{D \cdot P}$$

α Neigungswinkel [°] (Gl 4.15)

P Gewindesteigung

D Nenndurchmesser [mm]

5.4 Anwendungsbeispiel Gewindedrehen M16 x 2

Lösung der Gewindedreh-Anforderung in 3 Schritten – absolut einfach mit dem **Cutting Pilot**:

1. Vorhandene Informationen:

Gewindeart:	Metrisches Außengewinde 60° nach ISO
Gewindegröße:	M16 x 2 (Steigung = Größe)
Gewindeausführung:	Rechtsgewinde
	Plattengröße 16 (für vorhandenen Halter)
	Vollprofil
Material:	Stahl 1.2301 (900 N/mm^2)

2. Empfehlungen für Bearbeitung mittels Cutting Pilot:

Schnittgeschwindigkeit:	130 m/min
Zustellmethode:	Flanke
Anzahl der Durchgänge:	7–12
Kühlungsart:	mit Kühlung
Schnittart:	kontinuierlich

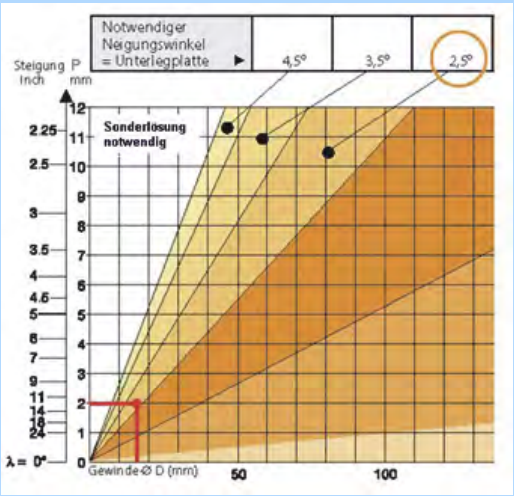
3. Prüfung des Neigungswinkels (wichtig für präzises und optimales Gewinde):

Möglichkeiten

- Ermittlung des Neigungswinkels mittels Formel:
  Gewindesteigung P = 2, Nenndurchmesser D = 16 mm

$$Neigungswinkel = \frac{20 \cdot P}{D} = \frac{20 \cdot 2}{16} = 2,5°$$

- Ermittlung über Grafik (vgl. auch *Bild 4.16*)



5.5 Hauptzeit beim Gewindedrehen

Gewindedrehen ist ein Längsdrehen mit einem Formmeißel, bei dem der Vorschub der zu erzeugenden Gewindesteigung entspricht. Nur bei mehrgängigen Gewinden wird noch die Anzahl der Gewindegänge berücksichtigt. Die **Hauptzeit t_h** ergibt sich zu:

$$t_h = \frac{L \cdot i \cdot g}{P \cdot n}$$

t_h Hauptzeit [min]
L Gesamtweg des Werkzeuges [mm]
i Anzahl der Schnitte
P Gewindesteigung [mm]
n Drehzahl [min^{-1}]
g Gangzahl des Gewindes (Gl. 4.16)

Die **Anzahl der Schnitte *i*** lässt sich aus der Gewindetiefe t und der Schnitttiefe a_p berechnen.

$$i = \frac{t}{a_p}$$

t Gewindetiefe [mm]
a_p Schnitttiefe [mm] (Gl. 4.17)

Die entsprechenden Werte für die **Gewindetiefe *t*** sind der *Tabelle 4.14* und die der **Schnitttiefe a_p** der *Tabelle 4.15* zu entnehmen.

Gewinde	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Gewindetiefe *t* [mm]	0,81	0,97	1,13	1,29	1,62	1,95	1,95	2,27

Tabelle 4.14 Gewindetiefen t bei metrischen Gewinden nach DIN 13

Bearbeitung	Metrisches und Whitworth-Gewinde	Trapezgewinde
Schruppen	a_p = 0,1 ... 0,2 mm	a_p = 0,05 ... 0,1 mm
Schlichten	a_p = 0,05 mm	a_p = 0,03 ... 0,05 mm
Überschlägig gilt	$a_p = \sqrt{\frac{d}{40}}$ [mm]	*d* Gewindeaußendurchmesser

Tabelle 4.15 Schnitttiefen a_p beim Schrupp- und Schlichtgewindedrehen

5.6 Problemlösungen für Gewindedrehen

	Störung
1	Schneidenbruch
2	Freiflächenverschleiß
3	Ausbröckelung
4	Plastische Deformation
5	Aufbauschneide
6	Vibrationen
7	Schlechte Oberfläche
8	Schlechter Spanbruch

1	2	3	4	5	6	7	8	Abhilfe
	●		●					Verschleißfestere Schneidstoffe wählen
●		●						Zäheren Schneidstoff wählen
							●	Anzahl der Durchgänge reduzieren
●			●					Anzahl der Durchgänge erhöhen
●					●			Spitzenhöhe kontrollieren
						●		Radiale Zustellung wählen
●	●	●				●	●	Modifizierte Flankenzustellung wählen
	●		●		●			Schnittgeschwindigkeit verringern
				●		●	●	Schnittgeschwindigkeit erhöhen
							●	Kühlmittelzufuhr verbessern
			●					Kühlmittelmenge erhöhen
				●				Kein Kühlmittel verwenden
●		●						Stabilität verbessern
	●							Zustellung je Durchgang erhöhen
	●							Prüfen, ob Auflageplatte korrekt ist
			●		●			Werkstückdurchmesser kontrollieren
				●				Beschichtete Schneidstoffsorte wählen
						●		Wahl der Auflageplatte prüfen

Tabelle 4.16 Störungen, Fehlerursachen und Fehlerbeseitigung beim Gewindedrehen

5.7 Einsatzempfehlung GARANT Gewindedrehen

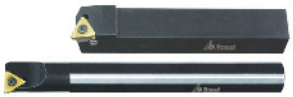


Tabelle 4.17 Gewindedrehen

Katalognummer 272001–272202 mit Gewindedrehplatten 270700–271035

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schneidstoffe Hartmetall HB 7010 v_c [m/min]	HB 7020 v_c [m/min]	HB 7125 v_c [m/min]	KSS
1.0	allg. Baustähle	< 500	70 – **150** – 200	100 – **160** – 220	–	Öl/Emulsion
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	70 – **150** – 200	100 – **160** – 220	–	Öl/Emulsion
2.0	Automatenstähle	< 850	70 – **130** – 180	100 – **160** – 200	–	Öl/Emulsion
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	70 – **130** – 150	90 – **150** – 200	–	Öl/Emulsion
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	70 – **140** – 200	100 – **160** – 200	–	Öl/Emulsion
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	70 – **130** – 180	100 – **120** – 200	–	Öl/Emulsion
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	50 – **100** – 160	90 – **130** – 180	–	Öl/Emulsion
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	50 – **100** – 150	70 – **110** – 160	–	Öl/Emulsion
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	45 – **80** – 120	60 – **90** – 140	–	Öl/Emulsion
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	70 – **150** – 180	90 – **160** – 180	–	Öl/Emulsion
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	70 – **100** – 160	70 – **120** – 180	–	Öl/Emulsion
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	50 – **90** – 120	70 – **100** – 140	–	Öl/Emulsion
7.0	Nitrierstähle	<1000	70 – **100** – 160	70 – **100** – 150	–	Öl/Emulsion
7.1	Nitrierstähle	>1000	50 – **90** – 130	70 – **90** – 150	–	Öl/Emulsion
8.0	Werkzeugstähle	< 850	50 – **120** – 150	90 – **130** – 180	–	Öl/Emulsion
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	50 – **100** – 130	70 – **90** – 130	–	Öl/Emulsion
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	50 – **90** – 120	50 – **70** – 120	–	Öl/Emulsion
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	40 – **70** – 100	45 – **80** – 120	–	Öl/Emulsion
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	25 – **40** – 50	20 – **30** – 60	–	Öl/Emulsion
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–	15 – **25** – 40	–	Öl/Emulsion
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	50 – **65** – 100	50 – **75** – 120	–	Öl/Emulsion
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	50 – **65** – 100	50 – **75** – 120	–	Öl/Emulsion
12.0	Federstähle	<1500	50 – **70** – 120	50 – **90** – 140	–	Öl/Emulsion
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	80 – **120** – 180	60 – **90** – 120	–	Öl/Emulsion
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	60 – **100** – 150	60 – **90** – 160	–	Öl/Emulsion
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	60 – **100** – 150	50 – **90** – 140	80 – **120** – 180	Öl/Emulsion
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	70 – **100** – 120	50 – **90** – 120	80 – **120** – 180	Öl/Emulsion
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	25 – **65** – 100	25 – **50** – 90	–	Öl/Emulsion
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	80 – **150** – 220	60 – **140** – 185	–	Öl/Emulsion
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	80 – **130** – 220	60 – **120** – 185	–	Öl/Emulsion
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	80 – **120** – 150	90 – **120** – 185	–	Öl/Emulsion
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	80 – **100** – 130	90 – **120** – 150	–	Öl/Emulsion
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	40 – **70** – 120	40 – **70** – 120	–	Öl/Emulsion
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	25 – **50** – 100	25 – **50** – 100	–	Öl/Emulsion
17.0	Al langsp., Al.Knetleg., Mg	bis 350	–	–	–	Öl/Emulsion
17.1	Al-Leg. kurzspanend		100 – **250** – 350	–	–	Öl/Emulsion
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		75 – **150** – 250	60 – **180** – 200	–	Öl/Emulsion
18.0	Kupfer, niedriglegiert	<400	120 – **220** – 350	100 – **150** – 300	–	Öl/Emulsion
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	75 – **150** – 250	75 – **120** – 200	–	Öl/Emulsion
18.2	Messing, langspanend	< 600	75 – **140** – 250	75 – **120** – 200	–	Öl/Emulsion
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	75 – **120** – 200	75 – **120** – 200	–	Öl/Emulsion
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	75 – **120** – 200	75 – **120** – 200	–	Öl/Emulsion
18.5	Bronze, langspanend	< 850	75 – **120** – 200	90 – **120** – 200	–	Öl/Emulsion
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	90 – **100** – 200	90 – **120** – 200	–	Öl/Emulsion
19.0	Graphit		–	–	–	–
20.0	Thermoplast		70 – **120** – 350	–	–	Emulsion
20.1	Duroplast		70 – **120** – 350	–	–	Emulsion
20.2	GFK und CFK		40 – **90** – 130	30 – **80** – 120	–	Emulsion







ISO Regelgewinde (M)

(metrische Werte)

Nenndurchmesser	Steigung	Muttergewinde 6H (4H)						Bolzengewinde 6g (4h)								Neigungswinkel der Unterlegplatte
		Außen-Ø min.	Flanken-Ø min.	Flanken-Ø max	Kern-Ø min.	Kern-Ø max.	Profilhöhe	Außen-Ø max.	Außen-Ø min.	Flanken-Ø max.	Flanken-Ø min.	Kern-Ø max.	Kern-Ø min.	Profilhöhe	Rundung	
1	0,25	1,000	0,838	0,883	0,729	0,774	0,135	1,000	0,958	0,838	0,804	0,693	0,649	0,153	0,036	5,4
1,1	0,25	1,100	0,938	0,983	0,829	0,874	0,135	1,100	1,058	0,938	0,904	0,793	0,749	0,153	0,036	4,8
1,2	0,25	1,200	1,038	1,083	0,929	0,974	0,135	1,200	1,158	1,038	1,004	0,893	0,849	0,153	0,036	4,4
1,4	0,3	1,400	1,205	1,253	1,075	1,128	0,162	1,400	1,352	1,205	1,169	1,032	0,984	0,184	0,043	4,5
1,6	0,35	1,600	1,373	1,458	1,221	1,321	0,189	1,581	1,496	1,354	1,291	1,152	1,076	0,215	0,051	4,6
1,8	0,35	1,800	1,573	1,658	1,421	1,521	0,189	1,781	1,696	1,554	1,491	1,352	1,276	0,215	0,051	4,1
2	0,4	2,000	1,740	1,830	1,567	1,679	0,217	1,981	1,886	1,721	1,654	1,490	1,407	0,245	0,058	4,2
2,2	0,45	2,200	1,908	2,003	1,713	1,838	0,244	2,180	2,080	1,888	1,817	1,628	1,540	0,276	0,065	4,3
2,5	0,45	2,500	2,208	2,303	2,013	2,138	0,244	2,480	2,380	2,188	2,117	1,928	1,840	0,276	0,065	3,7
3	0,5	3,000	2,675	2,775	2,459	2,599	0,271	2,980	2,874	2,655	2,580	2,367	2,273	0,307	0,072	3,4
3,5	0,6	3,500	3,110	3,222	2,850	3,010	0,325	3,479	3,354	3,089	3,004	2,743	2,635	0,368	0,087	3,5
4	0,7	4,000	3,545	3,663	3,242	3,422	0,379	3,978	3,838	3,523	3,433	3,119	3,002	0,429	0,101	3,6
4,5	0,75	4,500	4,013	4,131	3,688	3,878	0,406	4,478	4,338	3,991	3,901	3,558	3,439	0,460	0,108	3,4
5	0,8	5,000	4,480	4,605	4,134	4,334	0,433	4,976	4,826	4,456	4,361	3,995	3,869	0,491	0,115	3,3
6	1	6,000	5,350	5,500	4,917	5,153	0,541	5,974	5,794	5,324	5,212	4,747	4,596	0,613	0,144	3,4
7	1	7,000	6,350	6,500	5,917	6,153	0,541	6,974	6,794	6,324	6,212	5,747	5,596	0,613	0,144	2,9
8	1,25	8,000	7,188	7,348	6,647	6,912	0,677	7,972	7,760	7,160	7,042	6,438	6,272	0,767	0,180	3,2
9	1,25	9,000	8,188	8,348	7,647	7,912	0,677	8,972	8,760	8,160	8,042	7,438	7,272	0,767	0,180	2,8
10	1,5	10,000	9,026	9,206	8,376	8,676	0,812	9,968	9,732	8,994	8,862	8,128	7,938	0,920	0,217	3,0
11	1,5	11,000	10,026	10,206	9,376	9,676	0,812	10,968	10,732	9,994	9,862	9,128	8,938	0,920	0,217	2,7
12	1,75	12,000	10,863	11,063	10,106	10,441	0,947	11,966	11,701	10,829	10,679	9,819	9,602	1,073	0,253	2,9
14	2	14,000	12,701	12,913	11,835	12,210	1,083	13,962	13,682	12,663	12,503	11,508	11,271	1,227	0,289	2,9
16	2	16,000	14,701	14,913	13,835	14,210	1,083	15,962	15,682	14,663	14,503	13,508	13,271	1,227	0,289	2,5
18	2,5	18,000	16,376	16,600	15,294	15,744	1,353	17,958	17,623	16,334	16,164	14,891	14,625	1,534	0,361	2,8
20	2,5	20,000	18,376	18,600	17,294	17,744	1,353	19,958	19,623	18,334	18,164	16,891	16,625	1,534	0,361	2,5
22	2,5	22,000	20,376	20,600	19,294	19,744	1,353	21,958	21,623	20,334	20,164	18,891	18,625	1,534	0,361	2,2
24	3	24,000	22,051	22,316	20,752	21,252	1,624	23,952	23,577	22,003	21,803	20,271	19,955	1,840	0,433	2,5
27	3	27,000	25,051	25,316	23,752	24,252	1,624	26,952	26,577	25,003	24,803	23,271	22,955	1,840	0,433	2,2
30	3,5	30,000	27,727	28,007	26,211	26,771	1,895	29,947	29,522	27,674	27,462	25,653	25,306	2,147	0,505	2,3
33	3,5	33,000	30,727	31,007	29,211	29,771	1,895	32,947	32,522	30,674	30,462	28,653	28,306	2,147	0,505	2,1
36	4	36,000	33,402	33,702	31,670	32,270	2,165	35,940	35,465	33,342	33,118	31,033	30,655	2,454	0,577	2,2
39	4	39,000	36,402	36,702	34,670	35,270	2,165	38,940	38,465	36,342	36,118	34,033	33,655	2,454	0,577	2,0
42	4,5	42,000	39,077	39,392	37,129	37,799	2,436	41,937	41,437	39,014	38,778	36,416	36,007	2,760	0,650	2,1
45	4,5	45,000	42,077	42,392	40,129	40,799	2,436	44,937	44,437	42,014	41,778	39,416	39,007	2,760	0,650	2,0
48	5	48,000	44,752	45,087	42,587	43,297	2,707	47,929	47,399	44,681	44,431	41,795	41,352	3,067	0,722	2,0
52	5	52,000	48,752	49,087	46,587	47,297	2,707	51,929	51,399	48,681	48,431	45,795	45,352	3,067	0,722	1,9
56	5,5	56,000	52,428	52,783	50,046	50,796	2,977	55,925	55,365	52,353	52,088	49,177	48,700	3,374	0,794	1,9
60	5,5	60,000	56,428	56,783	54,046	54,796	2,977	59,925	59,365	56,353	56,088	53,177	52,700	3,374	0,794	1,8
64	6	64,000	60,103	60,478	57,505	58,305	3,248	63,920	63,320	60,023	59,743	56,559	56,048	3,680	0,866	1,8
68	6	68,000	64,103	64,478	61,505	62,305	3,248	67,920	67,320	64,023	63,743	60,559	60,048	3,680	0,866	1,7

ISO Feingewinde (M)

(metrische Werte)

		Muttergewinde 6H (4H/5H)						Bolzengewinde 6g (4h)								
Nenndurchmesser	Steigung	Außen-Ø min.	Flanken-Ø min.	Flanken-Ø max	Kern-Ø min.	Kern-Ø max.	Profilhöhe	Außen-Ø max	Außen-Ø min.	Flanken-Ø max	Flanken-Ø min.	Kern-Ø max.	Kern-Ø min.	Profilhöhe	Rundung	Neigungswinkel der Unterlegplatte
1	0,2	1,000	0,870	0,910	0,783	0,821	0,108	1,000	0,964	0,870	0,840	0,755	0,718	0,123	0,029	4,2
1,1	0,2	1,100	0,970	1,010	0,883	0,921	0,108	1,100	1,064	0,970	0,940	0,855	0,818	0,123	0,029	3,7
1,2	0,2	1,200	1,070	1,110	0,983	1,021	0,108	1,200	1,164	1,070	1,040	0,955	0,918	0,123	0,029	3,4
1,4	0,2	1,400	1,270	1,310	1,183	1,221	0,108	1,400	1,364	1,270	1,240	1,155	1,118	0,123	0,029	2,9
1,4	0,25	1,400	1,238	1,283	1,129	1,174	0,135	1,400	1,358	1,238	1,204	1,093	1,049	0,153	0,036	3,7
1,6	0,2	1,600	1,470	1,512	1,383	1,421	0,108	1,583	1,527	1,453	1,403	1,338	1,281	0,123	0,029	2,5
1,6	0,25	1,600	1,438	1,486	1,329	1,374	0,135	1,582	1,515	1,420	1,364	1,275	1,209	0,153	0,036	3,2
1,8	0,2	1,800	1,670	1,712	1,583	1,621	0,108	1,783	1,727	1,653	1,603	1,538	1,481	0,123	0,029	2,2
1,8	0,25	1,800	1,638	1,686	1,529	1,574	0,135	1,782	1,715	1,620	1,564	1,475	1,409	0,153	0,036	2,8
2	0,2	2,000	1,870	1,912	1,783	1,821	0,108	1,983	1,927	1,853	1,803	1,738	1,681	0,123	0,029	2,0
2	0,25	2,000	1,838	1,886	1,729	1,774	0,135	1,982	1,915	1,820	1,764	1,675	1,609	0,153	0,036	2,5
2	0,35	2,000	1,773	1,858	1,621	1,721	0,189	1,981	1,896	1,754	1,691	1,552	1,476	0,215	0,051	3,6
2,2	0,2	2,200	2,070	2,112	1,983	2,021	0,108	2,183	2,127	2,053	2,003	1,938	1,881	0,123	0,029	1,8
2,2	0,25	2,200	2,038	2,086	1,929	1,974	0,135	2,182	2,115	2,020	1,964	1,875	1,809	0,153	0,036	2,3
2,2	0,35	2,200	1,973	2,058	1,821	1,921	0,189	2,181	2,096	1,954	1,891	1,752	1,676	0,215	0,051	3,2
2,5	0,2	2,500	2,370	2,412	2,283	2,321	0,108	2,483	2,427	2,353	2,303	2,238	2,181	0,123	0,029	1,5
2,5	0,25	2,500	2,338	2,386	2,229	2,274	0,135	2,482	2,415	2,320	2,264	2,175	2,109	0,153	0,036	2,0
2,5	0,35	2,500	2,273	2,358	2,121	2,221	0,189	2,481	2,396	2,254	2,191	2,052	1,976	0,215	0,051	2,8
3	0,2	3,000	2,870	2,915	2,783	2,821	0,108	2,983	2,927	2,853	2,800	2,738	2,678	0,123	0,029	1,3
3	0,25	3,000	2,838	2,888	2,729	2,774	0,135	2,982	2,915	2,820	2,760	2,675	2,605	0,153	0,036	1,6
3	0,35	3,000	2,773	2,829	2,621	2,684	0,189	2,981	2,896	2,754	2,687	2,552	2,472	0,215	0,051	2,3
3,5	0,2	3,500	3,370	3,415	3,283	3,321	0,108	3,483	3,427	3,353	3,300	3,238	3,178	0,123	0,029	1,1
3,5	0,25	3,500	3,338	3,388	3,229	3,274	0,135	3,482	3,415	3,320	3,260	3,175	3,105	0,153	0,036	1,4
3,5	0,35	3,500	3,273	3,329	3,121	3,184	0,189	3,481	3,396	3,254	3,187	3,052	2,972	0,215	0,051	2,0
3,5	0,5	3,500	3,175	3,275	2,959	3,099	0,271	3,480	3,374	3,155	3,080	2,867	2,773	0,307	0,072	2,9
4	0,2	4,000	3,870	3,915	3,783	3,821	0,108	3,983	3,927	3,853	3,800	3,738	3,678	0,123	0,029	0,9
4	0,25	4,000	3,838	3,888	3,729	3,774	0,135	3,982	3,915	3,820	3,760	3,675	3,605	0,153	0,036	1,2
4	0,35	4,000	3,773	3,829	3,621	3,684	0,189	3,981	3,896	3,754	3,687	3,552	3,472	0,215	0,051	1,7
4	0,5	4,000	3,675	3,775	3,459	3,599	0,271	3,980	3,874	3,655	3,580	3,367	3,273	0,307	0,072	2,5
4,5	0,2	4,500	4,370	4,415	4,283	4,321	0,108	4,483	4,427	4,353	4,300	4,238	4,178	0,123	0,029	0,8
4,5	0,25	4,500	4,338	4,388	4,229	4,274	0,135	4,482	4,415	4,320	4,260	4,175	4,105	0,153	0,036	1,1
4,5	0,35	4,500	4,273	4,329	4,121	4,184	0,189	4,481	4,396	4,254	4,187	4,052	3,972	0,215	0,051	1,5
4,5	0,5	4,500	4,175	4,275	3,959	4,099	0,271	4,480	4,374	4,155	4,080	3,867	3,773	0,307	0,072	2,2
5	0,2	5,000	4,870	4,915	4,783	4,821	0,108	4,983	4,927	4,853	4,800	4,738	4,678	0,123	0,029	0,8
5	0,25	5,000	4,838	4,888	4,729	4,774	0,135	4,982	4,915	4,820	4,760	4,675	4,605	0,153	0,036	0,9
5	0,35	5,000	4,773	4,829	4,621	4,684	0,189	4,981	4,896	4,754	4,687	4,552	4,472	0,215	0,051	1,3
5	0,5	5,000	4,675	4,775	4,459	4,599	0,271	4,980	4,874	4,655	4,580	4,367	4,273	0,307	0,072	1,9
5	0,75	5,000	4,513	4,631	4,188	4,378	0,406	4,978	4,838	4,491	4,401	4,058	3,939	0,460	0,108	3,0
5,5	0,2	5,500	5,370	5,415	5,283	5,321	0,108	5,483	5,427	5,353	5,300	5,238	5,178	0,123	0,029	0,7
5,5	0,25	5,500	5,338	5,388	5,229	5,274	0,135	5,482	5,415	5,320	5,260	5,175	5,105	0,153	0,036	0,9
5,5	0,35	5,500	5,273	5,329	5,121	5,184	0,189	5,481	5,396	5,254	5,187	5,052	4,972	0,215	0,051	1,2
5,5	0,5	5,500	5,175	5,275	4,959	5,099	0,271	5,480	5,374	5,155	5,080	4,867	4,773	0,307	0,072	1,8
5,5	0,75	5,500	5,013	5,131	4,688	4,878	0,406	5,478	5,338	4,991	4,901	4,558	4,439	0,460	0,108	2,7
6	0,2	6,000	5,870	5,918	5,783	5,821	0,108	5,983	5,927	5,853	5,797	5,738	5,675	0,123	0,029	0,6
6	0,25	6,000	5,838	5,891	5,729	5,774	0,135	5,982	5,915	5,820	5,757	5,675	5,602	0,153	0,036	0,8
6	0,35	6,000	5,773	5,833	5,621	5,684	0,189	5,981	5,896	5,754	5,683	5,552	5,468	0,215	0,051	1,1
6	0,5	6,000	5,675	5,787	5,459	5,599	0,271	5,980	5,874	5,655	5,570	5,367	5,263	0,307	0,072	1,6
6	0,75	6,000	5,513	5,645	5,188	5,378	0,406	5,978	5,838	5,491	5,391	5,058	4,929	0,460	0,108	2,5
6,5	0,2	6,500	6,370	6,418	6,283	6,321	0,108	6,483	6,427	6,353	6,297	6,238	6,175	0,123	0,029	0,6
6,5	0,25	6,500	6,338	6,391	6,229	6,274	0,135	6,482	6,415	6,320	6,257	6,175	6,102	0,153	0,036	0,7
6,5	0,35	6,500	6,273	6,333	6,121	6,184	0,189	6,481	6,396	6,254	6,183	6,052	5,968	0,215	0,051	1,0

ISO Feingewinde (M)

(metrische Werte)

		Muttergewinde 6H (4H/5H)						Bolzengewinde 6g (4h)								Neigungswinkel der Unterlegplatte
Nenndurchmesser	Steigung	Außen-Ø min.	Flanken-Ø min.	Flanken-Ø max	Kern-Ø min.	Kern-Ø max.	Profilhöhe	Außen-Ø max	Außen-Ø min.	Flanken-Ø max	Flanken-Ø min.	Kern-Ø max.	Kern-Ø min.	Profilhöhe	Rundung	
6,5	0,5	6,500	6,175	6,287	5,959	6,099	0,271	6,480	6,374	6,155	6,070	5,867	5,763	0,307	0,072	1,5
6,5	0,75	6,500	6,013	6,145	5,688	5,878	0,406	6,478	6,338	5,991	5,891	5,558	5,429	0,460	0,108	2,3
7	0,2	7,000	6,870	6,918	6,783	6,821	0,108	6,983	6,927	6,853	6,797	6,738	6,675	0,123	0,029	0,5
7	0,25	7,000	6,838	6,891	6,729	6,774	0,135	6,982	6,915	6,820	6,757	6,675	6,602	0,153	0,036	0,7
7	0,35	7,000	6,773	6,833	6,621	6,684	0,189	6,981	6,896	6,754	6,683	6,552	6,468	0,215	0,051	0,9
7	0,5	7,000	6,675	6,787	6,459	6,599	0,271	6,980	6,874	6,655	6,570	6,367	6,263	0,307	0,072	1,4
7	0,75	7,000	6,513	6,645	6,188	6,378	0,406	6,978	6,838	6,491	6,391	6,058	5,929	0,460	0,108	2,1
7,5	0,2	7,500	7,370	7,418	7,283	7,321	0,108	7,483	7,427	7,353	7,297	7,238	7,175	0,123	0,029	0,5
7,5	0,25	7,500	7,338	7,391	7,229	7,274	0,135	7,482	7,415	7,320	7,257	7,175	7,102	0,153	0,036	0,6
7,5	0,35	7,500	7,273	7,333	7,121	7,184	0,189	7,481	7,396	7,254	7,183	7,052	6,968	0,215	0,051	0,9
7,5	0,5	7,500	7,175	7,287	6,959	7,099	0,271	7,480	7,374	7,155	7,070	6,867	6,763	0,307	0,072	1,3
7,5	0,75	7,500	7,013	7,145	6,688	6,878	0,406	7,478	7,338	6,991	6,891	6,558	6,429	0,460	0,108	1,9
7,5	1	7,500	6,850	7,000	6,417	6,653	0,541	7,474	7,294	6,824	6,712	6,247	6,096	0,613	0,144	2,7
8	0,2	8,000	7,870	7,918	7,783	7,821	0,108	7,983	7,927	7,853	7,797	7,738	7,675	0,123	0,029	0,5
8	0,25	8,000	7,838	7,891	7,729	7,774	0,135	7,982	7,915	7,820	7,757	7,675	7,602	0,153	0,036	0,6
8	0,35	8,000	7,773	7,833	7,621	7,684	0,189	7,981	7,896	7,754	7,683	7,552	7,468	0,215	0,051	0,8
8	0,5	8,000	7,675	7,787	7,459	7,599	0,271	7,980	7,874	7,655	7,570	7,367	7,263	0,307	0,072	1,2
8	0,75	8,000	7,513	7,645	7,188	7,378	0,406	7,978	7,838	7,491	7,391	7,058	6,929	0,460	0,108	1,8
8	1	8,000	7,350	7,500	6,917	7,153	0,541	7,974	7,794	7,324	7,212	6,747	6,596	0,613	0,144	2,5
8,5	0,2	8,500	8,370	8,418	8,283	8,321	0,108	8,483	8,427	8,353	8,297	8,238	8,175	0,123	0,029	0,4
8,5	0,25	8,500	8,338	8,391	8,229	8,274	0,135	8,482	8,415	8,320	8,257	8,175	8,102	0,153	0,036	0,5
8,5	0,35	8,500	8,273	8,333	8,121	8,184	0,189	8,481	8,396	8,254	8,183	8,052	7,968	0,215	0,051	0,8
8,5	0,5	8,500	8,175	8,287	7,959	8,099	0,271	8,480	8,374	8,155	8,070	7,867	7,763	0,307	0,072	1,1
8,5	0,75	8,500	8,013	8,145	7,688	7,878	0,406	8,478	8,338	7,991	7,891	7,558	7,429	0,460	0,108	1,7
8,5	1	8,500	7,850	8,000	7,417	7,653	0,541	8,474	8,294	7,824	7,712	7,247	7,096	0,613	0,144	2,3
9	0,2	9,000	8,870	8,918	8,783	8,821	0,108	8,983	8,927	8,853	8,797	8,738	8,675	0,123	0,029	0,4
9	0,25	9,000	8,838	8,891	8,729	8,774	0,135	8,982	8,915	8,820	8,757	8,675	8,602	0,153	0,036	0,5
9	0,35	9,000	8,773	8,833	8,621	8,684	0,189	8,981	8,896	8,754	8,683	8,552	8,468	0,215	0,051	0,7
9	0,5	9,000	8,675	8,787	8,459	8,599	0,271	8,980	8,874	8,655	8,570	8,367	8,263	0,307	0,072	1,1
9	0,75	9,000	8,513	8,645	8,188	8,378	0,406	8,978	8,838	8,491	8,391	8,058	7,929	0,460	0,108	1,6
9	1	9,000	8,350	8,500	7,917	8,153	0,541	8,974	8,794	8,324	8,212	7,747	7,596	0,613	0,144	2,2
9,5	0,2	9,500	9,370	9,418	9,283	9,321	0,108	9,483	9,427	9,353	9,297	9,238	9,175	0,123	0,029	0,4
9,5	0,25	9,500	9,338	9,391	9,229	9,274	0,135	9,482	9,415	9,320	9,257	9,175	9,102	0,153	0,036	0,5
9,5	0,35	9,500	9,273	9,333	9,121	9,184	0,189	9,481	9,396	9,254	9,183	9,052	8,968	0,215	0,051	0,7
9,5	0,5	9,500	9,175	9,287	8,959	9,099	0,271	9,480	9,374	9,155	9,070	8,867	8,763	0,307	0,072	1,0
9,5	0,75	9,500	9,013	9,145	8,688	8,878	0,406	9,478	9,338	8,991	8,891	8,558	8,429	0,460	0,108	1,5
9,5	1	9,500	8,850	9,000	8,417	8,653	0,541	9,474	9,294	8,824	8,712	8,247	8,096	0,613	0,144	2,1
10	0,2	10,000	9,870	9,918	9,783	9,821	0,108	9,983	9,927	9,853	9,797	9,738	9,675	0,123	0,029	0,4
10	0,25	10,000	9,838	9,891	9,729	9,774	0,135	9,982	9,915	9,820	9,757	9,675	9,602	0,153	0,036	0,5
10	0,35	10,000	9,773	9,833	9,621	9,684	0,189	9,981	9,896	9,754	9,683	9,552	9,468	0,215	0,051	0,7
10	0,5	10,000	9,675	9,787	9,459	9,599	0,271	9,980	9,874	9,655	9,570	9,367	9,263	0,307	0,072	0,9
10	0,75	10,000	9,513	9,645	9,188	9,378	0,406	9,978	9,838	9,491	9,391	9,058	8,929	0,460	0,108	1,4
10	1	10,000	9,350	9,500	8,917	9,153	0,541	9,974	9,794	9,324	9,212	8,747	8,596	0,613	0,144	1,9
10	1,25	10,000	9,188	9,348	8,647	8,912	0,677	9,972	9,760	9,160	9,042	8,438	8,272	0,767	0,180	2,5
10,5	0,35	10,500	10,273	10,333	10,121	10,184	0,189	10,481	10,396	10,254	10,183	10,052	9,968	0,215	0,051	0,6
10,5	0,5	10,500	10,175	10,287	9,959	10,099	0,271	10,480	10,374	10,155	10,070	9,867	9,763	0,307	0,072	0,9
10,5	0,75	10,500	10,013	10,145	9,688	9,878	0,406	10,478	10,338	9,991	9,891	9,558	9,429	0,460	0,108	1,4
10,5	1	10,500	9,850	10,000	9,417	9,653	0,541	10,474	10,294	9,824	9,712	9,247	9,096	0,613	0,144	1,9
11	0,35	11,000	10,773	10,833	10,621	10,684	0,189	10,981	10,896	10,754	10,683	10,552	10,468	0,215	0,051	0,6
11	0,5	11,000	10,675	10,787	10,459	10,599	0,271	10,980	10,874	10,655	10,570	10,367	10,263	0,307	0,072	0,9
11	0,75	11,000	10,513	10,645	10,188	10,378	0,406	10,978	10,838	10,491	10,391	10,058	9,929	0,460	0,108	1,3

ISO Feingewinde (M)

(metrische Werte)

		Muttergewinde 6H (4H/5H)						Bolzengewinde 6g (4h)								
Nenndurchmesser	Steigung	Außen-Ø min.	Flanken-Ø min.	Flanken-Ø max	Kern-Ø min.	Kern-Ø max.	Profilhöhe	Außen-Ø max	Außen-Ø min.	Flanken-Ø max	Flanken-Ø min.	Kern-Ø max.	Kern-Ø min.	Profilhöhe	Rundung	Neigungswinkel der Unterlegplatte
11	1	11,000	10,350	10,500	9,917	10,153	0,541	10,974	10,794	10,324	10,212	9,747	9,596	0,613	0,144	1,8
11,5	0,35	11,500	11,273	11,340	11,121	11,184	0,189	11,481	11,396	11,254	11,174	11,052	10,959	0,215	0,051	0,6
11,5	0,5	11,500	11,175	11,293	10,959	11,099	0,271	11,480	11,374	11,155	11,065	10,867	10,758	0,307	0,072	0,8
11,5	0,75	11,500	11,013	11,153	10,688	10,878	0,406	11,478	11,338	10,991	10,885	10,558	10,423	0,460	0,108	1,2
11,5	1	11,500	10,850	10,010	10,417	10,653	0,541	11,474	11,294	10,824	10,706	10,247	10,090	0,613	0,144	1,8
12	0,35	12,000	11,773	11,840	11,621	11,684	0,189	11,981	11,896	11,754	11,674	11,552	11,459	0,215	0,051	0,5
12	0,5	12,000	11,675	11,793	11,459	11,599	0,271	11,980	11,874	11,655	11,565	11,367	11,258	0,307	0,072	0,8
12	0,75	12,000	11,513	11,630	11,188	11,378	0,406	11,978	11,838	11,491	11,385	11,058	10,923	0,460	0,108	1,2
12	1	12,000	11,350	11,510	10,917	11,153	0,541	11,974	11,794	11,324	11,206	10,747	10,590	0,613	0,144	1,6
12	1,25	12,000	11,188	11,368	10,647	10,912	0,677	11,972	11,760	11,160	11,028	10,438	10,258	0,767	0,180	2,0
12	1,5	12,000	11,026	11,216	10,376	10,676	0,812	11,968	11,732	10,994	10,854	10,128	9,930	0,920	0,217	2,5
12,5	0,35	12,500	12,273	12,340	12,121	12,184	0,189	12,481	12,396	12,254	12,174	12,052	11,959	0,215	0,051	0,5
12,5	0,5	12,500	12,175	12,293	11,959	12,099	0,271	12,480	12,374	12,155	12,065	11,867	11,758	0,307	0,072	0,7
12,5	0,75	12,500	12,013	12,153	11,688	11,878	0,406	12,478	12,338	11,991	11,885	11,558	11,423	0,460	0,108	1,1
12,5	1	12,500	11,850	12,010	11,417	11,653	0,541	12,474	12,294	11,824	11,706	11,247	11,090	0,613	0,144	1,5
13	0,35	13,000	12,773	12,840	12,621	12,684	0,189	12,981	12,896	12,754	12,674	12,552	12,459	0,215	0,051	0,5
13	0,5	13,000	12,675	12,793	12,459	12,599	0,271	12,980	12,874	12,655	12,565	12,367	12,258	0,307	0,072	0,7
13	0,75	13,000	12,513	12,653	12,188	12,378	0,406	12,978	12,838	12,491	12,385	12,058	11,923	0,460	0,108	1,1
13	1	13,000	12,350	12,510	11,917	12,153	0,541	12,974	12,794	12,324	12,206	11,747	11,590	0,613	0,144	1,5
13	1,5	13,000	12,026	12,216	11,376	11,676	0,812	12,968	12,732	11,994	11,854	11,128	10,930	0,920	0,217	2,3
13,5	0,35	13,500	13,273	13,340	13,121	13,184	0,189	13,481	13,396	13,254	13,174	13,052	12,959	0,215	0,051	0,5
13,5	0,5	13,500	13,175	13,293	12,959	13,099	0,271	13,480	13,374	13,155	13,065	12,867	12,758	0,307	0,072	0,7
13,5	0,75	13,500	13,013	13,153	12,688	12,878	0,406	13,478	13,338	12,991	12,885	12,558	12,423	0,460	0,108	1,1
13,5	1	13,500	12,850	13,010	12,417	12,653	0,541	13,474	13,294	12,824	12,706	12,247	12,090	0,613	0,144	1,4
14	0,35	14,000	13,773	13,840	13,621	13,684	0,189	13,981	13,896	13,754	13,674	13,552	13,459	0,215	0,051	0,5
14	0,5	14,000	13,675	13,793	13,459	13,599	0,271	13,980	13,874	13,655	13,565	13,367	13,258	0,307	0,072	0,7
14	0,75	14,000	13,513	13,653	13,188	13,378	0,406	13,978	13,838	13,491	13,385	13,058	12,923	0,460	0,108	1,0
14	1	14,000	13,350	13,510	12,917	13,153	0,541	13,974	13,794	13,324	13,206	12,747	12,590	0,613	0,144	1,4
14	1,5	14,000	13,026	13,216	12,376	12,676	0,812	13,968	13,732	12,994	12,854	12,128	11,930	0,920	0,217	2,1
14,5	0,35	14,500	14,273	14,340	14,121	14,184	0,189	14,481	14,396	14,254	14,174	14,052	13,959	0,215	0,051	0,4
14,5	0,5	14,500	14,175	14,293	13,959	14,099	0,271	14,480	14,374	14,155	14,065	13,867	13,758	0,307	0,072	0,6
14,5	0,75	14,500	14,013	14,153	13,688	13,878	0,406	14,478	14,338	13,991	13,885	13,558	13,423	0,460	0,108	1,0
14,5	1	14,500	13,850	14,010	13,417	13,653	0,541	14,474	14,294	13,824	13,706	13,247	13,090	0,613	0,144	1,3
15	0,35	15,000	14,773	14,840	14,621	14,684	0,189	14,981	14,896	14,754	14,674	14,552	14,459	0,215	0,051	0,4
15	0,5	15,000	14,675	14,793	14,459	14,599	0,271	14,980	14,874	14,655	14,565	14,367	14,258	0,307	0,072	0,6
15	0,75	15,000	14,513	14,653	14,188	14,378	0,406	14,978	14,838	14,491	14,385	14,058	13,923	0,460	0,108	0,9
15	1	15,000	14,350	14,510	13,917	14,153	0,541	14,974	14,794	14,324	14,206	13,747	13,590	0,613	0,144	1,3
15	1,5	15,000	14,026	14,216	13,376	13,676	0,812	14,968	14,732	13,994	13,854	13,128	12,930	0,920	0,217	1,9
15,5	0,35	15,500	15,273	15,340	15,121	15,184	0,189	15,481	15,396	15,254	15,174	15,052	14,959	0,215	0,051	0,4
15,5	0,5	15,500	15,175	15,293	14,959	15,099	0,271	15,480	15,374	15,155	15,065	14,867	14,758	0,307	0,072	0,6
16	0,35	16,000	15,773	15,840	15,621	15,684	0,189	15,981	15,896	15,754	15,674	15,552	15,459	0,215	0,051	0,4
16	0,5	16,000	15,675	15,793	15,459	15,599	0,271	15,980	15,874	15,655	15,565	15,367	15,258	0,307	0,072	0,6
16	0,75	16,000	15,513	15,653	15,188	15,378	0,406	15,978	15,838	15,491	15,385	15,058	14,923	0,460	0,108	0,9
16	1	16,000	15,350	15,510	14,917	15,153	0,541	15,974	15,794	15,324	15,206	14,747	14,590	0,613	0,144	1,2
16	1,5	16,000	15,026	15,216	14,376	14,676	0,812	15,968	15,732	14,994	14,854	14,128	13,930	0,920	0,217	1,8
16,5	0,5	16,500	16,175	16,293	15,959	16,099	0,271	16,480	16,374	16,155	16,065	15,867	15,758	0,307	0,072	0,6
17	0,35	17,000	16,773	16,840	16,621	16,684	0,189	16,981	16,896	16,754	16,674	16,552	16,459	0,215	0,051	0,4
17	0,5	17,000	16,675	16,793	16,459	16,599	0,271	16,980	16,874	16,655	16,565	16,367	16,258	0,307	0,072	0,5
17	0,75	17,000	16,513	16,653	16,188	16,378	0,406	16,978	16,838	16,491	16,385	16,058	15,923	0,460	0,108	0,8
17	1	17,000	16,350	16,510	15,917	16,153	0,541	16,974	16,794	16,324	16,206	15,747	15,590	0,613	0,144	1,1
17	1,5	17,000	16,026	16,216	15,376	15,676	0,812	16,968	16,732	15,994	15,854	15,128	14,930	0,920	0,217	1,7

ISO Feingewinde (M)

(metrische Werte)

		Muttergewinde 6H (4H/5H)						Bolzengewinde 6g (4h)							
Nenndurchmesser	Steigung	Außen-Ø min.	Flanken-Ø min.	Flanken-Ø max	Kern-Ø min.	Kern-Ø max.	Profilhöhe	Außen-Ø max	Außen-Ø min.	Flanken-Ø max	Flanken-Ø min.	Kern-Ø max.	Kern-Ø min.	Profilhöhe	Rundung	Neigungswinkel der Unterlegplatte
17	2	17,000	15,701	15,913	14,835	15,210	1,083	16,962	16,682	15,663	15,503	14,508	14,271	1,227	0,289	2,3
17,5	0,5	17,500	17,175	17,293	16,959	17,099	0,271	17,480	17,374	17,155	17,065	16,867	16,758	0,307	0,072	0,5
18	0,35	18,000	17,773	17,840	17,621	17,684	0,189	17,981	17,896	17,754	17,674	17,552	17,459	0,215	0,051	0,4
18	0,5	18,000	17,675	17,793	17,459	17,599	0,271	17,980	17,874	17,655	17,565	17,367	17,258	0,307	0,072	0,5
18	0,75	18,000	17,513	17,653	17,188	17,378	0,406	17,978	17,838	17,491	17,385	17,058	16,923	0,460	0,108	0,8
18	1	18,000	17,350	17,510	16,917	17,153	0,541	17,974	17,794	17,324	17,206	16,747	16,590	0,613	0,144	1,1
18	1,5	18,000	17,026	17,216	16,376	16,676	0,812	17,968	17,732	16,994	16,854	16,128	15,930	0,920	0,217	1,6
18	2	18,000	16,701	16,913	15,835	16,210	1,083	17,962	17,682	16,663	16,503	15,508	15,271	1,227	0,289	2,2
18,5	0,5	18,500	18,175	18,293	17,959	18,099	0,271	18,480	18,374	18,155	18,065	17,867	17,758	0,307	0,072	0,5
19	0,35	19,000	18,773	18,840	18,621	18,684	0,189	18,981	18,896	18,754	18,674	18,552	18,459	0,215	0,051	0,3
19	0,5	19,000	18,675	18,793	18,459	18,599	0,271	18,980	18,874	18,655	18,565	18,367	18,258	0,307	0,072	0,5
19	0,75	19,000	18,513	18,653	18,188	18,378	0,406	18,978	18,838	18,491	18,385	18,058	17,923	0,460	0,108	0,7
19	1	19,000	18,350	18,510	17,917	18,153	0,541	18,974	18,794	18,324	18,206	17,747	17,590	0,613	0,144	1,0
19	1,5	19,000	18,026	18,216	17,376	17,676	0,812	18,968	18,732	17,994	17,854	17,128	16,930	0,920	0,217	1,5
19	2	19,000	17,701	17,913	16,835	17,210	1,083	18,962	18,682	17,663	17,503	16,508	16,271	1,227	0,289	2,1
19,5	0,5	19,500	19,175	19,293	18,959	19,099	0,271	19,480	19,374	19,155	19,065	18,867	18,758	0,307	0,072	0,5
20	0,35	20,000	19,773	19,840	19,621	19,684	0,189	19,981	19,896	19,754	19,674	19,552	19,459	0,215	0,051	0,3
20	0,5	20,000	19,675	19,793	19,459	19,599	0,271	19,980	19,874	19,655	19,565	19,367	19,258	0,307	0,072	0,5
20	0,75	20,000	19,513	19,653	19,188	19,378	0,406	19,978	19,838	19,491	19,385	19,058	18,923	0,460	0,108	0,7
20	1	20,000	19,350	19,510	18,917	19,153	0,541	19,974	19,794	19,324	19,206	18,747	18,590	0,613	0,144	0,9
20	1,5	20,000	19,026	19,216	18,376	18,676	0,812	19,968	19,732	18,994	18,854	18,128	17,930	0,920	0,217	1,4
20	2	20,000	18,701	18,913	17,835	18,210	1,083	19,962	19,682	18,663	18,503	17,508	17,271	1,227	0,289	1,9
20,5	0,5	20,500	20,175	20,293	19,959	20,099	0,271	20,480	20,374	20,155	20,065	19,867	19,758	0,307	0,072	0,5
21	0,35	21,000	20,773	20,840	20,621	20,684	0,189	20,981	20,896	20,754	20,674	20,552	20,459	0,215	0,051	0,3
21	0,5	21,000	20,675	20,793	20,459	20,599	0,271	20,980	20,874	20,655	20,565	20,367	20,258	0,307	0,072	0,4
21	0,75	21,000	20,513	20,653	20,188	20,378	0,406	20,978	20,838	20,491	20,385	20,058	19,923	0,460	0,108	0,7
21	1	21,000	20,350	20,510	19,917	20,153	0,541	20,974	20,794	20,324	20,206	19,747	19,590	0,613	0,144	0,9
21	1,5	21,000	20,026	20,216	19,376	19,676	0,812	20,968	20,732	19,994	19,854	19,128	18,930	0,920	0,217	1,4
21	2	21,000	19,701	19,913	18,835	19,210	1,083	20,962	20,682	19,663	19,503	18,508	18,271	1,227	0,289	1,9
21,5	0,5	21,500	21,175	21,293	20,959	21,099	0,271	21,480	21,374	21,155	21,065	20,867	20,758	0,307	0,072	0,4
22	0,35	22,000	21,773	21,840	21,621	21,684	0,189	21,981	21,896	21,754	21,674	21,552	21,459	0,215	0,051	0,3
22	0,5	22,000	21,675	21,793	21,459	21,599	0,271	21,980	21,874	21,655	21,565	21,367	21,258	0,307	0,072	0,4
22	0,75	22,000	21,513	21,653	21,188	21,378	0,406	21,978	21,838	21,491	21,385	21,058	20,923	0,460	0,108	0,6
22	1	22,000	21,350	21,510	20,917	21,153	0,541	21,974	21,794	21,324	21,206	20,747	20,590	0,613	0,144	0,9
22	1,5	22,000	21,026	21,216	20,376	20,676	0,812	21,968	21,732	20,994	20,854	20,128	19,930	0,920	0,217	1,3
22	2	22,000	20,701	20,913	19,835	20,210	1,083	21,962	21,682	20,663	20,503	19,508	19,271	1,227	0,289	1,8
22,5	0,5	22,500	22,175	22,300	21,959	22,099	0,271	22,480	22,374	22,155	22,060	21,867	21,753	0,307	0,072	0,4
23	0,35	23,000	22,773	22,844	22,621	22,684	0,189	22,981	22,896	22,754	22,669	22,552	22,454	0,215	0,051	0,3
23	0,5	23,000	22,675	22,800	22,459	22,599	0,271	22,980	22,874	22,655	22,560	22,367	22,253	0,307	0,072	0,4
23	0,75	23,000	22,513	22,663	22,188	22,378	0,406	22,978	22,838	22,491	22,379	22,058	21,917	0,460	0,108	0,6
23	1	23,000	22,350	22,520	21,917	22,153	0,541	22,974	22,794	22,324	22,199	21,747	21,583	0,613	0,144	0,8
23	1,5	23,000	22,026	22,226	21,376	21,676	0,812	22,968	22,732	21,994	21,844	21,128	20,920	0,920	0,217	1,2
23	2	23,000	21,701	21,925	20,835	21,210	1,083	22,962	22,682	21,663	21,493	20,508	20,261	1,227	0,289	1,7
23,5	0,5	23,500	23,175	23,300	22,959	23,099	0,271	23,480	23,374	23,155	23,060	22,867	22,753	0,307	0,072	0,4
24	0,35	24,000	23,773	23,844	23,621	23,684	0,189	23,981	23,896	23,754	23,669	23,552	23,454	0,215	0,051	0,3
24	0,5	24,000	23,675	23,800	23,459	23,599	0,271	23,980	23,874	23,655	23,560	23,367	23,253	0,307	0,072	0,4
24	0,75	24,000	23,513	23,663	23,188	23,378	0,406	23,978	23,838	23,491	23,379	23,058	22,917	0,460	0,108	0,6
24	1	24,000	23,350	23,520	22,917	23,153	0,541	23,974	23,794	23,324	23,199	22,747	22,583	0,613	0,144	0,8
24	1,5	24,000	23,026	23,226	22,376	22,676	0,812	23,968	23,732	22,994	22,844	22,128	21,920	0,920	0,217	1,2
24	2	24,000	22,701	22,925	21,835	22,210	1,083	23,962	23,682	22,663	22,493	21,508	21,261	1,227	0,289	1,6
24,5	0,5	24,500	24,175	24,300	23,959	24,099	0,271	24,480	24,374	24,155	24,060	23,867	23,753	0,307	0,072	0,4

ISO Feingewinde (M)

(metrische Werte)

		Muttergewinde 6H (4H/5H)						Bolzengewinde 6g (4h)								
Nenndurchmesser	Steigung	Außen-Ø min.	Flanken-Ø min.	Flanken-Ø max	Kern-Ø min.	Kern-Ø max.	Profilhöhe	Außen-Ø max	Außen-Ø min.	Flanken-Ø max	Flanken-Ø min.	Kern-Ø max.	Kern-Ø min.	Profilhöhe	Rundung	Neigungswinkel der Unterlegplatte
25	**0,35**	25,000	24,773	24,844	24,621	24,684	0,189	24,981	24,896	24,754	24,669	24,552	24,454	0,215	0,051	0,3
25	**0,5**	25,000	24,675	24,800	24,459	24,599	0,271	24,980	24,874	24,655	24,560	24,367	24,253	0,307	0,072	0,4
25	**0,75**	25,000	24,513	24,663	24,188	24,378	0,406	24,978	24,838	24,491	24,379	24,058	23,917	0,460	0,108	0,6
25	**1**	25,000	24,350	24,520	23,917	24,153	0,541	24,974	24,794	24,324	24,199	23,747	23,583	0,613	0,144	0,7
25	**1,5**	25,000	24,026	24,226	23,376	23,676	0,812	24,968	24,732	23,994	23,844	23,128	22,920	0,920	0,217	1,1
25	**2**	25,000	23,701	23,925	22,835	23,210	1,083	24,962	24,682	23,663	23,493	22,508	22,261	1,227	0,289	1,5
25,5	**0,5**	25,500	25,175	25,300	24,959	25,099	0,271	25,480	25,374	25,155	25,060	24,867	24,753	0,307	0,072	0,4
26	**0,35**	26,000	25,773	25,844	25,621	25,684	0,189	25,981	25,896	25,754	25,669	25,552	25,454	0,215	0,051	0,2
26	**0,5**	26,000	25,675	25,800	25,459	25,599	0,271	25,980	25,874	25,655	25,560	25,367	25,253	0,307	0,072	0,4
26	**0,75**	26,000	25,513	25,663	25,188	25,378	0,406	25,978	25,838	25,491	25,379	25,058	24,917	0,460	0,108	0,5
26	**1**	26,000	25,350	25,520	24,917	25,153	0,541	25,974	25,794	25,324	25,199	24,747	24,583	0,613	0,144	0,7
26	**1,5**	26,000	25,026	25,226	24,376	24,676	0,812	25,968	25,732	24,994	24,844	24,128	23,920	0,920	0,217	1,1
26	**2**	26,000	24,701	24,925	23,835	24,210	1,083	25,962	25,682	24,663	24,493	23,508	23,261	1,227	0,289	1,5
26,5	**0,5**	26,500	26,175	26,300	25,959	26,099	0,271	26,480	26,374	26,155	26,060	25,867	25,753	0,307	0,072	0,3
27	**0,35**	27,000	26,773	26,844	26,621	26,684	0,189	26,981	26,896	26,754	26,669	26,552	26,454	0,215	0,051	0,2
27	**0,5**	27,000	26,675	26,800	26,459	26,599	0,271	26,980	26,874	26,655	26,560	26,367	26,253	0,307	0,072	0,3
27	**0,75**	27,000	26,513	26,663	26,188	26,378	0,406	26,978	26,838	26,491	26,379	26,058	25,917	0,460	0,108	0,5
27	**1**	27,000	26,350	26,520	25,917	26,153	0,541	26,974	26,794	26,324	26,199	25,747	25,583	0,613	0,144	0,7
27	**1,5**	27,000	26,026	26,226	25,376	25,676	0,812	26,968	26,732	25,994	25,844	25,128	24,920	0,920	0,217	1,1
27	**2**	27,000	25,701	25,925	24,835	25,210	1,083	26,962	26,682	25,663	25,493	24,508	24,261	1,227	0,289	1,4
27,5	**0,5**	27,500	27,175	27,300	26,959	27,099	0,271	27,480	27,374	27,155	27,060	26,867	26,753	0,307	0,072	0,3
28	**0,35**	28,000	27,773	27,844	27,621	27,684	0,189	27,981	27,896	27,754	27,669	27,552	27,454	0,215	0,051	0,2
28	**0,5**	28,000	27,675	27,800	27,459	27,599	0,271	27,980	27,874	27,655	27,560	27,367	27,253	0,307	0,072	0,3
28	**0,75**	28,000	27,513	27,663	27,188	27,378	0,406	27,978	27,838	27,491	27,379	27,058	26,917	0,460	0,108	0,5
28	**1**	28,000	27,350	27,520	26,917	27,153	0,541	27,974	27,794	27,324	27,199	26,747	26,583	0,613	0,144	0,7
28	**1,5**	28,000	27,026	27,226	26,376	26,676	0,812	27,968	27,732	26,994	26,844	26,128	25,920	0,920	0,217	1,0
28	**2**	28,000	26,701	26,925	25,835	26,210	1,083	27,962	27,682	26,663	26,493	25,508	25,261	1,227	0,289	1,4
28	**3**	28,000	26,051	26,316	24,752	25,252	1,624	27,952	27,577	26,003	25,803	24,271	23,955	1,840	0,433	2,1
28,5	**0,5**	28,500	28,175	28,300	27,959	28,099	0,271	28,480	28,374	28,155	28,060	27,867	27,753	0,307	0,072	0,3
29	**0,35**	29,000	28,773	28,844	28,621	28,684	0,189	28,981	28,896	28,754	28,669	28,552	28,454	0,215	0,051	0,2
29	**0,5**	29,000	28,675	28,800	28,459	28,599	0,271	28,980	28,874	28,655	28,560	28,367	28,253	0,307	0,072	0,3
29	**0,75**	29,000	28,513	28,663	28,188	28,378	0,406	28,978	28,838	28,491	28,379	28,058	27,917	0,460	0,108	0,5
29	**1**	29,000	28,350	28,520	27,917	28,153	0,541	28,974	28,794	28,324	28,199	27,747	27,583	0,613	0,144	0,6
29	**1,5**	29,000	28,026	28,226	27,376	27,676	0,812	28,968	28,732	27,994	27,844	27,128	26,920	0,920	0,217	1,0
29,5	**0,5**	29,500	29,175	29,300	28,959	29,099	0,271	29,480	29,374	29,155	29,060	28,867	28,753	0,307	0,072	0,3
30	**0,35**	30,000	29,773	29,844	29,621	29,684	0,189	29,981	29,896	29,754	29,669	29,552	29,454	0,215	0,051	0,2
30	**0,5**	30,000	29,675	29,800	29,459	29,599	0,271	29,980	29,874	29,655	29,560	29,367	29,253	0,307	0,072	0,3
30	**0,75**	30,000	29,513	29,663	29,188	29,378	0,406	29,978	29,838	29,491	29,379	29,058	28,917	0,460	0,108	0,5
30	**1**	30,000	29,350	29,520	28,917	29,153	0,541	29,974	29,794	29,324	29,199	28,747	28,583	0,613	0,144	0,6
30	**1,5**	30,000	29,026	29,226	28,376	28,676	0,812	29,968	29,732	28,994	28,844	28,128	27,920	0,920	0,217	0,9
30	**2**	30,000	28,701	28,925	27,835	28,210	1,083	29,962	29,682	28,663	28,493	27,508	27,261	1,227	0,289	1,3
30	**3**	30,000	28,051	28,316	26,752	27,252	1,624	29,952	29,577	28,003	27,803	26,271	25,955	1,840	0,433	1,9
30,5	**0,5**	30,500	30,175	30,300	29,959	30,099	0,271	30,480	30,374	30,155	30,060	29,867	29,753	0,307	0,072	0,3
31	**0,35**	31,000	30,773	30,844	30,621	30,684	0,189	30,981	30,896	30,754	30,669	30,552	30,454	0,215	0,051	0,2
31	**0,5**	31,000	30,675	30,800	30,459	30,599	0,271	30,980	30,874	30,655	30,560	30,367	30,253	0,307	0,072	0,3
31	**0,75**	31,000	30,513	30,663	30,188	30,378	0,406	30,978	30,838	30,491	30,379	30,058	29,917	0,460	0,108	0,4
31	**1**	31,000	30,350	30,520	29,917	30,153	0,541	30,974	30,794	30,324	30,199	29,747	29,583	0,613	0,144	0,6
31	**1,5**	31,000	30,026	30,226	29,376	29,676	0,812	30,968	30,732	29,994	29,844	29,128	28,920	0,920	0,217	0,9
31,5	**0,5**	31,500	31,175	31,300	30,959	31,099	0,271	31,480	31,374	31,155	31,060	30,867	30,753	0,307	0,072	0,3
32	**0,35**	32,000	31,773	31,844	31,621	31,684	0,189	31,981	31,896	31,754	31,669	31,552	31,454	0,215	0,051	0,2
32	**0,5**	32,000	31,675	31,800	31,459	31,599	0,271	31,980	31,874	31,655	31,560	31,367	31,253	0,307	0,072	0,3

ISO Feingewinde (M)

(metrische Werte)

		Muttergewinde 6H (4H/5H)						Bolzengewinde 6g (4H)								
Nenndurchmesser	Steigung	Außen-Ø min.	Flanken-Ø min.	Flanken-Ø max	Kern-Ø min.	Kern-Ø max.	Profilhöhe	Außen-Ø max	Außen-Ø min.	Flanken-Ø max	Flanken-Ø min.	Kern-Ø max.	Kern-Ø min.	Profilhöhe	Rundung	Neigungswinkel der Unterlegplatte
32	**0,75**	32,000	31,513	31,663	31,188	31,378	0,406	31,978	31,838	31,491	31,379	31,058	30,917	0,460	0,108	0,4
32	**1**	32,000	31,350	31,520	30,917	31,153	0,541	31,974	31,794	31,324	31,199	30,747	30,583	0,613	0,144	0,6
32	**1,5**	32,000	31,026	31,226	30,376	30,676	0,812	31,968	31,732	30,994	30,844	30,128	29,920	0,920	0,217	0,9
32	**2**	32,000	30,701	30,925	29,835	30,210	1,083	31,962	31,682	30,663	30,493	29,508	29,261	1,227	0,289	1,2
32	**3**	32,000	30,051	30,316	28,752	29,252	1,624	31,952	31,577	30,003	29,803	28,271	27,955	1,840	0,433	1,8
32,5	**0,5**	32,500	32,175	32,300	31,959	32,099	0,271	32,480	32,374	32,155	32,060	31,867	31,753	0,307	0,072	0,3
33	**0,35**	33,000	32,773	32,844	32,621	32,684	0,189	32,981	32,896	32,754	32,669	32,552	32,454	0,215	0,051	0,2
33	**0,5**	33,000	32,675	32,800	32,459	32,599	0,271	32,980	32,874	32,655	32,560	32,367	32,253	0,307	0,072	0,3
33	**0,75**	33,000	32,513	32,663	32,188	32,378	0,406	32,978	32,838	32,491	32,379	32,058	31,917	0,460	0,108	0,4
33	**1**	33,000	32,350	32,520	31,917	32,153	0,541	32,974	32,794	32,324	32,199	31,747	31,583	0,613	0,144	0,6
33	**1,5**	33,000	32,026	32,226	31,376	31,676	0,812	32,968	32,732	31,994	31,844	31,128	30,920	0,920	0,217	0,9
33	**2**	33,000	31,701	31,925	30,835	31,210	1,083	32,962	32,682	31,663	31,493	30,508	30,261	1,227	0,289	1,2
33	**3**	33,000	31,051	31,316	29,752	30,252	1,624	32,952	32,577	31,003	30,803	29,271	28,955	1,840	0,433	1,8
33,5	**0,5**	33,500	33,175	33,300	32,959	33,099	0,271	33,480	33,374	33,155	33,060	32,867	32,753	0,307	0,072	0,3
34	**0,35**	34,000	33,773	33,844	33,621	33,684	0,189	33,981	33,896	33,754	33,669	33,552	33,454	0,215	0,051	0,2
34	**0,5**	34,000	33,675	33,800	33,459	33,599	0,271	33,980	33,874	33,655	33,560	33,367	33,253	0,307	0,072	0,3
34	**0,75**	34,000	33,513	33,663	33,188	33,378	0,406	33,978	33,838	33,491	33,379	33,058	32,917	0,460	0,108	0,4
34	**1**	34,000	33,350	33,520	32,917	33,153	0,541	33,974	33,794	33,324	33,199	32,747	32,583	0,613	0,144	0,5
34	**1,5**	34,000	33,026	33,226	32,376	32,676	0,812	33,968	33,732	32,994	32,844	32,128	31,920	0,920	0,217	0,8
34	**2**	34,000	32,701	32,925	31,835	32,210	1,083	33,962	33,682	32,663	32,493	31,508	31,261	1,227	0,289	1,1
34	**3**	34,000	32,051	32,316	30,752	31,252	1,624	33,952	33,577	32,003	31,803	30,271	29,955	1,840	0,433	1,7
34,5	**0,5**	34,500	34,175	34,300	33,959	34,099	0,271	34,480	34,374	34,155	34,060	33,867	33,753	0,307	0,072	0,3
35	**0,35**	35,000	34,773	34,844	34,621	34,684	0,189	34,981	34,896	34,754	34,669	34,552	34,454	0,215	0,051	0,2
35	**0,5**	35,000	34,675	34,800	34,459	34,599	0,271	34,980	34,874	34,655	34,560	34,367	34,253	0,307	0,072	0,3
35	**0,75**	35,000	34,513	34,663	34,188	34,378	0,406	34,978	34,838	34,491	34,379	34,058	33,917	0,460	0,108	0,4
35	**1**	35,000	34,350	34,520	33,917	34,153	0,541	34,974	34,794	34,324	34,199	33,747	33,583	0,613	0,144	0,5
35	**1,5**	35,000	34,026	34,226	33,376	33,676	0,812	34,968	34,732	33,994	33,844	33,128	32,920	0,920	0,217	0,8
35	**2**	35,000	33,701	33,925	32,835	33,210	1,083	34,962	34,682	33,663	33,493	32,508	32,261	1,227	0,289	1,1
35	**3**	35,000	33,051	33,316	31,752	32,252	1,624	34,952	34,577	33,003	32,803	31,271	30,955	1,840	0,433	1,7
35,5	**0,5**	35,500	35,175	35,300	34,959	35,099	0,271	35,480	35,374	35,155	35,060	34,867	34,753	0,307	0,072	0,3
36	**0,35**	36,000	35,773	35,844	35,621	35,684	0,189	35,981	35,896	35,754	35,669	35,552	35,454	0,215	0,051	0,2
36	**0,5**	36,000	35,675	35,800	35,459	35,599	0,271	35,980	35,874	35,655	35,560	35,367	35,253	0,307	0,072	0,3
36	**0,75**	36,000	35,513	35,663	35,188	35,378	0,406	35,978	35,838	35,491	35,379	35,058	34,917	0,460	0,108	0,4
36	**1**	36,000	35,350	35,520	34,917	35,153	0,541	35,974	35,794	35,324	35,199	34,747	34,583	0,613	0,144	0,5
36	**1,5**	36,000	35,026	35,226	34,376	34,676	0,812	35,968	35,732	34,994	34,844	34,128	33,920	0,920	0,217	0,8
36	**2**	36,000	34,701	34,925	33,835	34,210	1,083	35,962	35,682	34,663	34,493	33,508	33,261	1,227	0,289	1,1
36	**3**	36,000	34,051	34,316	32,752	33,252	1,624	35,952	35,577	34,003	33,803	32,271	31,955	1,840	0,433	1,6
36,5	**0,5**	36,500	36,175	36,300	35,959	36,099	0,271	36,480	36,374	36,155	36,060	35,867	35,753	0,307	0,072	0,3
37	**0,35**	37,000	36,773	36,844	36,621	36,684	0,189	36,981	36,896	36,754	36,669	36,552	36,454	0,215	0,051	0,2
37	**0,5**	37,000	36,675	36,800	36,459	36,599	0,271	36,980	36,874	36,655	36,560	36,367	36,253	0,307	0,072	0,2
37	**0,75**	37,000	36,513	36,663	36,188	36,378	0,406	36,978	36,838	36,491	36,379	36,058	35,917	0,460	0,108	0,4
37	**1**	37,000	36,350	36,520	35,917	36,153	0,541	36,974	36,794	36,324	36,199	35,747	35,583	0,613	0,144	0,5
37	**1,5**	37,000	36,026	36,226	35,376	35,676	0,812	36,968	36,732	35,994	35,844	35,128	34,920	0,920	0,217	0,8
37,5	**0,5**	37,500	37,175	37,300	36,959	37,099	0,271	37,480	37,374	37,155	37,060	36,867	36,753	0,307	0,072	0,2
38	**0,35**	38,000	37,773	37,844	37,621	37,684	0,189	37,981	37,896	37,754	37,669	37,552	37,454	0,215	0,051	0,2
38	**0,5**	38,000	37,675	37,800	37,459	37,599	0,271	37,980	37,874	37,655	37,560	37,367	37,253	0,307	0,072	0,2
38	**0,75**	38,000	37,513	37,663	37,188	37,378	0,406	37,978	37,838	37,491	37,379	37,058	36,917	0,460	0,108	0,4
38	**1**	38,000	37,350	37,520	36,917	37,153	0,541	37,974	37,794	37,324	37,199	36,747	36,583	0,613	0,144	0,5
38	**1,5**	38,000	37,026	37,226	36,376	36,676	0,812	37,968	37,732	36,994	36,844	36,128	35,920	0,920	0,217	0,7
38	**2**	38,000	36,701	36,925	35,835	36,210	1,083	37,962	37,682	36,663	36,493	35,508	35,261	1,227	0,289	1,0
38	**3**	38,000	36,051	36,316	34,752	35,252	1,624	37,952	37,577	36,003	35,803	34,271	33,955	1,840	0,433	1,5

ISO Feingewinde (M)

(metrische Werte)

		Muttergewinde 6H (4H/5H)						Bolzengewinde 6g (4h)								
Nenndurchmesser	Steigung	Außen-Ø min.	Flanken-Ø min.	Flanken-Ø max	Kern-Ø min.	Kern-Ø max	Profilhöhe	Außen-Ø max	Außen-Ø min.	Flanken-Ø max	Flanken-Ø min.	Kern-Ø min.	Kern-Ø max	Profilhöhe	Rundung	Neigungswinkel der Unterlegplatte
38,5	**0,5**	38,500	38,175	38,300	37,959	38,099	0,271	38,480	38,374	38,155	38,060	37,867	37,753	0,307	0,072	0,2
39	**0,35**	39,000	38,773	38,844	38,621	38,684	0,189	38,981	38,896	38,754	38,669	38,552	38,454	0,215	0,051	0,2
39	**0,5**	39,000	38,675	38,800	38,459	38,599	0,271	38,980	38,874	38,655	38,560	38,367	38,253	0,307	0,072	0,2
39	**0,75**	39,000	38,513	38,663	38,188	38,378	0,406	38,978	38,838	38,491	38,379	38,058	37,917	0,460	0,108	0,4
39	**1**	39,000	38,350	38,520	37,917	38,153	0,541	38,974	38,794	38,324	38,199	37,747	37,583	0,613	0,144	0,5
39	**1,5**	39,000	38,026	38,226	37,376	37,676	0,812	38,968	38,732	37,994	37,844	37,128	36,920	0,920	0,217	0,7
39	**2**	39,000	37,701	37,925	36,835	37,210	1,083	38,962	38,682	37,663	37,493	36,508	36,261	1,227	0,289	1,0
39	**3**	39,000	37,051	37,316	35,752	36,252	1,624	38,952	38,577	37,003	36,803	35,271	34,955	1,840	0,433	1,5
39,5	**0,5**	39,500	39,175	39,300	38,959	39,099	0,271	39,480	39,374	39,155	39,060	38,867	38,753	0,307	0,072	0,2
40	**0,35**	40,000	39,773	39,844	39,621	39,684	0,189	39,981	39,896	39,754	39,669	39,552	39,454	0,215	0,051	0,2
40	**0,5**	40,000	39,675	39,800	39,459	39,599	0,271	39,980	39,874	39,655	39,560	39,367	39,253	0,307	0,072	0,2
40	**0,75**	40,000	39,513	39,663	39,188	39,378	0,406	39,978	39,838	39,491	39,379	39,058	38,917	0,460	0,108	0,3
40	**1**	40,000	39,350	39,520	38,917	39,153	0,541	39,974	39,794	39,324	39,199	38,747	38,583	0,613	0,144	0,5
40	**1,5**	40,000	39,026	39,226	38,376	38,676	0,812	39,968	39,732	38,994	38,844	38,128	37,920	0,920	0,217	0,7
40	**2**	40,000	38,701	38,925	37,835	38,210	1,083	39,962	39,682	38,663	38,493	37,508	37,261	1,227	0,289	0,9
40	**3**	40,000	38,051	38,316	36,752	37,252	1,624	39,952	39,577	38,003	37,803	36,271	35,955	1,840	0,433	1,4
40	**4**	40,000	37,402	37,702	35,670	36,270	2,165	39,940	39,465	37,342	37,118	35,033	34,655	2,454	0,577	1,9
40,5	**0,5**	40,500	40,175	40,300	39,959	40,099	0,271	40,480	40,374	40,155	40,060	39,867	39,753	0,307	0,072	0,2
41	**0,5**	41,000	40,675	40,800	40,459	40,599	0,271	40,980	40,874	40,655	40,560	40,367	40,253	0,307	0,072	0,2
41	**0,75**	41,000	40,513	40,663	40,188	40,378	0,406	40,978	40,838	40,491	40,379	40,058	39,917	0,460	0,108	0,3
41,5	**0,5**	41,500	41,175	41,300	40,959	41,099	0,271	41,480	41,374	41,155	41,060	40,867	40,753	0,307	0,072	0,2
42	**0,35**	42,000	41,773	41,844	41,621	41,684	0,189	41,981	41,896	41,754	41,669	41,552	41,454	0,215	0,051	0,2
42	**0,5**	42,000	41,675	41,800	41,459	41,599	0,271	41,980	41,874	41,655	41,560	41,367	41,253	0,307	0,072	0,2
42	**0,75**	42,000	41,513	41,663	41,188	41,378	0,406	41,978	41,838	41,491	41,379	41,058	40,917	0,460	0,108	0,3
42	**1**	42,000	41,350	41,520	40,917	41,153	0,541	41,974	41,794	41,324	41,199	40,747	40,583	0,613	0,144	0,4
42	**1,5**	42,000	41,026	41,226	40,376	40,676	0,812	41,968	41,732	40,994	40,844	40,128	39,920	0,920	0,217	0,7
42	**2**	42,000	40,701	40,925	39,835	40,210	1,083	41,962	41,682	40,663	40,493	39,508	39,261	1,227	0,289	0,9
42	**3**	42,000	40,051	40,316	38,752	39,252	1,624	41,952	41,577	40,003	39,803	38,271	37,955	1,840	0,433	1,4
42	**4**	42,000	39,402	39,702	37,670	38,270	2,165	41,940	41,465	39,342	39,118	37,033	36,655	2,454	0,577	1,9
42,5	**0,5**	42,500	42,175	42,300	41,959	42,099	0,271	42,480	42,374	42,155	42,060	41,867	41,753	0,307	0,072	0,2
43	**0,5**	43,000	42,675	42,800	42,459	42,599	0,271	42,980	42,874	42,655	42,560	42,367	42,253	0,307	0,072	0,2
43	**0,75**	43,000	42,513	42,663	42,188	42,378	0,406	42,978	42,838	42,491	42,379	42,058	41,917	0,460	0,108	0,3
43,5	**0,5**	43,500	43,175	43,300	42,959	43,099	0,271	43,480	43,374	43,155	43,060	42,867	42,753	0,307	0,072	0,2
44	**0,5**	44,000	43,675	43,800	43,459	43,599	0,271	43,980	43,874	43,655	43,560	43,367	43,253	0,307	0,072	0,2
44	**0,75**	44,000	43,513	43,663	43,188	43,378	0,406	43,978	43,838	43,491	43,379	43,058	42,917	0,460	0,108	0,3
44	**1**	44,000	43,350	43,520	42,917	43,153	0,541	43,974	43,794	43,324	43,199	42,747	42,583	0,613	0,144	0,4
44,5	**0,5**	44,500	44,175	44,300	43,959	44,099	0,271	44,480	44,374	44,155	44,060	43,867	43,753	0,307	0,072	0,2
45	**0,35**	45,000	44,773	44,844	44,621	44,684	0,189	44,981	44,896	44,754	44,669	44,552	44,454	0,215	0,051	0,1
45	**0,5**	45,000	44,675	44,800	44,459	44,599	0,271	44,980	44,874	44,655	44,560	44,367	44,253	0,307	0,072	0,2
45	**0,75**	45,000	44,513	44,663	44,188	44,378	0,406	44,978	44,838	44,491	44,379	44,058	43,917	0,460	0,108	0,3
45	**1**	45,000	44,350	44,520	43,917	44,153	0,541	44,974	44,794	44,324	44,199	43,747	43,583	0,613	0,144	0,4
45	**1,5**	45,000	44,026	44,226	43,376	43,676	0,812	44,968	44,732	43,994	43,844	43,128	42,920	0,920	0,217	0,6
45	**2**	45,000	43,701	43,925	42,835	43,210	1,083	44,962	44,682	43,663	43,493	42,508	42,261	1,227	0,289	0,8
45	**3**	45,000	43,051	43,316	41,752	42,252	1,624	44,952	44,577	43,003	42,803	41,271	40,955	1,840	0,433	1,3
45	**4**	45,000	42,402	42,702	40,670	41,270	2,165	44,940	44,465	42,342	42,118	40,033	39,655	2,454	0,577	1,7
45,5	**0,5**	45,500	45,175	45,287	44,959	45,071	0,271	45,480	45,374	45,155	45,049	44,867	44,742	0,307	0,072	0,2
46	**0,5**	46,000	45,675	45,787	45,459	45,571	0,271	45,980	45,874	45,655	45,549	45,367	45,242	0,307	0,072	0,2
46	**0,75**	46,000	45,513	45,673	45,188	45,378	0,406	45,978	45,838	45,491	45,373	45,058	44,911	0,460	0,108	0,3
46,5	**0,5**	46,500	46,175	46,287	45,959	46,071	0,271	46,480	46,374	46,155	46,049	45,867	45,742	0,307	0,072	0,2
47	**0,5**	47,000	46,675	46,787	46,459	46,571	0,271	46,980	46,874	46,655	46,549	46,367	46,242	0,307	0,072	0,2
47	**0,75**	47,000	46,513	46,673	46,188	46,378	0,406	46,978	46,838	46,491	46,373	46,058	45,911	0,460	0,108	0,3

ISO Feingewinde (M)

(metrische Werte)

		Muttergewinde 6H (4H/5H)						Bolzengewinde 6g (4h)								
Nenndurchmesser	Steigung	Außen-Ø min.	Flanken-Ø min.	Flanken-Ø max	Kern-Ø min.	Kern-Ø max.	Profilhöhe	Außen-Ø max	Außen-Ø min.	Flanken-Ø max	Flanken-Ø min.	Kern-Ø max.	Kern-Ø min.	Profilhöhe	Rundung	Neigungswinkel der Unterlegplatte
47,5	0,5	47,500	47,175	47,287	46,959	47,071	0,271	47,480	47,374	47,155	47,049	46,867	46,742	0,307	0,072	0,2
48	0,35	48,000	47,773	47,848	47,621	47,684	0,189	48,000	47,947	47,773	47,717	47,571	47,502	0,215	0,051	0,1
48	0,5	48,000	47,675	47,787	47,459	47,571	0,271	47,980	47,874	47,655	47,549	47,367	47,242	0,307	0,072	0,2
48	0,75	48,000	47,513	47,673	47,188	47,378	0,406	47,978	47,838	47,491	47,373	47,058	46,911	0,460	0,108	0,3
48	1	48,000	47,350	47,530	46,917	47,153	0,541	47,974	47,794	47,324	47,184	46,747	46,568	0,613	0,144	0,4
48	1,5	48,000	47,026	47,238	46,376	46,676	0,812	47,968	47,732	46,994	46,834	46,128	45,910	0,920	0,217	0,6
48	2	48,000	46,701	46,937	45,835	46,210	1,083	47,962	47,682	46,663	46,483	45,508	45,251	1,227	0,289	0,8
48	3	48,000	46,051	46,331	44,752	45,252	1,624	47,952	47,577	46,003	45,791	44,271	43,943	1,840	0,433	1,2
48	4	48,000	45,402	45,717	43,670	44,270	2,165	47,940	47,465	45,342	45,106	43,033	42,643	2,454	0,577	1,6
48,5	0,5	48,500	48,175	48,287	47,959	48,071	0,271	48,480	48,374	48,155	48,049	47,867	47,742	0,307	0,072	0,2
49	0,5	49,000	48,675	48,787	48,459	48,571	0,271	48,980	48,874	48,655	48,549	48,367	48,242	0,307	0,072	0,2
49	0,75	49,000	48,513	48,673	48,188	48,378	0,406	48,978	48,838	48,491	48,373	48,058	47,911	0,460	0,108	0,3
49,5	0,5	49,500	49,175	49,287	48,959	49,071	0,271	49,480	49,374	49,155	49,049	48,867	48,742	0,307	0,072	0,2
50	0,35	50,000	49,773	49,848	49,621	49,684	0,189	50,000	49,947	49,773	49,717	49,571	49,502	0,215	0,051	0,1
50	0,5	50,000	49,675	49,787	49,459	49,571	0,271	49,980	49,874	49,655	49,549	49,367	49,242	0,307	0,072	0,2
50	0,75	50,000	49,513	49,673	49,188	49,378	0,406	49,978	49,838	49,491	49,373	49,058	48,911	0,460	0,108	0,3
50	1	50,000	49,350	49,530	48,917	49,153	0,541	49,974	49,794	49,324	49,184	48,747	48,568	0,613	0,144	0,4
50	1,5	50,000	49,026	49,238	48,376	48,676	0,812	49,968	49,732	48,994	48,834	48,128	47,910	0,920	0,217	0,6
50	2	50,000	48,701	48,937	47,835	48,210	1,083	49,962	49,682	48,663	48,483	47,508	47,251	1,227	0,289	0,7
50	3	50,000	48,051	48,331	46,752	47,252	1,624	49,952	49,577	48,003	47,791	46,271	45,943	1,840	0,433	1,1
50	4	50,000	47,402	47,717	45,670	46,270	2,165	49,940	49,465	47,342	47,106	45,033	44,643	2,454	0,577	1,5
51	0,5	51,000	50,675	50,787	50,459	50,571	0,271	50,980	50,874	50,655	50,549	50,367	50,242	0,307	0,072	0,2
51	0,75	51,000	50,513	50,673	50,188	50,378	0,406	50,978	50,838	50,491	50,373	50,058	49,911	0,460	0,108	0,3
52	0,5	52,000	51,675	51,787	51,459	51,571	0,271	51,980	51,874	51,655	51,549	51,367	51,242	0,307	0,072	0,2
52	0,75	52,000	51,513	51,673	51,188	51,378	0,406	51,978	51,838	51,491	51,373	51,058	50,911	0,460	0,108	0,3
52	1	52,000	51,350	51,530	50,917	51,153	0,541	51,974	51,794	51,324	51,184	50,747	50,568	0,613	0,144	0,4
52	1,5	52,000	51,026	51,238	50,376	50,676	0,812	51,968	51,732	50,994	50,834	50,128	49,910	0,920	0,217	0,5
52	2	52,000	50,701	50,937	49,835	50,210	1,083	51,962	51,682	50,663	50,483	49,508	49,251	1,227	0,289	0,7
52	3	52,000	50,051	50,331	48,752	49,252	1,624	51,952	51,577	50,003	49,791	48,271	47,943	1,840	0,433	1,1
52	4	52,000	49,402	49,717	47,670	48,270	2,165	51,940	51,465	49,342	49,106	47,033	46,643	2,454	0,577	1,5
53	0,5	53,000	52,675	52,787	52,459	52,571	0,271	52,980	52,874	52,655	52,549	52,367	52,242	0,307	0,072	0,2
53	0,75	53,000	52,513	52,673	52,188	52,378	0,406	52,978	52,838	52,491	52,373	52,058	51,911	0,460	0,108	0,3
54	0,5	54,000	53,675	53,787	53,459	53,571	0,271	53,980	53,874	53,655	53,549	53,367	53,242	0,307	0,072	0,2
54	0,75	54,000	53,513	53,673	53,188	53,378	0,406	53,978	53,838	53,491	53,373	53,058	52,911	0,460	0,108	0,3
55	0,5	55,000	54,675	54,787	54,459	54,571	0,271	54,980	54,874	54,655	54,549	54,367	54,242	0,307	0,072	0,2
55	0,75	55,000	54,513	54,673	54,188	54,378	0,406	54,978	54,838	54,491	54,373	54,058	53,911	0,460	0,108	0,3
55	1	55,000	54,350	54,530	53,917	54,153	0,541	54,974	54,794	54,324	54,184	53,747	53,568	0,613	0,144	0,3
55	1,5	55,000	54,026	54,238	53,376	53,676	0,812	54,968	54,732	53,994	53,834	53,128	52,910	0,920	0,217	0,5
55	2	55,000	53,701	53,937	52,835	53,210	1,083	54,962	54,682	53,663	53,483	52,508	52,251	1,227	0,289	0,7
55	3	55,000	53,051	53,331	51,752	52,252	1,624	54,952	54,577	53,003	52,791	51,271	50,943	1,840	0,433	1,0
55	4	55,000	52,402	52,717	50,670	51,270	2,165	54,940	54,465	52,342	52,106	50,033	49,643	2,454	0,577	1,4
56	0,5	56,000	55,675	55,787	55,459	55,571	0,271	55,980	55,874	55,655	55,549	55,367	55,242	0,307	0,072	0,2
56	0,75	56,000	55,513	55,673	55,188	55,378	0,406	55,978	55,838	55,491	55,373	55,058	54,911	0,460	0,108	0,2
56	1	56,000	55,350	55,530	54,917	55,153	0,541	55,974	55,794	55,324	55,184	54,747	54,568	0,613	0,144	0,3
56	1,5	56,000	55,026	55,238	54,376	54,676	0,812	55,968	55,732	54,994	54,834	54,128	53,910	0,920	0,217	0,5
56	2	56,000	54,701	54,937	53,835	54,210	1,083	55,962	55,682	54,663	54,483	53,508	53,251	1,227	0,289	0,7
56	3	56,000	54,051	54,331	52,752	53,252	1,624	55,952	55,577	54,003	53,791	52,271	51,943	1,840	0,433	1,0
56	4	56,000	53,402	53,717	51,670	52,270	2,165	55,940	55,465	53,342	53,106	51,033	50,643	2,454	0,577	1,4
57	0,5	57,000	56,675	56,787	56,459	56,571	0,271	56,980	56,874	56,655	56,549	56,367	56,242	0,307	0,072	0,2
57	0,75	57,000	56,513	56,673	56,188	56,378	0,406	56,978	56,838	56,491	56,373	56,058	55,911	0,460	0,108	0,2
58	0,5	58,000	57,675	57,787	57,459	57,571	0,271	57,980	57,874	57,655	57,549	57,367	57,242	0,307	0,072	0,2

ISO Feingewinde (M)

(metrische Werte)

		Muttergewinde 6H (4H/5H)						Bolzengewinde 6g (4h)								
Nenndurchmesser	Steigung	Außen-Ø min.	Flanken-Ø min.	Flanken-Ø max	Kern-Ø min.	Kern-Ø max	Profilhöhe	Außen-Ø max	Außen-Ø min.	Flanken-Ø max	Flanken-Ø min.	Kern-Ø max	Kern-Ø min.	Profilhöhe	Rundung	Neigungswinkel der Unterlegplatte
58	**0,75**	58,000	57,513	57,673	57,188	57,378	0,406	57,978	57,838	57,491	57,373	57,058	56,911	0,460	0,108	0,2
58	**1**	58,000	57,350	57,530	56,917	57,153	0,541	57,974	57,794	57,324	57,184	56,747	56,568	0,613	0,144	0,3
58	**1,5**	58,000	57,026	57,238	56,376	56,676	0,812	57,968	57,732	56,994	56,834	56,128	55,910	0,920	0,217	0,5
58	**2**	58,000	56,701	56,937	55,835	56,210	1,083	57,962	57,682	56,663	56,483	55,508	55,251	1,227	0,289	0,6
58	**3**	58,000	56,051	56,331	54,752	55,252	1,624	57,952	57,577	56,003	55,791	54,271	53,943	1,840	0,433	1,0
58	**4**	58,000	55,402	55,717	53,670	54,270	2,165	57,940	57,465	55,342	55,106	53,033	52,643	2,454	0,577	1,3
59	**0,5**	59,000	58,675	58,787	58,459	58,571	0,271	58,980	58,874	58,655	58,549	58,367	58,242	0,307	0,072	0,2
59	**0,75**	59,000	58,513	58,673	58,188	58,378	0,406	58,978	58,838	58,491	58,373	58,058	57,911	0,460	0,108	0,2
60	**0,5**	60,000	59,675	59,787	59,459	59,571	0,271	59,980	59,874	59,655	59,549	59,367	59,242	0,307	0,072	0,2
60	**0,75**	60,000	59,513	59,673	59,188	59,378	0,406	59,978	59,838	59,491	59,373	59,058	58,911	0,460	0,108	0,2
60	**1**	60,000	59,350	59,530	58,917	59,153	0,541	59,974	59,794	59,324	59,184	58,747	58,568	0,613	0,144	0,3
60	**1,5**	60,000	59,026	59,238	58,376	58,676	0,812	59,968	59,732	58,994	58,834	58,128	57,910	0,920	0,217	0,5
60	**2**	60,000	58,701	58,937	57,835	58,210	1,083	59,962	59,682	58,663	58,483	57,508	57,251	1,227	0,289	0,6
60	**3**	60,000	58,051	58,331	56,752	57,252	1,624	59,952	59,577	58,003	57,791	56,271	55,943	1,840	0,433	0,9
60	**4**	60,000	57,402	57,717	55,670	56,270	2,165	59,940	59,465	57,342	57,106	55,033	54,643	2,454	0,577	1,3
61	**0,5**	61,000	60,675	60,787	60,459	60,571	0,271	60,980	60,874	60,655	60,549	60,367	60,242	0,307	0,072	0,2
61	**0,75**	61,000	60,513	60,673	60,188	60,378	0,406	60,978	60,838	60,491	60,373	60,058	59,911	0,460	0,108	0,2
62	**0,5**	62,000	61,675	61,787	61,459	61,571	0,271	61,980	61,874	61,655	61,549	61,367	61,242	0,307	0,072	0,1
62	**0,75**	62,000	61,513	61,673	61,188	61,378	0,406	61,978	61,838	61,491	61,373	61,058	60,911	0,460	0,108	0,2
62	**1**	62,000	61,350	61,530	60,917	61,153	0,541	61,974	61,794	61,324	61,184	60,747	60,568	0,613	0,144	0,3
62	**1,5**	62,000	61,026	61,238	60,376	60,676	0,812	61,968	61,732	60,994	60,834	60,128	59,910	0,920	0,217	0,4
62	**2**	62,000	60,701	60,937	59,835	60,210	1,083	61,962	61,682	60,663	60,483	59,508	59,251	1,227	0,289	0,6
62	**3**	62,000	60,051	60,331	58,752	59,252	1,624	61,952	61,577	60,003	59,791	58,271	57,943	1,840	0,433	0,9
62	**4**	62,000	59,402	59,717	57,670	58,270	2,165	61,940	61,465	59,342	59,106	57,033	56,643	2,454	0,577	1,2
63	**0,5**	63,000	62,675	62,787	62,459	62,571	0,271	62,980	62,874	62,655	62,549	62,367	62,242	0,307	0,072	0,1
63	**0,75**	63,000	62,513	62,673	62,188	62,378	0,406	62,978	62,838	62,491	62,373	62,058	61,911	0,460	0,108	0,2
64	**0,5**	64,000	63,675	63,787	63,459	63,571	0,271	63,980	63,874	63,655	63,549	63,367	63,242	0,307	0,072	0,1
64	**0,75**	64,000	63,513	63,673	63,188	63,378	0,406	63,978	63,838	63,491	63,373	63,058	62,911	0,460	0,108	0,2
64	**1**	64,000	63,350	63,530	62,917	63,153	0,541	63,974	63,794	63,324	63,184	62,747	62,568	0,613	0,144	0,3
64	**1,5**	64,000	63,026	63,238	62,376	62,676	0,812	63,968	63,732	62,994	62,834	62,128	61,910	0,920	0,217	0,4
64	**2**	64,000	62,701	62,937	61,835	62,210	1,083	63,962	63,682	62,663	62,483	61,508	61,251	1,227	0,289	0,6
64	**3**	64,000	62,051	62,331	60,752	61,252	1,624	63,952	63,577	62,003	61,791	60,271	59,943	1,840	0,433	0,9
64	**4**	64,000	61,402	61,717	59,670	60,270	2,165	63,940	63,465	61,342	61,106	59,033	58,643	2,454	0,577	1,2
65	**0,5**	65,000	64,675	64,787	64,459	64,571	0,271	64,980	64,874	64,655	64,549	64,367	64,242	0,307	0,072	0,1
65	**0,75**	65,000	64,513	64,673	64,188	64,378	0,406	64,978	64,838	64,491	64,373	64,058	63,911	0,460	0,108	0,2
65	**1**	65,000	64,350	64,530	63,917	64,153	0,541	64,974	64,794	64,324	64,184	63,747	63,568	0,613	0,144	0,3
65	**1,5**	65,000	64,026	64,238	63,376	63,676	0,812	64,968	64,732	63,994	63,834	63,128	62,910	0,920	0,217	0,4
65	**2**	65,000	63,701	63,937	62,835	63,210	1,083	64,962	64,682	63,663	63,483	62,508	62,251	1,227	0,289	0,6
65	**3**	65,000	63,051	63,331	61,752	62,252	1,624	64,952	64,577	63,003	62,791	61,271	60,943	1,840	0,433	0,9
65	**4**	65,000	62,402	62,717	60,670	61,270	2,165	64,940	64,465	62,342	62,106	60,033	59,643	2,454	0,577	1,2
66	**0,75**	66,000	65,513	65,673	65,188	65,378	0,406	65,978	65,838	65,491	65,373	65,058	64,911	0,460	0,108	0,2
67	**0,75**	67,000	66,513	66,673	66,188	66,378	0,406	66,978	66,838	66,491	66,373	66,058	65,911	0,460	0,108	0,2
68	**0,5**	68,000	67,675	67,787	67,459	67,571	0,271	67,980	67,874	67,655	67,549	67,367	67,242	0,307	0,072	0,1
68	**0,75**	68,000	67,513	67,673	67,188	67,378	0,406	67,978	67,838	67,491	67,373	67,058	66,911	0,460	0,108	0,2
68	**1**	68,000	67,350	67,530	66,917	67,153	0,541	67,974	67,794	67,324	67,184	66,747	66,568	0,613	0,144	0,3
68	**1,5**	68,000	67,026	67,238	66,376	66,676	0,812	67,968	67,732	66,994	66,834	66,128	65,910	0,920	0,217	0,4
68	**2**	68,000	66,701	66,937	65,835	66,210	1,083	67,962	67,682	66,663	66,483	65,508	65,251	1,227	0,289	0,5
68	**3**	68,000	66,051	66,331	64,752	65,252	1,624	67,952	67,577	66,003	65,791	64,271	63,943	1,840	0,433	0,8
68	**4**	68,000	65,402	65,717	63,670	64,270	2,165	67,940	67,465	65,342	65,106	63,033	62,643	2,454	0,577	1,1
69	**0,75**	69,000	68,513	68,673	68,188	68,378	0,406	68,978	68,838	68,491	68,373	68,058	67,911	0,460	0,108	0,2
70	**0,5**	70,000	69,675	69,787	69,459	69,571	0,271	69,980	69,874	69,655	69,549	69,367	69,242	0,307	0,072	0,1

ISO Feingewinde (M)

(metrische Werte)

		Muttergewinde 6H (4H/5H)						Bolzengewinde 6g (4h)								
Nenndurchmesser	Steigung	Außen-Ø min.	Flanken-Ø min.	Flanken-Ø max	Kern-Ø min.	Kern-Ø max.	Profilhöhe	Außen-Ø max	Außen-Ø min.	Flanken-Ø max	Flanken-Ø min.	Kern-Ø max.	Kern-Ø min.	Profilhöhe	Rundung	Neigungswinkel der Unterlegplatte
70	**0,75**	70,000	69,513	69,673	69,188	69,378	0,406	69,978	69,838	69,491	69,373	69,058	68,911	0,460	0,108	0,2
70	**1**	70,000	69,350	69,530	68,917	69,153	0,541	69,974	69,794	69,324	69,184	68,747	68,568	0,613	0,144	0,3
70	**1,5**	70,000	69,026	69,238	68,376	68,676	0,812	69,968	69,732	68,994	68,834	68,128	67,910	0,920	0,217	0,4
70	**2**	70,000	68,701	68,937	67,835	68,210	1,083	69,962	69,682	68,663	68,483	67,508	67,251	1,227	0,289	0,5
70	**3**	70,000	68,051	68,331	66,752	67,252	1,624	69,952	69,577	68,003	67,791	66,271	65,943	1,840	0,433	0,8
70	**4**	70,000	67,402	67,717	65,670	66,270	2,165	69,940	69,465	67,342	67,106	65,033	64,643	2,454	0,577	1,1
70	**6**	70,000	66,103	66,478	63,505	64,305	3,248	69,920	69,780	66,023	65,743	62,559	62,048	3,680	0,866	1,7
72	**0,5**	72,000	71,675	71,787	71,459	71,571	0,271	71,980	71,874	71,655	71,549	71,367	71,242	0,307	0,072	0,1
72	**0,75**	72,000	71,513	71,673	71,188	71,378	0,406	71,978	71,838	71,491	71,373	71,058	70,911	0,460	0,108	0,2
72	**1**	72,000	71,350	71,530	70,917	71,153	0,541	71,974	71,794	71,324	71,184	70,747	70,568	0,613	0,144	0,3
72	**1,5**	72,000	71,026	71,238	70,376	70,676	0,812	71,968	71,732	70,994	70,834	70,128	69,910	0,920	0,217	0,4
72	**2**	72,000	70,701	70,937	69,835	70,210	1,083	71,962	71,682	70,663	70,483	69,508	69,251	1,227	0,289	0,5
72	**3**	72,000	70,051	70,331	68,752	69,252	1,624	71,952	71,577	70,003	69,791	68,271	67,943	1,840	0,433	0,8
72	**4**	72,000	69,402	69,717	67,670	68,270	2,165	71,940	71,465	69,342	69,106	67,033	66,643	2,454	0,577	1,1
72	**6**	72,000	68,103	68,478	65,505	66,305	3,248	71,920	71,320	68,023	67,743	64,559	64,048	3,680	0,866	1,6
75	**0,5**	75,000	74,675	74,787	74,459	74,571	0,271	74,980	74,874	74,655	74,549	74,367	74,242	0,307	0,072	0,1
75	**0,75**	75,000	74,513	74,673	74,188	74,378	0,406	74,978	74,838	74,491	74,373	74,058	73,911	0,460	0,108	0,2
75	**1**	75,000	74,350	74,530	73,917	74,153	0,541	74,974	74,794	74,324	74,184	73,747	73,568	0,613	0,144	0,2
75	**1,5**	75,000	74,026	74,238	73,376	73,676	0,812	74,968	74,732	73,994	73,834	73,128	72,910	0,920	0,217	0,4
75	**2**	75,000	73,701	73,937	72,835	73,210	1,083	74,962	74,682	73,663	73,483	72,508	72,251	1,227	0,289	0,5
75	**3**	75,000	73,051	73,331	71,752	72,252	1,624	74,952	74,577	73,003	72,791	71,271	70,943	1,840	0,433	0,7
75	**4**	75,000	72,402	72,717	70,670	71,270	2,165	74,940	74,465	72,342	72,106	70,033	69,643	2,454	0,577	1,0
76	**0,5**	76,000	75,675	75,787	75,459	75,571	0,271	75,980	75,874	75,655	75,549	75,367	75,242	0,307	0,072	0,1
76	**0,75**	76,000	75,513	75,673	75,188	75,378	0,406	75,978	75,838	75,491	75,373	75,058	74,911	0,460	0,108	0,2
76	**1**	76,000	75,350	75,530	74,917	75,153	0,541	75,974	75,794	75,324	75,184	74,747	74,568	0,613	0,144	0,2
76	**1,5**	76,000	75,026	75,238	74,376	74,676	0,812	75,968	75,732	74,994	74,834	74,128	73,910	0,920	0,217	0,4
76	**2**	76,000	74,701	74,937	73,835	74,210	1,083	75,962	75,682	74,663	74,483	73,508	73,251	1,227	0,289	0,5
76	**3**	76,000	74,051	74,331	72,752	73,252	1,624	75,952	75,577	74,003	73,791	72,271	71,943	1,840	0,433	0,7
76	**4**	76,000	73,402	73,717	71,670	72,270	2,165	75,940	75,465	73,342	73,106	71,033	70,643	2,454	0,577	1,0
76	**6**	76,000	72,103	72,478	69,505	70,305	3,248	75,920	75,320	72,023	71,743	68,559	68,048	3,680	0,866	1,5
78	**0,5**	78,000	77,675	77,787	77,459	77,571	0,271	77,980	77,874	77,655	77,549	77,367	77,242	0,307	0,072	0,1
78	**0,75**	78,000	77,513	77,673	77,188	77,378	0,406	77,978	77,838	77,491	77,373	77,058	76,911	0,460	0,108	0,2
78	**1**	78,000	77,350	77,530	76,917	77,153	0,541	77,974	77,794	77,324	77,184	76,747	76,568	0,613	0,144	0,2
78	**1,5**	78,000	77,026	77,238	76,376	76,676	0,812	77,968	77,732	76,994	76,834	76,128	75,910	0,920	0,217	0,4
78	**2**	78,000	76,701	76,937	75,835	76,210	1,083	77,962	77,682	76,663	76,483	75,508	75,251	1,227	0,289	0,5
78	**3**	78,000	76,051	76,331	74,752	75,252	1,624	77,952	77,577	76,003	75,791	74,271	73,943	1,840	0,433	0,7
78	**4**	78,000	75,402	75,717	73,670	74,270	2,165	77,940	77,465	75,342	75,106	73,033	72,643	2,454	0,577	1,0
80	**0,5**	80,000	79,675	79,787	79,459	79,571	0,271	79,980	79,874	79,655	79,549	79,367	79,242	0,307	0,072	0,1
80	**0,75**	80,000	79,513	79,673	79,188	79,378	0,406	79,978	79,838	79,491	79,373	79,058	78,911	0,460	0,108	0,2
80	**1**	80,000	79,350	79,530	78,917	79,153	0,541	79,974	79,794	79,324	79,184	78,747	78,568	0,613	0,144	0,2
80	**1,5**	80,000	79,026	79,238	78,376	78,676	0,812	79,968	79,732	78,994	78,834	78,128	77,910	0,920	0,217	0,3
80	**2**	80,000	78,701	78,937	77,835	78,210	1,083	79,962	79,682	78,663	78,483	77,508	77,251	1,227	0,289	0,5
80	**3**	80,000	78,051	78,331	76,752	77,252	1,624	79,952	79,577	78,003	77,791	76,271	75,943	1,840	0,433	0,7
80	**4**	80,000	77,402	77,717	75,670	76,270	2,165	79,940	79,465	77,342	77,106	75,033	74,643	2,454	0,577	0,9
80	**6**	80,000	76,103	76,478	73,505	74,305	3,248	79,920	79,320	76,023	75,743	72,559	72,048	3,680	0,866	1,4
82	**0,5**	82,000	81,675	81,787	81,459	81,571	0,271	81,980	81,874	81,655	81,549	81,367	81,242	0,307	0,072	0,1
82	**0,75**	82,000	81,513	81,673	81,188	81,378	0,406	81,978	81,838	81,491	81,373	81,058	80,911	0,460	0,108	0,2
82	**1**	82,000	81,350	81,530	80,917	81,153	0,541	81,974	81,794	81,324	81,184	80,747	80,568	0,613	0,144	0,2
82	**1,5**	82,000	81,026	81,238	80,376	80,676	0,812	81,968	81,732	80,994	80,834	80,128	79,910	0,920	0,217	0,3
82	**2**	82,000	80,701	80,937	79,835	80,210	1,083	81,962	81,682	80,663	80,483	79,508	79,251	1,227	0,289	0,5
82	**3**	82,000	80,051	80,331	78,752	79,252	1,624	81,952	81,577	80,003	79,791	78,271	77,943	1,840	0,433	0,7

ISO Feingewinde (M)

(metrische Werte)

		Muttergewinde 6H (4H/5H)						Bolzengewinde 6g (4h)								Neigungswinkel der Unterlegplatte
Nenndurchmesser	Steigung	Außen-Ø min.	Flanken-Ø min.	Flanken-Ø max	Kern-Ø min.	Kern-Ø max.	Profilhöhe	Außen-Ø max	Außen-Ø min.	Flanken-Ø max	Flanken-Ø min.	Kern-Ø max.	Kern-Ø min.	Profilhöhe	Rundung	
82	**4**	82,000	79,402	79,717	77,670	78,270	2,165	81,940	81,465	79,342	79,106	77,033	76,643	2,454	0,577	0,9
85	**0,5**	85,000	84,675	84,787	84,459	84,571	0,271	84,980	84,874	84,655	84,549	84,367	84,242	0,307	0,072	0,1
85	**0,75**	85,000	84,513	84,673	84,188	84,378	0,406	84,978	84,838	84,491	84,373	84,058	83,911	0,460	0,108	0,2
85	**1**	85,000	84,350	84,530	83,917	84,153	0,541	84,974	84,794	84,324	84,184	83,747	83,568	0,613	0,144	0,2
85	**1,5**	85,000	84,026	84,238	83,376	83,676	0,812	84,968	84,732	83,994	83,834	83,128	82,910	0,920	0,217	0,3
85	**2**	85,000	83,701	83,937	82,835	83,210	1,083	84,962	84,682	83,663	83,483	82,508	82,251	1,227	0,289	0,4
85	**3**	85,000	83,051	83,331	81,752	82,252	1,624	84,952	84,577	83,003	82,791	81,271	80,943	1,840	0,433	0,7
85	**4**	85,000	82,402	82,717	80,670	81,270	2,165	84,940	84,465	82,342	82,106	80,033	79,643	2,454	0,577	0,9
85	**6**	85,000	81,103	81,478	78,505	79,305	3,248	84,920	84,320	81,023	80,743	77,559	77,048	3,680	0,866	1,3
88	**0,5**	88,000	87,675	87,787	87,459	87,571	0,271	87,980	87,874	87,655	87,549	87,367	87,242	0,307	0,072	0,1
88	**0,75**	88,000	87,513	87,673	87,188	87,378	0,406	87,978	87,838	87,491	87,373	87,058	86,911	0,460	0,108	0,2
88	**1**	88,000	87,350	87,530	86,917	87,153	0,541	87,974	87,794	87,324	87,184	86,747	86,568	0,613	0,144	0,2
88	**1,5**	88,000	87,026	87,238	86,376	86,676	0,812	87,968	87,732	86,994	86,834	86,128	85,910	0,920	0,217	0,3
88	**2**	88,000	86,701	86,937	85,835	86,210	1,083	87,962	87,682	86,663	86,483	85,508	85,251	1,227	0,289	0,4
88	**3**	88,000	86,051	86,331	84,752	85,252	1,624	87,952	87,577	86,003	85,791	84,271	83,943	1,840	0,433	0,6
88	**4**	88,000	85,402	85,717	83,670	84,270	2,165	87,940	87,465	85,342	85,106	83,033	82,643	2,454	0,577	0,9
90	**0,5**	90,000	89,675	89,787	89,459	89,571	0,271	89,980	89,874	89,655	89,549	89,367	89,242	0,307	0,072	0,1
90	**0,75**	90,000	89,513	89,673	89,188	89,378	0,406	89,978	89,838	89,491	89,373	89,058	88,911	0,460	0,108	0,2
90	**1**	90,000	89,350	89,530	88,917	89,153	0,541	89,974	89,794	89,324	89,184	88,747	88,568	0,613	0,144	0,2
90	**1,5**	90,000	89,026	89,238	88,376	88,676	0,812	89,968	89,732	88,994	88,834	88,128	87,910	0,920	0,217	0,3
90	**2**	90,000	88,701	88,937	87,835	88,210	1,083	89,962	89,682	88,663	88,483	87,508	87,251	1,227	0,289	0,4
90	**3**	90,000	88,051	88,331	86,752	87,252	1,624	89,952	89,577	88,003	87,791	86,271	85,943	1,840	0,433	0,6
90	**4**	90,000	87,402	87,717	85,670	86,270	2,165	89,940	89,465	87,342	87,106	85,033	84,643	2,454	0,577	0,8
90	**6**	90,000	86,103	86,478	83,505	84,305	3,248	89,920	89,320	86,023	85,743	82,559	82,048	3,680	0,866	1,3
92	**0,75**	92,000	91,513	91,693	91,188	91,378	0,406	91,978	91,838	91,491	91,359	91,058	90,897	0,460	0,108	0,1
92	**1**	92,000	91,350	91,550	90,917	91,153	0,541	91,974	91,794	91,324	91,174	90,747	90,558	0,613	0,144	0,2
92	**1,5**	92,000	91,026	91,250	90,376	90,676	0,812	91,968	91,732	90,994	90,824	90,128	89,900	0,920	0,217	0,3
92	**2**	92,000	90,701	90,951	89,835	90,210	1,083	91,962	91,682	90,663	90,473	89,508	89,241	1,227	0,289	0,4
92	**3**	92,000	90,051	90,351	88,752	89,252	1,624	91,952	91,577	90,003	89,779	88,271	87,931	1,840	0,433	0,6
92	**4**	92,000	89,402	89,737	87,670	88,270	2,165	91,940	91,465	89,342	89,092	87,033	86,629	2,454	0,577	0,8
95	**0,75**	95,000	94,513	94,693	94,188	94,378	0,406	94,978	94,838	94,491	94,359	94,058	93,897	0,460	0,108	0,1
95	**1**	95,000	94,350	94,550	93,917	94,153	0,541	94,974	94,794	94,324	94,174	93,747	93,558	0,613	0,144	0,2
95	**1,5**	95,000	94,026	94,250	93,376	93,676	0,812	94,968	94,732	93,994	93,824	93,128	92,900	0,920	0,217	0,3
95	**2**	95,000	93,701	93,951	92,835	93,210	1,083	94,962	94,682	93,663	93,473	92,508	92,241	1,227	0,289	0,4
95	**3**	95,000	93,051	93,351	91,752	92,252	1,624	94,952	94,577	93,003	92,779	91,271	90,931	1,840	0,433	0,6
95	**4**	95,000	92,402	92,737	90,670	91,270	2,165	94,940	94,465	92,342	92,092	90,033	89,629	2,454	0,577	0,8
95	**6**	95,000	91,103	91,503	88,505	89,305	3,248	94,920	94,320	91,023	90,723	87,559	87,028	3,680	0,866	1,2
98	**0,75**	98,000	97,513	97,693	97,188	97,378	0,406	97,978	97,838	97,491	97,359	97,058	96,897	0,460	0,108	0,1
98	**1**	98,000	97,350	97,550	96,917	97,153	0,541	97,974	97,794	97,324	97,174	96,747	96,558	0,613	0,144	0,2
98	**1,5**	98,000	97,026	97,250	96,376	96,676	0,812	97,968	97,732	96,994	96,824	96,128	95,900	0,920	0,217	0,3
98	**2**	98,000	96,701	96,951	95,835	96,210	1,083	97,962	97,682	96,663	96,473	95,508	95,241	1,227	0,289	0,4
98	**3**	98,000	96,051	96,351	94,752	95,252	1,624	97,952	97,577	96,003	95,779	94,271	93,931	1,840	0,433	0,6
98	**4**	98,000	95,402	95,737	93,670	94,270	2,165	97,940	97,465	95,342	95,092	93,033	92,629	2,454	0,577	0,8
100	**0,75**	100,000	99,513	99,693	99,188	99,378	0,406	99,978	99,838	99,491	99,359	99,058	98,897	0,460	0,108	0,1
100	**1**	100,000	99,350	99,550	98,917	99,153	0,541	99,974	99,794	99,324	99,174	98,747	98,558	0,613	0,144	0,2
100	**1,5**	100,000	99,026	99,250	98,376	98,676	0,812	99,968	99,732	98,994	98,824	98,128	97,900	0,920	0,217	0,3
100	**2**	100,000	98,701	98,951	97,835	98,210	1,083	99,962	99,682	98,663	98,473	97,508	97,241	1,227	0,289	0,4
100	**3**	100,000	98,051	98,351	96,752	97,252	1,624	99,952	99,577	98,003	97,779	96,271	95,931	1,840	0,433	0,6
100	**4**	100,000	97,402	97,737	95,670	96,270	2,165	99,940	99,465	97,342	97,092	95,033	94,629	2,454	0,577	0,7
100	**6**	100,000	96,103	96,503	93,505	94,305	3,248	99,920	99,320	96,023	95,723	92,559	92,028	3,680	0,866	1,1
102	**0,75**	102,000	101,513	101,693	101,188	101,378	0,406	101,978	101,838	101,491	101,359	101,058	100,897	0,460	0,108	0,1

ISO Feingewinde (M)

(metrische Werte)

		Muttergewinde 6H (4H/5H)						Bolzengewinde 6g (4h)								
Nenndurchmesser	Steigung	Außen-Ø min.	Flanken-Ø min.	Flanken-Ø max	Kern-Ø min.	Kern-Ø max.	Profilhöhe	Außen-Ø max	Außen-Ø min.	Flanken-Ø max	Flanken-Ø min.	Kern-Ø max.	Kern-Ø min.	Profilhöhe	Rundung	Neigungswinkel der Unterlegplatte
102	1	102,000	101,350	101,550	100,917	101,153	0,541	101,974	101,794	101,324	101,174	100,747	100,558	0,613	0,144	0,2
102	1,5	102,000	101,026	101,250	100,376	100,676	0,812	101,968	101,732	100,994	100,824	100,128	99,900	0,920	0,217	0,3
102	2	102,000	100,701	100,951	99,835	100,210	1,083	101,962	101,682	100,663	100,473	99,508	99,241	1,227	0,289	0,4
102	3	102,000	100,051	100,351	98,752	99,252	1,624	101,952	101,577	100,003	99,779	98,271	97,931	1,840	0,433	0,5
102	4	102,000	99,402	99,737	97,670	98,270	2,165	101,940	101,465	99,342	99,092	97,033	96,629	2,454	0,577	0,7
105	0,75	105,000	104,513	104,693	104,188	104,378	0,406	104,978	104,838	104,491	104,359	104,058	103,897	0,460	0,108	0,1
105	1	105,000	104,350	104,550	103,917	104,153	0,541	104,974	104,794	104,324	104,174	103,747	103,558	0,613	0,144	0,2
105	1,5	105,000	104,026	104,250	103,376	103,676	0,812	104,968	104,732	103,994	103,824	103,128	102,900	0,920	0,217	0,3
105	2	105,000	103,701	103,951	102,835	103,210	1,083	104,962	104,682	103,663	103,473	102,508	102,241	1,227	0,289	0,4
105	3	105,000	103,051	103,351	101,752	102,252	1,624	104,952	104,577	103,003	102,779	101,271	100,931	1,840	0,433	0,5
105	4	105,000	102,402	102,737	100,670	101,270	2,165	104,940	104,465	102,342	102,092	100,033	99,629	2,454	0,577	0,7
105	6	105,000	101,103	101,503	98,505	99,305	3,248	104,920	104,320	101,023	100,723	97,559	97,028	3,680	0,866	1,1
108	0,75	108,000	107,513	107,693	107,188	107,378	0,406	107,978	107,838	107,491	107,359	107,058	106,897	0,460	0,108	0,1
108	1	108,000	107,350	107,550	106,917	107,153	0,541	107,974	107,794	107,324	107,174	106,747	106,558	0,613	0,144	0,2
108	1,5	108,000	107,026	107,250	106,376	106,676	0,812	107,968	107,732	106,994	106,824	106,128	105,900	0,920	0,217	0,3
108	2	108,000	106,701	106,951	105,835	106,210	1,083	107,962	107,682	106,663	106,473	105,508	105,241	1,227	0,289	0,3
108	3	108,000	106,051	106,351	104,752	105,252	1,624	107,952	107,577	106,003	105,779	104,271	103,931	1,840	0,433	0,5
108	4	108,000	105,402	105,737	103,670	104,270	2,165	107,940	107,465	105,342	105,092	103,033	102,629	2,454	0,577	0,7
110	0,75	110,000	109,513	109,693	109,188	109,378	0,406	109,978	109,838	109,491	109,359	109,058	108,897	0,460	0,108	0,1
110	1	110,000	109,350	109,550	108,917	109,153	0,541	109,974	109,794	109,324	109,174	108,747	108,558	0,613	0,144	0,2
110	1,5	110,000	109,026	109,250	108,376	108,676	0,812	109,968	109,732	108,994	108,824	108,128	107,900	0,920	0,217	0,3
110	2	110,000	108,701	108,951	107,835	108,210	1,083	109,962	109,682	108,663	108,473	107,508	107,241	1,227	0,289	0,3
110	3	110,000	108,051	108,351	106,752	107,252	1,624	109,952	109,577	108,003	107,779	106,271	105,931	1,840	0,433	0,5
110	4	110,000	107,402	107,737	105,670	106,270	2,165	109,940	109,465	107,342	107,092	105,033	104,629	2,454	0,577	0,7
110	6	110,000	106,103	106,503	103,505	104,305	3,248	109,920	109,320	106,023	105,723	102,559	102,028	3,680	0,866	1,0
112	1	112,000	111,350	111,550	110,917	111,153	0,541	111,974	111,794	111,324	111,174	110,747	110,558	0,613	0,144	0,2
112	1,5	112,000	111,026	111,250	110,376	110,676	0,812	111,968	111,732	110,994	110,824	110,128	109,900	0,920	0,217	0,2
112	2	112,000	110,701	110,951	109,835	110,210	1,083	111,962	111,682	110,663	110,473	109,508	109,241	1,227	0,289	0,3
112	3	112,000	110,051	110,351	108,752	109,252	1,624	111,952	111,577	110,003	109,779	108,271	107,931	1,840	0,433	0,5
112	4	112,000	109,402	109,737	107,670	108,270	2,165	111,940	111,465	109,342	109,092	107,033	106,629	2,454	0,577	0,7
115	1	115,000	114,350	114,550	113,917	114,153	0,541	114,974	114,794	114,324	114,174	113,747	113,558	0,613	0,144	0,2
115	1,5	115,000	114,026	114,250	113,376	113,676	0,812	114,968	114,732	113,994	113,824	113,128	112,900	0,920	0,217	0,2
115	2	115,000	113,701	113,951	112,835	113,210	1,083	114,962	114,682	113,663	113,473	112,508	112,241	1,227	0,289	0,3
115	3	115,000	113,051	113,351	111,752	112,252	1,624	114,952	114,577	113,003	112,779	111,271	110,931	1,840	0,433	0,5
115	4	115,000	112,402	112,737	110,670	111,270	2,165	114,940	114,465	112,342	112,092	110,033	109,629	2,454	0,577	0,6
115	6	115,000	111,103	111,503	108,505	109,305	3,248	114,920	114,320	111,023	110,723	107,559	107,028	3,680	0,866	1,0
118	1	118,000	117,350	117,550	116,917	117,153	0,541	117,974	117,794	117,324	117,174	116,747	116,558	0,613	0,144	0,2
118	1,5	118,000	117,026	117,250	116,376	116,676	0,812	117,968	117,732	116,994	116,824	116,128	115,900	0,920	0,217	0,2
118	2	118,000	116,701	116,951	115,835	116,210	1,083	117,962	117,682	116,663	116,473	115,508	115,241	1,227	0,289	0,3
118	3	118,000	116,051	116,351	114,752	115,252	1,624	117,952	117,577	116,003	115,779	114,271	113,931	1,840	0,433	0,5
118	4	118,000	115,402	115,737	113,670	114,270	2,165	117,940	117,465	115,342	115,092	113,033	112,629	2,454	0,577	0,6
120	1	120,000	119,350	119,550	118,917	119,153	0,541	119,974	119,794	119,324	119,174	118,747	118,558	0,613	0,144	0,2
120	1,5	120,000	119,026	119,250	118,376	118,676	0,812	119,968	119,732	118,994	118,824	118,128	117,900	0,920	0,217	0,2
120	2	120,000	118,701	118,951	117,835	118,210	1,083	119,962	119,682	118,663	118,473	117,508	117,241	1,227	0,289	0,3
120	3	120,000	118,051	118,351	116,752	117,252	1,624	119,952	119,577	118,003	117,779	116,271	115,931	1,840	0,433	0,5
120	4	120,000	117,402	117,737	115,670	116,270	2,165	119,940	119,465	117,342	117,092	115,033	114,629	2,454	0,577	0,6
120	6	120,000	116,103	116,503	113,505	114,305	3,248	119,920	119,320	116,023	115,723	112,559	112,028	3,680	0,866	0,9
122	1	122,000	121,350	121,550	120,917	121,153	0,541	121,974	121,794	121,324	121,174	120,747	120,558	0,613	0,144	0,2
122	1,5	122,000	121,026	121,250	120,376	120,676	0,812	121,968	121,732	120,994	120,824	120,128	119,900	0,920	0,217	0,2
122	2	122,000	120,701	120,951	119,835	120,210	1,083	121,962	121,682	120,663	120,473	119,508	119,241	1,227	0,289	0,3
122	3	122,000	120,051	120,351	118,752	119,252	1,624	121,952	121,577	120,003	119,779	118,271	117,931	1,840	0,433	0,5

ISO Feingewinde (M)

(metrische Werte)

		Muttergewinde 6H (4H/5H)						Bolzengewinde 6g (4h)								Neigungswinkel der Unterlegplatte
Nenndurchmesser	Steigung	Außen-Ø min.	Flanken-Ø min.	Flanken-Ø max	Kern-Ø min.	Kern-Ø max.	Profilhöhe	Außen-Ø max	Außen-Ø min.	Flanken-Ø max	Flanken-Ø min.	Kern-Ø max.	Kern-Ø min.	Profilhöhe	Rundung	
122	4	122,000	119,402	119,737	117,670	118,270	2,165	121,940	121,465	119,342	119,092	117,033	116,629	2,454	0,577	0,6
125	1	125,000	124,350	124,550	123,917	124,153	0,541	124,974	124,794	124,324	124,174	123,747	123,558	0,613	0,144	0,1
125	1,5	125,000	124,026	124,250	123,376	123,676	0,812	124,968	124,732	123,994	123,824	123,128	122,900	0,920	0,217	0,2
125	2	125,000	123,701	123,951	122,835	123,210	1,083	124,962	124,682	123,663	123,473	122,508	122,241	1,227	0,289	0,3
125	3	125,000	123,051	123,351	121,752	122,252	1,624	124,952	124,577	123,003	122,779	121,271	120,931	1,840	0,433	0,4
125	4	125,000	122,402	122,737	120,670	121,270	2,165	124,940	124,465	122,342	122,092	120,033	119,629	2,454	0,577	0,6
125	6	125,000	121,103	121,503	118,505	119,305	3,248	124,920	124,320	121,023	120,723	117,559	117,028	3,680	0,866	0,9
128	1	128,000	127,350	127,550	126,917	127,153	0,541	127,974	127,794	127,324	127,174	126,747	126,558	0,613	0,144	0,1
128	1,5	128,000	127,026	127,250	126,376	126,676	0,812	127,968	127,732	126,994	126,824	126,128	125,900	0,920	0,217	0,2
128	2	128,000	126,701	126,951	125,835	126,210	1,083	127,962	127,682	126,663	126,473	125,508	125,241	1,227	0,289	0,3
128	3	128,000	126,051	126,351	124,752	125,252	1,624	127,952	127,577	126,003	125,779	124,271	123,931	1,840	0,433	0,4
128	4	128,000	125,402	125,737	123,670	124,270	2,165	127,940	127,465	125,342	125,092	123,033	122,629	2,454	0,577	0,6
130	1	130,000	129,350	129,550	128,917	129,153	0,541	129,974	129,794	129,324	129,174	128,747	128,558	0,613	0,144	0,1
130	1,5	130,000	129,026	129,250	128,376	128,676	0,812	129,968	129,732	128,994	128,824	128,128	127,900	0,920	0,217	0,2
130	2	130,000	128,701	128,951	127,835	128,210	1,083	129,962	129,682	128,663	128,473	127,508	127,241	1,227	0,289	0,3
130	3	130,000	128,051	128,351	126,752	127,252	1,624	129,952	129,577	128,003	127,779	126,271	125,931	1,840	0,433	0,4
130	4	130,000	127,402	127,737	125,670	126,270	2,165	129,940	129,465	127,342	127,092	125,033	124,629	2,454	0,577	0,6
130	6	130,000	126,103	126,503	123,505	124,305	3,248	129,920	129,320	126,023	125,723	122,559	122,028	3,680	0,866	0,9
130	8	130,000	124,804	125,254	121,340	122,340	4,330	129,900	129,190	124,704	124,369	120,085	119,442	4,907	1,155	1,2
132	1	132,000	131,350	131,550	130,917	131,153	0,541	131,974	131,794	131,324	131,174	130,747	130,558	0,613	0,144	0,1
132	1,5	132,000	131,026	131,250	130,376	130,676	0,812	131,968	131,732	130,994	130,824	130,128	129,900	0,920	0,217	0,2
132	2	132,000	130,701	130,951	129,835	130,210	1,083	131,962	131,682	130,663	130,473	129,508	129,241	1,227	0,289	0,3
132	3	132,000	130,051	130,351	128,752	129,252	1,624	131,952	131,577	130,003	129,779	128,271	127,931	1,840	0,433	0,4
132	4	132,000	129,402	129,737	127,670	128,270	2,165	131,940	131,465	129,342	129,092	127,033	126,629	2,454	0,577	0,6
135	1	135,000	134,350	134,550	133,917	134,153	0,541	134,974	134,794	134,324	134,174	133,747	133,558	0,613	0,144	0,1
135	1,5	135,000	134,026	134,250	133,376	133,676	0,812	134,968	134,732	133,994	133,824	133,128	132,900	0,920	0,217	0,2
135	2	135,000	133,701	133,951	132,835	133,210	1,083	134,962	134,682	133,663	133,473	132,508	132,241	1,227	0,289	0,3
135	3	135,000	133,051	133,351	131,752	132,252	1,624	134,952	134,577	133,003	132,779	131,271	130,931	1,840	0,433	0,4
135	4	135,000	132,402	132,737	130,670	131,270	2,165	134,940	134,465	132,342	132,092	130,033	129,629	2,454	0,577	0,6
135	6	135,000	131,103	131,503	128,505	129,305	3,248	134,920	134,320	131,023	130,723	127,559	127,028	3,680	0,866	0,8
138	1	138,000	137,350	137,550	136,917	137,153	0,541	137,974	137,794	137,324	137,174	136,747	136,558	0,613	0,144	0,1
138	1,5	138,000	137,026	137,250	136,376	136,676	0,812	137,968	137,732	136,994	136,824	136,128	135,900	0,920	0,217	0,2
138	2	138,000	136,701	136,951	135,835	136,210	1,083	137,962	137,682	136,663	136,473	135,508	135,241	1,227	0,289	0,3
138	3	138,000	136,051	136,351	134,752	135,252	1,624	137,952	137,577	136,003	135,779	134,271	133,931	1,840	0,433	0,4
138	4	138,000	135,402	135,737	133,670	134,270	2,165	137,940	137,465	135,342	135,092	133,033	132,629	2,454	0,577	0,5
140	1	140,000	139,350	139,550	138,917	139,153	0,541	139,974	139,794	139,324	139,174	138,747	138,558	0,613	0,144	0,1
140	1,5	140,000	139,026	139,250	138,376	138,676	0,812	139,968	139,732	138,994	138,824	138,128	137,900	0,920	0,217	0,2
140	2	140,000	138,701	138,951	137,835	138,210	1,083	139,962	139,682	138,663	138,473	137,508	137,241	1,227	0,289	0,3
140	3	140,000	138,051	138,351	136,752	137,252	1,624	139,952	139,577	138,003	137,779	136,271	135,931	1,840	0,433	0,4
140	4	140,000	137,402	137,737	135,670	136,270	2,165	139,940	139,465	137,342	137,092	135,033	134,629	2,454	0,577	0,5
140	6	140,000	136,103	136,503	133,505	134,305	3,248	139,920	139,320	136,023	135,723	132,559	132,028	3,680	0,866	0,8
140	8	140,000	134,804	135,254	131,340	132,340	4,330	139,900	139,190	134,704	134,369	130,085	129,442	4,907	1,155	1,1
142	1	142,000	141,350	141,550	140,917	141,153	0,541	141,974	141,794	141,324	141,174	140,747	140,558	0,613	0,144	0,1
142	1,5	142,000	141,026	141,250	140,376	140,676	0,812	141,968	141,732	140,994	140,824	140,128	139,900	0,920	0,217	0,2
142	2	142,000	140,701	140,951	139,835	140,210	1,083	141,962	141,682	140,663	140,473	139,508	139,241	1,227	0,289	0,3
142	3	142,000	140,051	140,351	138,752	139,252	1,624	141,952	141,577	140,003	139,779	138,271	137,931	1,840	0,433	0,4
142	4	142,000	139,402	139,737	137,670	138,270	2,165	141,940	141,465	139,342	139,092	137,033	136,629	2,454	0,577	0,5
145	1	145,000	144,350	144,550	143,917	144,153	0,541	144,974	144,794	144,324	144,174	143,747	143,558	0,613	0,144	0,1
145	1,5	145,000	144,026	144,250	143,376	143,676	0,812	144,968	144,732	143,994	143,824	143,128	142,900	0,920	0,217	0,2
145	2	145,000	143,701	143,951	142,835	143,210	1,083	144,962	144,682	143,663	143,473	142,508	142,241	1,227	0,289	0,3
145	3	145,000	143,051	143,351	141,752	142,252	1,624	144,952	144,577	143,003	142,779	141,271	140,931	1,840	0,433	0,4

ISO Feingewinde (M)

(metrische Werte)

Nenndurchmesser	Steigung	Muttergewinde 6H (4H/5H)						Bolzengewinde 6g (4h)								Neigungswinkel der Unterlegplatte
		Außen-Ø min.	Flanken-Ø min.	Flanken-Ø max	Kern-Ø min.	Kern-Ø max.	Profilhöhe	Außen-Ø max	Außen-Ø min.	Flanken-Ø max	Flanken-Ø min.	Kern-Ø max.	Kern-Ø min.	Profilhöhe	Rundung	
145	**4**	145,000	142,402	142,737	140,670	141,270	2,165	144,940	144,465	142,342	142,092	140,033	139,629	2,454	0,577	0,5
145	**6**	145,000	141,103	141,503	138,505	139,305	3,248	144,920	144,320	141,023	140,723	137,559	137,028	3,680	0,866	0,8
148	**1**	148,000	147,350	147,550	146,917	147,153	0,541	147,974	147,794	147,324	147,174	146,747	146,558	0,613	0,144	0,1
148	**1,5**	148,000	147,026	147,250	146,376	146,676	0,812	147,968	147,732	146,994	146,824	146,128	145,900	0,920	0,217	0,2
148	**2**	148,000	146,701	146,951	145,835	146,210	1,083	147,962	147,682	146,663	146,473	145,508	145,241	1,227	0,289	0,2
148	**3**	148,000	146,051	146,351	144,752	145,252	1,624	147,952	147,577	146,003	145,779	144,271	143,931	1,840	0,433	0,4
148	**4**	148,000	145,402	145,737	143,670	144,270	2,165	147,940	147,465	145,342	145,092	143,033	142,629	2,454	0,577	0,5
150	**1**	150,000	149,350	149,550	148,917	149,153	0,541	149,974	149,794	149,324	149,174	148,747	148,558	0,613	0,144	0,1
150	**1,5**	150,000	149,026	149,250	148,376	148,676	0,812	149,968	149,732	148,994	148,824	148,128	147,900	0,920	0,217	0,2
150	**2**	150,000	148,701	148,951	147,835	148,210	1,083	149,962	149,682	148,663	148,473	147,508	147,241	1,227	0,289	0,2
150	**3**	150,000	148,051	148,351	146,752	147,252	1,624	149,952	149,577	148,003	147,779	146,271	145,931	1,840	0,433	0,4
150	**4**	150,000	147,402	147,737	145,670	146,270	2,165	149,940	149,465	147,342	147,092	145,033	144,629	2,454	0,577	0,5
150	**6**	150,000	146,103	146,503	143,505	144,305	3,248	149,920	149,320	146,023	145,723	142,559	142,028	3,680	0,866	0,7
150	**8**	150,000	144,804	145,254	141,340	142,340	4,330	149,900	149,190	144,704	144,369	140,085	139,442	4,907	1,155	1,0

Rohrgewinde (G)

(metrische Werte)

Nenndurchmesser	Gangzahl	Steigung	Mutter- bzw. Bolzengewinde						Toleranzen				
									Flankendurchmesser			Kerndurchm.	Außendurchm.
			Außen-Ø	Flanken-Ø	Kern-Ø	Profilhöhe	Steigungswinkel	Rundung	Mutter	Bolzen A	Bolzen B	Mutter	Bolzen
1/16"	**28**	0,907	7,72	7,14	6,56	0,58	2,3	0,12	+0,107	-0,107	-0,214	+0,282	-0,214
1/8"	**28**	0,907	9,73	9,15	8,57	0,58	1,8	0,12	+0,107	-0,107	-0,214	+0,282	-0,214
1/4"	**19**	1,337	13,16	12,30	11,45	0,86	2,0	0,18	+0,125	-0,125	-0,250	+0,445	-0,250
3/8"	**19**	1,337	16,66	15,81	14,95	0,86	1,5	0,18	+0,125	-0,125	-0,250	+0,445	-0,250
1/2"	**14**	1,814	20,96	19,79	18,63	1,16	1,7	0,25	+0,142	-0,142	-0,284	+0,541	-0,284
5/8"	**14**	1,814	22,91	21,75	20,59	1,16	1,5	0,25	+0,142	-0,142	-0,284	+0,541	-0,284
3/4"	**14**	1,814	26,44	25,28	24,12	1,16	1,3	0,25	+0,142	-0,142	-0,284	+0,541	-0,284
7/8"	**14**	1,814	30,20	29,04	27,88	1,16	1,1	0,25	+0,142	-0,142	-0,284	+0,541	-0,284
1"	**11**	2,309	33,25	31,77	30,29	1,48	1,3	0,32	+0,180	-0,180	-0,360	+0,640	-0,360
1 1/8"	**11**	2,309	37,90	36,42	34,94	1,48	1,2	0,32	+0,180	-0,180	-0,360	+0,640	-0,360
1 1/4"	**11**	2,309	41,91	40,43	38,95	1,48	1,0	0,32	+0,180	-0,180	-0,360	+0,640	-0,360
1 1/2"	**11**	2,309	47,80	46,32	44,85	1,48	0,9	0,32	+0,180	-0,180	-0,360	+0,640	-0,360
1 3/4"	**11**	2,309	53,75	52,27	50,79	1,48	0,8	0,32	+0,180	-0,180	-0,360	+0,640	-0,360
2"	**11**	2,309	59,61	58,41	56,66	1,48	0,7	0,32	+0,180	-0,180	-0,360	+0,640	-0,360
2 1/4"	**11**	2,309	65,71	64,23	62,75	1,48	0,7	0,32	+0,217	-0,217	-0,434	+0,640	-0,434
2 1/2"	**11**	2,309	75,18	73,71	72,23	1,48	0,6	0,32	+0,217	-0,217	-0,434	+0,640	-0,434
2 3/4"	**11**	2,309	81,53	80,06	78,58	1,48	0,5	0,32	+0,217	-0,217	-0,434	+0,640	-0,434
3"	**11**	2,309	87,88	86,41	84,93	1,48	0,5	0,32	+0,217	-0,217	-0,434	+0,640	-0,434
3 1/2"	**11**	2,309	100,33	98,85	97,37	1,48	0,4	0,32	+0,217	-0,217	-0,434	+0,640	-0,434
4"	**11**	2,309	113,03	111,55	110,07	1,48	0,4	0,32	+0,217	-0,217	-0,434	+0,640	-0,434
4 1/2"	**11**	2,309	125,73	124,25	122,77	1,48	0,3	0,32	+0,217	-0,217	-0,434	+0,640	-0,434
5"	**11**	2,309	138,43	136,95	135,37	1,48	0,3	0,32	+0,217	-0,217	-0,434	+0,640	-0,434
5 1/2"	**11**	2,309	151,13	149,65	148,17	1,48	0,3	0,32	+0,217	-0,217	-0,434	+0,640	-0,434
6"	**11**	2,309	163,83	162,35	160,87	1,48	0,3	0,32	+0,217	-0,217	-0,434	+0,640	-0,434

ISO Trapezgewinde (Tr)

(metrische Werte)

		Muttergewinde 7H						Bolzengewinde 7e								
Nenndurchmesser	Steigung	Außen-Ø min.	Flanken-Ø min.	Flanken-Ø max.	Kern-Ø min.	Kern-Ø max.	Profilhöhe	Außen-Ø max.	Außen-Ø min.	Flanken-Ø max.	Flanken-Ø min.	Kern-Ø max.	Kern-Ø min.	Profilhöhe	Neigungswinkel der Unterlegplatte	Spiel
8	**1,5**	8,300	7,250	7,474	6,500	6,690	0,900	8,000	7,850	7,183	7,013	6,200	5,921	0,900	3,776	0,2
9	**1,5**	9,300	8,250	8,474	7,500	7,690	0,900	9,000	8,850	8,183	8,013	7,200	6,921	0,900	3,318	0,2
9	**2**	9,500	8,000	8,250	7,000	7,236	1,250	9,000	8,820	7,929	7,739	6,500	6,191	1,250	4,562	0,3
10	**1,5**	10,300	9,250	9,474	8,500	8,690	0,900	10,000	9,850	9,183	9,013	8,200	7,921	0,900	2,959	0,2
10	**2**	10,500	9,000	9,250	8,000	8,236	1,250	10,000	9,820	8,929	8,739	7,500	7,191	1,250	4,055	0,3
11	**2**	11,500	10,000	10,250	9,000	9,236	1,250	11,000	10,820	9,929	9,739	8,500	8,191	1,250	3,649	0,3
11	**3**	11,500	9,500	9,780	8,000	8,315	1,750	11,000	10,764	9,415	9,203	7,500	7,150	1,750	5,762	0,3
12	**2**	12,500	11,000	11,265	10,000	10,236	1,250	12,000	11,820	10,929	10,729	9,500	9,179	1,250	3,316	0,3
12	**3**	12,500	10,500	10,800	9,000	9,315	1,750	12,000	11,764	10,415	10,191	8,500	8,135	1,750	5,212	0,3
14	**2**	14,500	13,000	13,265	12,000	12,236	1,250	14,000	13,820	12,929	12,729	11,500	11,179	1,250	2,806	0,3
14	**3**	14,500	12,500	12,800	11,000	11,315	1,750	14,000	13,764	12,415	12,191	10,500	10,135	1,750	4,378	0,3
16	**2**	16,500	15,000	15,265	14,000	14,236	1,250	16,000	15,820	14,929	14,729	13,500	13,179	1,250	2,432	0,3
16	**4**	16,500	14,000	14,355	12,000	12,375	2,250	16,000	15,700	13,905	13,640	11,500	11,074	2,250	5,210	0,3
18	**2**	18,500	17,000	17,265	16,000	16,236	1,250	18,000	17,820	16,929	16,729	15,500	15,179	1,250	2,146	0,3
18	**4**	18,500	16,000	16,355	14,000	14,375	2,250	18,000	17,700	15,905	15,640	13,500	13,074	2,250	4,559	0,3
20	**2**	20,500	19,000	19,265	18,000	18,236	1,250	20,000	19,820	18,929	18,729	17,500	17,179	1,250	1,920	0,3
20	**4**	20,500	18,000	18,355	16,000	16,375	2,250	20,000	19,700	17,905	17,640	15,500	15,074	2,250	4,053	0,3
22	**3**	22,500	20,500	20,835	19,000	19,315	1,750	22,000	21,764	20,415	20,191	18,500	18,135	1,750	2,667	0,3
22	**5**	22,500	19,500	19,875	17,000	17,450	2,750	22,000	21,665	19,394	19,114	16,500	16,044	2,750	4,677	0,3
22	**8**	23,000	18,000	18,475	14,000	14,630	4,500	22,000	21,550	17,868	17,513	13,000	12,424	4,500	8,103	0,5
24	**3**	24,500	22,500	22,835	21,000	21,315	1,750	24,000	23,764	22,415	22,165	20,500	20,103	1,750	2,432	0,3
24	**5**	24,500	21,500	21,900	19,000	19,450	2,750	24,000	23,665	21,394	21,094	18,500	18,019	2,750	4,241	0,3
24	**8**	25,000	20,000	20,500	16,000	16,630	4,500	24,000	23,550	19,868	19,493	15,000	14,399	4,500	7,292	0,5
26	**3**	26,500	24,500	24,835	23,000	23,315	1,750	26,000	25,764	24,415	24,165	22,500	22,103	1,750	2,233	0,3
26	**5**	26,500	23,500	23,900	21,000	21,450	2,750	26,000	25,665	23,394	23,094	20,500	20,019	2,750	3,880	0,3
26	**8**	27,000	22,000	22,500	18,000	18,630	4,500	26,000	25,550	21,868	21,493	17,000	16,399	4,500	6,630	0,5
28	**3**	28,500	26,500	26,835	25,000	25,315	1,750	28,000	27,764	26,415	26,165	24,500	24,103	1,750	2,065	0,3
28	**5**	28,500	25,500	25,900	23,000	23,450	2,750	28,000	27,665	25,394	25,094	22,500	22,019	2,750	3,576	0,3
28	**8**	29,000	24,000	24,500	20,000	20,630	4,500	28,000	27,550	23,868	23,493	19,000	18,399	4,500	6,078	0,5
30	**3**	30,500	28,500	28,835	27,000	27,315	1,750	30,000	29,764	28,415	28,165	26,500	26,103	1,750	1,920	0,3
30	**6**	31,000	27,000	27,450	24,000	24,500	3,500	30,000	29,625	26,882	26,547	23,000	22,463	3,500	4,052	0,5
30	**10**	31,000	25,000	25,530	20,000	20,710	5,500	30,000	29,470	24,850	24,450	19,000	18,350	5,500	7,294	0,5
32	**3**	32,500	30,500	30,835	29,000	29,315	1,750	32,000	31,764	30,415	30,165	28,500	28,103	1,750	1,794	0,3
32	**6**	33,000	29,000	29,450	26,000	26,500	3,500	32,000	31,625	28,882	28,547	25,000	24,463	3,500	3,773	0,5
32	**10**	33,000	27,000	27,530	22,000	22,710	5,500	32,000	31,470	26,850	26,450	21,000	20,350	5,500	6,754	0,5
34	**3**	34,500	32,500	32,835	31,000	31,315	1,750	34,000	33,764	32,415	32,165	30,500	30,103	1,750	1,683	0,3
34	**6**	35,000	31,000	31,450	28,000	28,500	3,500	34,000	33,625	30,882	30,547	27,000	26,463	3,500	3,530	0,5
34	**10**	35,000	29,000	29,530	24,000	24,710	5,500	34,000	33,470	28,850	28,450	23,000	22,350	5,500	6,289	0,5
36	**3**	36,500	34,500	34,835	33,000	33,315	1,750	36,000	35,764	34,415	34,165	32,500	32,103	1,750	1,586	0,3
36	**6**	37,000	33,000	33,450	30,000	30,500	3,500	36,000	35,625	32,882	32,547	29,000	28,463	3,500	3,316	0,5
36	**10**	37,000	31,000	31,530	26,000	26,710	5,500	36,000	35,470	30,850	30,450	25,000	24,350	5,500	5,883	0,5
38	**3**	38,500	36,500	36,835	35,000	35,315	1,750	38,000	37,764	36,415	36,165	34,500	34,103	1,750	1,499	0,3
38	**7**	39,000	34,500	34,975	31,000	31,560	4,000	38,000	37,575	34,375	34,020	30,000	29,431	4,000	3,700	0,5
38	**10**	39,000	33,000	33,530	28,000	28,710	5,500	38,000	37,470	32,850	32,450	27,000	26,350	5,500	5,527	0,5
40	**3**	40,500	38,500	38,835	37,000	37,315	1,750	40,000	39,764	38,415	38,165	36,500	36,103	1,750	1,421	0,3
40	**7**	41,000	36,500	36,975	33,000	33,560	4,000	40,000	39,575	36,375	36,020	32,000	31,431	4,000	3,497	0,5
40	**10**	41,000	35,000	35,530	30,000	30,710	5,500	40,000	39,470	34,850	34,450	29,000	28,350	5,500	5,211	0,5
42	**3**	42,500	40,500	40,835	39,000	39,315	1,750	42,000	41,764	40,415	40,165	38,500	38,103	1,750	1,351	0,3

ISO Trapezgewinde (Tr)

(metrische Werte)

		Muttergewinde 7H						Bolzengewinde 7e								
Nenndurchmesser	Steigung	Außen-Ø min.	Flanken-Ø min.	Flanken-Ø max.	Kern-Ø min.	Kern-Ø max.	Profilhöhe	Außen-Ø max.	Außen-Ø min.	Flanken-Ø max.	Flanken-Ø min.	Kern-Ø max.	Kern-Ø min.	Profilhöhe	Neigungswinkel der Unterlegplatte	Spiel
42	**7**	43,000	38,500	38,975	35,000	35,560	4,000	42,000	41,575	38,375	38,020	34,000	33,431	4,000	3,316	0,5
42	**10**	43,000	37,000	37,530	32,000	32,710	5,500	42,000	41,470	36,850	36,450	31,000	30,350	5,500	4,929	0,5
44	**3**	44,500	42,500	42,835	41,000	41,315	1,750	44,000	43,764	42,415	42,165	40,500	40,103	1,750	1,287	0,3
44	7	45,000	40,500	40,975	37,000	37,560	4,000	44,000	43,575	40,375	40,020	36,000	35,431	4,000	3,152	0,5
44	**12**	45,000	38,000	38,560	32,000	32,800	6,500	44,000	43,400	37,830	37,405	31,000	30,309	6,500	5,760	0,5
46	**3**	46,500	44,500	44,855	43,000	43,315	1,750	46,000	45,764	44,415	44,150	42,500	42,084	1,750	1,229	0,3
46	**8**	47,000	42,000	42,530	38,000	38,630	4,500	46,000	45,550	41,868	41,468	37,000	36,368	4,500	3,474	0,5
46	**12**	47,000	40,000	40,630	34,000	34,800	6,500	46,000	45,400	39,830	39,355	33,000	32,246	6,500	5,471	0,5
48	**3**	48,500	46,500	46,855	45,000	45,315	1,750	48,000	47,764	46,415	46,150	44,500	44,084	1,750	1,177	0,3
48	8	49,000	44,000	44,530	40,000	40,630	4,500	48,000	47,550	43,868	43,468	39,000	38,368	4,500	3,316	0,5
48	**12**	49,000	42,000	42,630	36,000	36,800	6,500	48,000	47,400	41,830	41,355	35,000	34,246	6,500	5,210	0,5
50	**3**	50,500	48,500	48,855	47,000	47,315	1,750	50,000	49,764	48,415	48,150	46,500	46,084	1,750	1,128	0,3
50	**8**	51,000	46,000	46,530	42,000	42,630	4,500	50,000	49,550	45,868	45,468	41,000	40,368	4,500	3,172	0,5
50	**12**	51,000	44,000	44,630	38,000	38,800	6,500	50,000	49,400	43,830	43,355	37,000	36,246	6,500	4,974	0,5
52	**3**	52,500	50,500	50,855	49,000	49,315	1,750	52,000	51,764	50,415	50,150	48,500	48,084	1,750	1,083	0,3
52	8	53,000	48,000	48,530	44,000	44,630	4,500	52,000	51,550	47,868	47,468	43,000	42,368	4,500	3,039	0,5
52	**12**	53,000	46,000	46,630	40,000	40,800	6,500	52,000	51,400	45,830	45,355	39,000	38,246	6,500	4,757	0,5
55	**3**	55,500	53,500	53,855	52,000	52,315	1,750	55,000	54,764	53,415	53,150	51,500	51,084	1,750	1,023	0,3
55	**9**	56,000	50,500	51,060	46,000	46,670	5,000	55,000	54,500	50,360	49,935	45,000	44,329	5,000	3,250	0,5
55	**14**	57,000	48,000	48,670	41,000	41,900	8,000	55,000	54,330	47,820	47,320	39,000	38,195	8,000	5,318	1,0
60	**3**	60,500	58,500	58,855	57,000	57,315	1,750	60,000	59,764	58,415	58,150	56,500	56,084	1,750	0,935	0,3
60	9	61,000	55,500	56,060	51,000	51,670	5,000	60,000	59,500	55,360	54,935	50,000	49,329	5,000	2,957	0,5
60	**14**	62,000	53,000	53,670	46,000	46,900	8,000	60,000	59,330	52,820	52,320	44,000	43,195	8,000	4,817	1,0
65	**4**	65,500	63,000	63,400	61,000	61,375	2,250	65,000	64,700	62,905	62,605	60,500	60,030	2,250	1,158	0,3
65	**10**	66,000	60,000	60,560	55,000	55,710	5,500	65,000	64,470	59,850	59,425	54,000	53,319	5,500	3,040	0,5
65	**16**	67,000	57,000	57,710	49,000	50,000	9,000	65,000	64,290	56,810	56,280	47,000	46,147	9,000	5,118	1,0
70	**4**	70,500	68,000	68,400	66,000	66,375	2,250	70,000	69,700	67,905	67,605	65,500	65,030	2,250	1,073	0,3
70	10	71,000	65,000	65,560	60,000	60,710	5,500	70,000	69,470	64,850	64,425	59,000	58,319	5,500	2,806	0,5
70	**16**	72,000	62,000	62,710	54,000	55,000	9,000	70,000	69,290	61,810	61,280	52,000	51,147	9,000	4,706	1,0
75	**4**	75,500	73,000	73,400	71,000	71,375	2,250	75,000	74,700	72,905	72,605	70,500	70,030	2,250	0,999	0,3
75	**10**	76,000	70,000	70,560	65,000	65,710	5,500	75,000	74,470	69,850	69,425	64,000	63,319	5,500	2,605	0,5
75	**16**	77,000	67,000	67,710	59,000	60,000	9,000	75,000	74,290	66,810	66,280	57,000	56,147	9,000	4,355	1,0
80	**4**	80,500	78,000	78,400	76,000	76,375	2,250	80,000	79,700	77,905	77,605	75,500	75,030	2,250	0,935	0,3
80	10	81,000	75,000	75,560	70,000	70,710	5,500	80,000	79,470	74,850	74,425	69,000	68,319	5,500	2,432	0,5
80	**16**	82,000	72,000	72,710	64,000	65,000	9,000	80,000	79,290	71,810	71,280	62,000	61,147	9,000	4,052	1,0
85	**4**	85,500	83,000	83,400	81,000	81,375	2,250	85,000	84,700	82,905	82,605	80,500	80,030	2,250	0,879	0,3
85	**12**	86,000	79,000	79,630	73,000	73,800	6,500	85,000	84,400	78,830	78,355	72,000	71,246	6,500	2,770	0,5
85	**18**	87,000	76,000	76,750	67,000	68,120	10,000	85,000	84,200	75,800	75,240	65,000	64,100	10,000	4,319	1,0
90	**4**	90,500	88,000	88,400	86,000	86,375	2,250	90,000	89,700	87,905	87,605	85,500	85,030	2,250	0,829	0,3
90	**12**	91,000	84,000	84,630	78,000	78,800	6,500	90,000	89,400	83,830	83,355	77,000	76,246	6,500	2,605	0,5
90	**18**	92,000	81,000	81,750	72,000	73,120	10,000	90,000	89,200	80,800	80,240	70,000	69,100	10,000	4,052	1,0
95	**4**	95,500	93,000	93,425	91,000	91,375	2,250	95,000	94,700	92,905	92,590	90,500	90,011	2,250	0,784	0,3
95	**12**	96,000	89,000	89,670	83,000	83,800	6,500	95,000	94,400	88,830	88,330	82,000	81,215	6,500	2,459	0,5
95	**18**	97,000	86,000	86,800	77,000	78,120	10,000	95,000	94,200	85,800	85,200	75,000	74,050	10,000	3,817	1,0
100	**4**	100,500	98,000	98,425	96,000	96,375	2,250	100,000	99,700	97,905	97,590	95,500	95,011	2,250	0,744	0,3
100	**12**	101,000	94,000	94,670	88,000	88,800	6,500	100,000	99,400	93,830	93,330	87,000	86,215	6,500	2,328	0,5
100	**20**	102,000	90,000	90,800	80,000	81,180	11,000	100,000	99,150	89,788	89,188	78,000	77,038	11,000	4,052	1,0
105	**4**	105,500	103,000	103,425	101,000	101,375	2,250	105,000	104,700	102,905	102,590	100,500	100,011	2,250	0,708	0,3

ISO Trapezgewinde (Tr)

(metrische Werte)

		Muttergewinde 7H						Bolzengewinde 7e								
Nenndurchmesser	Steigung	Außen-Ø min.	Flanken-Ø min.	Flanken-Ø max.	Kern-Ø min.	Kern-Ø max.	Profilhöhe	Außen-Ø max.	Außen-Ø min.	Flanken-Ø max.	Flanken-Ø min.	Kern-Ø max.	Kern-Ø min.	Profilhöhe	Neigungswinkel der Unterlegplatte	Spiel
105	**12**	106,000	99,000	99,670	93,000	93,800	6,500	105,000	104,400	98,830	98,330	92,000	91,215	6,500	2,211	0,5
105	**20**	107,000	95,000	95,800	85,000	86,180	11,000	105,000	104,150	94,788	94,188	83,000	82,038	11,000	3,839	1,0
110	**4**	110,500	108,000	108,425	106,000	106,375	2,250	110,000	109,700	107,905	107,590	105,500	105,011	2,250	0,675	0,3
110	**12**	111,000	104,000	104,670	98,000	98,800	6,500	110,000	109,400	103,830	103,330	97,000	96,215	6,500	2,104	0,5
110	**20**	112,000	100,000	100,800	90,000	91,180	11,000	110,000	109,150	99,788	99,188	88,000	87,038	11,000	3,647	1,0
115	**6**	116,000	112,000	112,500	109,000	109,500	3,500	115,000	114,625	111,882	111,507	108,000	107,413	3,500	0,977	0,5
115	**14**	117,000	108,000	108,710	101,000	101,900	8,000	115,000	114,330	107,820	107,290	99,000	98,157	8,000	2,364	1,0
115	**22**	117,000	104,000	104,850	93,000	94,250	12,000	115,000	114,100	103,776	103,146	91,000	89,989	12,000	3,857	1,0
120	**6**	121,000	117,000	117,500	114,000	114,500	3,500	120,000	119,625	116,882	116,507	113,000	112,413	3,500	0,935	0,5
120	**14**	122,000	113,000	113,710	106,000	106,900	8,000	120,000	119,330	112,820	112,290	104,000	103,157	8,000	2,259	1,0
120	**22**	122,000	109,000	109,850	98,000	99,250	12,000	120,000	119,100	108,776	108,146	96,000	94,989	12,000	3,681	1,0
125	**6**	126,000	122,000	122,500	119,000	119,500	3,500	125,000	124,625	121,882	121,507	118,000	117,413	3,500	0,897	0,5
125	**14**	127,000	118,000	118,710	111,000	111,900	8,000	125,000	124,330	117,820	117,290	109,000	108,157	8,000	2,164	1,0
125	**22**	127,000	114,000	114,850	103,000	104,250	12,000	125,000	124,100	113,776	113,146	101,000	99,989	12,000	3,519	1,0
130	**6**	131,000	127,000	127,500	124,000	124,500	3,500	130,000	129,625	126,882	126,507	123,000	122,413	3,500	0,862	0,5
130	**14**	132,000	123,000	123,710	116,000	116,900	8,000	130,000	129,330	122,820	122,290	114,000	113,157	8,000	2,076	1,0
130	**22**	132,000	119,000	119,850	108,000	109,250	12,000	130,000	129,100	118,776	118,146	106,000	104,989	12,000	3,371	1,0
135	**6**	136,000	132,000	132,500	129,000	129,500	3,500	135,000	134,625	131,882	131,507	128,000	127,413	3,500	0,829	0,5
135	**14**	137,000	128,000	128,710	121,000	121,900	8,000	135,000	134,330	127,820	127,290	119,000	118,157	8,000	1,995	1,0
135	**24**	137,000	123,000	123,900	111,000	112,320	13,000	135,000	134,050	122,764	122,094	109,000	107,926	13,000	3,558	1,0
140	**6**	141,000	137,000	137,500	134,000	134,500	3,500	140,000	139,625	136,882	136,507	133,000	132,413	3,500	0,799	0,5
140	**14**	142,000	133,000	133,710	126,000	126,900	8,000	140,000	139,330	132,820	132,290	124,000	123,157	8,000	1,920	1,0
140	**24**	142,000	128,000	128,900	116,000	117,320	13,000	140,000	139,050	127,764	127,094	114,000	112,926	13,000	3,419	1,0
145	**6**	146,000	142,000	142,500	139,000	139,500	3,500	145,000	144,625	141,882	141,507	138,000	137,413	3,500	0,771	0,5
145	**14**	147,000	138,000	138,710	131,000	131,900	8,000	145,000	144,330	137,820	137,290	129,000	128,157	8,000	1,850	1,0
145	**24**	147,000	133,000	133,900	121,000	122,320	13,000	145,000	144,050	132,764	132,094	119,000	117,926	13,000	3,291	1,0
150	**6**	151,000	147,000	147,500	144,000	144,500	3,500	150,000	149,625	146,882	146,507	143,000	142,413	3,500	0,744	0,5
150	**16**	152,000	142,000	142,750	134,000	135,000	9,000	150,000	149,290	141,810	141,250	132,000	131,110	9,000	2,055	1,0
150	**24**	152,000	138,000	138,900	126,000	127,320	13,000	150,000	149,050	137,764	137,094	124,000	122,926	13,000	3,172	1,0
155	**6**	156,000	152,000	152,500	149,000	149,500	3,500	155,000	154,625	151,882	151,507	148,000	147,413	3,500	0,720	0,5
155	**16**	157,000	147,000	147,750	139,000	140,000	9,000	155,000	154,290	146,810	146,250	137,000	136,110	9,000	1,985	1,0
155	**24**	157,000	143,000	143,900	131,000	132,320	13,000	155,000	154,050	142,764	142,094	129,000	127,926	13,000	3,061	1,0
160	**6**	161,000	157,000	157,500	154,000	154,500	3,500	160,000	159,625	156,882	156,507	153,000	152,413	3,500	0,697	0,5
160	**16**	162,000	152,000	152,750	144,000	145,000	9,000	160,000	159,290	151,810	151,250	142,000	141,110	9,000	1,920	1,0
160	**28**	162,000	146,000	146,950	132,000	133,500	15,000	160,000	158,940	145,750	145,040	130,000	128,862	15,000	3,497	1,0
165	**6**	166,000	162,000	162,500	159,000	159,500	3,500	165,000	164,625	161,882	161,507	158,000	157,413	3,500	0,675	0,5
165	**16**	167,000	157,000	157,750	149,000	150,000	9,000	165,000	164,290	156,810	156,250	147,000	146,110	9,000	1,859	1,0
165	**28**	167,000	151,000	151,950	137,000	138,500	15,000	165,000	163,940	150,750	150,040	135,000	133,862	15,000	3,382	1,0
170	**6**	171,000	167,000	167,500	164,000	164,500	3,500	170,000	169,625	166,882	166,507	163,000	162,413	3,500	0,655	0,5
170	**16**	172,000	162,000	162,750	154,000	155,000	9,000	170,000	169,290	161,810	161,250	152,000	151,110	9,000	1,801	1,0
170	**28**	172,000	156,000	156,950	142,000	143,500	15,000	170,000	168,940	155,750	155,040	140,000	138,862	15,000	3,273	1,0
175	**8**	176,000	171,000	171,560	167,000	167,630	4,500	175,000	174,550	170,868	170,443	166,000	165,337	4,500	0,853	0,5
175	**16**	177,000	167,000	167,750	159,000	160,000	9,000	175,000	174,290	166,810	166,250	157,000	156,110	9,000	1,747	1,0
175	**28**	177,000	161,000	161,950	147,000	148,500	15,000	175,000	173,940	160,750	160,040	145,000	143,862	15,000	3,172	1,0
180	**8**	181,000	176,000	176,560	172,000	172,630	4,500	180,000	179,550	175,868	175,443	171,000	170,337	4,500	0,829	0,5
180	**18**	182,000	171,000	171,800	162,000	163,120	10,000	180,000	179,200	170,800	170,200	160,000	159,050	10,000	1,920	1,0
180	**28**	182,000	166,000	166,950	152,000	153,500	15,000	180,000	178,940	165,750	165,040	150,000	148,862	15,000	3,076	1,0
185	**8**	186,000	181,000	181,600	177,000	177,630	4,500	185,000	184,550	180,868	180,418	176,000	175,305	4,500	0,806	0,5

ISO Trapezgewinde (Tr)

(metrische Werte)

		Muttergewinde 7H						Bolzengewinde 7e								
Nenndurchmesser	Steigung	Außen-Ø min.	Flanken-Ø min.	Flanken-Ø max.	Kern-Ø min.	Kern-Ø max.	Profilhöhe	Außen-Ø max.	Außen-Ø min.	Flanken-Ø max.	Flanken-Ø min.	Kern-Ø max.	Kern-Ø min.	Profilhöhe	Neigungswinkel der Unterlegplatte	Spiel
185	**18**	187,000	176,000	176,850	167,000	168,120	10,000	185,000	184,200	175,800	175,170	165,000	164,013	10,000	1,865	1,0
185	**32**	187,000	169,000	170,060	153,000	154,600	17,000	185,000	183,880	168,735	167,935	151,000	149,735	17,000	3,453	1,0
190	**8**	191,000	186,000	186,600	182,000	182,630	4,500	190,000	189,550	185,868	185,418	181,000	180,305	4,500	0,784	0,5
190	18	192,000	181,000	181,850	172,000	173,120	10,000	190,000	189,200	180,800	180,170	170,000	169,013	10,000	1,814	1,0
190	32	192,000	174,000	175,060	158,000	159,600	17,000	190,000	188,880	173,735	172,935	156,000	154,735	17,000	3,354	1,0
195	**8**	196,000	191,000	191,600	187,000	187,630	4,500	195,000	194,550	190,868	190,418	186,000	185,305	4,500	0,764	0,5
195	**18**	197,000	186,000	186,850	177,000	178,120	10,000	195,000	194,200	185,800	185,170	175,000	174,013	10,000	1,765	1,0
195	**32**	197,000	179,000	180,060	163,000	164,600	17,000	195,000	193,880	178,735	177,935	161,000	159,735	17,000	3,260	1,0
200	**8**	201,000	196,000	196,600	192,000	192,630	4,500	200,000	199,550	195,868	195,418	191,000	190,305	4,500	0,744	0,5
200	18	202,000	191,000	191,850	182,000	183,120	10,000	200,000	199,200	190,800	190,170	180,000	179,013	10,000	1,719	1,0
200	32	202,000	184,000	185,060	168,000	169,600	17,000	200,000	198,880	183,735	182,935	166,000	164,735	17,000	3,172	1,0
210	**8**	211,000	206,000	206,600	202,000	202,630	4,500	210,000	209,550	205,868	205,418	201,000	200,305	4,500	0,708	0,5
210	**20**	212,000	200,000	200,900	190,000	191,180	11,000	210,000	209,150	199,788	199,118	188,000	186,950	11,000	1,824	1,0
210	**36**	212,000	192,000	193,120	174,000	175,800	19,000	210,000	208,750	191,720	190,870	172,000	170,657	19,000	3,419	1,0
220	**8**	221,000	216,000	216,600	212,000	212,630	4,500	220,000	219,550	215,868	215,418	211,000	210,305	4,500	0,675	0,5
220	20	222,000	210,000	210,900	200,000	201,180	11,000	220,000	219,150	209,788	209,118	198,000	196,950	11,000	1,737	1,0
220	36	222,000	202,000	203,120	184,000	185,800	19,000	220,000	218,750	201,720	200,870	182,000	180,657	19,000	3,250	1,0
230	**8**	231,000	226,000	226,600	222,000	222,630	4,500	230,000	229,550	225,868	225,418	221,000	220,305	4,500	0,646	0,5
230	**20**	232,000	220,000	220,900	210,000	211,180	11,000	230,000	229,150	219,788	219,118	208,000	206,950	11,000	1,658	1,0
230	**36**	232,000	212,000	213,120	194,000	195,800	19,000	230,000	228,750	211,720	210,870	192,000	190,657	19,000	3,097	1,0
240	**8**	241,000	236,000	236,600	232,000	232,630	4,500	240,000	239,550	235,868	235,418	231,000	230,305	4,500	0,618	0,5
240	22	242,000	229,000	229,900	218,000	219,250	12,000	240,000	239,100	228,776	228,106	216,000	214,938	12,000	1,752	1,0
240	36	242,000	222,000	223,120	204,000	205,800	19,000	240,000	238,750	221,720	220,870	202,000	200,657	19,000	2,957	1,0
250	12	251,000	244,000	244,710	238,000	238,800	6,500	250,000	249,400	243,830	243,300	237,000	236,177	6,500	0,897	0,5
250	**22**	252,000	239,000	239,900	228,000	229,250	12,000	250,000	249,100	238,776	238,106	226,000	224,938	12,000	1,679	1,0
250	**40**	252,000	230,000	231,120	210,000	211,900	21,000	250,000	248,680	229,700	228,850	208,000	206,637	21,000	3,172	1,0
260	**12**	261,000	254,000	254,710	248,000	248,800	6,500	260,000	259,400	253,830	253,300	247,000	246,177	6,500	0,862	0,5
260	22	262,000	249,000	249,900	238,000	239,250	12,000	260,000	259,100	248,776	248,106	236,000	234,938	12,000	1,611	1,0
260	40	262,000	240,000	241,120	220,000	221,900	21,000	260,000	258,680	239,700	238,850	218,000	216,637	21,000	3,040	1,0
270	12	271,000	264,000	264,710	258,000	258,800	6,500	270,000	269,400	263,830	263,300	257,000	256,177	6,500	0,829	0,5
270	**24**	272,000	258,000	258,950	246,000	247,320	13,000	270,000	269,050	257,764	257,054	244,000	242,876	13,000	1,696	1,0
270	**40**	272,000	250,000	251,120	230,000	231,900	21,000	270,000	268,680	249,700	248,850	228,000	226,637	21,000	2,918	1,0
280	**12**	281,000	274,000	274,710	268,000	268,800	6,500	280,000	279,400	273,830	273,300	267,000	266,177	6,500	0,799	0,5
280	24	282,000	268,000	268,950	256,000	257,320	13,000	280,000	279,050	267,764	267,054	254,000	252,876	13,000	1,633	1,0
280	40	282,000	260,000	261,120	240,000	241,900	21,000	280,000	278,680	259,700	258,850	238,000	236,637	21,000	2,806	1,0
290	12	291,000	284,000	284,710	278,000	278,800	6,500	290,000	289,400	283,830	283,300	277,000	276,177	6,500	0,771	0,5
290	**24**	292,000	278,000	278,950	266,000	267,320	13,000	290,000	289,050	277,764	277,054	264,000	262,876	13,000	1,574	1,0
290	**44**	292,000	268,000	269,250	246,000	248,000	23,000	290,000	288,600	267,685	266,785	244,000	242,560	23,000	2,994	1,0
300	**12**	301,000	294,000	294,710	288,000	288,800	6,500	300,000	299,400	293,830	293,300	287,000	286,177	6,500	0,744	0,5
300	24	302,000	288,000	288,950	276,000	277,320	13,000	300,000	299,050	287,764	287,054	274,000	272,876	13,000	1,520	1,0
300	44	302,000	278,000	279,250	256,000	258,000	23,000	300,000	298,600	277,685	276,785	254,000	252,560	23,000	2,886	1,0

Stahlpanzerrohr-Gewinde (Pg)

(metrische Werte)

Kurzzeichen	Gangzahl	Steigung	Muttergewinde Außen-Ø min.	Außen-Ø max.	Flanken-Ø min.	Flanken-Ø max.	Kern-Ø min.	Kern-Ø max.	Neigungswinkel der Unterlegplatte
Pg 7	**20**	1,270	12,500	12,650	11,890	12,040	11,280	11,430	1,9
Pg 9	**18**	1,410	15,200	15,350	14,530	14,680	13,860	14,010	1,8
Pg 11	**18**	1,410	18,600	18,750	17,930	18,080	17,260	17,410	1,4
Pg 13,5	**18**	1,410	20,400	20,550	19,730	19,880	19,060	19,210	1,3
Pg 16	**18**	1,410	22,500	22,650	21,830	21,980	21,160	21,310	1,2
Pg 21	**16**	1,588	28,300	28,550	27,540	27,790	26,780	27,030	1,0
Pg 29	**16**	1,588	37,000	37,250	36,240	36,490	35,480	35,730	0,8
Pg 36	**16**	1,588	47,000	47,250	46,240	46,490	45,480	45,730	0,6
Pg 42	**16**	1,588	54,000	54,250	53,240	53,490	52,480	52,730	0,5
Pg 48	**16**	1,588	59,300	59,550	58,540	58,790	57,780	58,030	0,5

Kurzzeichen	Gangzahl	Steigung	Bolzengewinde Außen-Ø max.	Außen-Ø min.	Flanken-Ø max.	Flanken-Ø min.	Kern-Ø max.	Kern-Ø min.	Neigungswinkel der Unterlegplatte
Pg 7	**20**	1,270	12,500	12,300	11,890	11,690	11,280	11,080	2,0
Pg 9	**18**	1,410	15,200	15,000	14,530	14,330	13,860	13,660	1,8
Pg 11	**18**	1,410	18,600	18,400	17,930	17,730	17,260	17,060	1,4
Pg 13,5	**18**	1,410	20,400	20,200	19,730	19,530	19,060	18,860	1,3
Pg 16	**18**	1,410	22,500	22,300	21,830	21,630	21,160	20,960	1,2
Pg 21	**16**	1,588	28,300	28,000	27,540	27,240	26,780	26,480	1,1
Pg 29	**16**	1,588	37,000	36,700	36,240	35,940	35,480	35,180	0,8
Pg 36	**16**	1,588	47,000	46,700	46,240	45,940	45,480	45,180	0,6
Pg 42	**16**	1,588	54,000	53,700	53,240	52,940	52,480	52,180	0,5
Pg 48	**16**	1,588	59,300	59,000	58,540	58,240	57,780	57,480	0,5

Regelgewinde UNC

(metrische Werte)

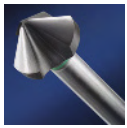
		Muttergewinde							Bolzengewinde							
Bezeichnung	Steigung	Toleranz	Außen-Ø min.	Flanken-Ø min.	Flanken-Ø max.	Kern-Ø min.	Kern-Ø max.	Profilhöhe	Toleranz	Außen-Ø max.	Außen-Ø min.	Flanken-Ø max.	Flanken-Ø min.	Kern-Ø	Profilhöhe	Neigungswinkel der Unterlegplatte
1-64 UNC oder	0,397	2B	1,855	1,598	1,663	1,425	1,582	0,215	2A	1,838	1,743	1,582	1,532	1,351	0,244	4,4
0.073-64 UNC	0,397	3B	1,855	1,598	1,645	1,425	1,582	0,215	3A	1,854	1,758	1,597	1,560	1,366	0,244	4,5
2-56 UNC oder	0,454	2B	2,185	1,890	1,960	1,695	1,871	0,246	2A	2,169	2,066	1,874	1,822	1,612	0,278	4,3
0.086-56 UNC	0,454	3B	2,185	1,890	1,943	1,695	1,871	0,246	3A	2,184	2,081	1,889	1,850	1,628	0,278	4,3
3-48 UNC oder	0,529	2B	2,515	2,172	2,247	1,941	2,146	0,286	2A	2,496	2,383	2,153	2,096	1,846	0,325	4,4
0.099-48 UNC	0,529	3B	2,515	2,172	2,227	1,941	2,146	0,286	3A	2,514	2,401	2,171	2,129	1,864	0,325	4,4
4-40 UNC oder	0,635	2B	2,845	2,434	2,517	2,157	2,385	0,344	2A	2,824	2,695	2,413	2,350	2,044	0,390	4,7
0.112-40 UNC	0,635	3B	2,845	2,434	2,494	2,157	2,385	0,344	3A	2,844	2,716	2,433	2,386	2,065	0,390	4,7
5-40 UNC oder	0,635	2B	3,175	2,764	2,847	2,487	2,697	0,344	2A	3,154	3,026	2,743	2,678	2,374	0,390	4,1
0.125-40 UNC	0,635	3B	3,175	2,764	2,827	2,487	2,697	0,344	3A	3,175	3,046	2,763	2,716	2,395	0,390	4,1
6-32 UNC oder	0,794	2B	3,506	2,990	3,083	2,642	2,895	0,430	2A	3,484	3,333	2,969	2,899	2,512	0,487	4,8
0.138-32 UNC	0,794	3B	3,506	2,990	3,058	2,642	2,895	0,430	3A	3,505	3,353	2,989	2,937	2,532	0,487	4,8
8-32 UNC oder	0,794	2B	4,166	3,650	3,746	3,302	3,530	0,430	2A	4,142	3,991	3,627	3,554	3,169	0,487	3,9
0.161-32 UNC	0,794	3B	4,166	3,650	3,721	3,302	3,528	0,430	3A	4,165	4,014	3,649	3,595	3,192	0,487	3,9
10-24 UNC oder	1,058	2B	4,826	4,138	4,246	3,683	3,962	0,573	2A	4,800	4,618	4,112	4,029	3,502	0,649	4,6
0.180-24 UNC	1,058	3B	4,826	4,138	4,218	3,683	3,949	0,573	3A	4,826	4,644	4,137	4,075	3,528	0,649	4,6
12-24 UNC oder	1,058	2B	5,487	4,799	4,909	4,344	4,597	0,573	2A	5,461	5,279	4,772	4,687	4,163	0,649	4,0
0.216-24 UNC	1,058	3B	5,487	4,799	4,881	4,344	4,589	0,573	3A	5,486	5,304	4,798	4,733	4,188	0,649	4,0
34-20 UNC oder	1,270	1B	6,350	5,525	5,709	4,979	5,257	0,687	1A	6,322	6,013	5,496	5,355	4,765	0,779	4,1
0.250-20 UNC	1,270	2B	6,350	5,525	5,648	4,979	5,257	0,687	2A	6,322	6,117	5,496	5,403	4,765	0,779	4,1
	1,270	3B	6,350	5,525	5,615	4,979	5,250	0,687	3A	6,350	6,145	5,524	5,454	4,792	0,779	4,2
5/16-18 UNC oder	1,411	1B	7,938	7,021	7,221	6,401	6,731	0,764	1A	7,907	7,575	6,990	6,836	6,174	0,866	3,6
0.3125-18 UNC	1,411	2B	7,938	7,021	7,155	6,401	6,731	0,764	2A	7,907	7,687	6,990	6,889	6,174	0,866	3,6
	1,411	3B	7,938	7,021	7,119	6,401	6,680	0,764	3A	7,937	7,717	7,020	6,945	6,205	0,866	3,6
3/8-16 UNC oder	1,588	1B	9,525	8,494	8,709	7,798	8,153	0,860	1A	9,491	9,132	8,460	8,296	7,543	0,974	3,4
0.375-16 UNC	1,588	2B	9,525	8,494	8,638	7,798	8,153	0,860	2A	9,491	9,254	8,460	8,349	7,543	0,974	3,4
	1,588	3B	9,525	8,494	8,602	7,798	8,082	0,860	3A	9,525	9,287	8,493	8,410	7,576	0,974	3,4
7/16-14 UNC oder	1,814	1B	11,113	9,934	10,167	9,144	9,550	0,982	1A	11,076	10,684	9,898	9,719	8,851	1,113	3,3
0.4375-14 UNC	1,814	2B	11,113	9,934	10,088	9,144	9,550	0,982	2A	11,076	10,816	9,898	9,779	8,851	1,113	3,3
	1,814	3B	11,113	9,934	10,050	9,144	9,441	0,982	3A	11,112	10,851	9,933	9,846	8,887	1,113	3,3
1/2-13 UNC oder	1,954	1B	12,700	11,430	11,676	10,592	11,023	1,058	1A	12,661	12,248	11,392	11,204	10,264	1,199	3,1
0.500-13	1,954	2B	12,700	11,430	11,595	10,592	11,023	1,058	2A	12,661	12,386	11,392	11,265	10,264	1,199	3,1
	1,954	3B	12,700	11,430	11,551	10,592	10,881	1,058	3A	12,700	12,424	11,430	11,336	10,302	1,199	3,1
9/16-12 UNC oder	2,117	1B	14,288	12,914	13,172	11,989	12,446	1,146	1A	14,246	13,810	12,873	12,675	11,650	1,299	3,0
0.5625-12 UNC	2,117	2B	14,288	12,914	13,086	11,989	12,446	1,146	2A	14,246	13,958	12,873	12,741	11,650	1,299	3,0
	2,117	3B	14,288	12,914	13,042	11,989	12,301	1,146	3A	14,287	13,998	12,913	12,814	11,691	1,299	3,0
5/8-11 UNC oder	2,309	1B	15,875	14,377	14,648	13,386	13,868	1,250	1A	15,834	15,373	14,335	14,125	13,002	1,416	2,9
0.625-11 UNC	2,309	2B	15,875	14,377	14,559	13,386	13,868	1,250	2A	15,834	15,528	14,335	14,197	13,002	1,416	2,9
	2,309	3B	15,875	14,377	14,513	13,386	13,693	1,250	3A	15,875	15,568	14,376	14,273	13,042	1,416	2,9
3/4-10 UNC oder	2,540	1B	19,050	17,399	17,691	16,307	16,840	1,375	1A	19,004	18,512	17,353	17,130	15,887	1,558	2,6
0.750-10 UNC	2,540	2B	19,050	17,399	17,594	16,307	16,840	1,375	2A	19,004	18,677	17,353	17,204	15,887	1,558	2,6
	2,540	3B	19,050	17,399	17,543	16,307	16,624	1,375	3A	19,050	18,273	17,399	17,288	15,933	1,558	2,7
7/8-9 UNC oder	2,822	1B	22,225	20,392	20,703	19,177	19,761	1,527	1A	22,176	21,649	20,342	20,102	18,714	1,731	2,5
0.875-9 UNC	2,822	2B	22,225	20,392	20,599	19,177	19,761	1,527	2A	22,176	21,824	20,342	20,183	18,714	1,731	2,5
	2,822	3B	22,225	20,392	20,546	19,177	19,509	1,527	3A	22,225	21,872	20,391	20,272	18,762	1,731	2,5

Regelgewinde UNC

(metrische Werte)

		Muttergewinde							Bolzengewinde							
Bezeichnung	Steigung	Toleranz	Außen-Ø min.	Flanken-Ø min.	Flanken-Ø max.	Kern-Ø min.	Kern-Ø max.	Profilhöhe	Toleranz	Außen-Ø max.	Außen-Ø min.	Flanken-Ø max.	Flanken-Ø min.	Kern-Ø	Profilhöhe	Neigungswinkel der Unterlegplatte
1-8 UNC oder	3,175	1B	25,400	23,338	23,672	21,971	22,606	1,719	1A	25,349	24,778	23,286	23,031	21,452	1,948	2,5
1.000-8 UNC	3,175	2B	25,400	23,338	23,561	21,971	22,606	1,719	2A	25,349	24,969	23,286	23,114	21,452	1,948	2,5
	3,175	3B	25,400	23,338	23,505	21,971	22,344	1,719	3A	25,400	25,019	23,337	23,208	21,503	1,948	2,5
1 1/8-7 UNC oder	3,629	1B	28,575	26,218	26,576	24,638	25,349	1,964	1A	28,519	27,895	26,162	25,886	24,066	2,226	2,5
1.125-7 UNC	3,629	2B	28,575	26,218	26,456	24,638	25,349	1,964	2A	28,519	28,103	26,162	25,980	24,066	2,226	2,5
	3,629	3B	28,575	26,218	26,398	24,638	25,082	1,964	3A	28,575	28,159	26,217	26,081	24,122	2,226	2,5
1 1/4-7 UNC oder	3,629	1B	31,750	29,393	29,758	27,813	28,524	1,964	1A	31,694	31,070	29,337	29,056	27,241	2,226	2,2
1.250-7 UNC	3,629	2B	31,750	29,393	29,636	27,813	28,524	1,964	2A	31,694	31,278	29,337	29,150	27,241	2,226	2,2
	3,629	3B	31,750	29,393	29,575	27,813	28,257	1,964	3A	31,750	31,334	29,392	29,254	27,297	2,226	2,2
1 3/8-6 UNC oder	4,233	1B	34,925	32,175	32,567	30,353	31,115	2,291	1A	34,864	34,171	32,113	31,809	29,669	2,597	2,4
1.375-6 UNC	4,233	2B	34,925	32,175	32,438	30,353	31,115	2,291	2A	34,864	34,402	32,113	31,911	29,669	2,597	2,4
	4,233	3B	34,925	32,175	32,372	30,353	30,850	2,291	3A	34,925	34,463	32,174	32,022	29,730	2,597	2,4
1 1/2-6 UNC oder	4,233	1B	38,100	35,350	35,750	33,528	34,290	2,291	1A	38,039	37,346	35,288	34,981	32,844	2,597	2,2
1.500-6 UNC	4,233	2B	38,100	35,350	35,615	33,528	34,290	2,291	2A	38,039	37,577	35,288	35,083	32,844	2,597	2,2
	4,233	3B	38,100	35,350	35,549	33,528	34,025	2,291	3A	38,100	37,638	35,349	35,195	32,905	2,597	2,2
1 3/4-5 UNC oder	5,080	1B	44,450	41,151	41,592	38,964	39,827	2,750	1A	44,381	43,600	41,081	40,742	38,148	3,116	2,2
1.750-5 UNC	5,080	2B	44,450	41,151	41,445	38,964	39,827	2,750	2A	44,381	43,861	41,081	40,856	38,148	3,116	2,2
	5,080	3B	44,450	41,151	41,371	38,964	39,560	2,750	3A	44,450	43,930	41,150	40,981	38,216	3,116	2,2
2-4 1/2 UNC oder	5,644	1B	50,800	47,135	47,607	44,679	45,593	3,055	1A	50,726	49,889	47,061	46,698	43,802	3,462	2,2
2.000-4.5 UNC	5,644	2B	50,800	47,135	47,449	44,679	45,593	3,055	2A	50,726	50,168	47,061	46,820	43,802	3,462	2,2
	5,644	3B	50,800	47,135	47,371	44,679	45,366	3,055	3A	50,800	50,242	47,134	46,955	43,875	3,462	2,2
2 1/4-4 1/2 UNC	5,644	1B	57,150	53,485	53,967	51,029	51,943	3,055	1A	57,076	56,239	53,411	53,041	50,152	3,462	1,9
2.250-4.5 UNC	5,644	2B	57,150	53,485	53,804	51,029	51,943	3,055	2A	57,076	56,518	53,411	53,165	50,152	3,462	1,9
	5,644	3B	57,150	53,485	53,726	51,029	51,716	3,055	3A	57,150	56,592	53,484	53,300	50,225	3,462	1,9
2 1/2-4 UNC oder	6,350	1B	63,500	59,376	59,888	56,617	57,581	3,437	1A	63,421	62,515	59,296	58,903	55,631	3,895	1,9
2.500-4 UNC	6,350	2B	63,500	59,376	59,717	56,617	57,581	3,437	2A	63,421	62,817	59,296	59,033	55,631	3,895	1,9
	6,350	3B	63,500	59,376	59,631	56,617	57,388	3,437	3A	63,500	62,896	59,375	59,177	55,709	3,895	1,9
2 3/4-4 UNC oder	6,350	1B	69,850	65,726	66,248	62,967	63,931	3,437	1A	69,768	68,862	65,643	65,243	61,978	3,895	1,8
2.750-4 UNC	6,350	2B	69,850	65,726	66,073	62,967	63,931	3,437	2A	69,768	69,165	65,643	65,378	61,978	3,895	1,8
	6,350	3B	69,850	65,726	65,986	62,967	63,738	3,437	3A	69,850	69,246	65,725	65,525	62,059	3,895	1,8
3-4 UNC oder	6,350	1B	76,200	72,076	72,605	69,317	70,281	3,437	1A	76,188	75,212	71,993	71,585	68,328	3,895	1,6
3.000-4 UNC	6,350	2B	76,200	72,076	72,428	69,317	70,281	3,437	2A	76,118	75,515	71,993	71,722	68,328	3,895	1,6
	6,350	3B	76,200	72,076	72,339	69,317	70,088	3,437	3A	76,200	75,596	72,075	71,872	68,409	3,895	1,6
3 1/4-4 UNC oder	6,350	1B	82,550	78,426	78,963	75,667	76,631	3,437	1A	82,466	81,560	78,341	77,928	74,676	3,895	1,5
3.250-4 UNC	6,350	2B	82,550	78,426	78,783	75,667	76,631	3,437	2A	82,466	81,862	78,341	78,065	74,676	3,895	1,5
	6,350	3B	82,550	78,426	78,694	75,667	76,438	3,437	3A	82,550	81,946	78,425	78,217	74,759	3,895	1,5
3 1/2-4 UNC oder	6,350	1B	88,900	84,776	85,321	82,017	82,981	3,437	1A	88,816	87,910	84,691	84,270	81,026	3,895	1,4
3.500-4 UNC	6,350	2B	88,900	84,776	85,138	82,017	82,981	3,437	2A	88,816	88,212	84,691	84,412	81,026	3,895	1,4
	6,350	3B	88,900	84,776	85,049	82,017	82,788	3,437	3A	88,900	88,296	84,775	84,565	81,109	3,895	1,4
3 3/4-4 UNC oder	6,350	1B	95,250	91,126	91,678	88,367	89,331	3,437	1A	95,163	94,257	91,038	90,612	87,373	3,895	1,3
3.750-4 UNC	6,350	2B	95,250	91,126	91,493	88,367	89,331	3,437	2A	95,163	94,560	91,038	90,755	87,373	3,895	1,3
	6,350	3B	95,250	91,126	91,401	88,367	89,138	3,437	3A	95,250	94,646	91,125	90,912	87,459	3,895	1,3
4-4 UNC oder	6,350	1B	101,600	97,476	98,036	94,717	95,681	3,437	1A	101,513	100,607	97,388	96,957	93,723	3,895	1,2
4.000-4 UNC	6,350	2B	101,600	97,476	97,848	94,717	95,681	3,437	2A	101,513	100,910	97,388	97,102	93,723	3,895	1,2
	6,350	3B	101,600	97,476	97,756	94,717	95,488	3,437	3A	101,600	100,996	97,475	97,260	93,809	3,895	1,2

Inhalt



Tabellenverzeichnis – Einsatzrichtwerte Senken 388

1 **Einteilung der Senkwerkzeuge** **389**

2 **Spanungsgrößen beim Senken** **390**

3 **Kräfte, Drehmoment, Leistungsbedarf beim Senken** **391**

4 **Berechnung der Hauptzeit beim Senken** **392**

5 **Richtwerte für den Einsatz von Senkern** **393**

Tabellenverzeichnis – Einsatzrichtwerte Senken

Senker	Schneidstoff / Beschichtung	Tab.-Nr.	Seite
Kegelsenker 90°, 75° und 60°	HSS und HSS/E	5.1	394
	HSS (beschichtet TiAlN/TiN/TiCN)	5.2	396
	Vollhartmetall	5.3	398
GARANT Verstellbarer Wendeplatten-Frässenker	216620	5.4	400
KOMET Wendeplattensenker 90° KWS/F10	216600	5.5	402
KOMET Wendeplattensenker KWZ	216660	5.6	404
GARANT Rückwärtsfrässenker 180°	217180	5.7	406



1 Einteilung der Senkwerkzeuge

Entsprechend den unterschiedlichen Aufgaben des Senkens wie z.B.

- Bohrungen zu erweitern (**Aufsenken** mit Spiralsenker oder Aufstecksenker) oder
- bestimmte Formbohrungen mit kegligen bzw. ebenen Flächen (**Formsenken** mit Kegel- oder Flachsenker)

herzustellen, werden unterschiedliche Senkwerkzeuge verwendet.

Spiralsenker werden für das Erweitern von Bohrungen häufig genutzt. Sie haben im Gegensatz zum Spiralbohrer drei oder vier Schneiden und weniger tiefe Nuten. Die Spiralsenker führen sich deshalb besser in der Bohrung und arbeiten ruhiger. Sie können auf Vollmaß zur Endbearbeitung (Fertigbohrung) und auf Untermaß eingesetzt werden, wenn die Bohrung noch gerieben werden soll (vgl. Kapitel „Reiben“).

Aufstecksenker werden für größere Durchmesser verwendet.

Senkwerkzeuge zum Formsenken kommen in den Ausführungen mit Führungszapfen und ohne Führungszapfen vor. Die Führungszapfen können dabei auswechselbar sein, um z.B. dem Durchmesser einer Gewindebohrung angepasst werden zu können. Bei groben Toleranzen oder beim einfachen Entgraten von Bohrungen ist keine Führung erforderlich. Mit **Flachsenkern** werden Vertiefungen mit ebener Stirnfläche in die Bohrungen eingebracht, z.B. Kopf- und Halssenkungen für Zylinderschrauben, oder ebene Außenstirnflächen hergestellt.

Kegelsenker dienen zum Anfasen und Entgraten von Bohrungen, aber auch zum Einsenken für Senkkopfschrauben oder -nieten.

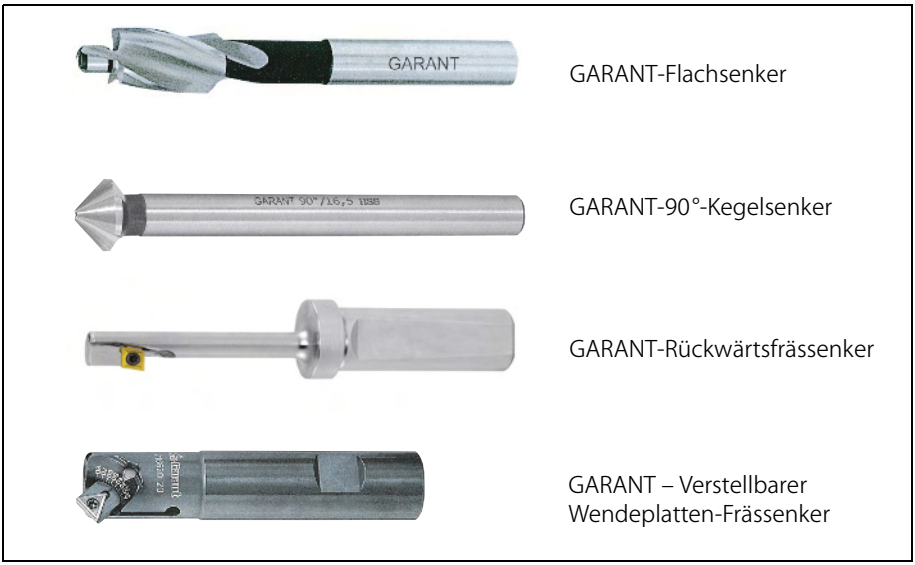


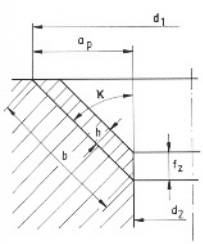
Bild 5.1 GARANT-Senkwerkzeuge

2 Spanungsgrößen beim Senken

Der Spanungsquerschnitt A bestimmt wesentlich die Zerspankraft (vgl. auch Kapitel „Grundlagen", Abschnitt 1.4). In *Bild 5.2* sind die Spanungsgrößen am Beispiel des Kegelsenkers dargestellt.

Die **Spanungsdicke *h*** und die **Spanungsbreite *b*** ist analog dem Aufbohren (vgl. Ausführungen in Kapitel „Bohren") abhängig:

- vom **Zahnvorschub f_z** (Anzahl der Schneiden ist bei Senkern oft größer zwei → Z = 3 ... 4),
- dem **Einstellwinkel κ** bzw.
- der **Schnitttiefe a_p**.



d_1 Außendurchmesser [mm]
d_2 Innendurchmesser [mm]
a_p Schnitttiefe [mm]
f_z Zahnvorschub [mm/Z]
k Einstellwinkel [°]
v_c Schnittgeschwindigkeit [m/min]
v_f Vorschubgeschwindigkeit [mm/min]
h Spanungsdicke [mm]
b Spanungsbreite [mm]

Bild 5.2 Spanungsgrößen beim Kegelsenken

Die Schnitttiefe a_p ist beim Kegelsenken anfangs klein und vergrößert sich dann bis zu seinem Maximum.

Es gilt:

$$a_{p\max} = \frac{1}{2}(d_{1\,\max} - d_2) \qquad \text{(vgl. } \textit{Bild 5.2}\text{)} \qquad \text{(Gl. 5.1)}$$

Entsprechend hat der Spanungsquerschnitt *A* am Ende der Bearbeitung sein Maximum.

Somit gilt für den **Spanungsquerschnitt *A***:

$$A = f_z \cdot a_p = b \cdot h \qquad \text{(Gl. 3.5)}$$

A Spanungsquerschnitt [mm^2]
f_z Zahnvorschub [mm/Z]
a_p Schnitttiefe [mm]
b Spanungsbreite [mm]
h Spanungsdicke [mm]

3 Kräfte, Drehmoment, Leistungsbedarf beim Senken

Da beim Senken im Prinzip die gleichen Verhältnisse wie beim Aufbohren vorliegen, kann zur Berechnung der Schnittkraft F_c die in Kapitel „Bohren", *Tabelle 3.1* dargestellte Gleichung benutzt werden. Als Verfahrensfaktor für das Senken f_{Se} wird ein Wert von $f_{Se} = 1{,}0$ angenommen.

Es gilt somit für die **Schnittkraft pro Schneide F_{cz}** beim Senken:

$$F_{cz} = \frac{(d_{1\,max} - d)}{2} \cdot f_z \cdot k_c \cdot f_{Se}$$

F_{cz} Schnittkraft pro Schneide [N]
mit $f_{Se} \approx 1{,}0$ (Gl. 5.2)
$d_{1\,max}$ maximaler Außendurchmesser [mm]

Das **Drehmoment M_d** ergibt sich nach *Bild 5.3* zu:

$$M_d = \frac{F_{cz} \cdot Z \cdot (D + d)}{4000}$$

M_d Drehmoment [Nm]
F_{cz} Schnittkraft pro Schneide [N]
Z Anzahl der Schneiden des Senkers (Gl. 5.3)
D Außendurchmesser [mm]
d Innendurchmesser [mm]

Die **Schnittleistung P_c** errechnet sich analog zum Aufbohren (*Tabelle 3.1*) nach den Gleichungen:

$$P_c = \frac{M_d \cdot n}{9554}$$

P_c Schnittleistung [kW]
n Drehzahl [min^{-1}] (Gl. 3.15)

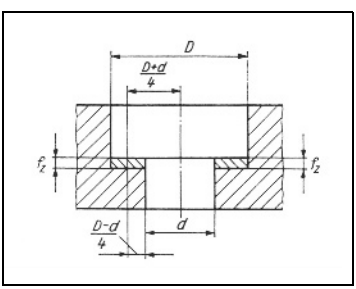


Bild 5.3 Abstand des Kraftangriffs von der Senkerachse

oder

$$P_c = \frac{F_{cz} \cdot v_c \cdot \left(1 + \frac{d}{D}\right)}{60000}$$

P_c Schnittleistung [kW]
F_{cz} Schnittkraft pro Schneide [N] (Gl. 3.17)
D Außendurchmesser [mm]
d Innendurchmesser [mm]
v_c Schnittgeschwindigkeit [m/min]

4 Berechnung der Hauptzeit beim Senken

Für die Ermittlung der **Hauptzeit t_h** gelten die selben Gleichungen wie beim Bohren (siehe Kapitel „Bohren“):

$$t_h = \frac{L}{f \cdot n}$$

t_h Hauptzeit [min]
L Gesamtweg [mm]
f Vorschub [mm/U]
n Drehzahl [min^{-1}]

(Gl. 3.18)

Beim Senken wird der Anlaufweg $l_a \approx 3$ mm und der Überlaufweg $l_u \approx 3$ mm gesetzt, so dass sich der **Gesamtweg L** ergibt zu:

$$L = l + l_a + l_u = l + 6$$

L Gesamtweg [mm]
l Werkstückdicke [mm]
l_a Anlaufweg [mm]
l_u Überlaufweg [mm]

(Gl. 5.4)

5 Richtwerte für den Einsatz von Senkern

Handhabung der Richtwerttabelle an einem Beispiel

Bearbeitungsaufgabe:

Eintragen von 90°-Senkungen in Bohrungen mit einem Durchmesser D = 6 mm in den Werkstoff X100CrMo7

Vorgehen:

1. Auswahl des Senkwerkzeuges aus dem Hauptkatalog — Ho-Nr. 150378, D = 10 mm
2. Auswahl der Werkstoffmaterialgruppe (Kapitel „Werkstoffe“, Abschnitt 1) — Wst.-Gr. 8.1
3. Auswahl der Schnittparameter:
   - 3.1 Auswahl der Einsatzrichtwerttabelle — Tabelle 5.1
     Werkzeug 150378 → Kegelsenker 90°, 75° und 60° (HSS und HSS/E)
   - 3.2 Auswahl der Schnittparameter

Tabelle 5.1 **GARANT Kegelsenker 90°, 75° und 60° (HSS und HSS/E)**

Katalognummer 150020; 150050; 150065; 150150; 150175; 150371; 150372; 150378; 150390; 150395; 150425; 150820; 150860; 155600; 155700; 156020; 156120; 156220; 156520

DIN 334; 335-C; 335-D; 373; 375

Zähnezahl 3



Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	⌀4 f [mm/U]	⌀4 n [U/min]	⌀4 v_f [mm/min]	⌀6 f [mm/U]	⌀6 n [U/min]	⌀6 v_f [mm/min]	⌀10 f [mm/U]	⌀10 n [U/min]	⌀10 v_f [mm/min]	⌀16 f [mm/U]	⌀16 n [U/min]	⌀16 v_f [mm/min]	⌀20 f [mm/U]	⌀20 n [U/min]	⌀20 v_f [mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	26	28	30	0,07	2228	160	0,09	1485	134	0,12	891	107	0,14	557	79	0,16	446	72
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	25	27	28	0,06	2149	129	0,08	1432	116	0,10	859	88	0,12	537	64	0,14	430	61
2.0	Automatenstähle	< 850	25	27	28	0,06	2149	129	0,08	1432	116	0,10	859	88	0,12	537	64	0,14	430	61
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	18	22	25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57	0,10	438	45	0,12	350	42
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	25	27	28	0,06	2149	129	0,08	1432	116	0,10	859	88	0,12	537	64	0,14	430	61
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	25	27	28	0,06	2149	129	0,08	1432	116	0,10	859	88	0,12	537	64	0,14	430	61
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	18	22	25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57	0,10	438	45	0,12	350	42
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	18	22	25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57	0,10	438	45	0,12	350	42
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	6	8	10	0,01	617	19	0,04	424	18	0,05	255	13	0,09	159	14	0,08	127	10
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	25	27	28	0,06	2149	129	0,08	1432	116	0,10	859	88	0,12	537	64	0,14	430	61
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	18	22	25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57	0,10	438	45	0,12	350	42
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	6	8	10	0,01	617	19	0,04	424	18	0,05	255	13	0,09	159	14	0,08	127	10
7.0	Nitrierstähle	< 1000	18	22	25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57	0,10	438	45	0,12	350	42
7.1	Nitrierstähle	> 1000	6	8	10	0,01	617	19	0,04	424	18	0,05	255	13	0,09	159	14	0,08	127	10
8.0	Werkzeugstähle	< 850	18	20	25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57	0,10	438	45	0,12	350	42
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	6	8	10	0,01	617	19	0,04	424	18	0,05	255	13	0,09	159	14	0,08	127	10
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	2	5	6	0,00	118	29	0,01	212	6	0,01	127	3	0,05	80	4	0,06	64	4
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	6	8	10	0,01	617	19	0,04	424	18	0,05	255	13	0,09	159	14	0,08	127	10

Schnittgeschwindigkeit Startwert **v_c = 8 m/min** Bereich: 6... 10 m/min

Vorschub: **f = 0,05 mm/U**

Drehzahl: **n = 255 U/min**

Vorschubgeschwindigkeit: **v_f = 13 m/min**

Tabelle 5.1 GARANT Kegelsenker 90°, 75° und 60° (HSS und HSS/E)

Katalognummer 150020; 150050; 150065; 150150; 150175; 150371; 150372; 150378; 150390; 150395; 150425; 150820; 150860; 155600; 155700; 156020; 156120; 156220; 156520
DIN 334; 335-C; 335-D; 373; 375
Zähnezahl 3

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]				∅ 4			∅ 6			∅ 10		
							f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.		Start	max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	26	–	28	– 30	0,07	2228	160	0,09	1485	134	0,12	891	107
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	25	–	27	– 28	0,06	2149	129	0,08	1432	116	0,10	859	88
2.0	Automatenstähle	< 850	25	–	27	– 28	0,06	2149	129	0,08	1432	116	0,10	859	88
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	18	–	22	– 25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	25	–	27	– 28	0,06	2149	129	0,08	1432	116	0,10	859	88
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	25	–	27	– 28	0,06	2149	129	0,08	1432	116	0,10	859	88
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	18	–	22	– 25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	18	–	22	– 25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	6	–	8	– 10	0,03	637	19	0,04	424	18	0,05	255	13
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	25	–	27	– 28	0,06	2149	129	0,08	1432	116	0,10	859	88
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	18	–	22	– 25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	6	–	8	– 10	0,03	637	19	0,04	424	18	0,05	255	13
7.0	Nitrierstähle	< 1000	18	–	22	– 25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57
7.1	Nitrierstähle	> 1000	6	–	8	– 10	0,03	637	19	0,04	424	18	0,05	255	13
8.0	Werkzeugstähle	< 850	18	–	22	– 25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	6	–	8	– 10	0,03	637	19	0,04	424	18	0,05	255	13
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	2	–	4	– 5	0,09	318	29	0,03	212	6	0,04	127	5
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	6	–	8	– 10	0,03	637	19	0,04	424	18	0,05	255	13
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC			–			–			–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC			–			–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC			–			–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	2	–	4	– 5	0,09	318	29	0,03	212	6	0,04	127	5
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	2	–	4	– 5	0,09	318	29	0,03	212	6	0,04	127	5
12.0	Federstähle	< 1500	6	–	8	– 10	0,03	637	19	0,04	424	18	0,05	255	13
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	4	–	7	– 10	0,04	557	23	0,05	371	19	0,06	223	13
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	4	–	7	– 10	0,04	557	23	0,05	371	19	0,06	223	13
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	4	–	7	– 10	0,04	557	23	0,05	371	19	0,06	223	13
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	4	–	7	– 10	0,04	557	23	0,05	371	19	0,06	223	13
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	2	–	4	– 5	0,09	318	29	0,03	212	6	0,04	127	5
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	15	–	20	– 24	0,08	1592	129	0,10	1061	108	0,12	637	76
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	9	–	12	– 15	0,06	955	57	0,07	637	46	0,08	382	31
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	9	–	12	– 15	0,06	955	57	0,07	637	46	0,08	382	31
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	9	–	12	– 15	0,06	955	57	0,07	637	46	0,08	382	31
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	4	–	7	– 10	0,04	557	23	0,05	371	19	0,06	223	13
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	4	–	7	– 10	0,04	557	23	0,05	371	19	0,06	223	13
17.0	Al langsp.; Al.-Knetleg. Mg	bis 350	50	–	70	– 90	0,10	5570	568	0,12	3714	446	0,14	2228	314
17.1	Al-Leg. kurzspanend		25	–	33	– 40	0,08	2626	213	0,10	1751	179	0,12	1050	126
17.2	Alu.-Gussleg. >10% Si		10	–	20	– 30	0,08	1592	129	0,10	1061	108	0,12	637	76
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	25	–	33	– 40	0,08	2626	213	0,10	1751	179	0,12	1050	126
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	50	–	65	– 80	0,10	5173	528	0,12	3448	414	0,14	2069	292
18.2	Messing, langspanend	< 600	30	–	40	– 50	0,10	3183	325	0,12	2122	255	0,14	1273	180
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	50	–	65	– 80	0,10	5173	528	0,12	3448	414	0,14	2069	292
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	50	–	65	– 80	0,10	5173	528	0,12	3448	414	0,14	2069	292
18.5	Bronze, langspanend	< 850	30	–	40	– 50	0,10	3183	325	0,12	2122	255	0,14	1273	180
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	30	–	40	– 50	0,10	3183	325	0,12	2122	255	0,14	1273	180
19.0	Graphit		15	–	20	– 24	0,08	1592	129	0,10	1061	108	0,12	637	76
20.0	Thermoplast		10	–	30	– 50	0,10	2387	244	0,12	1592	191	0,14	955	135
20.1	Duroplast		10	–	35	– 60	0,10	2785	284	0,12	1857	223	0,14	1114	157
20.2	GFK und CFK				–			–			–			–	







∅ 16			∅ 20			∅ 25			∅ 40			∅ 63			Kühl-Schmier-Stoff
f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	
0,14	557	79	0,16	446	72	0,20	357	72	0,25	223	56	0,35	141	50	Emulsion
0,12	537	64	0,14	430	61	0,18	344	62	0,22	215	48	0,30	136	41	Emulsion
0,12	537	64	0,14	430	61	0,18	344	62	0,22	215	48	0,30	136	41	Emulsion
0,10	438	45	0,12	350	42	0,14	280	39	0,18	175	32	0,25	111	28	Emulsion
0,12	537	64	0,14	430	61	0,18	344	62	0,22	215	48	0,30	136	41	Emulsion
0,12	537	64	0,14	430	61	0,18	344	62	0,22	215	48	0,30	136	41	Emulsion
0,10	438	45	0,12	350	42	0,14	280	39	0,18	175	32	0,25	111	28	Emulsion
0,10	438	45	0,12	350	42	0,14	280	39	0,18	175	32	0,25	111	28	Emulsion
0,09	159	14	0,08	127	10	0,10	102	10	0,12	64	8	0,16	40	7	Emulsion
0,12	537	64	0,14	430	61	0,18	344	62	0,22	215	48	0,30	136	41	Emulsion
0,10	438	45	0,12	350	42	0,14	280	39	0,18	175	32	0,25	111	28	Emulsion
0,09	159	14	0,08	127	10	0,10	102	10	0,12	64	8	0,16	40	7	Emulsion
0,10	438	45	0,12	350	42	0,14	280	39	0,18	175	32	0,25	111	28	Emulsion
0,09	159	14	0,08	127	10	0,10	102	10	0,12	64	8	0,16	40	7	Emulsion
0,10	438	45	0,12	350	42	0,14	280	39	0,18	175	32	0,25	111	28	Emulsion
0,09	159	14	0,08	127	10	0,10	102	10	0,12	64	8	0,16	40	7	Emulsion
0,05	80	4	0,06	64	4	0,08	51	4	0,12	32	4	0,14	20	2	Schneidöl
0,09	159	14	0,08	127	10	0,10	102	10	0,12	64	8	0,16	40	7	Emulsion
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
0,05	80	4	0,06	64	4	0,08	51	4	0,12	32	4	0,14	20	3	Schneidöl
0,05	80	4	0,06	64	4	0,08	51	4	0,12	32	4	0,14	20	3	Schneidöl
0,09	159	14	0,08	127	10	0,10	102	10	0,12	64	8	0,16	40	7	Schneidöl
0,07	139	10	0,08	111	9	0,09	89	8	0,12	56	7	0,14	35	5	Schneidöl
0,07	139	10	0,08	111	9	0,09	89	8	0,12	56	7	0,14	35	5	Schneidöl
0,07	139	10	0,08	111	9	0,09	89	8	0,12	56	7	0,14	35	5	Schneidöl
0,07	139	10	0,08	111	9	0,09	89	8	0,12	56	7	0,14	35	5	Schneidöl
0,05	80	4	0,06	64	4	0,08	51	4	0,12	32	4	0,14	20	3	Schneidöl
0,16	398	64	0,20	318	64	0,25	255	64	0,30	159	48	0,32	101	32	trocken
0,12	239	29	0,16	191	31	0,20	153	31	0,25	95	24	0,28	61	17	trocken
0,12	239	29	0,16	191	31	0,20	153	31	0,25	95	24	0,28	61	17	Emulsion
0,12	239	29	0,16	191	31	0,20	153	31	0,25	95	24	0,28	61	17	Emulsion
0,07	139	10	0,08	111	9	0,09	89	8	0,12	56	7	0,14	35	5	Schneidöl
0,07	139	10	0,08	111	9	0,09	89	8	0,12	56	7	0,14	35	5	Schneidöl
0,18	1393	251	0,22	1114	247	0,26	891	233	0,30	557	167	0,40	354	142	Emulsion
0,14	657	93	0,18	525	95	0,22	420	93	0,26	263	69	0,30	167	50	Emulsion
0,14	398	56	0,18	318	57	0,22	255	57	0,26	159	42	0,30	101	30	Emulsion
0,14	657	93	0,18	525	95	0,22	420	93	0,26	263	69	0,30	167	50	Emulsion
0,18	1293	233	0,20	1035	208	0,24	828	199	0,30	517	155	0,40	328	132	Emulsion
0,18	796	143	0,20	637	128	0,24	509	122	0,30	318	95	0,40	202	81	Schneidöl
0,18	1293	233	0,20	1035	208	0,24	828	199	0,30	517	155	0,40	328	132	Emulsion
0,18	1293	233	0,20	1035	208	0,24	828	199	0,30	517	155	0,40	328	132	Emulsion
0,18	796	143	0,20	637	128	0,24	509	122	0,30	318	95	0,40	202	81	Schneidöl
0,18	796	143	0,20	637	128	0,24	509	122	0,30	318	95	0,40	202	81	Schneidöl
0,16	398	64	0,20	318	64	0,25	255	64	0,30	159	48	0,32	101	32	trocken
0,18	597	107	0,20	477	96	0,24	382	92	0,30	239	72	0,40	152	61	trocken
0,18	696	125	0,20	557	112	0,24	446	107	0,30	279	84	0,40	177	71	trocken
	–			–			–			–			–		–

Tabelle 5.2 GARANT Kegelsenker 90° und 60° HSS beschichtet (TiAlN; TiN; TiCN)

Katalognummer 150170; 150180; 150379; 150383; 150396; 150840; 150845
DIN 335-C; 335-D; 334
Zähnezahl 3

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]					∅ 4			∅ 6			∅ 10		
								f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	–	Start	–	max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	31	–	34	–	36	0,07	2706	195	0,09	1804	162	0,12	1082	130
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	30	–	32	–	36	0,06	2546	153	0,08	1698	138	0,10	1019	104
2.0	Automatenstähle	< 850	30	–	32	–	36	0,06	2546	153	0,08	1698	138	0,10	1019	104
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	22	–	26	–	30	0,04	2069	87	0,06	1379	83	0,08	828	67
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	30	–	32	–	34	0,06	2546	153	0,08	1698	138	0,10	1019	104
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	30	–	32	–	34	0,06	2546	153	0,08	1698	138	0,10	1019	104
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	22	–	26	–	30	0,04	2069	87	0,06	1379	83	0,08	828	67
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	22	–	26	–	30	0,04	2069	87	0,06	1379	83	0,08	828	67
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	7	–	10	–	12	0,03	796	24	0,04	531	22	0,05	318	16
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	30	–	32	–	34	0,06	2546	153	0,08	1698	138	0,10	1019	104
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	21	–	26	–	30	0,04	2069	87	0,06	1379	83	0,08	828	67
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	7	–	10	–	12	0,03	796	24	0,04	531	22	0,05	318	16
7.0	Nitrierstähle	< 1000	22	–	26	–	30	0,04	2069	87	0,06	1379	83	0,08	828	67
7.1	Nitrierstähle	> 1000	7	–	10	–	12	0,03	796	24	0,04	531	22	0,05	318	16
8.0	Werkzeugstähle	< 850	22	–	26	–	30	0,04	2069	87	0,06	1379	83	0,08	828	67
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	7	–	10	–	12	0,03	796	24	0,04	531	22	0,05	318	16
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	2,5	–	5	–	6	0,09	358	32	0,03	239	7	0,04	143	6
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	7	–	10	–	12	0,03	796	24	0,04	531	22	0,05	318	16
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC			–				–			–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC			–				–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC			–				–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	2,5	–	5	–	6	0,09	358	32	0,03	239	7	0,04	143	6
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	2,5	–	5	–	6	0,09	358	32	0,03	239	7	0,04	143	6
12.0	Federstähle	< 1500	7	–	10	–	12	0,03	796	24	0,04	531	22	0,05	318	16
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	5	–	9	–	12	0,04	716	30	0,05	477	24	0,06	286	17
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	5	–	9	–	12	0,04	716	30	0,05	477	24	0,06	286	17
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	5	–	9	–	12	0,04	716	30	0,05	477	24	0,06	286	17
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	5	–	9	–	12	0,04	637	27	0,05	424	22	0,06	255	15
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	2,5	–	4	–	6	0,09	358	32	0,03	239	7	0,04	143	6
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	11	–	16	–	20	0,08	1989	161	0,10	1326	135	0,12	796	95
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	11	–	14	–	18	0,06	1194	72	0,07	796	57	0,08	477	39
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	11	–	14	–	18	0,06	1194	72	0,07	796	57	0,08	477	39
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	11	–	14	–	18	0,06	1194	72	0,07	796	57	0,08	477	39
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	5	–	8	–	12	0,04	676	28	0,05	451	23	0,06	271	16
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	5	–	8	–	12	0,04	676	28	0,05	451	23	0,06	271	16
17.0	Al langsp.; Al.-Knetleg. Mg	bis 350	60	–	85	–	110	0,10	6764	690	0,12	4509	541	0,14	2706	381
17.1	Al-Leg. kurzspanend		30	–	38	–	45	0,08	3183	258	0,10	2122	216	0,12	1273	153
17.2	Alu.-Gussleg. >10% Si		15	–	30	–	35	0,08	1989	161	0,10	1326	135	0,12	796	95
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	30	–	40	–	50	0,08	3183	258	0,10	2122	216	0,12	1273	153
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	60	–	70	–	90	0,10	6366	649	0,12	4244	509	0,14	2546	359
18.2	Messing, langspanend	< 600	35	–	50	–	60	0,10	3979	406	0,12	2653	318	0,14	1592	224
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	60	–	70	–	90	0,10	6366	649	0,12	4244	509	0,14	2546	359
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	60	–	70	–	90	0,10	6366	649	0,12	4244	509	0,14	2546	359
18.5	Bronze, langspanend	< 850	35	–	50	–	60	0,10	3979	406	0,12	2653	318	0,14	1592	224
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	35	–	50	–	60	0,10	3979	406	0,12	2653	318	0,14	1592	224
19.0	Graphit		20	–	25	–	30	0,08	1989	161	0,10	1326	135	0,12	796	95
20.0	Thermoplast		10	–	30	–	50	0,10	2387	244	0,12	1592	191	0,14	955	135
20.1	Duroplast		10	–	35	–	60	0,10	2785	284	0,12	1857	223	0,14	1114	157
20.2	GFK und CFK				–				–			–			–	







∅ 16			∅ 20			∅ 25			∅ 40			∅ 63			Kühl-Schmier-Stoff
f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	
0,14	676	95	0,16	541	88	0,20	433	87	0,25	271	68	0,35	172	60	Emulsion
0,12	637	76	0,14	509	72	0,18	407	73	0,22	255	57	0,30	162	49	Emulsion
0,12	637	76	0,14	509	72	0,18	407	73	0,22	255	57	0,30	162	49	Emulsion
0,10	517	53	0,12	414	50	0,14	331	47	0,18	207	37	0,25	131	33	Emulsion
0,12	637	76	0,14	509	72	0,18	407	73	0,22	255	57	0,30	162	49	Emulsion
0,12	637	76	0,14	509	72	0,18	407	73	0,22	255	57	0,30	162	49	Emulsion
0,10	517	53	0,12	414	50	0,14	331	47	0,18	207	37	0,25	131	33	Emulsion
0,10	517	53	0,12	414	50	0,14	331	47	0,18	207	37	0,25	131	33	Emulsion
0,09	199	18	0,08	159	13	0,10	127	13	0,12	80	10	0,16	51	8	Emulsion
0,12	637	76	0,14	509	72	0,18	407	73	0,22	255	57	0,30	162	49	Emulsion
0,10	517	53	0,12	414	50	0,14	331	47	0,18	207	37	0,25	131	33	Emulsion
0,09	199	18	0,08	159	13	0,10	127	13	0,12	80	10	0,16	51	8	Emulsion
0,10	517	53	0,12	414	50	0,14	331	47	0,18	207	37	0,25	131	33	Emulsion
0,09	199	18	0,08	159	13	0,10	127	13	0,12	80	10	0,16	51	8	Emulsion
0,10	517	53	0,12	414	50	0,14	331	47	0,18	207	37	0,25	131	33	Emulsion
0,09	199	18	0,08	159	13	0,10	127	13	0,12	80	10	0,16	51	8	Emulsion
0,05	90	5	0,06	72	4	0,08	57	5	0,12	36	4	0,14	23	3	Schneidöl
0,09	199	18	0,08	159	13	0,10	127	13	0,12	80	10	0,16	51	8	Emulsion
	–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–		
0,05	90	5	0,06	72	4	0,08	57	5	0,12	36	4	0,14	23	3	Schneidöl
0,05	90	5	0,06	72	4	0,08	57	5	0,12	36	4	0,14	23	3	Schneidöl
0,09	199	18	0,08	159	13	0,10	127	13	0,12	80	10	0,16	51	8	Schneidöl
0,07	179	13	0,08	143	12	0,09	115	10	0,12	72	9	0,14	45	6	Schneidöl
0,07	179	13	0,08	143	12	0,09	115	10	0,12	72	9	0,14	45	6	Schneidöl
0,07	179	13	0,08	143	12	0,09	115	10	0,12	72	9	0,14	45	6	Schneidöl
0,07	159	11	0,08	127	10	0,09	102	9	0,12	64	8	0,14	40	6	Schneidöl
0,05	90	5	0,06	72	4	0,08	57	5	0,12	36	4	0,14	23	3	Schneidöl
0,16	497	81	0,20	398	80	0,25	318	80	0,30	199	60	0,32	126	41	trocken
0,12	298	36	0,16	239	39	0,20	191	38	0,25	119	30	0,28	76	21	trocken
0,12	298	36	0,16	239	39	0,20	191	38	0,25	119	30	0,28	76	21	Emulsion
0,12	298	36	0,16	239	39	0,20	191	38	0,25	119	30	0,28	76	21	Emulsion
0,07	169	12	0,08	135	11	0,09	108	10	0,12	68	8	0,14	43	6	Schneidöl
0,07	169	12	0,08	135	11	0,09	108	10	0,12	68	8	0,14	43	6	Schneidöl
0,18	1691	304	0,22	1353	300	0,26	1082	282	0,30	676	203	0,40	429	173	Emulsion
0,14	796	112	0,18	637	115	0,22	509	113	0,26	318	83	0,30	202	61	Emulsion
0,14	497	70	0,18	398	72	0,22	318	71	0,26	199	52	0,30	126	38	Emulsion
0,14	796	112	0,18	637	115	0,22	509	113	0,26	318	83	0,30	202	61	Emulsion
0,18	1592	286	0,20	1273	256	0,24	1019	244	0,30	637	191	0,40	404	162	Emulsion
0,18	995	179	0,20	796	160	0,24	637	153	0,30	398	119	0,40	253	102	Schneidöl
0,18	1592	286	0,20	1273	256	0,24	1019	244	0,30	637	191	0,40	404	162	Emulsion
0,18	1592	286	0,20	1273	256	0,24	1019	244	0,30	637	191	0,40	404	162	Emulsion
0,18	995	179	0,20	796	160	0,24	637	153	0,30	398	119	0,40	253	102	Schneidöl
0,18	995	179	0,20	796	160	0,24	637	153	0,30	398	119	0,40	253	102	Schneidöl
0,16	497	81	0,20	398	80	0,25	318	80	0,30	199	60	0,32	126	41	trocken
0,18	597	107	0,20	477	96	0,24	382	92	0,30	239	72	0,40	152	61	trocken
0,18	696	125	0,20	557	112	0,24	446	107	0,30	279	84	0,40	177	71	trocken
	–			–			–			–			–		

Tabelle 5.3 GARANT Kegelsenker 90° (Vollhartmetall)

Katalognummer 150382; 150386; 150855
DIN 335-C; Werksnorm
Zähnezahl 3–5

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ 6	∅ 8	∅ 10	∅ 10,4
						f_z	f_z	f_z	f_z
		[N/mm²]	min.	Start	max.	[mm/Z]	[mm/Z]	[mm/Z]	[mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	55	65	70	0,030	0,030	0,040	0,040
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	55	60	65	0,027	0,027	0,034	0,034
2.0	Automatenstähle	< 850	55	60	65	0,027	0,027	0,034	0,034
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	40	50	55	0,020	0,020	0,027	0,027
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	55	60	65	0,027	0,027	0,034	0,034
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	55	60	65	0,027	0,027	0,034	0,034
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	40	45	55	0,020	0,020	0,027	0,027
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	40	45	55	0,020	0,020	0,027	0,027
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	13	18	22	0,014	0,014	0,017	0,017
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	55	60	65	0,027	0,027	0,034	0,034
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	40	50	55	0,020	0,020	0,027	0,027
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	13	18	22	0,014	0,014	0,017	0,017
7.0	Nitrierstähle	< 1000	40	50	55	0,020	0,020	0,027	0,027
7.1	Nitrierstähle	> 1000	13	18	22	0,014	0,014	0,017	0,017
8.0	Werkzeugstähle	< 850	40	50	55	0,020	0,020	0,027	0,027
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	13	18	22	0,014	0,014	0,017	0,017
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	5	8	12	0,010	0,010	0,014	0,014
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	13	18	22	0,014	0,014	0,017	0,017
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	5	8	12	0,010	0,010	0,014	0,014
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	5	8	12	0,010	0,010	0,014	0,014
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–		–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	5	8	12	0,010	0,010	0,014	0,014
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	5	8	12	0,010	0,010	0,014	0,014
12.0	Federstähle	< 1500	13	18	22	0,014	0,014	0,017	0,017
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	10	16	22	0,017	0,017	0,020	0,020
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	10	16	22	0,017	0,017	0,020	0,020
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	10	16	22	0,017	0,017	0,020	0,020
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	10	16	22	0,017	0,017	0,020	0,020
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	5	8	12	0,010	0,010	0,014	0,014
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	35	45	55	0,034	0,034	0,040	0,040
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	20	25	35	0,024	0,024	0,027	0,027
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	20	25	35	0,024	0,024	0,027	0,027
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	20	25	35	0,024	0,024	0,027	0,027
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	10	16	22	0,017	0,017	0,020	0,020
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	10	16	22	0,017	0,017	0,020	0,020
17.0	Al langsp.; Al.-Knetleg. Mg	bis 350	110	160	200	0,040	0,040	0,047	0,047
17.1	Al-Leg. kurzspanend		55	75	90	0,034	0,034	0,040	0,040
17.2	Alu.-Gussleg. >10% Si		25	45	70	0,034	0,034	0,040	0,040
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	55	75	90	0,034	0,034	0,040	0,040
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	110	145	175	0,040	0,040	0,047	0,047
18.2	Messing, langspanend	< 600	70	90	110	0,040	0,040	0,047	0,047
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	110	145	175	0,040	0,040	0,047	0,047
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	110	145	175	0,040	0,040	0,047	0,047
18.5	Bronze, langspanend	< 850	70	90	110	0,040	0,040	0,047	0,047
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	70	90	110	0,040	0,040	0,047	0,047
19.0	Graphit		35	45	55	0,034	0,034	0,040	0,040
20.0	Thermoplast		20	40	60	0,040	0,040	0,047	0,047
20.1	Duroplast		20	45	65	0,040	0,040	0,047	0,047
20.2	GFK und CFK		25	45	70	0,034	0,034	0,040	0,040





∅ 11,5	∅ 12,4	∅ 12,5	∅ 15	∅ 16	∅ 16,5	∅ 20	∅ 20,5	∅ 25	∅ 31	Kühl-Schmier-Stoff
f_z [mm/z]	f_z [mm/z]	f_z [mm/z]	f_z [mm/z]	f_z [mm/z]	f_z [mm/z]	f_z [mm/z]	f_z [mm/z]	f_z [mm/z]	f_z [mm/z]	
0,047	0,047	0,047	0,047	0,047	0,047	0,054	0,054	0,067	0,084	Emulsion
0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,047	0,047	0,060	0,074	Emulsion
0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,047	0,047	0,060	0,074	Emulsion
0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,040	0,040	0,047	0,060	Emulsion
0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,047	0,047	0,060	0,074	Emulsion
0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,047	0,047	0,060	0,074	Emulsion
0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,040	0,040	0,047	0,060	Emulsion
0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,040	0,040	0,047	0,060	Emulsion
0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,027	0,027	0,034	0,040	Emulsion
0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,047	0,047	0,060	0,074	Emulsion
0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,040	0,040	0,047	0,060	Emulsion
0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,027	0,027	0,034	0,040	Emulsion
0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,040	0,040	0,047	0,060	Emulsion
0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,027	0,027	0,034	0,040	Emulsion
0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,040	0,040	0,047	0,060	Emulsion
0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,027	0,027	0,034	0,040	Emulsion
0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,020	0,020	0,027	0,040	Schneidöl
0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,027	0,027	0,034	0,040	Emulsion
0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,020	0,020	0,027	0,040	Emulsion
0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,020	0,020	0,027	0,040	Emulsion
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulsion
0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,020	0,020	0,027	0,040	Emulsion
0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,020	0,020	0,027	0,040	Emulsion
0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,027	0,027	0,034	0,040	Emulsion
0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,027	0,027	0,030	0,040	Emulsion
0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,027	0,027	0,030	0,040	Emulsion
0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,027	0,027	0,030	0,040	Emulsion
0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,027	0,027	0,030	0,040	Emulsion
0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,020	0,020	0,027	0,040	Emulsion
0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,067	0,067	0,084	0,100	Emulsion
0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,054	0,054	0,067	0,84	Emulsion
0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,054	0,054	0,067	0,084	Emulsion
0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,054	0,054	0,067	0,084	Emulsion
0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,027	0,027	0,030	0,040	Schneidöl
0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,027	0,027	0,030	0,040	Schneidöl
0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,074	0,074	0,087	0,100	Emulsion
0,047	0,047	0,047	0,047	0,047	0,047	0,060	0,060	0,074	0,087	Emulsion
0,047	0,047	0,047	0,047	0,047	0,047	0,060	0,060	0,074	0,087	Emulsion
0,047	0,047	0,047	0,047	0,047	0,047	0,060	0,060	0,074	0,087	Emulsion
0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,067	0,067	0,080	0,100	Emulsion
0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,067	0,067	0,080	0,100	Emulsion
0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,067	0,067	0,080	0,100	Emulsion
0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,067	0,067	0,080	0,100	Emulsion
0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,067	0,067	0,080	0,100	Emulsion
0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,067	0,067	0,080	0,100	Emulsion
0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,067	0,067	0,084	0,100	trocken
0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,067	0,067	0,080	0,100	trocken
0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,067	0,067	0,080	0,100	trocken
0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,067	0,067	0,074	0,087	trocken

Tabelle 5.4 GARANT Verstellbarer Wendeplatten-Frässenker

Katalognummer **216620 mit Wendeplatten 246700 bis 246770**
Zähnezahl **1**

Für Winkel von 10° bis 80° stufenlos einstellbar

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]	10° bis 40°			über 40° bis 80°			Sorte	Kühl-Schmier-Stoff
				f	n	v_f	f	n	v_f	1. Wahl	
		[N/mm²]	[m/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]		
1.0	allg. Baustähle	< 500	230 – **250** – 280	0,08	4190	335	0,10	3600	360	BK8425	Emulsion
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	170 – **200** – 230	0,10	3350	335	0,12	2920	350	BK8425	Emulsion
2.0	Automatenstähle	< 850	230 – **250** – 280	0,08	4190	335	0,10	3600	360	BK8425	Emulsion
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	170 – **200** – 230	0,10	3350	335	0,12	2920	350	BK8425	Emulsion
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	170 – **200** – 230	0,10	3350	335	0,12	2920	350	BK8425	Emulsion
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	170 – **200** – 230	0,10	3350	335	0,12	2920	350	BK8425	Emulsion
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	130 – **150** – 180	0,10	2500	250	0,12	2170	260	BK8425	Emulsion
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	170 – **200** – 230	0,10	3350	335	0,12	2920	350	BK8425	Emulsion
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	130 – **150** – 180	0,10	2500	250	0,12	2170	260	BK8425	Emulsion
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	170 – **200** – 230	0,10	3350	335	0,12	2920	350	BK8425	Emulsion
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	170 – **200** – 230	0,10	3350	335	0,12	2920	350	BK8425	Emulsion
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	130 – **150** – 180	0,10	2500	250	0,12	2170	260	BK8425	Emulsion
7.0	Nitrierstähle	< 1000	130 – **150** – 180	0,10	2500	250	0,12	2170	260	BK8425	Emulsion
7.1	Nitrierstähle	> 1000	130 – **150** – 180	0,10	2500	250	0,12	2170	260	BK8425	Emulsion
8.0	Werkzeugstähle	< 850	130 – **150** – 180	0,10	2500	250	0,12	2170	260	BK8425	Emulsion
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	130 – **150** – 180	0,10	2500	250	0,12	2170	260	BK8425	Emulsion
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	130 – **150** – 180	0,08	2000	150	0,08	1750	140	BK8425	Emulsion
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	80 – **100** – 120	0,09	1670	150	0,10	1450	145	BK8425	Emulsion
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	40 – **50** – 55	0,06	840	50	0,07	710	50	BK8425	Emulsion
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	15 – **25** – 30	0,05	405	20	0,05	300	15	BK8425	Emulsion
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	15 – **25** – 30	0,05	405	20	0,05	300	15	BK8425	Emulsion
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	40 – **50** – 55	0,06	840	50	0,07	720	50	BK8425	Emulsion
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	40 – **50** – 55	0,06	840	50	0,07	720	50	BK8425	Emulsion
12.0	Federstähle	< 1500	40 – **50** – 55	0,06	840	50	0,07	720	50	BK8425	Emulsion
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	140 – **160** – 180	0,08	2670	200	0,08	2315	185	BK8425	Emulsion
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	100 – **120** – 140	0,08	2000	150	0,08	1750	140	BK8425	Emulsion
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	100 – **120** – 140	0,08	2000	150	0,08	1750	140	BK8425	Emulsion
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	80 – **100** – 120	0,08	1660	125	0,08	1440	115	BK8425	Emulsion
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	40 – **50** – 55	0,06	840	50	0,06	670	40	BK8425	Emulsion
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	130 – **150** – 180	0,20	2500	500	0,22	2160	475	K10	trocken
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	130 – **150** – 180	0,20	2500	500	0,22	2160	475	K10	trocken
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	100 – **120** – 140	0,15	2000	300	0,18	1720	310	K10	Emulsion
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	80 – **100** – 120	0,10	1650	165	0,12	1460	175	K10	Emulsion
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	80 – **100** – 120	0,10	1650	165	0,10	1450	145	BK8425	Emulsion
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	80 – **100** – 120	0,10	1650	165	0,10	1450	145	BK8425	Emulsion
17.0	Al langsp.; Al.-Knetleg. Mg	bis 350	230 – **250** – 280	0,10	4200	420	0,12	3625	435	P25M	Emulsion
17.1	Al-Leg. kurzspanend		230 – **250** – 280	0,10	4200	420	0,12	3625	435	P25M	Emulsion
17.2	Alu.-Gussleg. >10% Si		100 – **120** – 140	0,13	2000	250	0,14	1750	245	BK8425	Emulsion
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	230 – **250** – 280	0,15	4200	630	0,16	3625	580	K10	Emulsion
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	230 – **250** – 280	0,15	4200	630	0,16	3625	580	K10	Emulsion
18.2	Messing, langspanend	< 600	230 – **250** – 280	0,15	4200	630	0,16	3625	580	K10	Emulsion
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	230 – **250** – 280	0,15	4200	630	0,16	3625	580	K10	Emulsion
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	230 – **250** – 280	0,15	4200	630	0,16	3625	580	K10	Emulsion
18.5	Bronze, langspanend	< 850	230 – **250** – 280	0,15	4200	630	0,16	3625	580	K10	Emulsion
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	230 – **250** – 280	0,15	4200	630	0,16	2842	580	K10	Emulsion
19.0	Graphit		–		–			–		–	–
20.0	Thermoplast		70 – **80** – 90	0,15	1330	200	0,16	1155	185	K10	trocken
20.1	Duroplast		70 – **80** – 90	0,15	1330	200	0,16	1155	185	K10	trocken
20.2	GFK und CFK		–		–			–			

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrungsdurchmesser
Starre Betriebsverhältnisse sind Voraussetzung (auf Bohrmaschinen nicht verwendbar)







Herstellbare Durchmesser:

Schaftdurchmesser [mm]		Ausgewählte Winkel								
		10°	20°	30°	40°	45°	50°	60°	70°	80°
20	D min [mm]	5	8	10	13	14	15	17	19	20
	D max [mm]	26	27	27	27	27	27	26	25	24
25	D min [mm]	5	6	7	10	11	13	16	19	23
	D max [mm]	32	33	34	33	33	32	31	29	27

Tabelle 5.5 KOMET 90°-Wendeplattensenker KWS/F10

Katalognummer **216600 mit Wendeplatten 246700 bis 246770**

Zähnezahl **Größe M14: Z = 1 / Alle anderen Größen: Z = 2**

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			M10 bis M12			M14		
						f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	230	250	280	0,16	3789	606	0,080	3061	245
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	170	200	230	0,20	3032	606	0,100	2449	245
2.0	Automatenstähle	< 850	230	250	280	0,16	3789	606	0,080	3061	245
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	170	200	230	0,20	3032	606	0,100	2449	245
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	170	200	230	0,20	3032	606	0,100	2449	245
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	170	200	230	0,20	3032	606	0,100	2449	245
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	130	150	180	0,20	2274	455	0,100	1836	184
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	170	200	230	0,16	3789	606	0,080	3061	245
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	130	150	180	0,20	2274	455	0,100	1836	184
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	170	200	230	0,20	3032	606	0,100	2449	245
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	170	200	230	0,20	3032	606	0,100	2449	245
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	130	150	180	0,20	2274	455	0,100	1836	184
7.0	Nitrierstähle	< 1000	130	150	180	0,20	2274	455	0,100	1836	184
7.1	Nitrierstähle	> 1000	130	150	180	0,20	2274	455	0,100	1836	184
8.0	Werkzeugstähle	< 850	130	150	180	0,20	2274	455	0,100	1836	184
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	130	150	180	0,20	2274	455	0,100	1836	184
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	130	150	180	0,15	1819	273	0,075	1469	110
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	80	100	120	0,15	1819	273	0,075	1469	110
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	40	50	55	0,15	758	114	0,075	612	46
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	15	25	30	0,10	379	38	0,050	306	15
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	15	25	30	0,10	379	38	0,050	306	15
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	40	50	55	0,12	758	91	0,060	612	37
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	40	50	55	0,12	758	91	0,060	612	37
12.0	Federstähle	< 1500	40	50	55	0,12	758	91	0,060	612	37
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	140	160	180	0,15	2425	364	0,075	1959	147
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	100	120	140	0,15	1819	273	0,075	1469	110
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	100	120	140	0,15	1819	273	0,075	1469	110
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	80	100	120	0,15	1516	227	0,075	1224	92
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	40	50	55	0,12	758	91	0,060	612	37
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	130	150	180	0,40	2274	909	0,200	1836	367
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	130	150	180	0,40	2274	909	0,200	1836	367
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	100	120	140	0,30	1819	546	0,150	1469	220
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	80	100	120	0,20	1516	303	0,100	1224	122
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	80	100	120	0,20	1516	303	0,100	1224	122
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	80	100	120	0,20	1516	303	0,100	1224	122
17.0	Al langsp.; Al.-Knetleg. Mg	bis 350	230	250	280	0,20	3789	758	0,100	3061	306
17.1	Al-Leg. kurzspanend		230	250	280	0,20	3789	758	0,100	3061	306
17.2	Alu.-Gussleg. >10% Si		100	120	140	0,25	1819	455	0,125	1469	184
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	230	250	280	0,30	3789	1137	0,150	3061	459
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	230	250	280	0,30	3789	1137	0,150	3061	459
18.2	Messing, langspanend	< 600	230	250	280	0,30	3789	1137	0,150	3061	459
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	230	250	280	0,30	3789	1137	0,150	3061	459
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	230	250	280	0,30	3789	1137	0,150	3061	459
18.5	Bronze, langspanend	< 850	230	250	280	0,30	3789	1137	0,150	3061	459
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	230	250	280	0,30	3789	1137	0,150	3061	459
19.0	Graphit			–			–			–	
20.0	Thermoplast		70	80	90	0,30	1213	364	0,150	979	147
20.1	Duroplast		70	80	90	0,30	1213	364	0,150	979	147
20.2	GFK und CFK			–			–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für einen mittleren Bohrungsdurchmesser

M16 bis M20			Sorte	Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	1. Wahl	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]		
0,16	2411	386	BK8425	Emulsion
0,20	1929	386	BK8425	Emulsion
0,16	2411	386	BK8425	Emulsion
0,20	1929	386	BK8425	Emulsion
0,20	1929	386	BK8425	Emulsion
0,20	1929	386	BK8425	Emulsion
0,20	1447	289	BK8425	Emulsion
0,20	1929	386	BK8425	Emulsion
0,20	1447	289	BK8425	Emulsion
0,20	1929	386	BK8425	Emulsion
0,20	1929	386	BK8425	Emulsion
0,20	1447	289	BK8425	Emulsion
0,20	1447	289	BK8425	Emulsion
0,20	1447	289	BK8425	Emulsion
0,20	1447	289	BK8425	Emulsion
0,20	1447	289	BK8425	Emulsion
0,20	1447	289	BK8425	Emulsion
0,15	1157	174	BK8425	Emulsion
0,18	965	174	BK8425	Emulsion
0,15	482	72	BK8425	Emulsion
0,10	241	24	BK8425	Emulsion
0,10	241	24	BK8425	Emulsion
0,12	482	58	BK8425	Emulsion
0,12	482	58	BK8425	Emulsion
0,12	482	58	BK8425	Emulsion
0,15	1543	231	BK8425	Emulsion
0,15	1157	174	BK8425	Emulsion
0,15	1157	174	BK8425	Emulsion
0,15	965	145	BK8425	Emulsion
0,12	482	58	BK8425	Emulsion
0,40	1447	579	K10	trocken
0,40	1447	579	K10	trocken
0,30	1157	347	K10	Emulsion
0,20	965	193	K10	Emulsion
0,20	965	193	BK8425	Emulsion
0,20	965	193	BK8425	Emulsion
0,20	2411	482	P25M	Emulsion
0,20	2411	482	P25M	Emulsion
0,25	1157	289	BK8425	Emulsion
0,30	2411	723	K10	Emulsion
0,30	2411	723	K10	Emulsion
0,30	2411	723	K10	Emulsion
0,30	2411	723	K10	Emulsion
0,30	2411	723	K10	Emulsion
0,30	2411	723	K10	Emulsion
0,30	2411	723	K10	Emulsion
	–		–	–
0,30	772	231	K10	trocken
0,30	772	231	K10	trocken
	–		–	–



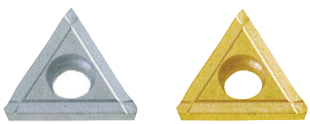




Tabelle 5.6 KOMET Wendeplattensenker KWZ

Katalognummer 216660 mit Wendeplatten 216780 bis 216950

Zähnezahl Größe M5N bis M12; Z = 1
Größe M14 bis M20; Z = 2

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			M5N– M6N(∅ 10 – 11)					M8– M12(∅ 15 – 20)				
						f [mm/U]			n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]			n [U/min]	v_f [mm/min]
		[N/mm²]	min.	Start	max.	Min	Start	max			Min	Start	max		
1.0	allg. Baustähle	< 500	180	200	240	0,030	0,045	0,060	6063	273	0,060	0,080	0,100	3638	291
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	180	200	240	0,030	0,045	0,060	6063	273	0,060	0,080	0,100	3638	291
2.0	Automatenstähle	< 850	180	200	240	0,030	0,045	0,060	6063	273	0,060	0,080	0,100	3638	291
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	180	200	240	0,030	0,045	0,060	6063	273	0,060	0,080	0,100	3638	291
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	180	200	240	0,030	0,045	0,060	6063	273	0,060	0,080	0,100	3638	291
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	180	200	240	0,030	0,045	0,060	6063	273	0,060	0,080	0,100	3638	291
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	120	140	160	0,030	0,040	0,050	4244	170	0,060	0,075	0,090	2546	191
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	180	200	240	0,030	0,045	0,060	6063	273	0,060	0,080	0,100	3638	291
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	120	140	160	0,030	0,040	0,050	4244	170	0,060	0,075	0,090	2546	191
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	180	200	240	0,030	0,045	0,060	6063	273	0,060	0,080	0,100	3638	291
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	180	200	240	0,030	0,045	0,060	6063	273	0,060	0,080	0,100	3638	291
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	120	140	160	0,030	0,040	0,050	4244	170	0,060	0,075	0,090	2546	191
7.0	Nitrierstähle	< 1000	120	140	160	0,030	0,040	0,050	4244	170	0,060	0,075	0,090	2546	191
7.1	Nitrierstähle	> 1000	100	120	140	0,030	0,040	0,050	3638	146	0,060	0,075	0,090	2183	164
8.0	Werkzeugstähle	< 850	120	140	160	0,030	0,040	0,050	4244	170	0,060	0,075	0,090	2546	191
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	120	140	160	0,030	0,040	0,050	4244	170	0,060	0,075	0,090	2546	191
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	100	120	140	0,020	0,040	0,040	3638	109	0,055	0,065	0,075	2183	142
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200		–			–		–			–		–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	40	50	55	0,015	0,020	0,025	1516	30	0,040	0,045	0,050	909	41
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–		–			–		–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–		–			–		–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	20	30	35	0,015	0,020	0,025	909	18	0,040	0,045	0,050	546	25
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	20	30	35	0,015	0,020	0,025	909	18	0,040	0,045	0,050	546	25
12.0	Federstähle	< 1500	20	30	35	0,015	0,020	0,025	909	18	0,040	0,045	0,050	546	25
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	100	120	140	0,030	0,035	0,040	3638	127	0,055	0,065	0,075	2183	142
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	100	120	140	0,030	0,035	0,040	3638	127	0,055	0,065	0,075	2183	142
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	100	120	140	0,030	0,035	0,040	3638	127	0,055	0,065	0,075	2183	142
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	80	100	120	0,015	0,020	0,025	3032	61	0,040	0,045	0,050	1819	82
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	20	30	35	0,015	0,020	0,025	909	15	0,040	0,045	0,050	546	25
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	140	160	180	0,055	0,065	0,075	4850	315	0,075	0,100	0,150	2910	291
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	140	160	180	0,055	0,065	0,075	4850	315	0,075	0,100	0,150	2910	291
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	120	140	160	0,055	0,065	0,075	4244	276	0,075	0,090	0,125	2546	229
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	100	120	140	0,040	0,045	0,050	3638	164	0,060	0,075	0,090	2183	164
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	20	30	35	0,015	0,020	0,025	909	15	0,040	0,045	0,050	546	25
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	20	30	35	0,015	0,020	0,025	909	15	0,040	0,045	0,050	546	25
17.0	Al langsp.; Al.-Knetleg. Mg	bis 350	250	300	350	0,015	0,020	0,025	9095	182	0,030	0,045	0,060	5457	246
17.1	Al-Leg. kurzspanend		250	300	350	0,015	0,020	0,025	9095	182	0,030	0,045	0,060	5457	246
17.2	Alu.-Gussleg. >10% Si		180	200	240	0,040	0,045	0,050	6063	273	0,060	0,080	0,100	3638	291
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	250	300	350	0,015	0,020	0,025	9095	182	0,040	0,045	0,050	5457	246
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	250	300	350	0,015	0,020	0,025	9095	182	0,040	0,045	0,050	5457	246
18.2	Messing, langspanend	< 600	250	300	350	0,015	0,020	0,025	9095	182	0,040	0,045	0,050	5457	246
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	250	300	350	0,015	0,020	0,025	9095	182	0,040	0,045	0,050	5457	246
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	250	300	350	0,015	0,020	0,025	9095	182	0,040	0,045	0,050	5457	246
18.5	Bronze, langspanend	< 850	250	300	350	0,015	0,020	0,025	9095	182	0,040	0,045	0,050	5457	246
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	250	300	350	0,015	0,020	0,025	9095	182	0,040	0,045	0,050	5457	246
19.0	Graphit			–			–		–			–		–	
20.0	Thermoplast		70	80	90	0,050	0,125	0,200	2425	303	0,050	0,125	0,200	1455	182
20.1	Duroplast		70	80	90	0,050	0,100	0,150	2425	243	0,050	0,100	0,150	1455	146
20.2	GFK und CFK			–			–		–			–		–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für den Schnittgeschwindigkeitsstartwert, einen mittleren Senkdurckmesser und dem Vorschubstartwert.





M14– M16(∅ 24 – 26)					M18(∅ 30)					M20(∅ 33)					Sorte	Kühl-Schmier-Stoff
f			n	v_f	f			n	v_f	f			n	v_f		
[mm/U]			[U/min]	[mm/min]	[mm/U]			[U/min]	[mm/min]	[mm/U]			[U/min]	[mm/min]		
Min	Start	max			Min	Start	max			Min	Start	max			1. Wahl	
0,12 –	0,16 –	0,20	2546	407	0,15 –	0,18 ´	0,25	2122	382	0,20 –	0,24 –	0,30	1929	463	BK64	Emulsion
0,12 –	0,16 –	0,20	2546	407	0,15 –	0,18 ´	0,25	2122	382	0,20 –	0,24 –	0,30	1929	463	BK64	Emulsion
0,12 –	0,16 –	0,20	2546	407	0,15 –	0,18 ´	0,25	2122	382	0,20 –	0,24 –	0,30	1929	463	BK64	Emulsion
0,12 –	0,16 –	0,20	2546	407	0,15 –	0,18 ´	0,25	2122	382	0,20 –	0,24 –	0,30	1929	463	BK64	Emulsion
0,12 –	0,16 –	0,20	2546	407	0,15 –	0,18 ´	0,25	2122	382	0,20 –	0,24 –	0,30	1929	463	BK64	Emulsion
0,12 –	0,16 –	0,20	2546	407	0,15 –	0,18 ´	0,25	2122	382	0,20 –	0,24 –	0,30	1929	463	BK64	Emulsion
0,12 –	0,16 –	0,20	2546	407	0,15 –	0,18 ´	0,25	2122	382	0,20 –	0,24 –	0,30	1929	463	BK64	Emulsion
0,12 –	0,16 –	0,20	2546	407	0,15 –	0,18 ´	0,25	2122	382	0,20 –	0,24 –	0,30	1929	463	BK64	Emulsion
0,12 –	0,15 –	0,18	1783	267	0,12 –	0,16 ´	0,22	1485	238	0,15 –	0,18 –	0,25	1350	243	BK64	Emulsion
0,12 –	0,16 –	0,20	2546	407	0,15 –	0,18 ´	0,25	2122	382	0,20 –	0,24 –	0,30	1929	463	BK64	Emulsion
0,12 –	0,16 –	0,20	2546	407	0,15 –	0,18 ´	0,25	2122	382	0,20 –	0,24 –	0,30	1929	463	BK64	Emulsion
0,12 –	0,15 –	0,18	1783	267	0,12 –	0,16 ´	0,22	1485	238	0,15 –	0,18 –	0,25	1350	243	BK64	Emulsion
0,12 –	0,15 –	0,18	1783	267	0,12 –	0,16 ´	0,22	1485	238	0,15 –	0,18 –	0,25	1350	243	BK64	Emulsion
0,12 –	0,15 –	0,18	1528	229	0,12 –	0,16 –	0,22	1273	204	0,15 –	0,18 –	0,25	1157	208	BK64	Emulsion
0,12 –	0,15 –	0,18	1783	267	0,12 –	0,16 ´	0,22	1485	238	0,15 –	0,18 –	0,25	1350	243	BK64	Emulsion
0,12 –	0,15 –	0,18	1783	267	0,12 –	0,16 ´	0,22	1485	238	0,15 –	0,18 –	0,25	1350	243	BK64	Emulsion
0,11 –	0,13 –	0,15	1528	199	0,10 –	0,15 ´	0,20	1273	191	0,12 –	0,16 –	0,22	1157	185	BK64	Emulsion
	–		–			–		–			–		–		–	–
0,08 –	0,09 –	0,10	637	57	0,06 –	0,09 –	0,12	531	49	0,10 –	0,12 –	0,15	482	58	BK64	Emulsion
	–		–			–		–			–		–		–	–
	–		–			–		–			–		–		–	–
0,08 –	0,09 –	0,10	382	34	0,06 –	0,09 –	0,12	318	29	0,10 –	0,12 –	0,15	289	35	BK64	Emulsion
0,08 –	0,09 –	0,10	382	34	0,06 –	0,09 –	0,12	318	29	0,10 –	0,12 –	0,15	289	35	BK64	Emulsion
0,08 –	0,09 –	0,10	382	34	0,06 –	0,09 –	0,12	318	29	0,10 –	0,12 –	0,15	289	35	BK64	Emulsion
0,11 –	0,13 –	0,15	1528	199	0,10 –	0,13 –	0,16	1273	166	0,12 –	0,15 –	0,18	1157	174	BK8425	Emulsion
0,11 –	0,13 –	0,15	1528	199	0,10 –	0,13 –	0,16	1273	166	0,12 –	0,15 –	0,18	1157	174	BK8425	Emulsion
0,11 –	0,13 –	0,15	1528	199	0,10 –	0,13 –	0,16	1273	166	0,12 –	0,15 –	0,18	1157	174	BK8425	Emulsion
0,08 –	0,09 –	0,10	1273	115	0,06 –	0,09 –	0,10	1061	95	0,08 –	0,10 –	0,12	965	96	BK8425	Emulsion
0,08 –	0,09 –	0,10	382	34	0,06 –	0,09 –	0,12	318	29	0,10 –	0,10 –	0,15	289	29	BK8425	Emulsion
0,15 –	0,20 –	0,30	2037	407	0,20 –	0,28 –	0,35	1698	475	0,25 –	0,35 –	0,40	1543	540	BK62	Emulsion
0,15 –	0,20 –	0,30	2037	407	0,20 –	0,28 –	0,35	1698	475	0,25 –	0,35 –	0,40	1543	540	BK62	Emulsion
0,15 –	0,18 –	0,25	1783	321	0,15 –	0,25 –	0,30	1485	371	0,20 –	0,30 –	0,35	1350	405	BK62	Emulsion
0,12 –	0,15 –	018	15258	229	0,15 –	0,20 –	0,25	1273	255	0,15 –	0,25 –	0,30	1157	289	BK62	Emulsion
0,08 –	0,09 –	0,10	382	34	0,06 –	0,09 –	0,12	318	29	0,10 –	0,10 –	0,15	289	29	BK8425	Emulsion
0,08 –	0,09 –	0,10	382	34	0,06 –	0,09 –	0,12	318	29	0,10 –	0,10 –	0,15	289	29	BK8425	Emulsion
0,06 –	0,09 –	0,12	3820	344	0,11 –	0,13 –	0,12	3183	414	0,12 –	0,16 –	0,20	2894	463	BK64	Emulsion
0,06 –	0,09 –	0,12	3820	344	0,11 –	0,13 –	0,12	3183	414	0,12 –	0,16 –	0,20	2894	463	BK64	Emulsion
0,12 –	0,16 –	0,20	2546	407	0,15 –	0,18 –	0,25	2122	382	0,20 –	0,20 –	0,30	1929	482	BK64	Emulsion
0,08 –	0,09 –	0,10	3820	344	0,06 –	0,09 –	0,12	3183	286	0,10 –	0,12 –	0,15	2894	347	BK64	Emulsion
0,08 –	0,09 –	0,10	3820	344	0,06 –	0,09 –	0,12	3183	286	0,10 –	0,12 –	0,15	2894	347	BK64	Emulsion
0,08 –	0,09 –	0,10	3820	344	0,06 –	0,09 –	0,12	3183	286	0,10 –	0,12 –	0,15	2894	347	BK64	Emulsion
0,08 –	0,09 –	0,10	3820	344	0,06 –	0,09 –	0,12	3183	286	0,10 –	0,12 –	0,15	2894	347	BK64	Emulsion
0,08 –	0,09 –	0,10	3820	344	0,06 –	0,09 –	0,12	3183	286	0,10 –	0,12 –	0,15	2894	347	BK64	Emulsion
0,08 –	0,09 –	0,10	3820	344	0,06 –	0,09 –	0,12	3183	286	0,10 –	0,12 –	0,15	2894	347	BK64	Emulsion
0,08 –	0,09 –	0,10	3820	344	0,06 –	0,09 –	0,12	3183	286	0,10 –	0,12 –	0,15	2894	347	BK64	Emulsion
	–		–			–		–			–		–		–	–
0,10 –	0,25 –	0,40	1019	255	0,10 –	0,25 –	0,40	849	212	0,10 –	0,25 –	0,40	772	193	BK64	Emulsion
0,10 –	0,20 –	0,30	1019	204	0,10 –	0,20 –	0,30	849	170	0,10 –	0,20 –	0,30	772	154	BK64	Emulsion
	–		–			–		–			–		–		–	–

Tabelle 5.7 GARANT 180°-Rückwärtsfrässenker

Katalognummer **217180 mit Wendeplatte 217185**

Zähnezahl **1**

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]	∅ 15			∅ 18 – 33		
				f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]		[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
2.0	Automatenstähle	< 850	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
7.0	Nitrierstähle	< 1000	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
7.1	Nitrierstähle	> 1000	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
8.0	Werkzeugstähle	< 850	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	–		–			–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–		–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	–		–			–	
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–		–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
17.0	Al langsp.; Al.-Knetleg. Mg	bis 350	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
17.1	Al-Leg. kurzspanend		50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
17.2	Alu.-Gussleg. >10% Si		50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
18.2	Messing, langspanend	< 600	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
18.5	Bronze, langspanend	< 850	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	50 – **65** – 80	0,08	1379	110	0,10	828	83
19.0	Graphit		–		–			–	
20.0	Thermoplast		–		–			–	
20.1	Duroplast		–		–			–	
20.2	GFK und CFK		–		–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für den Geschwindigkeitsstartwert und einen mittleren Senkdurchmesser

∅ 36 – 48			∅ 53 – 76			Sorte	Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	1. Wahl	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]		
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
	–			–		–	–
	–			–		–	–
	–			–		–	–
	–			–		–	–
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
	–			–		–	–
	–			–		–	–
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
	–			–		–	–
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
0,12	493	59	0,14	321	45	HB7035	Emulsion
	–			–		–	–
	–			–		–	–
	–			–		–	–
	–			–		–	–









Inhalt

Tabellenverzeichnis – Einsatzrichtwerte Reiben 408

1 Verfahren 409

2 Spanungsgrößen beim Reiben 409

3 Kräfte, Drehmoment und Leistungsbedarf beim Reiben 410

4 Berechnung der Hauptzeit beim Reiben 410

5 Ausführungen von Reibahlen 411

5.1 Handreibahlen 411
5.2 Maschinenreibahlen 411
5.3 Kegelreibahlen 412

6 Erreichbare Bohrungstoleranzen und Oberflächengüten 413

7 Leitfaden zur Störungsbeseitigung 415

8 Richtwerte für den Einsatz von Reibahlen 416

8.1 Toleranzen und Passungen 416
8.2 Ermittlung des Reibuntermaßes 418
8.3 Handhabung der Richtwerttabellen an einem Beispiel 419

Tabellenverzeichnis – Einsatzrichtwerte Reiben

Reibahlen	Schneidstoff / Beschichtung	Tab.-Nr.	Seite
Maschinen-Reibahlen	HSS und HSS/E	6.8	420
	HSS/E (beschichtet TiN)	6.9	422
	Vollhartmetall, HM-bestückt	6.10	424
HPC-Reibahlen mit IK 164348	Vollhartmetall (beschichtet TiAlN)	6.11	426
HPC-Reibahlen mit IK 164350	Vollhartmetall (beschichtet TiAlN)	6.12	428
HPC/HSC Durchgangs-/Grundloch VHM-Hochleistungs-Reibahle mit IK 164355; 164357	Vollhartmetall (beschichtet Diamant)	6.13	430
HPC/HSC Durchgangs-/Grundloch VHM-Hochleistungs-Reibahle mit IK 164362; 164392	Vollhartmetall (beschichtet TiAlN)	6.14	432
HPC Hochleistungs-Dehn-Reibahle; 168011	Cermet	6.15	434
HPC Durchgangsloch-Hochleistungs-Reibahle 168080; 168082; 168084; 168086	Cermet	6.16	436
Modulares Reibsystem DIHART Reamax TS; 239805 bis 239940	Hartmetall, beschichtet Cermet	6.17	438

1 Verfahren

Das Reiben dient zur Qualitätsverbesserung der Bohrung. Die Durchmesservergrößerung ist dabei geringfügig. Toleranzklassen IT 7 bis IT 6 sind erreichbar. Kennzeichnend ist, dass sich die Reibahle selbst in der Bohrung führt und auch ohne Anbohrhilfe anschneidet.



Bild 6.1 GARANT-NC-Reibahle

2 Spanungsgrößen beim Reiben

Besonders kleine Spanungsdicken h entstehen immer dann, wenn der Zahnvorschub f_z sehr klein gewählt wird oder der Einstell- (Anstell-)Winkel κ klein ist. Das ist z.B. bei Schälreibahlen mit einem Einstellwinkel $\kappa \approx 1°$ der Fall. Hier kann es Schwierigkeiten mit der Spanabnahme geben.

Beim Reiben ist eine **Mindestspanungsdicke h_{min}** zu beachten. Bei Unterschreitung dieser dringt die Schneide nicht in den Werkstoff ein, sondern der Werkstoff wird lediglich elastisch und plastisch verformt. Dabei entsteht an der Schneide selbst durch Druck und Reibung erhöhter Verschleiß. Im Schnittgeschwindigkeitsbereich für das Reiben liegt die Mindestspanungsdicke h_{min} bei

$$h_{min} = (0{,}5 \ldots 1{,}0) \cdot r_n$$

wobei r_n die Schneidkantenrundung ist.

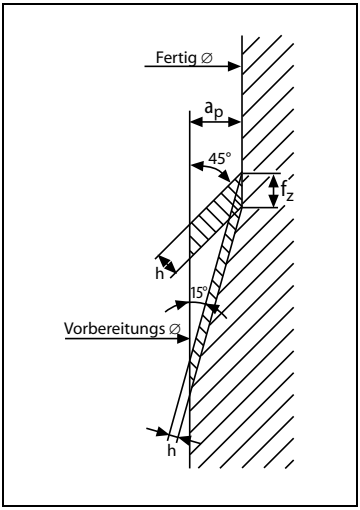


Bild 6.2
Zusammenhang von Spanungsdicke h und Einstellwinkel κ

Etwas verbessert werden kann das Eindringen der Schneide durch den ziehenden Schnitt der Schälreibahlen, der von einem großen negativen Neigungswinkel erzeugt wird.

3 Kräfte, Drehmoment und Leistungsbedarf beim Reiben

Beim Reiben sind die auftretenden Kräfte durch **Berechnung** mit Hilfe der spezifischen Schnittkräfte k_c nicht bzw. nur **unsicher** erfassbar. Die Kräfte für das Abheben des Spanes sind vielfach geringer als die Reibungskräfte bzw. die Kräfte, die durch „Festsaugen" in der Bohrung entstehen können. Die **Gesamtkräfte** beim Reiben können durch **Drehmomentenmessungen** ermittelt werden.

Die **Schnittleistung P_c** ergibt sich dann analog dem Bohren und Senken zu:

$$P_c = \frac{M_d \cdot n}{9554}$$

(Gl. 3.15)

P_c Schnittleistung [kW]
M_d Drehmoment [Nm] (experimentell ermittelt)
n Drehzahl [min^{-1}]

4 Berechnung der Hauptzeit beim Reiben

Für das Reiben gelten die gleichen formelmäßigen Zusammenhänge wie beim Bohren und Senken. Es gilt also:

$$t_h = \frac{L}{f \cdot n}$$

(Gl. 3.18)

t_h Hauptzeit [min]
L Gesamtreibweg [mm]
f Vorschub [mm/U]
n Drehzahl [min^{-1}]

Beim Reiben ist besonders darauf zu achten, dass der **Rücklauf** meist mit der gleichen Geschwindigkeit wie der Vorlauf erfolgt und somit eine in Höhe der Hauptzeit t_h liegende Nebenzeit t_n berücksichtigt werden muss.

Für das Reiben setzt man den Anlaufweg l_a und den Überlaufweg l_u wie folgt:

$$l_a + l_u \approx D$$

D Reibahlendurchmesser

So ergibt sich der **Gesamtreibweg *L*** zu:

$$L = l + l_a + l_u = l + D$$

(Gl. 6.1)

L Gesamtreibweg [mm]
l Werkstückdicke [mm]
D Reibahlendurchmesser [mm]

5 Ausführungen von Reibahlen

Die Ausführung von Reibahlen kann sehr verschieden sein. Große Reibahlen können als **Aufsteckreibahlen** hergestellt werden, besondere Anwendungszwecke fordern dagegen bestimmte Reibahlen wie z.B. **Nietlochreibahlen** oder **Düsenreibahlen**.

5.1 Handreibahlen

Handreibahlen haben besonders lange Führungen. Drall kann bei Durchgangsbohrungen angewendet werden, wenn die Späne nach unten abgeführt werden. Die Zahl der Schneiden ist meist geradzahlig (4 bis 18 je nach Durchmesser). Bei variablen Toleranzfeldern können nachstellbare Handreibahlen eingesetzt werden.

5.2 Maschinenreibahlen

Maschinenreibahlen haben einen kürzeren Schneidenteil als Handreibahlen. Auch sie führen sich selbst in der Bohrung durch ihre Führungsfasen (rundgeschliffene Nebenschneiden). Die Richtung der Schneiden können gerade sein, einen leichten Linksdrall oder einen starken Schäldrall haben (vgl. *Bild 6.3*).

Linksdrall erzeugt eine bessere Oberflächengüte, erfordert jedoch einen freien Späneabfluss und ist deshalb nur begrenzt für Grundbohrungen einsetzbar.

Schäldrall eignet sich für große Vorschübe, besonders in weichen Werkstoffen.

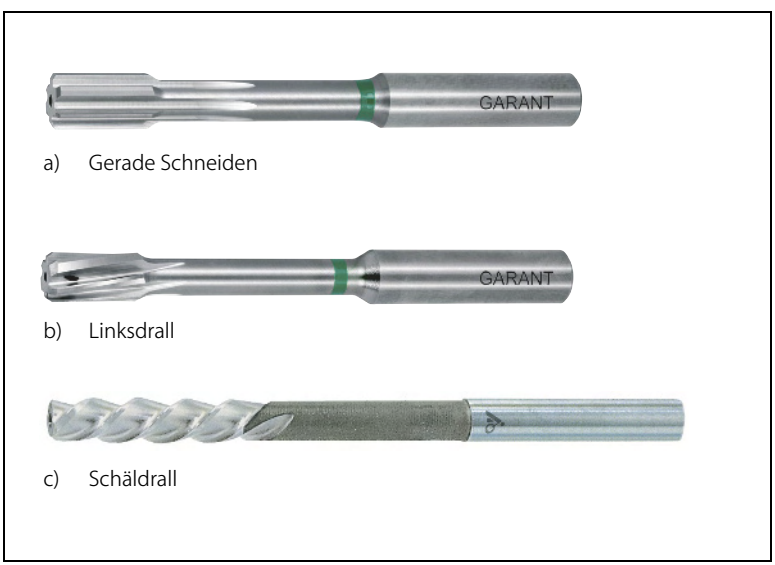


Bild 6.3 Maschinenreibahlen

NC-Reibahlen besitzen einen NC-gerechten Schaftdurchmesser für die standardisierte Aufnahme speziell in Hydro-Dehnspannfuttern (HD) und Hochgenauigkeitsspannfuttern (HG). Damit wird höchste Rundlaufgenauigkeit und Prozesssicherheit beim Herstellen von Passungen erreicht. Die Beschaffung von Sonderaufnahmen ist beim Verwenden von GARANT-NC-Reibahlen nicht mehr notwendig.



Bild 6.4 GARANT-NC-Reibahle

Bei einer **ungleichmäßigen Teilung** stehen sich die Schneiden jeweils paarweise genau gegenüber (*Bild 6.5*). Die Bohrung wird dadurch absolut rund und rattermarkenfrei. Die Rundschliff-Fase am Schneidteil glättet die Bohrung und führt die Reibahle.

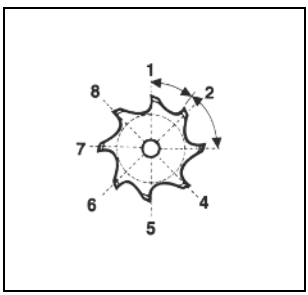


Bild 6.5 Gerade Zähnezahl mit ungleicher Teilung

5.3 Kegelreibahlen

Bei **Kegelreibahlen** erstrecken sich die Hauptschneiden über die ganze Kegelmantellinie. Nebenschneiden in ursprünglichem Sinn sind nicht vorhanden. Die Werkzeuge können prinzipiell gerade oder gedrallt sein.

Zum Herstellen der **groben Form** eignen sich **Schälreibahlen** (z.B. Stiftloch-Schälreibahlen). Um den Spänen den Abfluss durch die enger werdende Bohrung zu ermöglichen, sollte die Reibahle öfters zurückgezogen werden.



Bild 6.6 Stiftloch-Schälreibahle

Für die **Endbearbeitung** ist wegen der Qualität der Bohrung eine **geradgenutete Reibahle** besser geeignet.

6 Erreichbare Bohrungstoleranzen und Oberflächengüten

Tabelle 6.1 zeigt erreichbare ISO-Toleranzen bei Anwendung von Spiralbohrern mit zwei Schneiden im Vergleich zu dreischneidigen Bohrsenkern, Aufbohrern und Mehrschneiden-Reibahlen. Insbesondere **Spiralbohrer** aus HSS mit zwei Schneiden führen sich nur mangelhaft selbst. Kleinere Unsymmetrien an den Schneiden führen zu Formfehlern und Übermaßen (IT 11 bis IT 13, blau). Eine weitere Verbesserung kann durch den Einsatz von VHM-Spiralbohrern erreicht werden (bis IT 8). Werkzeuge mit drei Schneiden dagegen (**Senker, Aufbohrer**) erreichen eine um ca. eine Toleranzklasse bessere Qualität durch ihre gleichmäßigere Führung in der Bohrung (IT 10 bis IT 12 für HSS und bis IT 7 für VHM). Eine wesentliche Verbesserung von Form und Genauigkeit ist durch den Einsatz von **Mehrschneiden-Reibahlen** zu erreichen. Durch die größere Schneidenanzahl und die Anwendung kleinster Schnitttiefen wird die Führung stark verbessert und die Kräfte, die das Werkzeug aus der Mittellage drängen, stark reduziert (für HSS IT 6 bis IT 9, für HM-Reibahlen bis IT 5).

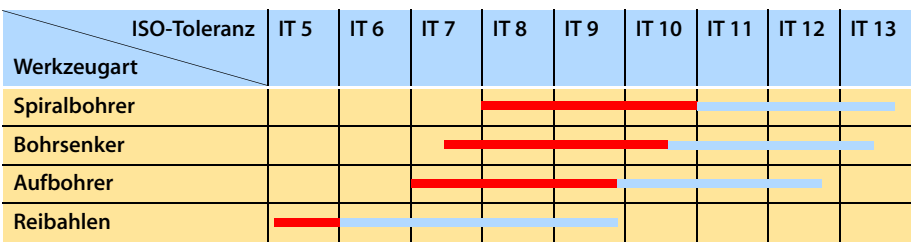


Tabelle 6.1 Erreichbare Bohrungstoleranzen mit verschiedenen Werkzeugen

Die **erreichbare Oberflächengüte** ist von mehreren Einflüssen abhängig. So wirken das Werkzeug selbst mit seinen Winkeln, der Schneidenanzahl und der Schneidenschärfe aber auch die Einsatzbedingungen durch zu bearbeitenden Werkstoff, Schnittbedingungen (v_c und f) und Qualität der Vorbearbeitung aber auch der Qualität der zum Einsatz kommenden Werkzeugmaschine. Somit kommt es zu einem relativ breiten Band der Oberflächenrauhigkeit **von 2 µm bis 15 µm** beim Reiben. **Richtung** und **Lage** lassen sich durch das Reiben **nicht** verbessern, da die Reibahle von der Vorbohrung zentriert wird. Je besser die Qualität der Vorbohrung ist, desto besser wird das Ergebnis beim Reiben.

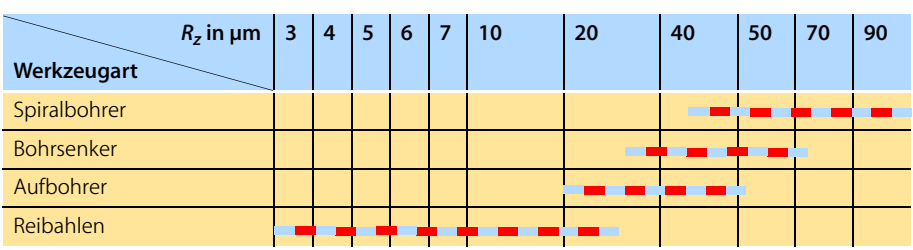


Tabelle 6.2 Erreichbare Oberflächengüte mit verschiedenen Werkzeugen

Rauheitsklassen	N9	N8		N7	N6		N5	N4	N3	N2	N1
Mittenrauwert Ra [µm]	6,3	3,2		1,6	0,8		0,4	0,2	0,1	0,05	0,025
Mittlere Rautiefe Rz [µm]	40	25	16	10	6,3	4	2,5	1,6	1,0	0,63	0,25
Werkstoffe											
Alu-Knetlegierungen, Alu-Gusslegierungen (Si<10%, Si>10%)											
Baustahl, niedrig legierte Stähle, Einsatz- und Vergütungsstähle											
Gehärtete Stähle (45 – 55 HRC)											
Rostfreie Stähle, hitzebeständige Stähle											
Sonderlegierungen Inconel											
Titan, Titanlegierungen											
Grauguss (GG) ferritisch											
Grauguss (GG) perlitisch											
Späroguss (GGG) ferritisch											
Späroguss (GGG) perlitisch											
Kupferlegierungen Messing											

erreichbar — bedingt erreichbar

Tabelle 6.3 Erreichbare Oberflächenqualitäten

7 Leitfaden zur Störungsbeseitigung

Kennzeichnung							Störung
1							Durchmesser zu groß
2							Durchmesser zu klein
3							Konische Bohrung
4							Unrunde Bohrung
5							Schlechte Oberflächengüte
6							Reibahle klemmt
7							Reibahle bricht aus
1	2	3	4	5	6	7	**Abhilfe**
							Konzentrizität Werkstück/Werkzeug prüfen
							Rundlauffehler Reibahle
							Rundlauffehler Aufnahme
							Rundlauffehler Spindel
							Schnittgeschwindigkeit verringern
							Höhere Schnittgeschwindigkeit erhöhen
							Vorschub verringern
							Vorschub erhöhen
							Schneidöl verwenden oder Kühlmittel „fetter“
							Kühlmittel zu „fett“
							Werkzeuggeometrie prüfen
							Fehlerhafter Anschnitt
							Werkzeugverschleiß
							Bearbeitungsaufmaß zu gering
							Schälreibahle verwenden (Werkstoff neigt zum Klemmen)
							Beschichtung wählen

Tabelle 6.4 Behebung von Fehlern beim Reiben

8 Richtwerte für den Einsatz von Reibahlen

8.1 Toleranzen und Passungen

Um vorhandene Reibahlen effektiv einsetzen zu können ist es erforderlich die entsprechenden herstellbaren Passungen zu kennen. In nachfolgender Tabelle sind die Passungen für 1/100 Maschinenreibahlen enthalten.

Die Handhabung der Tabelle soll an folgendem Beispiel dargestellt werden:

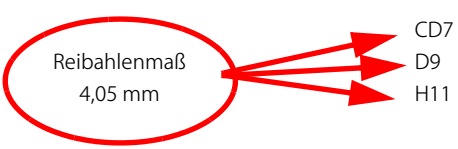
1. Vorhandene Reibahle: Maß 4,05 mm

2. Feststellung der Passungen für Reibahle 4,05 mm

- In Tabelle alle Werte 4,05 markieren
- Entsprechende Passung in Spaltenkopf ablesen

C8	C9	C10	C11	CD7	D7	D8	D9	D10	D11
1,07	1,07	1,08	1,10	1,04	1,02	1,03	–	1,04	1,06
2,07	2,07	2,08	2,10	2,04	2,02	2,03	–	2,04	2,06
3,07	3,07	3,08	3,10	3,04	3,02	3,03	–	3,04	3,06
4,08	4,09	–	–	**4,05**	4,04	4,04	**4,05**	4,06	4,08
5,08	5,09	–	–	5,05	5,04	5,04	5,05	5,06	5,08
6,08	6,09	–	–	6,05	6,04	6,04	6,05	6,06	6,08
7,09	7,10	–	–	7,06	7,05	7,05	7,06	7,08	7,10
8,09	8,10	–	–	8,06	8,05	8,05	8,06	8,08	8,10
9,09	9,10	–	–	9,06	9,05	9,05	9,06	9,02	9,10
10,09	10,10	–	–	10,06	10,05	10,05	10,06	10,08	10,10
–	–	–	–	–	11,06	–	11,08	11,10	–
–	–	–	–	–	12,06	–	12,08	12,10	–
H6	**H7**	**H8**	**H9**	**H10**	**H11**	**H12**	**H13**	**J6**	**J7**
1,00	–	1,01	–	1,02	1,04	1,06	1,09	1,00	1,00
2,00	–	2,01	–	2,02	2,04	2,06	2,09	2,00	2,00
3,00	–	3,01	–	3,02	3,04	3,06	3,09	3,00	3,00
4,00	–	4,01	4,02	4,03	**4,05**	4,08	–	4,00	4,00
5,00	–	5,01	5,02	5,03	5,05	5,08	–	5,00	5,00
6,00	–	6,01	6,02	6,03	6,05	6,08	–	6,00	6,00
7,00	7,01	7,01	7,02	7,04	7,06	7,10	–	7,00	7,00
8,00	8,01	8,01	8,02	8,04	8,06	8,10	–	8,00	8,00
9,00	9,01	9,01	9,02	9,04	9,06	9,10	–	9,00	9,00
10,00	10,01	10,02	10,02	10,04	10,06	10,10	–	10,00	10,00
–	11,01	11,02	11,03	11,05	11,07	–	–	11,00	11,00
–	12,01	12,02	12,03	12,05	12,07	–	–	12,00	12,00
N8	**P6**	**P7**	**P8**	**R6**	**R7**	**S6**	**S7**	**U6**	**U7**
0,99	0,99	0,99	0,99	–	–	0,98	0,98	0,98	0,98
1,99	1,99	1,99	1,99	–	–	1,98	1,98	1,98	1,98

Somit können folgende Passungen mit dieser Reibahle hergestellt werden:



Katalognummer 162951; 164180; 164345; 164348; 164350; 168010

C8	C9	C10	C11	CD7	D7	D8	D9	D10	D11	D12	E7	E8	E9	EF8	F7	F8	F9	F10	G6	G7	H5
1,07	1,07	1,08	1,10	1,04	1,02	1,03	–	1,04	1,06	1,08	1,02	1,02	1,03	1,02	1,01	1,01	1,02	–	–	1,01	1,00
2,07	2,07	2,08	2,10	2,04	2,02	2,03	–	2,04	2,06	2,08	2,02	2,02	2,03	2,02	2,01	2,01	2,02	–	–	2,01	2,00
3,07	3,07	3,08	3,10	3,04	3,02	3,03	–	3,04	3,06	3,08	3,02	3,02	3,03	3,02	3,01	3,01	3,02	–	–	3,01	3,00
4,08	4,09	–	–	4,05	4,04	4,04	4,05	4,06	4,08	4,10	–	4,03	4,04	4,03	–	4,02	4,03	4,04	4,01	4,01	4,00
5,08	5,09	–	–	5,05	5,04	5,04	5,05	5,06	5,08	5,10	–	5,03	5,04	5,03	–	5,02	5,03	5,04	5,01	5,01	5,00
6,08	6,09	–	–	6,05	6,04	6,04	6,05	6,06	6,08	6,10	–	6,03	6,04	6,03	–	6,02	6,03	6,04	6,01	6,01	6,00
7,09	7,10	–	–	7,06	7,05	7,05	7,06	7,08	7,10	–	7,03	7,04	7,05	7,03	7,02	7,03	–	7,05	7,01	7,01	7,00
8,09	8,10	–	–	8,06	8,05	8,05	8,06	8,08	8,10	–	8,03	8,04	8,05	8,03	8,02	8,03	–	8,05	8,01	8,01	8,00
9,09	9,10	–	–	9,06	9,05	9,05	9,06	9,02	9,10	–	9,03	9,04	9,05	9,03	9,02	9,03	–	9,05	9,01	9,01	9,00
10,09	10,10	–	–	10,06	10,05	10,05	10,06	10,08	10,10	–	10,03	10,04	10,05	10,03	10,02	10,03	–	10,05	10,01	10,01	10,00
–	–	–	–	–	11,06	–	11,08	11,10	–	–	11,04	11,05	11,06	–	–	11,03	11,04	11,06	11,01	–	11,00
–	–	–	–	–	12,06	–	12,08	12,10	–	–	12,04	12,05	12,06	–	–	12,03	12,04	12,06	12,01	–	12,00

H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	J6	J7	J8	JS7	JS8	JS9	K6	K7	K8	M6	M7	M8	N6	N7
1,00	–	1,01	–	1,02	1,04	1,06	1,09	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	–	–	0,99	–	–	0,99	0,99	0,99
2,00	–	2,01	–	2,02	2,04	2,06	2,09	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	–	–	1,99	–	–	1,99	1,99	1,99
3,00	–	3,01	–	3,02	3,04	3,06	3,09	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	–	–	2,99	–	–	2,99	2,99	2,99
4,00	–	4,01	4,02	4,03	4,05	4,08	–	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,99	–	3,99	3,99	3,99
5,00	–	5,01	5,02	5,03	5,05	5,08	–	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,99	–	4,99	4,99	4,99
6,00	–	6,01	6,02	6,03	6,05	6,08	–	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	5,99	–	5,99	5,99	5,99
7,00	7,01	7,01	7,02	7,04	7,06	7,10	–	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	–	–	7,00	7,00	6,99	6,99	6,99	–	6,99
8,00	8,01	8,01	8,02	8,04	8,06	8,10	–	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	–	–	8,00	8,00	7,99	7,99	7,99	–	7,99
9,00	9,01	9,01	9,02	9,04	9,06	9,10	–	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	–	–	9,00	9,00	8,99	8,99	8,99	–	8,99
10,00	10,01	10,02	10,02	10,04	10,06	10,10	–	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	–	–	10,00	10,00	9,99	9,99	9,99	–	9,99
–	11,01	11,02	11,03	11,05	11,07	–	–	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	–	–	11,00	11,00	10,99	10,99	10,99	–	10,99
–	12,01	12,02	12,03	12,05	12,07	–	–	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	–	–	12,00	12,00	11,99		11,99	–	11,99

N8	P6	P7	P8	R6	R7	S6	S7	U6	U7	X7	X8	X9	Z7	Z8	Z9	Z10	ZA7	ZA8	ZA9	ZB8	ZB9
0,99	0,99	0,99	0,99	–	–	0,98	0,98	0,98	0,98	–	0,97	0,97	0,97	0,97	–	0,96	0,96	–	–	0,95	0,95
1,99	1,99	1,99	1,99	–	–	1,98	1,98	1,98	1,98	–	1,97	1,97	1,97	1,97	–	1,96	1,96	–	–	1,95	1,95
2,99	2,99	2,99	2,99	–	–	2,98	2,98	2,98	2,98	–	2,97	2,97	2,97	2,97	–	2,96	2,96	–	–	2,95	2,95
3,99	–	–	3,98	–	–	3,98	3,98	–	–	3,97	–	3,96	3,96	3,96	3,95	3,95	3,96	–	–	3,94	3,94
4,99	–	–	4,98	–	–	4,98	4,98	–	–	4,97	–	4,96	4,96	4,96	4,95	4,95	4,96	–	–	4,94	4,94
5,99	–	–	5,98	–	–	5,98	5,98	–	–	5,97	–	5,96	5,96	5,96	5,95	5,95	5,96	–	–	5,94	5,94
6,99	–	–	–	6,98	6,98	–	–	6,97	6,97	–	6,96	6,95	6,95	6,95	–	6,94	6,94	6,94	–	–	6,92
7,99	–	–	–	7,98	7,98	–	–	7,97	7,97	–	7,96	7,95	7,95	7,95	–	7,94	7,94	7,94	–	–	7,92
8,99	–	–	–	8,98	8,98	–	–	8,97	8,97	–	8,96	8,95	8,95	8,95	–	8,94	8,94	8,94	–	–	8,92
9,99	–	–	–	9,98	9,98	–	–	9,97	9,97	–	9,96	9,95	9,95	9,95	–	9,94	9,94	9,94	–	–	9,92
10,99	10,98	10,98	10,97	–	–	10,97	10,97	–	–	10,96	10,95	–	10,95	10,94	–	10,93	–	10,93	–	10,90	10,90
11,99	11,98	11,98	11,97	–	–	11,97	11,97	–	–	11,96	11,95	–	11,95	11,94	–	11,93	–	11,93	–	11,90	11,90

Tabelle 6.5 Passungen für 1/100 Maschinenreibahle

8.2 Ermittlung des Reibuntermaßes

Die Schnitttiefe wird durchmesser- und werkzeugabhängig als **Reibuntermaß** gewählt (*Tabelle 6.6*). So ist z.B. beim Vorbohren einer 20-mm-Bohrung in Stahl ein Untermaß von 0,2 mm zu wählen, was einer Schnitttiefe von 0,1 mm entspricht. Die Schnitttiefe muss dabei die Oberflächenrauheit und einen Betrag gewährleisten, der der Mindestspanungsdicke beim Reiben h_{min} (s. vorherige Ausführungen) entspricht.

Werkstoffgruppe	Durchmesserbereich der Bohrung [mm]				
	3 bis 5	5 bis 10	10 bis 20	20 bis 30	30 bis 50
1.0/ 1.1/ 2.0/ 3.0/ 5.0/ 8.0/ 13.0/ 13.1/	0,1 – 0,2	0,2	0,2 – 0,3	0,3 – 0,4	0,4 – 0,5
2.1/ 3.1/ 3.2/ 4.0/ 4.1/ 6.0/ 6.1/ 7.0/ 7.1/ 8.1/ 8.2/ 9.0/ 13.2/ 13.3/ 14.0	0,1 – 0,2	0,2	0,2	0,3	0,3 – 0,4
15.0/ 15.1	0,1 – 0,2	0,2	0,2 – 0,3	0,3 – 0,4	0,4 – 0,5
15.2/ 15.3	0,1 – 0,2	0,2	0,3	0,4	0,5
18.0	0,1 – 0,2	0,2 – 0,3	0,3 – 0,4	0,4 – 0,5	0,5
18.1/18.2/ 18.3/ 18.4/ 18.5/ 18.6	0,1 – 0,2	0,2	0,2 - 0,3	0,3	0,3 - 0,4
17.0/ 17.1/ 17.2	0,1 – 0,2	0,2 – 0,3	0,3 – 0,4	0,4 – 0,5	0,5

Tabelle 6.6 Reibuntermaße für das Arbeiten mit festen HSS-Reibahlen

Bei Verwendung von **Schälreibahlen** müssen die Werte in *Tabelle 6.6* mindestens um 50% erhöht werden. Für Reibahlen mit geschlitztem Körper oder mit eingesetzten Messern muss die Reibzugabe verringert werden. Die in der Tabelle aufgeführten Untermaße gelten für eine Bohrung, die in einem Arbeitsgang gerieben werden soll, unter Verwendung fester HSS-Reibahlen.

Bei Verwendung von **hartmetallbestückten Reibahlen** gelten die in *Tabelle 6.7* aufgeführten Reibuntermaße.

Werkstoffgruppe	Durchmesserbereich der Bohrung [mm]				
	3 bis 5	5 bis 10	10 bis 20	20 bis 30	30 bis 50
1.0/ 1.1/ 2.0/ 2.1/ 3.0/ 3.1/ 3.2/ 4.0/ 4.1/ 5.0/ 6.0/ 6.1/ 7.0/ 7.1/ 8.0/ 8.1/ 8.2/ 9.0/ 13.0/ 13.1/ 13.2/	0,12 – 0,2	0,12 - 0,25	0,25 – 0,3	0,3 – 0,35	0,35 – 0,45
10.0/ 10.1/ 10.2/ 11.0/ 11.1/ 12.0/ 13.3/ 14.0/	0,1	0,1	0,1 – 0,15	0,1 – 0,2	0,15 – 0,2
15.0/ 15.1/15.2/ 15.3/ 16.0/ 16.1	0,15 – 0,25	0,15 – 0,25	0,25 – 0,3	0,3 – 0,4	0,5
17.0/ 17.1/ 17.2/ 18.0/ 18.1/ 18.2/ 18.3/ 18.4/ 18.5/ 18.6	0,15 – 0,25	0,15 – 0,3	0,3 – 0,35	0,35 – 0,45	0,45 – 0,55

Tabelle 6.7 Reibuntermaße für das Arbeiten mit hartmetallbestückten Reibahlen

8.3 Handhabung der Richtwerttabellen an einem Beispiel

Bearbeitungsaufgabe:

Reiben von Bohrungen mit einem Durchmesser D = 10 mm in den Werkstoff X210Cr12.

Vorgehen:

1. Auswahl des Reibwerkzeuges aus dem Hauptkatalog — Ho-Nr. 16 4340, D = 10 mm
2. Auswahl der Werkstoffmaterialgruppe (Kapitel „Werkstoffe“, Abschnitt 1) — Wst.-Gr. 8.2
3. Auswahl der Schnittparameter:
   - 3.1 Auswahl der Einsatzrichtwerttabelle — Tabelle 6.10
     Werkzeug 16 4340 → Maschinenreibahle (Vollhartmetall)
   - 3.2 Auswahl der Schnittparameter

Tabelle 6.10 **GARANT Maschinen-Reibahlen (Vollhartmetall, hartmetallbestückt)**

Katalognummer 164340; 164341; 164345; 164500
DIN Werksnorm; 8093

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] 164340; 164345; 164500 min.	Start	max.	v_c [m/min] 164341 min.	Start	max.	∅5 f [mm/U]	n [1/min]	v_f [mm/min]	∅8 f [mm/U]	n [1/min]	v_f [mm/min]	∅10 f [mm/U]	n [1/min]	v_f [mm/min]	∅15 f [mm/U]	n [1/min]	v_f [mm/min]	∅20 f [mm/U]	n [1/min]	v_f [mm/min]	∅25 f [mm/U]	n [1/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	10	13	15	10	35	50	0,15	828	124	0,18	517	93	0,20	414	83	0,25	276	69	0,30	207	62	0,30	166
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	8	13	12	25	30	35	0,15	828	124	0,18	517	93	0,20	414	83	0,25	276	69	0,30	207	62	0,30	166
2.0	Automatenstähle	< 850	8	13	12	25	30	35	0,15	828	124	0,18	517	93	0,20	414	83	0,25	276	69	0,30	207	62	0,30	166
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	7	10	9	15	20	25	0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64	0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	10	13	15	25	30	35	0,15	828	124	0,18	517	93	0,20	414	83	0,25	276	69	0,30	207	62	0,30	166
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	8	10	12	15	20	25	0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64	0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	7	8	9	12	15	18	0,15	509	76	0,18	318	57	0,20	255	51	0,25	170	42	0,30	127	38	0,30	102
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	8	8	12	12	15	18	0,15	509	76	0,18	318	57	0,20	255	51	0,25	170	42	0,30	127	38	0,30	102
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	6	6	10	8	10	12	0,12	382	46	0,15	289	36	0,15	191	29	0,18	127	23	0,20	95	19	0,20	76
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	10	13	15	20	25	30	0,15	828	124	0,18	517	93	0,20	414	83	0,25	276	69	0,30	207	62	0,30	166
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	8	10	12	12	15	18	0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64	0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	6	8	10	8	10	12	0,12	509	61	0,15	318	48	0,15	255	38	0,18	170	33	0,20	127	25	0,20	102
7.0	Nitrierstähle	< 1000	8	8	12	12	15	18	0,15	509	76	0,18	318	57	0,20	255	51	0,25	170	42	0,30	127	38	0,30	102
7.1	Nitrierstähle	> 1000	6	6	10	8	10	12	0,12	382	46	0,15	289	36	0,15	191	29	0,18	127	23	0,20	95	19	0,20	76
8.0	Werkzeugstähle	< 850	8	10	12	15	20	25	0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64	0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	5	8	10	12	15	18	0,12	509	61	0,15	318	48	0,15	255	38	0,18	170	33	0,20	127	25	0,20	102
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	5	6	7	8	10	12	0,12	382	46	0,15	289	36	0,15	191	29	0,18	127	23	0,20	95	19	0,20	76
9.0	Schnellarbeitsst.	820 – 1200	5	6	7	8	10	12	0,12	382	46	0,15	289	36	0,15	191	29	0,18	127	23	0,20	95	19	0,20	76

Schnittgeschwindigkeit: Startwert v_c = **6 m/min** Bereich: 5 ... 7 m/min

Vorschub: f = **0,15 mm/U**

Drehzahl: n = **191 U/min**

Vorschubgeschwindigkeit: v_f = **29 mm/min**

Tabelle 6.8 GARANT und Holex Maschinen-Reibahlen (HSS und HSS/E)

Katalognummer 161600; 162800; 162900; 162951, 162961, 162971, 163000; 164000; 164180

DIN 208; 212; 311; 2179; 2180; Werksnorm

Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]					∅5			∅ 8			∅ 10		
								f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.		Start		max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	10	–	11	–	12	0,10	700	70	0,13	438	57	0,15	350	53
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	6	–	7	–	8	0,10	446	45	0,13	279	36	0,15	223	33
2.0	Automatenstähle	< 850	6	–	7	–	8	0,10	446	45	0,13	279	36	0,15	223	33
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	4	–	5	–	6	0,08	318	25	0,10	199	20	0,10	159	16
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	8	–	9	–	10	0,10	573	57	0,13	358	47	0,15	286	43
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	6	–	7	–	8	0,10	446	45	0,13	279	36	0,15	223	33
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	4	–	5	–	6	0,08	318	25	0,10	199	20	0,10	159	16
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	3	–	4	–	5	0,08	255	20	0,10	159	16	0,10	127	13
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	3	–	4	–	5	0,08	255	20	0,10	159	16	0,10	127	13
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	6	–	7	–	8	0,10	446	45	0,13	279	36	0,15	223	33
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	4	–	5	–	6	0,08	318	25	0,10	199	20	0,10	159	16
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	3	–	4	–	5	0,08	255	20	0,10	159	16	0,10	127	13
7.0	Nitrierstähle	< 1000	4	–	5	–	6	0,08	318	25	0,10	199	20	0,10	159	16
7.1	Nitrierstähle	> 1000	3	–	4	–	5	0,08	255	20	0,10	159	16	0,10	127	13
8.0	Werkzeugstähle	< 850	6	–	7	–	8	0,10	446	20	0,13	279	36	0,15	223	33
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	4	–	5	–	6	0,08	318	25	0,10	199	20	0,10	159	16
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	3	–	4	–	5	0,08	255	20	0,10	159	16	0,10	127	13
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	4	–	5	–	6	0,08	318	25	0,10	199	20	0,10	159	16
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC			–				–			–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC			–				–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC			–				–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	3	–	4	–	5	0,08	255	20	0,10	159	16	0,10	127	13
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800			–				–			–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	3	–	4	–	5	0,08	255	20	0,10	159	16	0,10	127	13
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	6	–	7	–	8	0,10	446	45	0,13	279	36	0,15	223	33
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	6	–	7	–	8	0,10	446	45	0,13	279	36	0,15	223	33
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	4	–	5	–	6	0,08	318	25	0,10	199	20	0,10	159	16
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	4	–	5	–	6	0,08	318	25	0,10	199	20	0,10	159	16
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	3	–	4	–	5	0,08	255	20	0,10	159	16	0,10	127	13
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	8	–	9	–	10	0,18	573	103	0,20	358	72	0,23	286	66
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	4	–	5	–	6	0,12	318	38	0,15	199	30	0,17	159	27
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	8	–	9	–	10	0,18	573	103	0,20	358	72	0,23	286	66
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	6	–	7	–	8	0,15	446	67	0,18	279	50	0,20	223	45
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	4	–	5	–	6	0,08	318	25	0,10	199	20	0,10	159	16
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	4	–	5	–	6	0,08	318	25	0,10	199	20	0,10	159	16
17.0	Al langsp.; , Al-Knetleg.; Mg	bis 350	15	–	18	–	20	0,15	1146	172	0,18	716	129	0,20	573	115
17.1	Al-Leg., kurzspanend		10	–	13	–	15	0,15	828	124	0,18	517	93	0,20	414	83
17.2	Alu.-Gussleg. >10% Si		10	–	11	–	12	0,15	700	105	0,18	438	79	0,20	350	70
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	8	–	10	–	12	0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	12	–	13	–	14	0,20	828	166	0,25	517	129	0,30	414	124
18.2	Messing, langspanend	< 600	10	–	11	–	12	0,20	700	140	0,25	438	109	0,30	350	105
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	12	–	13	–	14	0,20	828	166	0,25	517	129	0,30	414	124
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	12	–	13	–	14	0,20	828	166	0,25	517	129	0,30	414	124
18.5	Bronze, langspanend	< 850	10	–	11	–	12	0,20	700	140	0,25	438	109	0,30	350	105
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	10	–	11	–	12	0,20	700	140	0,25	438	109	0,30	350	105
19.0	Graphit		8	–	9	–	10	0,18	573	103	0,20	358	72	0,23	286	66
20.0	Thermoplast				–				–			–			–	
20.1	Duroplast				–				–			–			–	
20.2	GFK und CFK				–				–			–			–	

Hinweis: Die angegebenen Drehzahlen n und Vorschubgesschwindigkeiten gelten für den Startwert der Schnittgeschwindigkeit.





∅ 15			∅ 20			∅ 25			∅ 30			∅ 40			∅ 50			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,20	233	47	0,25	175	44	0,25	140	35	0,30	117	35	0,35	88	31	0,40	70	28	Rüböl/Emulsion
0,20	149	30	0,25	111	28	0,25	89	22	0,30	74	22	0,35	56	19	0,40	45	18	Rüböl/Emulsion
0,20	149	30	0,25	111	28	0,25	89	22	0,30	74	22	0,35	56	19	0,40	45	18	Rüböl/Emulsion
0,15	106	16	0,20	80	16	0,25	64	16	0,30	53	16	0,35	40	14	0,40	32	13	Rüböl/Emulsion
0,20	191	38	0,25	143	36	0,25	115	29	0,30	95	29	0,35	72	25	0,40	57	23	Rüböl/Emulsion
0,20	149	30	0,25	111	28	0,25	89	22	0,30	74	22	0,35	56	19	0,40	45	18	Rüböl/Emulsion
0,15	106	16	0,20	80	16	0,25	64	16	0,30	53	16	0,35	40	14	0,40	32	13	Rüböl/Emulsion
0,15	85	13	0,20	64	13	0,25	51	13	0,30	42	13	0,35	32	11	0,40	25	10	Rüböl/Emulsion
0,15	85	13	0,20	64	13	0,25	51	13	0,30	42	13	0,35	32	11	0,40	25	10	Rüböl/Emulsion
0,20	149	30	0,25	111	28	0,25	89	22	0,30	74	22	0,35	56	19	0,40	45	18	Rüböl/Emulsion
0,15	106	16	0,20	80	16	0,25	64	16	0,30	53	16	0,35	40	14	0,40	32	13	Rüböl/Emulsion
0,15	85	13	0,20	64	13	0,25	51	13	0,30	42	13	0,35	32	11	0,40	25	10	Rüböl/Emulsion
0,15	106	16	0,20	80	16	0,25	64	16	0,30	53	16	0,35	40	14	0,40	32	13	Rüböl/Emulsion
0,15	85	13	0,20	64	13	0,25	51	13	0,30	42	13	0,35	32	11	0,40	25	10	Rüböl/Emulsion
0,20	149	30	0,25	111	28	0,25	89	22	0,30	74	22	0,35	56	19	0,40	45	18	Rüböl/Emulsion
0,15	106	16	0,20	80	16	0,25	64	16	0,30	53	16	0,35	40	14	0,40	32	13	Rüböl/Emulsion
0,15	85	13	0,20	64	13	0,25	51	13	0,30	42	13	0,35	32	11	0,40	25	10	Rüböl/Emulsion
0,15	106	16	0,20	80	16	0,25	64	16	0,30	53	16	0,35	40	14	0,40	32	13	Rüböl/Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
0,15	85	13	0,20	64	13	0,25	51	13	0,30	42	13	0,35	32	11	0,40	25	10	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
0,15	85	13	0,20	64	13	0,25	51	13	0,30	42	13	0,35	32	11	0,40	25	10	Emulsion
0,20	149	30	0,25	111	28	0,25	89	22	0,30	74	22	0,35	56	19	0,40	45	18	Emulsion
0,20	149	30	0,25	111	28	0,25	89	22	0,30	74	22	0,35	56	19	0,40	45	18	Emulsion
0,15	106	16	0,20	80	16	0,25	64	16	0,30	53	16	0,35	40	14	0,40	32	13	Emulsion
0,15	106	16	0,20	80	16	0,25	64	16	0,30	53	16	0,35	40	14	0,40	32	13	Emulsion
0,15	85	13	0,20	64	13	0,25	51	13	0,30	42	13	0,35	32	11	0,40	25	10	Emulsion
0,25	191	48	0,30	143	43	0,30	115	34	0,35	95	33	0,40	72	29	0,58	57	33	tr./Rüböl
0,20	106	21	0,25	80	20	0,25	64	16	0,30	53	16	0,35	40	14	0,40	32	13	tr./Rüböl
0,25	191	48	0,30	143	43	0,30	115	34	0,35	95	33	0,40	72	29	0,58	57	33	tr./Emulsion
0,20	149	30	0,25	111	28	0,30	89	27	0,35	74	26	0,40	56	22	0,40	45	18	tr./Emulsion
0,15	106	16	0,20	80	16	0,25	64	16	0,30	53	16	0,35	40	14	0,40	32	13	Emulsion
0,15	106	16	0,20	80	16	0,25	64	16	0,30	53	16	0,35	40	14	0,40	32	13	Emulsion
0,25	382	95	0,30	286	86	0,30	229	69	0,35	191	67	0,40	143	57	0,40	115	46	Emulsion
0,25	276	69	0,30	207	62	0,30	166	50	0,35	138	48	0,40	103	41	0,40	83	33	Emulsion
0,25	233	58	0,30	175	53	0,30	140	42	0,35	117	41	0,40	88	35	0,40	70	28	Emulsion
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,35	106	37	0,40	80	32	0,45	64	29	Emulsion
0,35	276	97	0,40	207	83	0,40	166	66	0,45	138	62	0,50	103	52	0,60	83	50	tr./Emulsion
0,35	233	82	0,40	175	70	0,40	140	56	0,45	117	53	0,50	88	44	0,60	70	42	tr./Emulsion
0,35	276	97	0,40	207	83	0,40	166	66	0,45	138	62	0,50	103	52	0,60	83	50	tr./Emulsion
0,35	276	97	0,40	207	83	0,40	166	66	0,45	138	62	0,50	103	52	0,60	83	50	tr./Emulsion
0,35	233	82	0,40	175	70	0,40	140	56	0,45	117	53	0,50	88	44	0,60	70	42	tr./Emulsion
0,35	233	82	0,40	175	70	0,40	140	56	0,45	117	53	0,50	88	44	0,60	70	42	tr./Emulsion
0,25	191	48	0,30	143	43	0,30	115	34	0,35	95	33	0,40	72	29	0,58	57	33	trocken
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–

Tabelle 6.9 GARANT Maschinen-Reibahlen HSS/E (beschichtet TiN)

Katalognummer 163500
DIN 212

Werk-stoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]					bis ∅5			∅ 6 bis 9		
					Start		max.	f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.					[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	14	–	15	–	16	0,15	955	143	0,20	597	116
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	8	–	10	–	11	0,15	637	95	0,20	398	78
2.0	Automatenstähle	< 850	8	–	10	–	11	0,15	637	95	0,20	398	78
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	8	–	9	–	10	0,12	573	69	0,15	358	54
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	8	–	10	–	11	0,15	637	95	0,20	398	78
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	8	–	9	–	10	0,15	573	86	0,20	358	70
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	5	–	7	–	9	0,12	446	53	0,15	279	42
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	5	–	7	–	9	0,12	446	53	0,15	279	42
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	4	–	5	–	6	0,12	318	38	0,15	199	30
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	8	–	10	–	11	0,15	637	95	0,20	398	78
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	8	–	9	–	10	0,12	573	69	0,15	358	54
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	4	–	5	–	6	0,12	318	38	0,15	199	30
7.0	Nitrierstähle	< 1000	5	–	7	–	9	0,12	446	53	0,15	279	42
7.1	Nitrierstähle	> 1000	4	–	5	–	6	0,12	318	38	0,15	199	30
8.0	Werkzeugstähle	< 850	8	–	9	–	11	0,15	573	86	0,20	358	70
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	5	–	7	–	9	0,12	446	53	0,15	279	42
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	4	–	5	–	7	0,12	318	38	0,15	199	30
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	5	–	7	–	9	0,12	446	53	0,15	279	42
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC			–				–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC			–				–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC			–				–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	4	–	5	–	7	0,12	318	38	0,15	199	30
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800			–				–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	4	–	5	–	7	0,12	318	38	0,15	199	30
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700			–				–			–	
13.1	rostf. St. -austenitisch	< 700			–				–			–	
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850			–				–			–	
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100			–				–			–	
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	4	–	5	–	7	0,12	318	38	0,15	199	30
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	8	–	10	–	11	0,27	637	172	0,30	398	119
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	8	–	9	–	10	0,18	573	103	0,23	358	81
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	8	–	9	–	10	0,27	573	155	0,30	358	107
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	5	–	7	–	9	0,23	446	100	0,27	279	75
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	5	–	7	–	9	0,12	446	53	0,15	279	42
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	5	–	7	–	9	0,12	446	53	0,15	279	42
17.0	Al langsp.; , Al-Knetleg.; Mg	bis 350			–				–			–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend				–				–			–	
17.2	Alu.-Gussleg. >10% Si				–				–			–	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	11	–	14	–	16	0,23	891	201	0,27	557	150
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	16	–	18	–	19	0,30	1146	344	0,38	716	269
18.2	Messing, langspanend	< 600	14	–	15	–	16	0,30	955	286	0,38	597	224
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	16	–	18	–	19	0,30	1146	344	0,38	716	269
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	16	–	18	–	19	0,30	1146	344	0,38	716	269
18.5	Bronze, langspanend	< 850	14	–	15	–	16	0,30	955	286	0,38	597	224
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	14	–	15	–	16	0,30	955	286	0,38	597	224
19.0	Graphit		11	–	12	–	14	0,27	764	206	0,30	477	143
20.0	Thermoplast				–				–			–	
20.1	Duroplast				–				–			–	
20.2	GFK und CFK				–				–			–	

Hinweis: Die angegebenen Drehzahlen n und Vorschubgesschwindigkeiten gelten für den Startwert der Schnittgeschwindigkeit.



∅ 10 bis 14			∅ 16			∅ 20			∅ 25			∅ 30			∅ 40			∅ 50			Kühl-Schmier-Stoff
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,23	367	83	0,30	298	90	0,38	239	90	0,38	191	73	0,45	159	72	0,53	119	63	0,60	95	57	Rüböl/Emulsion
0,23	245	55	0,30	199	60	0,38	159	60	0,38	127	48	0,45	106	48	0,53	80	42	0,60	64	38	Rüböl/Emulsion
0,23	245	55	0,30	199	60	0,38	159	60	0,38	127	48	0,45	106	48	0,53	80	42	0,60	64	38	Rüböl/Emulsion
0,15	220	33	0,23	179	40	0,30	143	43	0,38	115	44	0,45	95	43	0,53	72	38	0,60	57	34	Rüböl/Emulsion
0,23	245	55	0,30	199	60	0,38	159	60	0,38	127	48	0,45	106	48	0,53	80	42	0,60	64	38	Rüböl/Emulsion
0,23	220	50	0,30	179	54	0,38	143	54	0,38	115	44	0,45	95	43	0,53	72	38	0,60	57	34	Rüböl/Emulsion
0,15	171	26	0,23	139	31	0,30	111	33	0,38	89	34	0,45	74	33	0,53	56	29	0,60	45	27	Rüböl/Emulsion
0,15	171	26	0,23	139	31	0,30	111	33	0,38	89	34	0,45	74	33	0,53	56	29	0,60	45	27	Rüböl/Emulsion
0,15	122	18	0,23	99	22	0,30	80	24	0,38	64	24	0,45	53	24	0,53	40	21	0,60	32	19	Rüböl/Emulsion
0,23	245	55	0,30	199	60	0,38	159	60	0,38	127	48	0,45	106	48	0,53	80	42	0,60	64	38	Rüböl/Emulsion
0,15	220	33	0,23	179	40	0,30	143	43	0,38	115	44	0,45	95	43	0,53	72	38	0,60	57	34	Rüböl/Emulsion
0,15	122	18	0,23	99	22	0,30	80	24	0,38	64	24	0,45	53	24	0,53	40	21	0,60	32	19	Rüböl/Emulsion
0,15	171	26	0,23	139	31	0,30	111	33	0,38	89	34	0,45	74	33	0,53	56	29	0,60	45	27	Rüböl/Emulsion
0,15	122	18	0,23	99	22	0,30	80	24	0,38	64	24	0,45	53	24	0,53	40	21	0,60	32	19	Rüböl/Emulsion
0,23	220	50	0,30	179	54	0,38	143	54	0,38	115	44	0,45	95	43	0,53	72	38	0,60	57	34	Rüböl/Emulsion
0,15	171	26	0,23	139	31	0,30	111	33	0,38	89	34	0,45	74	33	0,53	56	29	0,60	45	27	Rüböl/Emulsion
0,15	122	18	0,23	99	22	0,30	80	24	0,38	64	24	0,45	53	24	0,53	40	21	0,60	32	19	Rüböl/Emulsion
0,15	171	26	0,23	139	31	0,30	111	33	0,38	89	34	0,45	74	33	0,53	56	29	0,60	45	27	Rüböl/Emulsion
	–			–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–			–		–
0,15	122	18	0,23	99	22	0,30	80	24	0,38	64	24	0,45	53	24	0,53	40	21	0,60	32	19	Emulsion
	–			–			–			–			–			–			–		–
0,15	122	18	0,23	99	22	0,30	80	24	0,38	64	24	0,45	53	24	0,53	40	21	0,60	32	19	Emulsion
	–			–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–			–		–
0,15	122	18	0,23	99	22	0,30	80	24	0,38	64	24	0,45	53	24	0,53	40	21	0,60	32	19	Emulsion
0,35	245	84	0,38	199	75	0,45	159	72	0,45	127	57	0,53	106	56	0,60	80	48	0,87	64	55	trocken/Rüböl
0,26	220	56	0,30	179	54	0,38	143	54	0,38	115	44	0,45	95	43	0,53	72	38	0,60	57	34	trocken/Rüböl
0,35	220	76	0,38	179	67	0,45	143	64	0,45	115	52	0,53	95	50	0,60	72	43	0,87	57	50	trocken/Emulsion
0,30	171	51	0,30	139	42	0,38	111	42	0,38	89	34	0,45	74	33	0,53	56	29	0,60	45	27	trocken/Emulsion
0,15	171	26	0,23	139	31	0,30	111	33	0,38	89	34	0,45	74	33	0,53	56	29	0,60	45	27	Emulsion
0,15	171	26	0,23	139	31	0,30	111	33	0,38	89	34	0,45	74	33	0,53	56	29	0,60	45	27	Emulsion
	–			–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–			–		–
0,30	343	103	0,38	279	104	0,45	223	100	0,45	178	80	0,53	149	78	0,60	111	67	0,68	89	60	Emulsion
0,45	441	198	0,53	358	188	0,60	286	172	0,60	229	138	0,68	191	129	0,75	143	107	0,90	115	103	trocken/Emulsion
0,45	367	165	0,53	298	157	0,60	239	143	0,60	191	115	0,68	159	107	0,75	119	90	0,90	95	86	trocken/Emulsion
0,45	441	198	0,53	358	188	0,60	286	172	0,60	229	138	0,68	191	129	0,75	143	107	0,90	115	103	trocken/Emulsion
0,45	441	198	0,53	358	188	0,60	286	172	0,60	229	138	0,68	191	129	0,75	143	107	0,90	115	103	trocken/Emulsion
0,45	367	165	0,53	298	157	0,60	239	143	0,60	191	115	0,68	159	107	0,75	119	90	0,90	95	86	trocken/Emulsion
0,45	367	165	0,53	298	157	0,60	239	143	0,60	191	115	0,68	159	107	0,75	119	90	0,90	95	86	trocken/Emulsion
0,35	294	101	0,38	239	90	0,45	191	86	0,45	153	69	0,53	127	67	0,60	95	57	0,87	76	66	trocken
	–			–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–			–		–

Tabelle 6.10 GARANT Maschinen-Reibahlen (Vollhartmetall, hartmetallbestückt)

Katalognummer 164340; 164341; 164345; 164500
DIN Werksnorm; 8093

Werk-stoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min] 164340; 164345; 164500			v_c [m/min] 164341			∅ 5			∅ 8			∅ 10		
									f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	min.	Start	max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	10 – **13** – 15			30 – **35** – 38			0,15	828	124	0,18	517	93	0,20	414	83
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	8 – **13** – 12			25 – **30** – 35			0,15	828	124	0,18	517	93	0,20	414	83
2.0	Automatenstähle	< 850	8 – **13** – 12			25 – **30** – 35			0,15	828	124	0,18	517	93	0,20	414	83
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	7 – **10** – 9			15 – **20** – 25			0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	10 – **13** – 15			25 – **30** – 35			0,15	828	124	0,18	517	93	0,20	414	83
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	8 – **10** – 12			15 – **20** – 25			0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	7 – **8** – 9			12 – **15** – 18			0,15	509	76	0,18	318	57	0,20	255	51
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	8 – **8** – 12			12 – **15** – 18			0,15	509	76	0,18	318	57	0,20	255	51
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	6 – **6** – 10			8 – **10** – 12			0,12	382	46	0,15	239	36	0,15	191	29
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	10 – **13** – 15			20 – **25** – 30			0,15	828	124	0,18	517	93	0,20	414	83
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	8 – **10** – 12			12 – **15** – 18			0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	6 – **8** – 10			8 – **10** – 12			0,12	509	61	0,15	318	48	0,15	255	38
7.0	Nitrierstähle	< 1000	8 – **8** – 12			12 – **15** – 18			0,15	509	76	0,18	318	57	0,20	255	51
7.1	Nitrierstähle	> 1000	6 – **6** – 10			8 – **10** – 12			0,12	382	46	0,15	239	36	0,15	191	29
8.0	Werkzeugstähle	< 850	8 – **10** – 12			15 – **20** – 25			0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	6 – **8** – 10			12 – **15** – 18			0,12	509	61	0,15	318	48	0,15	255	38
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	5 – **6** – 7			8 – **10** – 12			0,12	382	46	0,15	239	36	0,15	191	29
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	5 – **6** – 7			12 – **15** – 18			0,12	382	46	0,15	239	36	0,15	191	29
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–			–			–			–			–		
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–			–			–			–			–		
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–			–			–			–			–		
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	5 – **6** – 10			6 – **8** – 10			0,12	382	46	0,15	239	36	0,15	191	29
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–			–			–			–			–		
12.0	Federstähle	< 1500	6 – **8** – 10			8 – **10** – 12			0,12	509	61	0,15	318	48	0,15	255	38
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	10 – **10** – 15			12 – **15** – 18			0,15	637	95	0,18	389	72	0,20	318	64
13.1	rostf. St. -austenitisch	< 700	10 – **10** – 15			12 – **15** – 18			0,15	637	95	0,18	389	72	0,20	318	64
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	8 – **10** – 12			12 – **15** – 18			0,15	637	95	0,18	389	72	0,20	318	64
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	6 – **8** – 10			10 – **12** – 15			0,12	509	61	0,15	318	48	0,15	255	38
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	6 – **8** – 10			8 – **10** – 12			0,12	509	61	0,15	318	48	0,15	255	38
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	8 – **10** – 15			10 – **12** – 15			0,15	637	95	0,18	389	72	0,20	318	64
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	6 – **8** – 12			8 – **10** – 12			0,12	509	61	0,15	318	48	0,20	255	51
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	8 – **8** – 12			8 – **10** – 12			0,15	509	76	0,18	318	57	0,20	255	51
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	8 – **8** – 12			8 – **10** – 12			0,12	509	61	0,15	318	48	0,20	255	51
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	8 – **8** – 12			8 – **10** – 12			0,15	509	76	0,18	318	57	0,20	255	51
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	6 – **8** – 10			8 – **10** – 12			0,12	509	61	0,15	318	48	0,15	255	38
17.0	Al langsp.; , Al-Knetleg.; Mg	bis 350	20 – **25** – 30			–			0,20	1592	318	0,26	995	259	0,30	796	239
17.1	Al-Leg., kurzspanend		15 – **20** – 30			–			0,20	1273	255	0,26	796	207	0,30	637	191
17.2	Alu.-Gussleg. >10% Si		15 – **20** – 30			–			0,20	1273	255	0,26	796	207	0,30	637	191
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	20 – **25** – 30			25 – **30** – 35			0,30	1592	477	0,36	995	358	0,40	796	318
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	15 – **20** – 25			20 – **25** – 30			0,20	1273	255	0,26	796	207	0,30	637	191
18.2	Messing, langspanend	< 600	15 – **20** – 25			20 – **25** – 30			0,20	1273	255	0,26	796	207	0,30	637	191
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	15 – **20** – 25			20 – **25** – 30			0,20	1273	255	0,26	796	207	0,30	637	191
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	10 – **13** – 15			15 – **20** – 25			0,20	828	166	0,26	518	134	0,30	414	124
18.5	Bronze, langspanend	< 850	10 – **13** – 15			15 – **20** – 25			0,20	828	166	0,26	518	134	0,30	414	124
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	8 – **10** – 15			12 – **15** – 18			0,20	637	127	0,26	398	103	0,30	318	95
19.0	Graphit		8 – **10** – 15			–			0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64
20.0	Thermoplast		15 – **20** – 30			–			0,22	1273	285	0,22	796	178	0,22	637	143
20.1	Duroplast		–			–			–			–			–		
20.2	GFK und CFK		–			–			–			–			–		





∅ 15			∅ 20			∅25			∅ 30			∅ 40			∅ 50			Kühl-Schmier-Stoff
f [mm/U]	n [U min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	
0,25	276	69	0,30	207	62	0,30	166	50	0,35	138	48	0,40	103	41	0,50	83	41	Rüböl/Emulsion
0,25	276	69	0,30	207	62	0,30	166	50	0,35	138	48	0,40	103	41	0,50	83	41	Rüböl/Emulsion
0,25	276	69	0,30	207	62	0,30	166	50	0,35	138	48	0,40	103	41	0,50	83	41	Rüböl/Emulsion
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,35	106	37	0,40	80	32	0,50	64	32	Rüböl/Emulsion
0,25	276	69	0,30	207	62	0,30	166	50	0,35	138	48	0,40	103	41	0,50	83	41	Rüböl/Emulsion
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,35	106	37	0,40	80	32	0,50	64	32	Rüböl/Emulsion
0,25	170	42	0,30	127	38	0,30	102	31	0,35	85	30	0,40	64	25	0,50	51	25	Rüböl/Emulsion
0,25	170	42	0,30	127	38	0,30	102	31	0,35	85	30	0,40	64	25	0,50	51	25	Rüböl/Emulsion
0,18	127	23	0,20	95	19	0,20	76	15	0,25	64	16	0,30	48	14	0,40	38	15	Rüböl/Emulsion
0,25	276	69	0,30	207	62	0,30	166	50	0,35	138	48	0,40	103	41	0,50	83	41	Rüböl/Emulsion
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,35	106	37	0,40	80	32	0,50	64	32	Rüböl/Emulsion
0,18	170	31	0,20	127	25	0,20	102	20	0,25	85	21	0,30	64	19	0,40	51	20	Rüböl/Emulsion
0,25	170	42	0,30	127	38	0,30	102	31	0,35	85	30	0,40	64	25	0,50	51	25	Rüböl/Emulsion
0,18	127	23	0,20	95	19	0,20	76	15	0,25	64	16	0,30	48	14	0,40	38	15	Rüböl/Emulsion
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,35	106	37	0,40	80	32	0,50	64	32	Rüböl/Emulsion
0,18	170	31	0,20	127	25	0,20	102	20	0,25	85	21	0,30	64	19	0,40	51	20	Rüböl/Emulsion
0,18	127	23	0,20	95	19	0,20	76	15	0,25	64	16	0,30	48	14	0,40	38	15	Rüböl/Emulsion
0,18	127	23	0,20	95	19	0,20	76	15	0,25	64	16	0,30	48	14	0,40	38	15	Rüböl/Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
0,18	127	23	0,20	95	19	0,20	76	15	0,25	64	16	0,30	48	14	0,40	38	15	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
0,18	170	31	0,20	127	25	0,20	102	20	0,25	85	21	0,30	64	19	0,40	51	20	Emulsion
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,35	106	37	0,40	80	32	0,50	64	32	Emulsion
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,35	106	37	0,40	80	32	0,50	64	32	Emulsion
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,35	106	37	0,40	80	32	0,50	64	32	Emulsion
0,18	170	31	0,20	127	25	0,20	102	20	0,25	85	21	0,30	64	19	0,40	51	20	Emulsion
0,18	170	31	0,20	127	25	0,20	102	20	0,25	85	21	0,30	64	19	0,40	51	20	Emulsion
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,45	106	48	0,50	80	40	0,60	64	38	tr./Rüböl
0,25	170	42	0,30	127	38	0,30	102	31	0,35	85	30	0,40	64	25	0,50	51	25	tr./Rüböl
0,25	170	42	0,30	127	38	0,30	102	31	0,35	85	30	0,40	64	25	0,50	51	25	tr./Emulsion
0,25	170	42	0,30	127	38	0,30	102	31	0,35	85	30	0,40	64	25	0,50	51	25	tr./Emulsion
0,25	170	42	0,30	127	38	0,30	102	31	0,35	85	30	0,40	64	25	0,50	51	25	Emulsion
0,18	170	31	0,20	127	25	0,20	102	20	0,25	85	21	0,30	64	19	0,40	51	20	Emulsion
0,35	531	186	0,40	398	159	0,40	318	127	0,45	265	119	0,50	199	99	0,60	159	95	Emulsion
0,35	424	149	0,40	318	127	0,40	255	102	0,45	212	95	0,50	159	80	0,60	127	76	Emulsion
0,35	424	149	0,40	318	127	0,40	255	102	0,45	212	95	0,50	159	80	0,60	127	76	Emulsion
0,45	531	239	0,50	398	199	0,50	318	159	0,55	265	146	0,60	199	119	0,70	159	111	Emulsion
0,35	424	149	0,40	318	127	0,40	255	102	0,45	212	95	0,50	159	80	0,60	127	76	tr./Emulsion
0,35	424	149	0,40	318	127	0,40	255	102	0,45	212	95	0,50	159	80	0,60	127	76	tr./Emulsion
0,35	424	149	0,40	318	127	0,40	255	102	0,45	212	95	0,50	159	80	0,60	127	76	tr./Emulsion
0,35	276	97	0,40	207	83	0,40	166	66	0,45	138	62	0,50	103	52	0,60	83	50	tr./Emulsion
0,35	276	97	0,40	207	83	0,40	166	66	0,45	138	62	0,50	103	52	0,60	83	50	tr./Emulsion
0,35	212	74	0,40	159	64	0,40	127	51	0,45	106	48	0,50	80	40	0,60	64	38	tr./Emulsion
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,45	106	48	0,50	80	40	0,60	64	38	trocken
0,32	424	138	0,32	318	103	0,32	255	83	0,32	212	69	0,32	159	52	0,32	127	41	Emulsion
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–

Tabelle 6.11 GARANT HPC-VHM Reibahlen mit Innenkühlung (TiAlN beschichtet)

Katalognummer 164348

Werk-stoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min]	bis ∅ 4,5			> ∅ 4,5 bis ∅ 7			> ∅ 7 bis ∅ 8		
				f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	–	–			–			–		
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	–	–			–			–		
2.0	Automatenstähle	< 850	–	–			–			–		
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	–	–			–			–		
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	–	–			–			–		
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	–	–			–			–		
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	–	–			–			–		
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	–	–			–			–		
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	–	–			–			–		
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	–	–			–			–		
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	–	–			–			–		
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	–	–			–			–		
7.0	Nitrierstähle	< 1000	–	–			–			–		
7.1	Nitrierstähle	> 1000	–	–			–			–		
8.0	Werkzeugstähle	< 850	–	–			–			–		
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	–	–			–			–		
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	–	–			–			–		
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	–	–			–			–		
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	10 – **12** – 14	0,05	849	42	0,08	546	44	0,10	477	48
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	6 – **8** – 10	0,05	566	28	0,08	364	29	0,10	318	32
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–			–			–		
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–	–			–			–		
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–	–			–			–		
12.0	Federstähle	< 1500	–	–			–			–		
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	–	–			–			–		
13.1	rostf. St. -austenitisch	< 700	–	–			–			–		
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	–	–			–			–		
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	–	–			–			–		
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–	–			–			–		
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	–	–			–			–		
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	–	–			–			–		
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	–	–			–			–		
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	–	–			–			–		
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–	–			–			–		
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–	–			–			–		
17.0	Al langsp.; , Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–	–			–			–		
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–	–			–			–		
17.2	Alu.-Gussleg. >10% Si		–	–			–			–		
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–	–			–			–		
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–	–			–			–		
18.2	Messing, langspanend	< 600	–	–			–			–		
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–	–			–			–		
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–	–			–			–		
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–	–			–			–		
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–	–			–			–		
19.0	Graphit		–	–			–			–		
20.0	Thermoplast		–	–			–			–		
20.1	Duroplast		–	–			–			–		
20.2	GFK und CFK		–	–			–			–		

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für den größten Durchmesser.
Die hier aufgeführten Schnittwerte sind Richtwerte. Die tatsächlich erreichbaren Werte hängen ab von der Maschinensteifigkeit, der Qualität der Werkzeugaufnahme und vom tatsächlichen Rundlauf der Schneide (Soll: < 0,01 mm). Bei Ölschmierung bzw. hohem Ölanteil in der Emulsion können auch höhere Schnittwerte erreicht werden.



	> ∅ 8 bis ∅ 10			> ∅ 10 bis ∅ 16			> ∅ 16 bis ∅ 20		
	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f
	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
	0,12	382	46	0,15	239	36	0,16	191	31
	0,12	255	31	0,15	159	24	0,16	127	20
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–

Tabelle 6.12 GARANT HPC-VHM-Reibahlen mit Innenkühlung (TiAlN beschichtet)

Katalognummer 164350

Werk-stoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c	bis ∅ 7			> 7 bis ∅ 9,5		
			[m/min]	f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]		[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	–		–			–	
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	–		–			–	
2.0	Automatenstähle	< 850	–		–			–	
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	–		–			–	
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	–		–			–	
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	–		–			–	
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	–		–			–	
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	–		–			–	
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	–		–			–	
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	–		–			–	
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	–		–			–	
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	–		–			–	
7.0	Nitrierstähle	< 1000	–		–			–	
7.1	Nitrierstähle	> 1000	–		–			–	
8.0	Werkzeugstähle	< 850	–		–			–	
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	–		–			–	
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	–		–			–	
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	–		–			–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–		–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–		–			–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	–		–			–	
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	25 – **30** – 35	0,10	1364	136	0,15	1005	151
13.1	rostf. St. -austenitisch	< 700	25 – **30** – 35	0,10	1364	136	0,15	1005	151
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	25 – **30** – 35	0,10	1364	136	0,15	1005	151
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	20 – **25** – 30	0,10	1137	114	0,15	838	126
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–		–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	–		–			–	
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	–		–			–	
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	–		–			–	
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	–		–			–	
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–		–			–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–		–			–	
17.0	Al langsp.; , Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–		–			–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–		–			–	
17.2	Alu.-Gussleg. >10% Si		–		–			–	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–		–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600	–		–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–		–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–		–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–		–			–	
19.0	Graphit		–		–			–	
20.0	Thermoplast		–		–			–	
20.1	Duroplast		–		–			–	
20.2	GFK und CFK		–		–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für den größten Durchmesser.
Die hier aufgeführten Schnittwerte sind Richtwerte. Die tatsächlich erreichbaren Werte hängen ab von der Maschinensteifigkeit, der Qualität der Werkzeugaufnahme und vom tatsächlichen Rundlauf der Schneide (Soll: < 0,01 mm). Bei Ölschmierung bzw. hohem Ölanteil in der Emulsion können auch höhere Schnittwerte erreicht werden.



> ∅ 9,5 bis ∅ 14			> ∅ 14 bis ∅ 19			> ∅ 19 bis ∅ 20		
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
0,20	682	136	0,30	503	151	0,40	477	191
0,20	682	136	0,30	503	151	0,40	477	191
0,20	682	136	0,30	503	151	0,40	477	191
0,20	568	114	0,30	419	126	0,40	398	159
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–

Tabelle 6.13 GARANT Durchgangs-/Grundloch VHM-Hochleistungs-Reibahlen (Diamant beschichtet)

Katalognummer 164355; 164357

Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ 3,70 bis ∅ 4,70			∅ 4,71 bis ∅ 6,20		
						f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500		–			–			–	
1.1	allg. Baustähle	500 – 850		–			–			–	
2.0	Automatenstähle	< 850		–			–			–	
2.1	Automatenstähle	850 – 1000		–			–			–	
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700		–			–			–	
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850		–			–			–	
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000		–			–			–	
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000		–			–			–	
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200		–			–			–	
5.0	unleg. Einsatzst.	<750		–			–			–	
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000		–			–			–	
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000		–			–			–	
7.0	Nitrierstähle	< 1000		–			–			–	
7.1	Nitrierstähle	> 1000		–			–			–	
8.0	Werkzeugstähle	< 850		–			–			–	
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100		–			–			–	
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400		–			–			–	
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200		–			–			–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–			–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350		–			–			–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–			–			–	
12.0	Federstähle	< 1500		–			–			–	
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700		–			–			–	
13.1	rostf. St. -austenitisch	< 700		–			–			–	
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850		–			–			–	
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100		–			–			–	
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–			–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB		–			–			–	
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB		–			–			–	
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB		–			–			–	
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB		–			–			–	
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850		–			–			–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200		–			–			–	
17.0	Al langsp.; , Al-Knetleg.; Mg	bis 350	240	**280**	320	0,8	24088	19271	1,2	18923	22707
17.1	Al-Leg., kurzspanend		240	**280**	320	0,8	24088	19271	1,2	18923	22707
17.2	Alu.-Gussleg. >10% Si		240	**280**	320	0,8	24088	19271	1,2	18923	22707
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400		–			–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600		–			–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600		–			–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600		–			–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850		–			–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850		–			–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200		–			–			–	
19.0	Graphit		70	**100**	130	0,7	8603	6022	0,8	6758	5407
20.0	Thermoplast			–			–			–	
20.1	Duroplast			–			–			–	
20.2	GFK und CFK		70	**100**	130	0,7	8603	6022	0,8	6758	5407

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für den kleinsten Durchmesser.





∅ 6,21 bis ∅ 7,70			∅ 7,71 bis ∅ 11,70			∅ 11,71 bis ∅ 15,20			∅ 15,21 bis ∅ 20,20		
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–

Tabelle 6.14 GARANT HPC-VHM-Reibahlen mit Innenkühlung (TiAlN beschichtet)

Katalognummer 164362; 164392

Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min]	< ∅ 5			∅ 5 bis < ∅ 8		
				f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	115 – **120** – 125	0,40	7639	3056	0,60	5876	3526
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	115 – **120** – 125	0,40	7639	3056	0,60	5876	3526
2.0	Automatenstähle	< 850	115 – **120** – 125	0,40	7639	3056	0,60	5876	3526
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	115 – **120** – 125	0,40	7639	3056	0,60	5876	3526
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	115 – **120** – 125	0,40	7639	3056	0,60	5876	3526
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	115 – **120** – 125	0,40	7639	3056	0,60	5876	3526
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	115 – **120** – 125	0,40	7639	3056	0,60	5876	3526
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	115 – **120** – 125	0,40	7639	3056	0,60	5876	3526
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	–		–			–	
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	115 – **120** – 125	0,40	7639	3056	0,60	5876	3526
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	115 – **120** – 125	0,40	7639	3056	0,60	5876	3526
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	–		–			–	
7.0	Nitrierstähle	< 1000	115 – **120** – 125	0,40	7639	3056	0,60	5876	3526
7.1	Nitrierstähle	> 1000	–		–			–	
8.0	Werkzeugstähle	< 850	115 – **120** – 125	0,40	7639	3056	0,60	5876	3526
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	115 – **120** – 125	0,30	7639	2292	0,40	5876	2351
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	–		–			–	
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	55 – **60** – 65	0,40	3820	1528	0,60	2938	1763
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–		–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–		–			–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	–		–			–	
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	–		–			–	
13.1	rostf. St. -austenitisch	< 700	–		–			–	
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	–		–			–	
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	–		–			–	
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–		–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	75 – **80** – 85	0,40	5093	2037	0,60	3918	2351
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	75 – **80** – 85	0,40	5093	2037	0,60	3918	2351
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	115 – **120** – 125	0,40	7639	3056	0,60	5876	3526
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	55 – **60** – 65	0,40	3820	1528	0,60	2938	1763
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–		–			–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–		–			–	
17.0	Al langsp.; , Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–		–			–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–		–			–	
17.2	Alu.-Gussleg. >10% Si		–		–			–	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–		–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600	–		–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–		–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–		–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–		–			–	
19.0	Graphit		–		–			–	
20.0	Thermoplast		–		–			–	
20.1	Duroplast		–		–			–	
20.2	GFK und CFK		–		–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für den mittleren Durchmesser. Die hier aufgeführten Schnittwerte sind Richtwerte. Die tatsächlich erreichbaren Werte hängen ab von der Maschinensteifigkeit, der Qualität der Werkzeugaufnahme und vom tatsächlichen Rundlauf der Schneide (Soll: <0,01 mm). Bei Ölschmierung bzw. hohem Ölanteil in der Emulsion können auch höhere Schnittwerte erreicht werden





∅ 8 bis < ∅ 12			∅ 12 bis < ∅ 13			∅ 13 bis ∅ 15			∅ 16 bis ∅ 20		
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
0,60	3820	2292	0,80	3056	2445	0,80	2546	2037	1,00	2122	2122
0,60	3820	2292	0,80	3056	2445	0,80	2546	2037	1,00	2122	2122
0,60	3820	2292	0,80	3056	2445	0,80	2546	2037	1,00	2122	2122
0,60	3820	2292	0,80	3056	2445	0,80	2546	2037	1,00	2122	2122
0,60	3820	2292	0,80	3056	2445	0,80	2546	2037	1,00	2122	2122
0,60	3820	2292	0,80	3056	2445	0,80	2546	2037	1,00	2122	2122
0,60	3820	2292	0,80	3056	2445	0,80	2546	2037	1,00	2122	2122
0,60	3820	2292	0,80	3056	2445	0,80	2546	2037	1,00	2122	2122
	–			–			–			–	
0,60	3820	2292	0,80	3056	2445	0,80	2546	2037	1,00	2122	2122
0,60	3820	2292	0,80	3056	2445	0,80	2546	2037	1,00	2122	2122
	–			–			–			–	
0,60	3820	2292	0,80	3056	2445	0,80	2546	2037	1,00	2122	2122
	–			–			–			–	
0,60	3820	2292	0,80	3056	2445	0,80	2546	2037	1,00	2122	2122
0,60	3820	2292	0,80	3056	2445	0,80	2546	2037	1,00	2122	2122
	–			–			–			–	
0,60	1910	1146	0,80	1528	1222	0,80	1273	1019	0,80	1061	849
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
0,60	2546	1528	0,80	2037	1630	0,80	1698	1358	0,80	1415	1132
0,60	2546	1528	0,80	2037	1630	0,80	1698	1358	0,80	1415	1132
0,60	3820	2292	0,80	3056	2292	0,80	3056	2445	0,80	2122	1698
0,60	1910	1146	0,80	1528	1222	0,80	1273	1019	0,80	1061	849
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	

Tabelle 6.15 GARANT Cermet-Hochleistungs-Dehn-Reibahle HPC

Katalognummer 168011
DIN Werksnorm

Werk-stoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min]	bis ∅ 9,5			> ∅ 9,5 bis ∅ 11,5		
				f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	140 – **150** – 220	0,35	5457	1910	0,50	4547	2274
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	110 – **120** – 190	0,35	4365	1528	0,50	3638	1819
2.0	Automatenstähle	< 850	140 – **150** – 220	0,35	5457	1910	0,50	4547	2274
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	110 – **150** – 190	0,30	4365	1310	0,40	3638	1455
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	95 – **120** – 145	0,35	4365	1528	0,50	3638	1819
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	95 – **120** – 145	0,35	4365	1528	0,50	3638	1819
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	75 – **100** – 125	0,30	3638	1091	0,40	3032	1213
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	75 – **100** – 125	0,30	3638	1091	0,40	3032	1213
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	–		–			–	
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	110 – **150** – 190	0,35	5457	1910	0,50	4557	2274
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	75 – **100** – 125	0,30	3638	1091	0,40	3032	1213
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	–		–			–	
7.0	Nitrierstähle	< 1000	75 – **100** – 125	0,30	3638	1091	0,40	3032	1213
7.1	Nitrierstähle	> 1000	–		–			–	
8.0	Werkzeugstähle	< 850	75 – **100** – 125	0,35	3638	1273	0,50	3032	1516
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	75 – **100** – 125	0,30	3638	1091	0,40	3032	1213
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	–		–			–	
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	–		–			–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–		–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–		–			–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	–		–			–	
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	–		–			–	
13.1	rostf. St. -austenitisch	< 700	–		–			–	
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	–		–			–	
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	–		–			–	
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–		–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	95 – **120** – 145	0,35	4365	1528	0,50	3638	1819
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	75 – **100** – 125	0,30	3638	1273	0,50	3032	1516
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	95 – **120** – 145	0,35	4365	1528	0,50	3638	1819
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	75 – **100** – 125	0,35	3638	1273	0,50	3032	1516
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–		–			–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–		–			–	
17.0	Al langsp.; , Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–		–			–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–		–			–	
17.2	Alu.-Gussleg. >10% Si		–		–			–	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–		–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600	–		–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–		–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–		–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–		–			–	
19.0	Graphit		–		–			–	
20.0	Thermoplast		–		–			–	
20.1	Duroplast		–		–			–	
20.2	GFK und CFK		–		–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für den mittleren Durchmesser. Die hier aufgeführten Schnittwerte sind Richtwerte. Die tatsächlich erreichbaren Werte hängen ab von der Maschinensteifigkeit, der Qualität der Werkzeugaufnahme und vom tatsächlichen Rundlauf der Schneide (Soll: <0,01 mm). Bei Ölschmierung bzw. hohem Ölanteil in der Emulsion können auch höhere Schnittwerte erreicht werden



> ∅ 11,5 bis ∅ 15			> ∅ 15 bis ∅ 22			> ∅ 22 bis ∅ 29			> ∅ 29 bis ∅ 40		
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
0,70	3604	2522	1,00	2581	2581	1,50	1872	2809	1,50	1384	2076
0,70	2883	2018	1,00	2065	2065	1,50	1498	2247	1,50	1107	1661
0,70	3604	2522	1,00	2581	2581	1,50	1872	2809	1,50	1384	2076
0,60	2883	1730	0,80	2065	1652	1,20	1498	1798	1,20	1107	1329
0,70	2883	2018	1,00	2065	2065	1,50	1498	2247	1,50	1107	1661
0,70	2883	2018	1,00	2065	2065	1,50	1498	2247	1,50	1107	1661
0,60	2402	1441	0,80	1721	1376	1,20	1248	1498	1,20	923	1107
0,60	2402	1441	0,80	1721	1376	1,20	1248	1498	1,20	923	1107
	–			–			–			–	
0,70	3604	2522	1,00	2581	2581	1,50	1872	2809	1,50	1384	2076
0,60	2402	1441	0,80	1721	1376	1,20	1248	1498	1,20	923	1107
	–			–			–			–	
0,60	2402	1441	0,80	1721	1376	1,20	1248	1498	1,20	923	1107
	–			–			–			–	
0,70	2402	1682	1,00	1721	1721	1,50	1248	1872	1,50	923	1384
0,60	2402	1441	0,80	1721	1376	1,20	1248	1498	1,20	923	1107
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
0,70	2883	2018	1,00	2065	2065	1,50	1498	2247	1,50	1107	1661
0,70	2402	1682	1,00	1721	1721	1,50	1248	1872	1,50	923	1384
0,70	2883	2018	1,00	2065	2065	1,50	1498	2247	1,50	1107	1661
0,70	2402	1682	1,00	1721	1721	1,50	1248	1872	1,50	923	1384
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	

Tabelle 6.16 GARANT Hochleistungs-Reibahle HPC

Katalognummer 168080; 168082; 168084; 168086
DIN Werksnorm

Werk-stoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min]	bis ∅ 11,5			> ∅ 11,5 bis ∅ 13,5		
				f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	160 – **180** – 200	0,75	5330	3997	1,00	4494	4494
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	160 – **180** – 200	0,75	5330	3997	1,00	4494	4494
2.0	Automatenstähle	< 850	160 – **180** – 200	0,75	5330	3997	1,00	4494	4494
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	150 – **170** – 190	0,75	5034	3775	1,00	4244	4244
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	160 – **180** – 200	0,75	5330	3997	1,00	4494	4494
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	160 – **180** – 200	0,75	5330	3997	1,00	4494	4494
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	150 – **170** – 190	0,70	5034	3524	0,95	4244	4032
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	150 – **170** – 190	0,70	5034	3524	0,95	4244	4032
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	–		–			–	
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	160 – **180** – 200	0,75	5330	3997	1,00	4494	4494
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	160 – **180** – 200	0,75	5330	3997	1,00	4494	4494
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	–		–			–	
7.0	Nitrierstähle	< 1000	160 – **180** – 200	0,75	5330	3997	1,00	4494	4494
7.1	Nitrierstähle	> 1000	–		–			–	
8.0	Werkzeugstähle	< 850	160 – **180** – 200	0,75	5330	3997	1,00	4494	4494
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	160 – **180** – 200	0,75	5330	3731	0,95	4494	4269
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	–		–			–	
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	–		–			–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	80 – **100** – 120	0,18	2961	533	0,24	2497	599
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	70 – **90** – 110	0,18	2665	480	0,24	2247	539
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	60 – **80** – 100	0,18	2369	426	0,24	1997	479
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–		–			–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	80 – **100** – 120	0,18	2961	533	0,24	2497	599
12.0	Federstähle	< 1500	–		–			–	
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	40 – **60** – 80	0,35	1777	622	0,50	1498	749
13.1	rostf. St. -austenitisch	< 700	40 – **60** – 80	0,35	1777	622	0,50	1498	749
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	40 – **60** – 80	0,35	1777	622	0,50	1498	749
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	30 – **50** – 70	0,35	1481	518	0,50	1248	624
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–		–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	140 – **100** – 180	0,35	2961	1036	0,50	2497	1248
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	140 – **100** – 180	0,35	2961	1036	0,50	2497	1248
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	140 – **100** – 180	0,35	2961	1036	0,50	2497	1248
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	140 – **100** – 180	0,35	2961	1036	0,50	2497	1248
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–		–			–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–		–			–	
17.0	Al langsp.; , Al-Knetleg.; Mg	bis 350	320 – **350** – 370	0,80	10364	8291	1,00	8738	8738
17.1	Al-Leg., kurzspanend		320 – **350** – 370	0,80	10364	8291	1,00	8738	8738
17.2	Alu.-Gussleg. >10% Si		320 – **350** – 370	0,75	10364	7773	1,00	8738	8738
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–		–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600	–		–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–		–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–		–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–		–			–	
19.0	Graphit		–		–			–	
20.0	Thermoplast		–		–			–	
20.1	Duroplast		–		–			–	
20.2	GFK und CFK		–		–			–	

Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für den mittleren Durchmesser. Die hier aufgeführten Schnittwerte sind Richtwerte. Die tatsächlich erreichbaren Werte hängen ab von der Maschinensteifigkeit, der Qualität der Werkzeugaufnahme und vom tatsächlichen Rundlauf der Schneide (Soll: <0,01 mm). Bei Ölschmierung bzw. hohem Ölanteil in der Emulsion können auch höhere Schnittwerte erreicht werden

> ∅ 13,5 bis ∅ 17,5			> ∅ 17,5 bis ∅ 21,5			> ∅ 21,5 bis ∅ 24,5			> ∅ 24,5 bis ∅ 30		
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]
1,25	3638	4547	1,50	2901	4352	1,75	2464	4313	2,00	2083	4167
1,25	3638	4547	1,50	2901	4352	1,75	2464	4313	2,00	2083	4167
1,25	3638	4547	1,50	2901	4352	1,75	2464	4313	2,00	2083	4167
1,25	3436	4295	1,50	2740	4110	1,75	2327	4073	2,00	1968	3935
1,25	3638	4547	1,50	2901	4352	1,75	2464	4313	2,00	2083	4167
1,25	3638	4547	1,50	2901	4352	1,75	2464	4313	2,00	2083	4167
1,20	3436	4123	1,45	2740	3978	1,70	2327	3956	1,95	1968	3837
1,20	3436	4123	1,45	2740	3978	1,70	2327	3956	1,95	1968	3837
	–			–			–			–	
1,25	3638	4547	1,50	2901	4352	1,75	2464	4313	2,00	2083	4167
1,25	3638	4547	1,50	2901	4352	1,75	2464	4313	2,00	2083	4167
	–			–			–			–	
1,25	3638	4547	1,50	2901	4352	1,75	2464	4313	2,00	2083	4167
	–			–			–			–	
1,25	3638	4547	1,50	2901	4352	1,75	2464	4313	2,00	2083	4167
1,20	3638	4365	1,44	2901	4178	1,70	2464	4188	1,95	2083	4063
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
0,30	2021	606	0,36	1612	580	0,42	1369	575	0,48	1157	556
0,30	1819	546	0,36	1451	522	0,42	1232	518	0,48	1042	500
0,30	1617	485	0,36	1289	464	0,42	1095	460	0,48	926	444
	–			–			–			–	
0,30	2021	606	0,36	1612	580	0,42	1369	575	0,48	1157	556
	–			–			–			–	
0,60	1213	728	0,70	967	677	0,80	821	657	1,00	694	694
0,60	1213	728	0,70	967	677	0,80	821	657	1,00	694	694
0,60	1213	728	0,70	967	677	0,80	821	657	1,00	694	694
0,60	1011	606	0,70	806	564	0,80	685	548	1,00	579	579
	–			–			–			–	
0,60	2021	1213	0,70	1612	1128	0,80	1369	1095	1,00	1157	1157
0,60	2021	1213	0,70	1612	1128	0,80	1369	1095	1,00	1157	1157
0,60	2021	1213	0,70	1612	1128	0,80	1369	1095	1,00	1157	1157
0,60	2021	1213	0,70	1612	1128	0,80	1369	1095	1,00	1157	1157
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
1,30	7074	9196	1,60	5641	9025	1,80	4792	8625	2,10	4051	8508
1,30	7074	9196	1,60	5641	9025	1,80	4792	8625	2,10	4051	8508
1,25	7074	8842	1,50	5641	8461	1,75	4792	8386	2,00	4051	8102
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	

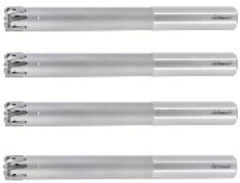


Tabelle 6.17 DIHART Reamax TS Modulares Reibsystem

Katalognummer 239880; 239890; 239930; 239940 mit Reibköpfe 239805 bis 239870
DIN 1835
Zähnezahl bis ∅ 31,799: Z = 6/ ∅ 31,8 bis ∅ 52,0: Z = 8/ > ∅ 52,0: Z = 10
Hinweis: Bei Stirnschnitt Vorschub um 30 % verringern. Für 239890 gilt Korrekturfaktor v_c 0,8

Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min]	∅ 18 bis ∅ 19,999			> ∅ 20 bis ∅ 21,999			> ∅ 22 bis ∅ 26,999		
				f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f [mm/U]	n [U/min]	v_f [mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	160 – **180** – 200	0,78	3016	2352	0,78	2728	2128	0,78	2339	1824
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	160 – **180** – 180	0,78	2681	2091	0,78	2425	1892	0,78	2079	1621
2.0	Automatenstähle	< 850	140 – **160** – 180	0,78	2681	2091	0,78	2425	1892	0,78	2079	1621
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	120 – **140** – 160	0,75	2346	1829	0,78	2122	1655	0,78	1819	1419
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	140 – **160** – 180	0,78	2681	2091	0,78	2425	1892	0,78	2079	1621
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	120 – **140** – 160	0,78	2346	1829	0,78	2122	1655	0,78	1819	1419
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	80 – **100** – 120	0,60	1675	1005	0,60	1516	909	0,60	1299	780
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	80 – **100** – 120	0,60	1675	1005	0,60	1516	909	0,60	1299	780
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	–		–			–			–	
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	140 – **160** – 180	0,78	2681	2091	0,78	2425	1892	0,78	2079	1621
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	120 – **140** – 160	0,60	2346	1407	0,60	2122	1273	0,60	1819	1091
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	–		–			–			–	
7.0	Nitrierstähle	< 1000	80 – **100** – 120	0,60	1675	1005	0,60	1516	909	0,60	1299	780
7.1	Nitrierstähle	> 1000	–		–			–			–	
8.0	Werkzeugstähle	< 850	120 – **140** – 160	0,60	2346	1407	0,60	2122	1273	0,60	1819	1091
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	80 – **100** – 120	0,48	1675	804	0,48	1516	728	0,48	1299	624
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	–		–			–			–	
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	–		–			–			–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	30 – **40** – 50	0,54	670	362	0,54	606	327	0,54	520	281
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–		–			–			–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	30 – **40** – 50	0,54	670	362	0,54	606	327	0,54	520	281
12.0	Federstähle	< 1500	–		–			–			–	
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	25 – **35** – 45	0,54	586	317	0,54	531	286	0,54	455	246
13.1	rostf. St. -austenitisch	< 700	25 – **35** – 45	0,54	586	317	0,54	531	286	0,54	455	246
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	20 – **25** – 30	0,54	419	226	0,54	379	205	0,54	325	175
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	10 – **15** – 20	0,54	251	136	0,54	227	123	0,54	195	105
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–		–			–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	140 – **180** – 220	0,84	3016	2533	0,84	2728	2292	0,84	2339	1964
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	140 – **180** – 220	0,84	3016	2533	0,84	2728	2292	0,84	2339	1964
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	110 – **140** – 180	0,84	2346	1970	0,84	2122	1783	0,84	1819	1528
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	110 – **140** – 180	0,78	2346	1829	0,78	2122	1655	0,78	1819	1419
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–		–			–			–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–		–			–			–	
17.0	Al langsp.; , Al-Knetleg.; Mg	bis 350	130 – **160** – 190	0,75	2681	2010	0,75	2425	1819	0,75	2079	1559
17.1	Al-Leg., kurzspanend		110 – **140** – 170	0,75	2346	1759	0,75	2122	1592	0,75	1819	1364
17.2	Alu.-Gussleg. >10% Si		110 – **140** – 170	0,75	2346	1759	0,75	2122	1592	0,75	1819	1364
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–		–			–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–		–			–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600	–		–			–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–		–			–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–		–			–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–		–			–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–		–			–			–	
19.0	Graphit		–		–			–			–	
20.0	Thermoplast		–		–			–			–	
20.1	Duroplast		–		–			–			–	
20.2	GFK und CFK		–		–			–			–	

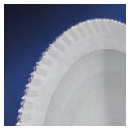
Hinweis: Die Werte der Drehzahl n und der Vorschubgeschwindigkeit v_f gelten für den mittleren Durchmesser. Die Einsatzrichtwerte gelten für Durchgangsbohrungen und geradverzahnte Werkzeuge. Die tatsächlich erreichbaren Werte hängen ab von der Maschinensteifigkeit, der Qualität der Werkzeugaufnahme und vom tatsächlichen Rundlauf der Schneide (Soll: < 0,01 mm)








∅ 27 bis ∅ 31,799			∅ 31,8 bis ∅ 34,999			∅ 35,0 bis ∅ 41,999			∅ 42,0 bis ∅ 51,999			∅ 52,0 bis ∅ 64,999			Sorte
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	1. Wahl
[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	[mm/U]	[U/min]	[mm/min]	
0,90	1949	1754	1,20	1715	2059	1,20	1488	1786	1,20	1219	1463	2,00	979	1959	DST
0,90	1732	1559	1,20	1525	1830	1,20	1323	1587	1,20	1084	1300	2,00	871	1741	DST
0,90	1732	1559	1,20	1525	1830	1,20	1323	1587	1,20	1084	1300	2,00	871	1741	DST
0,90	1516	1364	1,20	1334	1601	1,20	1158	1389	1,20	948	1138	2,00	762	1524	DST
0,90	1732	1559	1,20	1525	1830	1,20	1323	1587	1,20	1084	1300	2,00	871	1741	DST
0,90	1516	1364	1,20	1334	1601	1,20	1158	1389	1,20	948	1138	2,00	762	1524	DST
0,72	1083	780	0,96	953	915	0,96	827	794	0,96	677	650	1,60	544	871	DST
0,72	1083	780	0,96	953	915	0,96	827	794	0,96	677	650	1,60	544	871	DST
	–			–			–			–			–		–
0,90	1732	1559	1,20	1525	1830	1,20	1323	1587	1,20	1084	1300	2,00	871	1741	DST
0,72	1516	1091	0,96	1334	1281	0,96	1158	1111	0,96	948	910	1,60	762	1219	DST
	–			–			–			–			–		–
0,72	1083	780	0,96	953	915	0,96	827	794	0,96	677	650	1,60	544	871	DST
	–			–			–			–			–		–
0,72	1516	1091	0,96	1334	1281	0,96	1158	1111	0,96	948	910	1,60	762	1219	DST
0,60	1083	650	0,80	953	762	0,80	827	661	0,80	677	542	1,25	544	680	DST
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
0,69	433	299	0,92	381	351	0,92	331	304	0,92	271	249	1,40	218	305	DBF
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		
0,69	433	299	0,92	381	351	0,92	331	304	0,92	271	249	1,40	218	305	DBF
	–			–			–			–			–		–
0,69	379	261	0,92	334	307	0,92	289	266	0,92	237	218	1,40	190	267	TiN
0,69	379	261	0,92	334	307	0,92	289	266	0,92	237	218	1,40	190	267	TiN
0,69	271	187	0,92	238	219	0,92	207	190	0,92	169	156	1,40	136	190	TiN
0,69	162	112	0,92	143	132	0,92	124	114	0,92	102	93	1,40	82	114	TiN
	–			–			–			–			–		–
1,11	1949	2163	1,48	1715	2539	1,48	1488	2203	1,48	1219	1804	2,25	979	2204	DBF
1,11	1949	2163	1,48	1715	2539	1,48	1488	2203	1,48	1219	1804	2,25	979	2204	DBF
1,11	1516	1683	1,48	1334	1975	1,48	1158	1713	1,48	948	1403	2,25	762	1714	DST
1,05	1516	1592	1,40	1334	1868	1,40	1158	1621	1,40	948	1327	2,10	762	1600	DST
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
0,90	1732	1559	1,20	1525	1830	1,20	1323	1587	1,20	1084	1300	2,00	871	1741	DBC
0,90	1516	1364	1,20	1334	1601	1,20	1158	1389	1,20	948	1138	2,00	762	1524	DBC
0,90	1516	1364	1,20	1334	1601	1,20	1158	1389	1,20	948	1138	2,00	762	1524	DBC
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–



Inhalt

Tabellenverzeichnis – Einsatzwerte Sägen 440

1 Verfahren 441

2 Erreichbare Genauigkeiten beim Sägen 441

3 Schnitt- und Spanungsgrößen beim Sägen 442

4 Kraft- und Leistungsbedarf beim Sägen 444

5 Berechnung der Hauptzeit beim Sägen 444

6 Sägewerkzeuge 446

6.1 Winkel und Teilung am Sägezahn 446
6.2 Zahnformen und Einsatzgebiete 446
6.2.1 Kreissägen 446
6.2.2 Bandsägen 447
6.3 Informationen zu Sägebändern 450

7 Ursachen von Störungen beim Sägen 451

7.1 Störungen beim Kreissägen und Abhilfemaßnahmen 451
7.2 Störungen beim Bandsägen und Abhilfemaßnahmen 452

8 Richtwerte für das Sägen 454

Tabellenverzeichnis – Einsatzwerte Sägen

Sägeblatt	Schneidstoff / Beschichtung	Tab.-Nr.	Seite
Metall-Sägebänder	HSS/Bimetall	7.8	455
Kreissägeblätter	HSS, HSS-E/TiN	7.9	456
		7.10	458
	VHM	7.11	459

1 Verfahren

Die wichtigste Aufgabe von Sägeverfahren ist das Trennen und Ablängen von Stangen- und Profilmaterial und das Ausschneiden von Durchbrüchen. Dafür kommen die in der Praxis am häufigsten eingesetzten Sägeverfahren

- Kreissägen
- Bandsägen und
- Bügelsägen

zum Einsatz.

2 Erreichbare Genauigkeiten beim Sägen

Genauigkeiten beim Sägen (*Tabelle 7.1*) werden unterschieden in:

- Längengenauigkeit (Wiederholgenauigkeit bezüglich der Länge)
- Winkelgenauigkeit (Winkligkeit bezogen auf 100 mm Schnitthöhe)

Beurteilungsmerkmal	Kreissägen	Bandsägen	Bügelsägen
Längengenauigkeit [mm]	± 0,15 ... 0,2	± 0,2 ... 0,3	± 0,2 ... 0,25
Winkelgenauigkeit auf 100 mm Schnitthöhe [mm]	± 0,15 ... 0,3	Arbeitsscharf: ± 0,15 Standzeitende: ± 0,5	± 0,2 ... 0,3

Tabelle 7.1 Erreichbare Genauigkeiten beim Sägen

3 Schnitt- und Spanungsgrößen beim Sägen

Da beim Sägen der Einstellwinkel $\kappa = 90°$ ist, entspricht die Spanungsdicke h dem Vorschub pro Zahn f_z und die Spanungsbreite b der Schnitttiefe a_p.

$$h = f_z \qquad b = a_p$$

Der **Zahnvorschub f_z** ergibt sich mit

$$A_s = v_f \cdot l \quad \text{und} \quad T = \frac{l_B}{z}$$

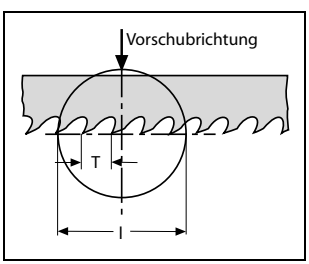
wie folgt:

- beim **Kreissägen:**

$$f_z = \frac{A_S \cdot D \cdot \pi}{l \cdot v_C \cdot z \cdot 1000} = \frac{v_f \cdot D \cdot \pi}{v_C \cdot z \cdot 1000} \qquad \text{(Gl. 7.1)}$$

- beim **Bandsägen:**

$$f_z = \frac{A_S \cdot T}{l \cdot v_C \cdot 1000} = \frac{v_f \cdot l_B}{v_C \cdot z \cdot 1000} \qquad \text{(Gl. 7.2)}$$



f_z	Vorschub pro Zahn [mm/Z]
A_s	Spezifische Schnittfläche [mm²/min] (vgl. *Tab. 7.3*)
l	Schnittlänge [mm]
l_B	Länge des Sägebandes [mm]
v_c	Schnittgeschwindigkeit [m/min]
v_f	Vorschubgeschwindigkeit [mm/min]
z	Zähnezahl des Sägeblattes
D	Durchmesser des Sägeblattes [mm]
T	Zahnteilung [mm]

Bild 7.1 Eingriffsverhältnisse beim Bandsägen

Werkstoff	Vorschub pro Zahn (Spanstärke) f_z [mm/Z]
Niedriglegierter Stahl	0,005–0,008
Legierter Stahl	0,004–0,008
Werkzeugstahl	0,002–0,005
Rostfreier Stahl	0,002–0,005
Bronze / Kupfer	0,008–0,012
Aluminium	0,010–0,030

Tabelle 7.2 Vorschübe zum Bandsägen für verschiedene Werkstoffe

Die Vorschubgeschwindigkeit v_f lässt sich für das Bandsägen wie folgt ermitteln:

$$v_f = v_c \cdot f_z \cdot Z_t \cdot 39{,}4$$

v_f Vorschubgeschwindigkeit [mm/min] (Gl. 7.3)
v_c Schnittgeschwindigkeit [m/min]
f_Z Vorschub pro Zahn (Spanstärke) [mm/Z]
Z_t mittlere Zahnteilung, [3/4=(3+4):2=3,5]
39,4 Konstante

Für das **Kreissägen** kann der geringfügige Unterschied zwischen mittlerer Spanungsdicke h_m und Vorschub pro Zahn f_z vernachlässigt werden. Die Schnittlänge *l* beim Kreissägen, besonders beim Sägen von Profilen, kann nach den in *Bild 7.2* dargestellten Zusammenhängen ermittelt werden. Die Schnittlänge wird auch hier senkrecht zur Vorschubrichtung angegeben.

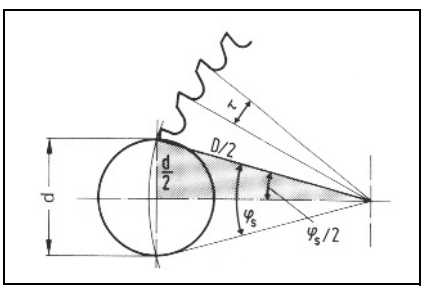


Bild 7.2 Eingriffsverhältnisse beim Kreissägen

Schnittlänge *l* beim Kreissägen:

$$l = \frac{\pi \cdot D \cdot \varphi_S}{360°}$$

D Durchmesser des Sägeblattes [mm]
φ_S Eingriffswinkel [°]

Die **maximal im Eingriff befindliche Zähnezahl z_{iE}** die für die Leistungsberechnung wichtig ist, kann durch folgende Beziehung ermittelt werden:

- **Kreissägen:**

$$Z_{iE} = \frac{\varphi_S \cdot z}{360°}$$

φ_S Eingriffswinkel [°] (Gl. 7.4)
z Zähneanzahl

- **Bandsägen:**

$$Z_{iE} = \frac{l}{T}$$

l Schnittlänge [mm] (Gl. 7.5)
T Zahnteilung [mm]

4 Kraft- und Leistungsbedarf beim Sägen

Grundsätzlich gelten beim Sägen folgende Zusammenhänge:

Schnittkraft pro Zahn F_{cz}:

$$F_{cz} = a_p \cdot f_z \cdot k_c \cdot f_{Sa} \cdot K_{Ver}$$

F_{cz} Schnittkraft pro Zahn [N] (Gl. 7.6)
a_p Schnitttiefe [mm]
f_z Vorschub pro Zahn [mm/Z]
k_c spezifische Schnittkraft [N/mm^2] (vgl. Gl. 4.6)
$f_{Sä}$ Verfahrensfaktor Sägen ($f_{Sä}$ = 1,15)
K_{Ver} Verschleißkorrekturfaktor (vgl. *Tabelle 2.15*)

Gesamtschnittkraft F_c für die im Eingriff befindlichen Zähne:

$$F_c = F_{cz} \cdot z_{iE} = a_p \cdot f_z \cdot k_c \cdot z_{iE} \cdot f_{Sa} \cdot K_{Ver}$$

(Gl. 7.7)

z_{iE} Anzahl der im Eingriff befindlichen Zähne

Schnittleistung P_c:

$$P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{60000} = \frac{F_{cz} \cdot v_c}{60000} \cdot z_{iE}$$

F_c Gesamtschnittkraft [N]
F_{cz} Schnittkraft pro Zahn[N] (Gl. 7.8)
v_c Schnittgeschwindigkeit [m/min]
z_{iE} Anzahl der im Eingriff befindlichen Zähne

5 Berechnung der Hauptzeit beim Sägen

Die **Hauptzeitberechnung t_h** beim Sägen lässt sich für alle Sägeverfahren nach folgender Gleichung bestimmen:

$$t_h = \frac{A}{A_S}$$

t_h Hauptzeit [min]
A zu trennender Querschnitt [mm^2] (Gl. 7.9)
A_s Spezifische Schnittfläche [mm^2/min]

Einige Werte für die spezifische Schnittfläche A_s können der *Tabelle 7.3* entnommen werden.

Liegen keine Erfahrungen für die spezifische Querschnittsfläche A_s vor, so kann die Hauptzeit auch, wie bei allen anderen Verfahren, nach folgender Gleichung ermittelt werden:

$$t_h = \frac{L}{v_f}$$

L Gesamtweg [mm] (Gl. 7.10)
v_f Vorschubgeschwindigkeit [mm/min

Die Sägezeit pro Abschnitt kann weiterhin mittels folgender Beziehung ermittelt werden:

$$t = \frac{H}{v_f}$$

t Sägezeit pro Abschnitt (dezimal z. B. 4,35 min)
H Materialdurchmesser (Schnitthöhe) [mm] (Gl. 7.11)
v_f Vorschubgeschwindigkeit [mm/min]

Bei den Berechnungen wird davon ausgegangen, dass unabhängig von der Schnittlänge *l* bei einem bestimmten Werkstoff in gleichen Zeiten der gleiche Querschnitt, die **spezifische Schnittfläche A_s**, getrennt werden kann. Diese Werte können der *Tabelle 7.3* entnommen werden.

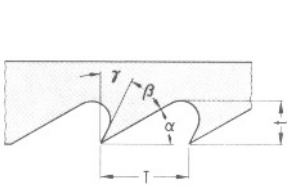
Werkstoff	**A_s in 10^3 mm^2 / min**		
	Kreissägen	**Bandsägen**	
	SS-Kreissegment-sägeblätter	**Werkzeugstahl mit 3% W**	**HSS-Bi-Metall-Bänder**
St 34 – St42 C15 – C22	12 – 20	6	7 – 8
St50 – St60 C35 – C45	10 – 14	5	6 – 7
St70 – St85 C60	8 – 12	4	5 – 6
16MnCr5 30Mn5	8 – 12	4	5 – 6
GS38 – GS52	10 – 12	4	5 – 6
GG20 – GG30	8 – 10	3	4 – 5
Ms63 – Ms70	48 – 70	25 – 30	35 – 40
Al-Leg. 9 – 13% Si	80 – 200	40 – 70	50 – 80
Profile aus Stahl DIN 1024	8 – 15	Keine Angaben	Keine Angaben

Tabelle 7.3 Spezifische Schnittflächen aus Angaben verschiedener Hersteller

6 Sägewerkzeuge

6.1 Winkel und Teilung am Sägezahn

Die Größe der Winkel ist durch die Form des Sägeblattes festgelegt. Für die Ausbildung des Spanraumes ist der Freiwinkel α maßgebend. Je größer der Freiwinkel, um so größer ist der Spanraum. Der Keilwinkel β gibt dem Sägezahn die Stabilität. Deshalb erfordern harte und zähe Werkstoffe einen großen Keilwinkel.



Bandsägen Kreissägen

α	Freiwinkel [°]
β	Keilwinkel [°]
γ	Spanwinkel [°]
T	Zahnteilung [mm]
t	Zahntiefe [mm]
h	Höhenunterschied [mm]
f	Freiwinkelfase [mm]
r	Krümmungsradius [mm]

Bild 7.3 Winkel und Teilung am Sägezahn

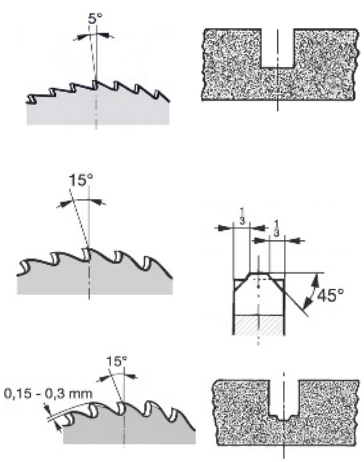
6.2 Zahnformen und Einsatzgebiete

Die Kontur der Zahnschneide und des Zahngrundes wird als Zahnform bezeichnet.

6.2.1 Kreissägen

Bei Kreissägeblättern sind die Zahnformen in DIN 1840 festgelegt. Darin wird unterschieden in:

- **Winkelzahn** (Form A, Spanwinkel 5°).
  Feingezahnt, gerade Zähne mit verhältnismäßig kleinen Zahntaschen.
- **Bogenzahn** (Form B, Spanwinkel 15°).
  Grobgezahnt, bogenförmige Zähne mit verhältnismäßig großen Zahntaschen.
- **Bogenzahn** mit **Vor- und Nachschneider** (Form C, Spanwinkel 15°).
  Vorschneider steht um 0,15 – 0,30 mm höher als der Nachschneider und ist an beiden Zahnecken abgeschrägt (Arbeitsteilung durch beide Zähne).



Der Werkzeugtyp kennzeichnet die Einsatzgebiete der Kreissägeblätter:

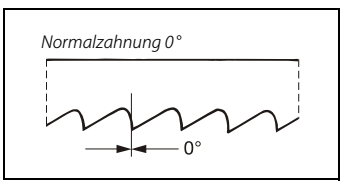
- Typ N für Baustähle, Grauguss und NE-Metalle
- Typ H für harte und zähharte Werkstoffe
- Typ W für weiche und zähe Werkstoffe

6.2.2 Bandsägen

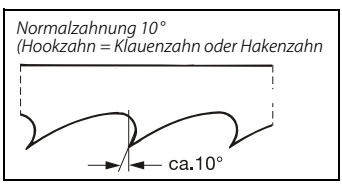
Bei den Zahnformen für Sägebänder unterscheidet man 4 Grundtypen. Die Zahnteilung ist dabei an die Schnittstärke anzupassen.

Verwendbar nur für Vollmaterial:

- **Normalzahnung 0°**
  - Konstante Zahnteilung mit 0°-Spanwinkel.
  - Für kleine bis mittlere Querschnitte (max. 70 mm Eingriffslänge).
  - Für kurzspanende Materialien.

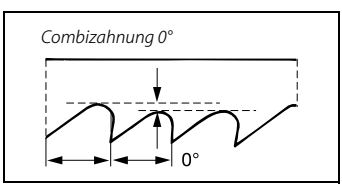


- **Normalzahnung 10°**
  - Konstante Zahnteilung mit 10° Spanwinkel.
  - Einsetzbar durch großen Spanraum für größere Querschnitte (ab 50 mm Eingriffslänge).
  - für höchste Leistungen bei langspanenden und zähen Materialien.

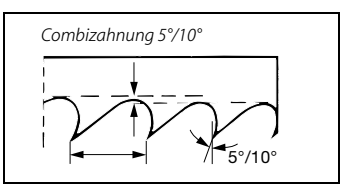


Universell verwendbar:

- **Combizahnung 0°**
  - Variable Zahnteilung mit 0° Spanwinkel.
  - Unterschiedliche Zahnabstände und wechselnde Zahntiefen.
  - Für großen Querschnittsbereich (für Rohre und Profile, Vollmaterial bis max. 70 mm) einsetzbar.
  - Sehr schwingungsarm.
  - Für kurzspanende Materialien (wegen $\gamma = 0°$).



- **Combizahnung 5°/10°**
  - Variable Zahnteilung mit 5°/10° Spanwinkel.
  - Unterschiedliche Zahnabstände, wechselnde Zahntiefen und großer Spanraum ermöglichen große Materialquerschnitte.
  - Universell für großen Querschnittsbereich (für Vollmaterial ab 50 mm Eingriffslänge)
  - Für langspanende und zähe Materialien.



Für den **Einsatz der Metallsägebänder** ist weiterhin zu beachten:

- **Bei Eingriffslängen kleiner 50 mm** bzw. bei dünnwandigen Rohren und Profilen sind nur Zahnteilungen mit 0°-Spanwinkel (Normalzahnung oder Combizahnung) zu verwenden.
- **Einsägen neuer Sägebänder** (die Lebensdauer eines Sägebandes hängt wesentlich vom kontollierten Einsägen ab):

  Die scharfen Zähne eines neuen Bandes greifen bei normalem Vorschub sehr aggressiv im Material ein. Deshalb sollte der Schnittdruck (Vorschub) bei den ersten Schnitten um 50% reduziert werden. Nach einer geschnittenen Fläche von ca. 300 cm^2 kann der Vorschub langsam auf den optimalen Wert gesteigert werden.
- **Kühlmittel**

  Durch das Kühlmittel kann eine Überhitzung des Sägezahnes sowie des Werkstückes vermieden werden. Weiterhin werden die Späne durch das Kühlmittel von der Schnittstelle wegtransportiert.

  Üblicherweise werden alle Stähle mit einer Kühlemulsion und Gusseisen trocken gesägt. Mit Schneidöl erzielt man gute Schnittergebnisse insbesondere beim Sägen von Einsatzstählen, höher legierten Werkzeugstählen, Vergütungsstählen, VA-Stählen und Titan.
- **Bandbreite**

  Es sollte die von der Maschine zulässige, größtmögliche Bandbreite gewählt werden, um genügend Stabilität bei höheren Vorschubkräften zu erreichen. Bei Kurvenschnitten ist die Sägebreite von dem kleinsten zu schneidenden Radius abhängig (vgl. *Tabelle 7.4*).

Radius [mm]	3	8	15	30	38	65	100	140
Bandbreite [mm]	3	5	6	8	10	13	16	20

Tabelle 7.4 Bandbreite bei Kurvenschnitten

- **Einspannen des Materials**

  Das Material ist so einzuspannen, dass das Sägeband möglichst vibrationsfrei arbeitet. Bei Bündelschnitten sind ggf. die Enden zu verschweißen. Dies erhöht die Schnittleistung und Standzeit.
- **Schnittgeschwindigkeit und Vorschub**

  Die Schnittgeschwindigkeit (Bandgeschwindigkeit) richtet sich nach Festigkeit, Art und Querschnitt des zu sägenden Materials. Je höher die Festigkeit, desto niedriger muss die Geschwindigkeit gewählt werden (vgl. Einsatztabelle für das Bandsägen – *Tabelle 7.10*). Kleinere Querschnitte können mit höherer Geschwindigkeit gesägt werden als große. Dünnwandige Rohre und Profile sowie scharfe Kanten werden mit niedrigem und nach Möglichkeit mit konstantem Vorschub (Druck) gesägt.

Die jeweilige Spanform lässt erkennen ob die Geschwindigkeit und der Vorschub stimmen (vgl. *Tabelle 7.5*).

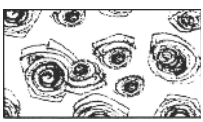
Spanform	Bemerkung	Spanform
	Dünne oder pulverförmige Späne	Vorschub erhöhen
	Lose aufgerollte Späne	Richtige Schnittwerte
	Dicke, schwere oder blaue Späne	Zu hohe Schnittwerte

Tabelle 7.5 Spanform in Abhängigkeit der Schnittparameter beim Bandsägen

.

6.3 Informationen zu Sägebändern

Garant | **RÖNTGEN** | **HOLEX.** | **Metallsägebänder** | **Information**

• Einspannen des Materials

Das Material so einspannen, dass das Sägeband möglichst vibrationsfrei arbeitet. Bei Bündelschnitten gegebenenfalls Enden verschweißen.
Dies erhöht die Schnittleistung und Standzeit.



• Einsägen neuer Sägebänder

Die scharfen Zähne eines neuen Bandes greifen bei normalem Vorschub sehr agressiv im Material ein. Deshalb den Vorschub bei den ersten Schnitten um 50 % reduzieren und die Schnittgeschwindigkeit auf 70 % des üblichen Wertes einstellen.
Nach einer geschnittenen Fläche von ca. 400 cm² den Vorschub langsam auf den optimalen Wert steigern.
Die Lebensdauer eines Sägebands hängt wesentlich vom kontrollierten Einsägen ab!

• Kühlmittel

Das Kühlmittel hilft, eine Überhitzung des Sägezahnes sowie des Werkstückes zu vermeiden und es transportiert die Späne von der Schnittstelle weg.
Es ist üblich alle Stähle mit einer Kühlemulsion zu sägen. Gusseisen wird üblicherweise trocken gesägt.
Mit Schneidöl erzielt man gute Schnittergebnisse beim Sägen von Einsatzstählen, höher legierten Werkzeugstählen, Vergütungsstählen, VA-Stählen und Titan. Rohre und Profile können gut mit Microsprühanlagen gesägt werden.
Dabei bitte besonders auf eine gute Spänebürste achten.

• Schnittgeschwindigkeit und Vorschub

Die Schnittgeschwindigkeit (Bandgeschwindigkeit) richtet sich nach Festigkeit, Art und Querschnitt des zu sägenden Materials.
Je höher die Festigkeit, desto niedriger muss die Geschwindigkeit gewählt werden. Kleinere Querschnitte können mit höherer Geschwindigkeit gesägt werden als große.
Dünnwandige Rohre und Profile sowie scharfe Kanten werden mit niedrigem und nach Möglichkeit mit konstantem Vorschub (Druck) gesägt.

Werkstoff	Schnittgeschwindigkeit in m/min. bi alfa cobalt (M42)
Baustahl / Automatenstahl	80 – 90
Einsatzstähle / Vergütungsstähle	45 – 75
Unlegierte Werkzeugstähle / Wälzlagerstähle	40 – 60
Legierte Werkzeugstähle / Schnellarbeitsstähle	30 – 40
Nichtrostende Stähle	20 – 35
Hitzebeständige Stähle Hochwarmfeste Legierungen	15 – 25

Bei Vibrationen Schnittgeschwindigkeit (m/min) minimal nach oben oder unten korrigieren.
Bei zunehmender Abstumpfung Vorschub etwas erhöhen.

• Beurteilung eines Schweißnahtrisses am Band

Glattes Platzen der Naht nach kurzer Zeit ist ein Fertigungsfehler.
Brechen der Naht nach längerer Laufzeit, Riss verläuft im ZickZack, ist ein Gewaltbruch.

• Zahnteilungen

Zahnteilungsempfehlungen für **Vollmaterial:**

Combiverzahnung		Normalverzahnung	
Material-querschnitt	Zahnteilung	Material-querschnitt	Zahnteilung
< 25 mm	10/14 ZpZ	< 10 mm	14 ZpZ
15 – 40 mm	8/12 ZpZ	10 – 30 mm	10 ZpZ
25 – 50 mm	6/10 ZpZ	30 – 50 mm	8 ZpZ
35 – 70 mm	5/8 ZpZ	50 – 80 mm	6 ZpZ
40 – 90 mm	5/6 ZpZ	80 – 120 mm	4 ZpZ
50 – 120 mm	4/6 ZpZ	120 – 200 mm	3 ZpZ
80 – 180 mm	3/4 ZpZ	200 – 400 mm	2 ZpZ
130 – 350 mm	2/3 ZpZ	300 – 700 mm	1,25 ZpZ
220 – 450 mm	1,5/2 ZpZ	> 600 mm	0,75 ZpZ

Combi-Zahnungen 1,5/2, 2/3, 3/4, 4/5, 4/6, 5/6, mit 10° Spanwinkel: Diese Zahnformen eignen sich besonders gut zum Sägen von Vollmaterial der hochlegierten und langspanenden Stahlqualitäten. So wird bei Einsatz der Zahnung 3/4 auch im oberen Durchmesserbereich bis 180 mm Materialquerschnitt eine gute, saubere Schnittfläche erzielt.
Faustregel:
mindestens 3 Zähne sollen im Eingriff sein.

Zahnteilungsempfehlungen für **Rohre:**

Wandstärke S (mm)	Rohraußendurchmesser D (mm) Zahnteilung Z (ZpZ)									
	20	40	60	80	100	120	150	200	300	500
2	14	10/14	10/14	10/14	10/14	8/12	8/12	8/12	8/12	5/8
3	14	10/14	10/14	8/12	8/12	8/12	8/12	6/10	6/10	5/8
4	10/14	10/14	8/12	8/12	8/12	6/10	6/10	5/8	5/8	4/6
5	10/14	10/14	8/12	8/12	6/10	6/10	5/8	4/6	4/6	4/6
6	10/14	8/12	8/12	6/10	6/10	5/8	5/8	4/6	4/6	4/6
8	10/14	8/12	8/12	6/10	5/8	5/8	4/6	4/6	4/6	4/6
10		8/12	6/10	5/8	4/6	4/6	4/6	4/6	4/6	4/5
12		8/12	6/10	4/6	4/6	4/6	4/6	4/6	4/6	4/5
15		8/12	6/10	4/6	4/6	4/6	4/6	4/5	4/5	4/5
20			4/6	4/6	4/6	4/6	4/5	4/5	4/5	3/4
30				4/6	4/6	4/5	4/5	4/5	4/5	2/3
50							4/5	3/4	2/3	2/3

Dünnwandige Rohre (bis ca. 8 mm Wandstärke):
Zahnteilungen mit 0° Spanwinkel verwenden.

• Bandbreite

Es sollte die von der Maschine zulässige, größtmögliche Bandbreite gewählt werden, um genügend Stabilität bei höheren Vorschubkräften zu erreichen.
Bei Kurvenschnitten ist die Sägenbreite von dem kleinsten zu schneidenden Radius abhängig (siehe Tabelle).

Radius (mm)	3	8	15	30	38	65	100	140
Bandbreite (mm)	3	5	6	8	10	13	16	20

• Hartmetallbestückte Sägebänder HM Titan

Für hohe Zerspanungsleistung.
Einsatzgebiete: Werkzeugstähle, rostfreie und Chrom-Nickel-Stähle, Nickel-Basis-Legierungen, gehärtete Stähle bis 62 HRC, Aluminium.
Bei Ihrer Anfrage bitte Bandsägemaschine (Hersteller und Typ) – Bandabmessung – Material – Materialquerschnitt angeben.
Für weitere technische Beratung stehen Ihnen unsere Anwendungstechniker zur Verfügung.
Alle weiteren wichtigen Informationen finden Sie im Zerspanungshandbuch.



7 Ursachen von Störungen beim Sägen

7.1 Störungen beim Kreissägen und Abhilfemaßnahmen

Störung: Zähne werden zu schnell stumpf	
Ursache: a) Spanüberfüllung im Spangrund, Zähne setzen sich zu b) unsauberer Schnitt c) fehlende oder unpassende Kühlung	**Abhilfe:** a) größere Zahnteilung wählen b) feinere Zahnteilung wählen und Schnittdruck verringern c) geeignete Kühlmittel einsetzen
Störung: Zähne brechen aus	
Ursache: a) schlechte Spanräumung b) Zähne haken im Material ein c) Werkstückspannung	**Abhilfe:** a) größere Zahnteilung wählen b) feinere Zahnteilung wählen c) Werkstück nachspannen
Störung: Blattbruch	
Ursache: a) falsches Ansetzen beim Anschnitt b) Kreissägeblatt zu stumpf	**Abhilfe:** a) Blatt darf bei Beginn des Schneidens nicht auf Material aufliegen b) Blatt nachschärfen
Störung: Verklemmen und Materialanhaftung am Sägeblatt	
Ursache: a) falscher Vorschub b) fehlende oder unpassende Kühlmittel	**Abhilfe:** a) Vorschub vergrößern oder verkleinern b) geeignetes Kühlmittel einsetzen

Tabelle 7.6 Störungen und Abhilfemaßnahmen beim Kreissägen

7.2 Störungen beim Bandsägen und Abhilfemaßnahmen

Störung: Zähne werden zu schnell stumpf	
Ursache:	**Abhilfe:**
Schnittgeschwindigkeit zu hoch Kühlung nicht ausreichend	niedrigere Schnittgeschwindigkeit verwenden für gute Kühlung sorgen
Störung: Zähne brechen aus beim Schneiden von Profilen	
Ursache:	**Abhilfe:**
zu grobe Zahnteilung / falsche Zahngeometrie zu hoher Schnittdruck Werkstück nicht fest eingespannt	Zahnteilung und Zahngeometrie anpassen Schnittdruck reduzieren Werkstück fest einspannen
Störung: Ausbrechen der Zähne beim Schneiden von Vollmaterial	
Ursache:	**Abhilfe:**
zu feine Zahnteilung zu hoher Schnittdruck Werkstück ist nicht fest eingespannt	größere Zahnteilung einsetzen Schnittdruck reduzieren oder wenn möglich höhere Schnittgeschwindigkeit einsetzen
Störung: Bruch des Bandes an der Schweißnaht	
Ursache:	**Abhilfe:**
c) eine oder beide Führungen stehen nicht rechtwinklig zur Schraubstockauflage	c) Führungen bei gespanntem Band mit Anschlagwinkel ausrichten
d) eine der beiden Rückenrollen liegen während des Sägevorganges nicht am Bandrücken an	d) Justieren der Bandrückenführung
e) zu hohe oder zu niedrige Bandspannung	e) Vorschriften des Maschinenherstellers zur Erzielung einer richtigen Bandspannung beachten
f) schiefer Schnitt	f) siehe Störung schiefer Schnitt

Tabelle 7.7 Störungen und Abhilfemaßnahmen beim Bandsägen – Fortsetzung nächste Seite

Tabelle 7.7 Fortsetzung Störungen und Abhilfemaßnahmen beim Bandsägen

Störung: Bruch des Bandes im Band	
Ursache:	**Abhilfe:**
a) seitliche Führungsrollen stehen zu eng und walzen das Band b) Führungspaare stehen falsch zu einander c) seitliche Hartmetallführungen sind verschlissen d) Bandrückenführung ist verschlissen e) Spänebürste nicht im Einsatz f) Umlenkrad taumelt	a) einstellen der seitlichen Führungsrollen so, dass sie sich mit der Hand noch drehen lassen b) justieren der Führungsrollenpaare so, dass sie fluchten c) austauschen der Führungen d) austauschen der Bandrückenführung e) nachstellen bzw. erneuern der Spänebürste f) Kontrolle der Aufnahme des Umlenkrades und evtl. Kugellager erneuern
Störung: Schiefer Schnitt	
Ursache:	**Abhilfe:**
a) Führungen stehen zu weit auseinander b) Zahnung zu fein gewählt c) zu hoher Schnittdruck	a) anstellen der verstellbaren Führungen so nah wie möglich an das Werkstück b) richtige Zahnteilung wählen c) Schnittdruck reduzieren oder Schnittgeschwindigkeit leicht erhöhen

8 Richtwerte für das Sägen

Bearbeitungsaufgabe:

Sägen von Wellen aus C15 mit HSS-Kreissägeblättern (Durchmesser 200 mm).

Vorgehen:

1. Auswahl des Sägewerkzeuges aus dem Hauptkatalog — Ho-Nr. 17 5500
   D = 200 mm
2. Auswahl der Werkstoffmaterialgruppe (Kapitel „Werkstoffe“, Abschnitt 1) — Wst.-Gr. 5.0
3. Auswahl der Schnittparameter:
   3.1 Auswahl der Einsatzrichtwerttabelle — Tabelle 7.9
   Werkzeug 175500 → Kreissägeblätter (HSS)
   3.2 Auswahl der Schnittparameter

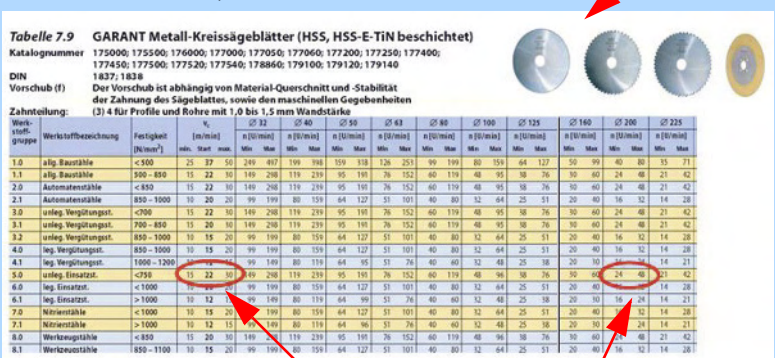


Tabelle 7.9 **GARANT Metall-Kreissägeblätter (HSS, HSS-E-TiN beschichtet)**

Katalognummer 175090; 175500; 176000; 177000; 177050; 177060; 177200; 177250; 177400; 177450; 177500; 177520; 177540; 178860; 179100; 179120; 179140

DIN 1837; 1838

Vorschub (f) Der Vorschub ist abhängig von Material-Querschnitt und -Stabilität der Zahnung des Sägeblattes, sowie den maschinellen Gegebenheiten

Zahnteilung: (3) 4 für Profile und Rohre mit 1,0 bis 1,5 mm Wandstärke

Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	Ø 32 n [U/min] Min	Max	Ø 40 n [U/min] Min	Max	Ø 50 n [U/min] Min	Max	Ø 63 n [U/min] Min	Max	Ø 80 n [U/min] Min	Max	Ø 100 n [U/min] Min	Max	Ø 125 n [U/min] Min	Max	Ø 160 n [U/min] Min	Max	Ø 200 n [U/min] Min	Max	Ø 225 n [U/min] Min	Max
1.0	allg. Baustähle	< 500	25	37	50	249	497	199	398	159	318	126	251	99	199	80	159	64	127	50	99	40	80	35	71
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	15	22	30	149	298	119	239	95	191	76	152	60	119	48	95	38	76	30	60	24	48	21	42
2.0	Automatenstähle	< 850	15	22	30	149	298	119	239	95	191	76	152	60	119	48	95	38	76	30	60	24	48	21	42
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	10	20	20	99	199	80	159	64	127	51	101	40	80	32	64	25	51	20	40	16	32	14	28
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	15	22	30	149	298	119	239	95	191	76	152	60	119	48	95	38	76	30	60	24	48	21	42
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	15	20	30	149	298	119	239	95	191	76	152	60	119	48	95	38	76	30	60	24	48	21	42
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	10	15	20	99	199	80	159	64	127	51	101	40	80	32	64	25	51	20	40	16	32	14	28
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	10	15	20	99	199	80	159	64	127	51	101	40	80	32	64	25	51	20	40	16	32	14	28
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	10	15	20	99	199	80	159	64	95	51	76	40	60	32	48	25	38	20	30	16	24	14	21
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	15	22	30	149	298	119	239	95	191	76	152	60	119	48	96	38	76	30	60	24	48	21	42
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	10	20	20	99	199	80	159	64	127	51	101	40	80	32	64	25	51	20	40	16	32	14	28
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	10	12	15	99	149	80	119	64	99	51	76	40	60	32	48	25	38	20	30	16	24	14	21
7.0	Nitrierstähle	< 1000	10	15	20	99	199	80	159	64	127	51	101	40	80	32	64	25	51	20	40	16	32	14	28
7.1	Nitrierstähle	> 1000	10	12	15	99	149	80	119	64	96	51	76	40	60	32	48	25	38	20	30	16	24	14	21
8.0	Werkzeugstähle	< 850	15	20	30	149	298	119	239	95	191	76	152	60	119	48	96	38	76	30	60	24	48	21	42
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	10	15	20	99	199	80	159	64	127	51	101	40	80	32	64	25	51	20	40	16	32	14	28

Schnittgeschwindigkeit – Bereich: **v_c = 15 ... 22 ... 30 m/min**

Drehzahl – Bereich: **n = 24 ... 48 U/min**

Tabelle 7.8 Bimetall-Sägebänder (HSS)



Katalognummer 172000; 172050; 172100; 173480 – 174025; 174050; 174062; 174063, 17410

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	∅ 10 – 65			∅ 100 – 300			∅ 400 – 800			Kühlung
			v_c [m/min]			v_c [m/min]			v_c [m/min]			
		[N/mm²]	min.		max.	min.		max.	min.		max.	
1.0	allg. Baustähle	< 500	90	–	100	85	–	95	60	–	75	Emulsion 10–15% Öl
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	75	–	80	65	–	70	48	–	50	Emulsion 5–10% Öl
2.0	Automatenstähle	< 850	90	–	100	85	–	95	60	–	75	Emulsion 10–15% Öl
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	90	–	100	85	–	95	60	–	75	Emulsion 10–15% Öl
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	75	–	80	65	–	70	48	–	50	Emulsion 5–10% Öl
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	75	–	80	65	–	70	48	–	50	Emulsion 5–10% Öl
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	65	–	75	55	–	60	40	–	50	Emulsion 5–10% Öl
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	65	–	75	55	–	60	40	–	50	Emulsion 5–10% Öl
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	40	–	45	36	–	40	25	–	32	Emulsion 5% Öl
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	90	–	100	85	–	95	60	–	75	Emulsion 10–15% Öl
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	65	–	75	55	–	60	40	–	50	Emulsion 5–10% Öl
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	65	–	75	55	–	60	40	–	50	Emulsion 5–10% Öl
7.0	Nitrierstähle	< 1000	40	–	45	35	–	40	25	–	32	Emulsion 5% Öl
7.1	Nitrierstähle	> 1000	40	–	45	35	–	40	25	–	32	Emulsion 5% Öl
8.0	Werkzeugstähle	< 850	58	–	60	50	–	55	35	–	45	Emulsion 3% Öl
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	58	–	60	50	–	55	35	–	45	Emulsion 3% Öl
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	30	–	35	25	–	30	20	–	24	trocken
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	45	–	50	40	–	45	30	–	35	Emulsion 3% Öl
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–			–			–		–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–			–		–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–			–		–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	35	–	40	30	–	35	22	–	28	Emulsion 10–15% Öl
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	35	–	40	30	–	35	22	–	28	Emulsion 10–15% Öl
12.0	Federstähle	< 1500	35	–	40	30	–	35	22	–	28	Emulsion 10–15% Öl
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	35	–	40	30	–	35	22	–	28	Emulsion 10–15% Öl
13.1	rostf. St. -austenitisch	< 700	35	–	40	30	–	35	22	–	28	Emulsion 10–15% Öl
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	25	–	30	20	–	25	15	–	20	Emulsion 15% Öl
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	25	–	30	20	–	25	15	–	20	Emulsion 15% Öl
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	15	–	18	14	–	15	10	–	12	Emulsion 15–20% Öl
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	50	–	55	45	–	50	30	–	40	trocken
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	50	–	55	45	–	50	30	–	40	trocken
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	50	–	55	45	–	50	30	–	40	trocken
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	50	–	55	45	–	50	30	–	40	trocken
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	30	–	35	25	–	30	20	–	25	Emulsion 10% Öl
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	30	–	35	25	–	30	20	–	25	Emulsion 10% Öl
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	90	–	110	80	–	100	70	–	90	Emulsion >25% Öl
17.1	Al.-Leg., kurzspanend		90	–	110	80	–	100	70	–	90	Emulsion >25% Öl
17.2	Alu.- Gussleg. >10% Si		50	–	70	40	–	60	30	–	50	Emulsion >25% Öl
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	110	–	130	100	–	120	80	–	100	Emulsion 10–15% Öl
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	115	–	125	110	–	125	115	–	125	Emulsion 3% Öl
18.2	Messing, langspanend	< 600	115	–	125	110	–	125	115	–	125	Emulsion 3% Öl
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	90	–	100	85	–	95	60	–	75	Emulsion 10–15% Öl
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	90	–	100	85	–	95	60	–	75	Emulsion 10–15% Öl
18.5	Bronze, langspanend	< 850	90	–	100	85	–	95	60	–	75	Emulsion 10–15% Öl
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	90	–	100	85	–	95	60	–	75	Emulsion 10–15% Öl
19.0	Graphit			–			–			–		
20.0	Thermoplast		50	–	500	50	–	400	50	–	400	Pressluft/trocken
20.1	Duroplast			–			–			–		–
20.2	GFK und CFK			–			–			–		–

Hinweis: Bei **Vibrationen** Schnittgeschwindigkeit minimal nach oben oder unten korrigieren.
Bei **zunehmender Abstumpfung** Vorschub etwas erhöhen.

Tabelle 7.9 GARANT Metall-Kreissägeblätter (HSS, HSS-E-TiN beschichtet)

Katalognummer 175000; 175500; 176000; 177000; 177050; 177060; 177200; 177250; 177400; 177450; 177500; 177520; 177540; 178860; 179100; 179120; 179140

DIN 1837; 1838

Vorschub (f) Der Vorschub ist abhängig von Material-Querschnitt und -Stabilität der Zahnung des Sägeblattes, sowie den maschinellen Gegebenheiten

Zahnteilung: (3) 4 für Profile und Rohre mit 1,0 bis 1,5 mm Wandstärke

Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ 32		∅ 40		∅ 50		∅ 63		∅ 80		∅ 100		∅ 125	
		[N/mm²]				n [U/min]		n [U/min]		n [U/min]		n [U/min]		n [U/min]		n [U/min]		n [U/min]	
			min.	Start	max.	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
1.0	allg. Baustähle	< 500	25	**37**	50	249	497	199	398	159	318	126	253	99	199	80	159	64	127
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	15	**22**	30	149	298	119	239	95	191	76	152	60	119	48	95	38	76
2.0	Automatenstähle	< 850	15	**22**	30	149	298	119	239	95	191	76	152	60	119	48	95	38	76
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	10	**20**	20	99	199	80	159	64	127	51	101	40	80	32	64	25	51
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	15	**22**	30	149	298	119	239	95	191	76	152	60	119	48	95	38	76
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	15	**20**	30	149	298	119	239	95	191	76	152	60	119	48	95	38	76
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	10	**15**	20	99	199	80	159	64	127	51	101	40	80	32	64	25	51
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	10	**15**	20	99	199	80	159	64	127	51	101	40	80	32	64	25	51
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	10	**12**	15	99	149	80	119	64	95	51	76	40	60	32	48	25	38
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	15	**22**	30	149	298	119	239	95	191	76	152	60	119	48	96	38	76
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	10	**20**	20	99	199	80	159	64	127	51	101	40	80	32	64	25	51
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	10	**12**	15	99	149	80	119	64	99	51	76	40	60	32	48	25	38
7.0	Nitrierstähle	< 1000	10	**15**	20	99	199	80	159	64	127	51	101	40	80	32	64	25	51
7.1	Nitrierstähle	> 1000	10	**12**	15	99	149	80	119	64	96	51	76	40	60	32	48	25	38
8.0	Werkzeugstähle	< 850	15	**20**	30	149	298	119	239	95	191	76	152	60	119	48	96	38	76
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	10	**15**	20	99	199	80	159	64	127	51	101	40	80	32	64	25	51
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	7	**10**	15	70	149	56	119	45	95	35	76	28	60	22	48	18	38
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	10	**12**	15	99	149	80	119	64	95	51	76	40	60	32	48	25	38
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	5	**8**	10	50	99	40	80	32	64	25	51	20	40	16	32	13	25
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12.0	Federstähle	< 1500	5	**8**	10	50	99	40	80	32	64	25	51	20	40	16	32	13	25
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	7	**12**	15	70	149	56	119	45	95	35	76	28	60	22	48	18	38
13.1	rostf. St. -austenitisch	< 700	7	**11**	15	70	149	56	119	45	95	35	76	28	60	22	48	18	38
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	7	**11**	15	70	149	56	119	45	95	35	76	28	60	22	48	18	38
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	7	**11**	15	70	149	56	119	45	95	35	76	28	60	22	48	18	38
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	5	**8**	10	50	99	40	80	32	64	25	51	20	40	16	32	13	25
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	25	**30**	45	249	448	199	358	159	286	126	227	99	179	80	143	64	115
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	25	**27**	30	249	298	199	239	159	191	126	152	99	119	80	95	64	76
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	20	**27**	30	199	298	159	239	127	191	101	152	80	119	64	95	51	76
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	20	**25**	30	199	298	159	239	127	191	101	152	80	119	64	95	51	76
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	15	**20**	25	149	249	119	199	95	159	76	126	60	99	48	80	38	64
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	10	**15**	20	99	199	80	159	64	127	51	101	40	80	32	64	25	51
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	1000	**1100**	2400	9947	23873	7958	19099	6366	15279	5053	12126	3979	9549	3183	7639	2546	6112
17.1	Al.-Leg., kurzspanend		600	**800**	1500	5968	14921	4775	11937	3820	9549	3032	7579	2387	5968	1910	4775	1528	3820
17.2	Alu.- Gussleg. >10% Si		500	**600**	1200	4974	11937	3979	9549	3183	7639	2526	6063	1989	4775	1592	3820	1273	3056
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	300	**400**	600	2984	5968	2387	4775	1910	320	1516	3032	1194	2387	955	1910	764	1528
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	300	**400**	600	2984	5968	2387	4775	1910	320	1516	3032	1194	2387	955	1910	764	1528
18.2	Messing, langspanend	< 600	300	**400**	600	2984	5968	2387	4775	1910	320	1516	3032	1194	2387	955	1910	764	1528
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	120	**150**	200	1194	1989	955	1592	764	1273	606	1011	477	796	382	636,6	306	509
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	120	**150**	200	1194	1989	955	1592	764	1273	606	1011	477	796	382	636,6	306	509
18.5	Bronze, langspanend	< 850	120	**150**	200	1194	1989	955	1592	764	1273	606	1011	477	796	382	636,6	306	509
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	120	**150**	200	1194	1989	955	1592	764	1273	606	1011	477	796	382	636,6	306	509
19.0	Graphit		25	**30**	45	249	448	199	358	159	286	126	227	99	179	80	143	64	115
20.0	Thermoplast		1500	**1800**	2400	14921	23873	11937	19099	9549	15279	7579	12126	5968	9549	4775	7639	3820	6112
20.1	Duroplast			–		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20.2	GFK und CFK			–		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Für hohe Schnittgesschwindigkeiten ab 1000 m/min unbedingt Sägeblätter mit erhöhter Zähigkeit verwenden.

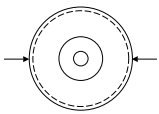


Ø 160		Ø 200		Ø 225		Ø 250		Ø 275		Ø 315		Ø 350		Ø 370		Ø 400		Ø 500		Kühl-Schmier-Stoff
n [U/min]		n [U/min]		n [U/min]		n [U/min]		n [U/min]		n [U/min]		n [U/min]		n [U/min]		n [U/min]		n [U/min]		
Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
50	99	40	80	35	71	32	64	29	58	25	51	23	45	22	43	20	40	16	32	Emulsion Nr. 139800 1:20
30	60	24	48	21	42	19	38	17	35	15	30	14	27	13	26	12	24	10	19	Emulsion Nr. 139800 1:20
30	60	24	48	21	42	19	38	17	35	15	30	14	27	13	26	12	24	10	19	Emulsion Nr. 139800 1:20
20	40	16	32	14	28	13	25	12	23	10	20	9	18	9	17	8	16	6	13	Emulsion Nr. 139800 1:15
30	60	24	48	21	42	19	38	17	35	15	30	14	27	13	26	12	24	10	19	Emulsion Nr. 139800 1:20
30	60	24	48	21	42	19	38	17	35	15	30	14	27	13	26	12	24	10	19	Emulsion Nr. 139800 1:20
20	40	16	32	14	28	13	25	12	23	10	20	9	18	9	17	8	16	6	13	Emulsion Nr. 139800 1:15
20	40	16	32	14	28	13	25	12	23	10	20	9	18	9	17	8	16	6	13	Emulsion Nr. 139800 1:15
20	30	16	24	14	21	13	19	12	17	10	15	9	14	9	13	8	12	6	10	Emulsion Nr. 139800 1:15
30	60	24	48	21	42	19	38	17	35	15	30	14	27	13	26	12	24	10	19	Emulsion Nr. 139800 1:20
20	40	16	32	14	28	13	25	12	23	10	20	9	18	9	17	8	16	6	13	Emulsion Nr. 139800 1:15
20	30	16	24	14	21	13	19	12	17	10	15	9	14	9	13	8	12	6	10	Emulsion Nr. 139800 1:15
20	40	16	32	14	28	13	25	12	23	10	20	9	18	9	17	8	16	6	13	Emulsion Nr. 139800 1:15
20	30	16	24	14	21	13	19	12	17	10	15	9	14	9	13	8	12	6	10	Emulsion Nr. 139800 1:15
30	60	24	48	21	42	19	38	17	35	15	30	14	27	13	26	12	24	10	19	Emulsion Nr. 139800 1:20
20	40	16	32	14	28	13	25	12	23	10	20	9	18	9	17	8	16	6	13	Emulsion Nr. 139800 1:15
14	30	11	24	10	21	9	19	8	17	7	15	6	14	6	13	6	12	4	10	Emulsion Nr. 139800 1:12
20	30	16	24	14	21	13	19	12	17	10	15	9	14	9	13	8	12	6	10	Emulsion Nr. 139800 1:15
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10	20	8	16	7	14	6	13	6	12	5	10	5	9	4	9	4	8	3	6	Emulsion Nr. 139800 1:12
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10	20	8	16	7	14	6	13	6	12	5	10	5	9	4	9	4	8	3	6	Emulsion Nr. 139800 1:12
14	30	11	24	10	21	9	19	8	17	7	15	6	14	6	13	6	12	4	10	Emulsion Nr. 139800 1:12
14	30	11	24	10	21	9	19	8	17	7	15	6	14	6	13	6	12	4	10	Emulsion Nr. 139800 1:12
14	30	11	24	10	21	9	19	8	17	7	15	6	14	6	13	6	12	4	10	Emulsion Nr. 139800 1:12
14	30	11	24	10	21	9	19	8	17	7	15	6	14	6	13	6	12	4	10	Emulsion Nr. 139800 1:12
10	20	8	16	7	14	6	13	6	12	5	10	5	9	4	9	4	8	3	6	Emulsion Nr. 139800 1:12
50	90	40	72	35	64	32	57	29	52	25	45	23	41	22	39	20	36	16	29	trocken/Pressluft
50	60	40	48	35	42	32	38	29	35	25	30	23	27	22	26	20	24	16	19	trocken/Pressluft
40	60	32	48	28	42	25	38	23	35	20	30	18	27	17	26	16	24	13	19	Emulsion Nr. 139800 1:12
40	60	32	48	28	42	25	38	23	35	20	30	18	27	17	26	16	24	13	19	Emulsion Nr. 139800 1:12
30	50	24	40	21	35	19	32	17	29	15	25	14	23	13	22	12	20	10	16	Emulsion Nr. 139800 1:12
20	40	16	32	14	28	13	25	12	23	10	20	9	18	9	17	8	16	6	13	Emulsion Nr. 139800 1:12
1989	4775	1592	3820	1415	3395	1273	3056	1157	2778	1011	2425	909	2183	860	2065	796	1910	637	1528	Schmierstift Nr. 139500
1194	2984	955	2387	849	2122	764	1910	694	1736	606	1516	546	1364	516	1290	477	1194	382	955	Schmierstift Nr. 139500
995	2387	796	1910	707	1698	637	1528	579	1389	505	1213	455	1091	430	1032	398	955	318	764	Schmierstift Nr. 139500
597	1194	477	955	424	849	382	764	347	694	303	606	273	546	256	516	239	477	191	382	Emulsion Nr. 139800 1:50
597	1194	477	955	424	849	382	764	347	694	303	606	273	546	256	516	239	477	191	382	Schmierstift Nr. 139500
597	1194	477	955	424	849	382	764	347	694	303	606	273	546	256	516	239	477	191	382	Schmierstift Nr. 139500
239	398	191	318	170	283	153	255	139	231	121	202	109	182	103	172	95	159	76	127	Emulsion Nr. 139800 1:30
239	398	191	318	170	283	153	255	139	231	121	202	109	182	103	172	95	159	76	127	Emulsion Nr. 139800 1:30
239	398	191	318	170	283	153	255	139	231	121	202	109	182	103	172	95	159	76	127	Emulsion Nr. 139800 1:30
239	398	191	318	170	283	153	255	139	231	121	202	109	182	103	172	95	159	76	127	Emulsion Nr. 139800 1:30
50	90	40	72	35	64	32	57	29	52	25	47	23	41	22	39	20	36	16	29	trocken
2984	4775	2387	3820	2122	3395	1910	3056	1736	2778	1516	2425	1364	2183	1290	2065	1194	1910	955	1528	trocken
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabelle 7.10 **Herstellungsgenauigkeit nach DIN und ISO für HSS Kreissägeblätter**

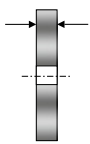
Durchmesser-Toleranz nach ISO

Nennmaßbereich [mm]						
über	30	58	80	120	180	250
bis	50	80	120	180	250	315
Toleranzfeld	+500	+600	+700	+800	+925	+1050
nach js 15 (µm)	–500	–600	–700	–800	–925	–1050



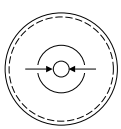
Stärken-Toleranz nach ISO

Nennmaßbereich [mm]			
über		1	3
bis	1	3	6
Toleranzfeld	+20	+30	+38
nach js 15 (µm)	–20	–30	–38



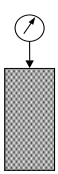
Bohrungs-Toleranz nach ISO

Nennmaßbereich [mm]						
über	3	6	10	18	30	50
bis	6	10	18	30	50	80
Toleranzfeld	+12	+15	+18	+21	+25	+30
nach js 15 (µm)	0	0	0	0	0	0



Rundlauf nach DIN 1840

Außendurchmesser [mm]	Zul. Abweichung [mm]
bis 100	0,10
über 100	0,16



Stirnlauf (Seitenschlag) nach DIN 1840

Außendurchmesser [mm]	Zul. Abweichung [mm]
bis 40	0,10
über 40 bis 100	0,16
über 100 bis 200	0,25
über 200 bis 315	0,40

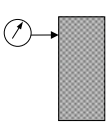


Tabelle 7.11 GARANT Metall-Kreissägeblätter (VHM)

Katalognummer 179800; 179820

DIN 1837; 1838

Vorschub (f) Der Vorschub pro Umdrehung ist abhängig von Material-Querschnitt und -Stabilität, Zahnung des Sägeblattes sowie den maschinellen Gegebenheiten





Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	f_z [mm/Z] min.	max.	Kühlung
1.0	allg. Baustähle	< 500	150	200	250	0,01	0,030	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:20
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	100	140	180	0,005	0,025	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:20
2.0	Automatenstähle	< 850	100	140	180	0,005	0,025	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:20
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	60	100	120	0,005	0,015	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:15
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	100	140	180	0,005	0,025	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:20
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	100	140	180	0,005	0,025	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:20
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	60	90	120	0,005	0,015	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:15
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	60	90	120	0,005	0,015	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:15
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	20	40	60	0,002	0,010	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:15
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	100	140	180	0,005	0,025	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:20
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	60	100	120	0,005	0,015	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:15
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	20	40	60	0,002	0,010	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:15
7.0	Nitrierstähle	< 1000	60	90	120	0,005	0,015	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:15
7.1	Nitrierstähle	> 1000	20	40	60	0,002	0,010	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:15
8.0	Werkzeugstähle	< 850	100	140	180	0,005	0,025	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:20
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	60	90	120	0,005	0,015	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:15
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	20	40	60	0,002	0,010	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:15
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	20	40	60	0,002	0,010	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:15
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–			–		–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–			–		–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–			–		–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	20	40	60	0,002	0,010	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:15
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–			–		–
12.0	Federstähle	< 1500	–			–		–
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	60	110	160	0,005	0,015	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:12
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	60	110	160	0,005	0,015	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:12
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	60	110	160	0,005	0,015	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:12
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	60	100	160	0,005	0,015	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:12
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	20	40	60	0,002	0,010	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:15
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	100	125	150	0,005	0,010	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:12
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	100	125	150	0,005	0,010	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:12
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	100	125	150	0,005	0,010	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:12
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	100	115	150	0,005	0,010	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:12
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	60	90	120	0,002	0,010	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:15
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	60	90	120	0,002	0,010	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:15
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	400	1200	2000	0,010	0,040	Pressluft oder trocken
17.1	Al.-Leg., kurzspanend		400	1200	2000	0,010	0,040	Pressluft oder trocken
17.2	Alu.- Gussleg. >10% Si		400	700	1000	0,010	0,030	Pressluft oder trocken
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	200	400	600	0,010	0,040	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:50
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	200	400	600	0,010	0,040	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:50
18.2	Messing, langspanend	< 600	200	400	300	0,010	0,030	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:50
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	150	250	300	0,020	0,060	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:30
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	150	250	300	0,020	0,060	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:30
18.5	Bronze, langspanend	< 850	150	250	300	0,020	0,060	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:30
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	150	180	200	0,020	0,040	Kühlschmierstoff-Konzentrat 1:30
19.0	Graphit		–			–		–
20.0	Thermoplast		3000	3500	4500	0,030	0,050	Pressluft oder trocken
20.1	Duroplast		800	1200	2000	0,020	0,040	Pressluft oder trocken
20.2	GFK und CFK		150	500	1000	0,020	0,040	Pressluft oder trocken

Inhalt



Tabellenverzeichnis – Einsatzrichtwerte Fräsen 461
Werkzeugübersicht HSS-Fräser 466
Werkzeugübersicht VHM-Fräser 468
Werkzeugtypbeschreibung 474
Werkzeugübersicht Wendeplatten-Fräser 475

1 Fräsverfahren 478
1.1 Fräsvorgang 478
1.2 Einteilung der Fräsverfahren 479

2 Fräswerkzeuge 480

3 Schnitt- und Spanungsgrößen sowie Kräfte und Leistungsbedarf 484
3.1 Planfräsen (Stirnfräsen) 485
3.2 Umfangsfräsen (Walzenfräsen) 487

4 Berechnung der Hauptzeit beim Fräsen 488
4.1 Planfräsen (Stirnfräsen) 488
4.1.1 An- und Überlaufwege beim mittigen Stirnfräsen 488
4.1.2 An- und Überlaufwege beim außermittigen Stirnfräsen 489
4.2 Umfangsfräsen (Walzenfräsen) 490

5 Schnittdatenberechnung 491
5.1 Mittlere Spanungsdicke und Vorschubwahl 491
5.2 Arbeitswerte bei Zirkularinterpolation 492
5.2.1 Zirkulares Innen- und Außenfräsen 492
5.2.2 Eintauchvorgang 493
5.2.3 Ermittlung der Vorschubgeschwindigkeit bezogen auf das Werkzeugzentrum 493
5.3 Arbeitswerte beim Eckfräsen 494

6 Besonderheiten und Einflüsse auf das Fräsergebnis 495
6.1 Verschleißverhalten und Schwingungen 495
6.2 Wahl des Fräserdurchmessers und der Fräserposition 495

7 Einsatz von Fräswerkzeugen 497
7.1 Planfräsen 497
7.2 Innen- und Außenkegelfräsen 498
7.3 Hartfräsen mit Wendeplattenfräser 499
7.4 Hartfräsen mit VHM-Schaftfräser 500

8 Problemlösungen für das Fräsen 501

9 Einsatzrichtwerte für das Fräsen 502
9.1 Handhabung der Richtwerttabellen 502
9.2 Anleitung zur Ermittlung der optimalen Schnittwerte 503

Tabellenverzeichnis – Einsatzrichtwerte Fräsen

Fräser	Bezeichnung / Schneidstoff / Beschichtung /Bearbeitung			Tab.-Nr	Seite
Fräsen feste Schneiden					
Scheibenfräser	HSS-Co5			8.7	504
	VHM (beschichtet)			8.8	506
Walzenstirnfräser	HSS-Co (unbeschichtet, beschichtet)			8.9	508
Trennfräser mit Bund	HM			8.10	512
Schaftfräser	HSS / PM (unbeschichtet, beschichtet)	Schruppen	Kontur (Umrissfräsen)	8.11	514
			Vollnut / Tasche	8.12	520
			Kopieren	8.13	526
			Tauchen / Zirkularfräsen	8.14	532
		Schlichten	Kontur	8.15	538
			Kopieren	8.16	544
	PM-Schruppfräser MTC (beschichtet)	191075	Vollnut / Tasche	8.17	550
			Kontur (Umrissfräsen)		
	SPM-Schlichtfräser HPC (beschichtet)	191632	Kontur (Umfangfräsen)	8.18	552
	SPM-Schruppfräser MTC (beschichtet)	192852	Vollnut / Tasche	8.19	554
		192855	Kontur (Umfangsfräsen)	8.20	556
		192895	Vollnut / Tasche	8.21	558
			Kontur (Umrissfräsen)	8.22	560
Schlitzfäser, T-Nutenfräser Winkelfräser	HSS-Co	194410 bis 194120		8.23	562
Schaftfräser	VHM (unbeschichtet, beschichtet)	Schruppen	Kontur (Umrissfräsen)	8.24	564
			Vollnut / Tasche	8.25	568
			Kopieren	8.26	572
			Tauchen / Zirkularfräsen	8.27	576
		Schlichten	Kontur (Umrissfräsen)	8.28	580
			Kopieren	8.29	584
	VHM (beschichtet)	HSC-Schlichten	Kontur (Umrissfräsen)	8.30	588
			Kopieren	8.31	590
	VHM-Schruppfräser mit ZOX-Beschichtung HPC	202248 bis 202258, 202548 bis 202553, 205410; 205420	Schruppen Vollnut/Tasche	8.32	594
			Schruppen Kontur (Umrissfräsen)	8.33	595
		203170, 203175; 203177	Schruppen Kontur (Umrissfräsen)	8.34	596
	VHM-Schruppfräser HPC	205590	Schruppen	8.35	598
	VHM-Stirntorusfräser HPC	206272; 206274	Kopieren	8.36	600
Entgrater – Vor- und Rückwärtsviertelkreisfräser VHM		208170, 208180		8.37	602
Microfräser	Schaftfräser	VHM (beschichtet)	201641	8.38	604
	Torusfräser	VHM (beschichtet)	201642-206153	8.39	606
	Radiuskopierfräser	VHM (beschichtet)	207374, 207375	8.40	608

Fortsetzung Tabellenverzeichnis – Einsatzrichtwerte Fräsen

Fräser	Bezeichnung / Schneidstoff / Beschichtung /Bearbeitung			Tab.-Nr	Seite
Fräsen feste Schneiden					
Schaftfräser	VHM-Schaftfräser/Torusfräser HPC Diabolo	201642-206480	Hartfräsen	8.41	610
	VHM-Torusfräser/Radiusfräser HPC Diabolo	206160-207475	Hartfräsen	8.42	611
	VHM-Schaftfräser MTC	202976; 202977; 202978; 202982	Vollnut/Tasche, Kontur	8.43	612
	VHM-Stirntorusfräser HPC	206276; 206278; 206277	Kopieren	8.44	614
	VHM-Schaft- und Torusfräser HPC	201644; 202380; 202990; 202995; 203000; 203001; 203002; 203004; 206350		8.45	616
	VHM-Torusfräser HPC	203005; 203010; 203020		8.46	617
	VHM-Schruppfräser mit 45°-Spirale MTC	205712	Schruppen Vollnut / Tasche Schlichten Umfangsfräsen	8.47	618
	VHM-Vollradiusfräser HPC	207477; 207478	HSC-Schlichten Kopieren	8.48	620
	VHM-Schaftfräser MTC	203078	Schruppen Kontur (Besäumen)	8.49	622
	VHM-Schruppfräser mit 45°-Spirale MTC	205713	Schruppen Vollnut / Tasche Schlichten Umfangsfräsen	8.50	624
	VHM-Stirntorusfräser HPC	206279	Kopieren	8.51	626
	VHM-Torusfräser HPC	206355	Kopieren Kontur (Umrissfräsen)	8.52	626
	VHM-Schruppfräser MTC	202390		8.53	628
	VHM-Schruppfräser HPC	203031; 203033; 203041; 203043; 203081		8.54	629
	VHM-Schruppfräser MTC	203046; 205718	Schruppen Vollnut/Tasche Schlichten Umfangsfräsen	8.55	630
	VHM-Schruppfräser MTC	203050, 203060; 203065		8.56	632
		203070		8.57	633
		203075		8.58	634
	VHM-Hochgenauigkeitsfräser HPC	203530; 203535; 203540		8.59	635
	VHM-Schruppfräser mit 45°-Spirale MTC	205710, 205714	Schruppen Vollnut / Tasche	8.60	636
			Schlichten Umfangsfräsen	8.61	638
	VHM-Schruppfräser mit 45°-Spirale MTC mit Innenkühlung	205716	Schruppen Vollnut / Tasche Schruppen Umfangsfräsen	8.62	640

Fortsetzung Tabellenverzeichnis – Einsatzrichtwerte Fräsen

Fräser	Bezeichnung / Schneidstoff / Beschichtung /Bearbeitung			Tab.-Nr.	Seite
Fräsen feste Schneiden					
Schaftfräser	VHM-Hochleistungs-Schlitzfräser	208025		8.63	642
Formfräser	VHM-T-Nutfräser	208032; 208034	Typ N und Typ NF	8.64	643
	VHM Winkelfräser	208035; 208037	Form C 45°/60°	8.65	644
		208036; 208038	Form D 45°/60°	8.66	645
Moderne Werkstoffe	VHM-Schaftfräser	209310; 209315		8.67	646
	VHM-Schaftfräser	209320; 209322	Vollnut/Tasche	8.68	648
			Kontur (Umrissfräsen)		
	VHM-Router	209410-209460	Kontur (Umrissfräsen)	8.69	650
	VHM-Fräser für Honeycamb	209480	Vollnut/Tasche	8.70	652
	VHM-Router	209510	Kontur (Umrissfräsen)	8.71	653
	VHM-Router (Diamantbeschichtung)	209512	Kontur (Umrissfräsen)	8.72	654
	VHM-Fräser (Diamantbeschichtung)	209515-209520	Kontur (Umrissfräsen)	8.73	656
	VHM-Fräser (Diamantbeschichtung)	209525-209538	Vollnut / Tasche	8.74	658
	PKD-Fräser mit IK	209610-209631	Vollnut / Tasche	8.75	660
	PKD-Torusfräser mit IK	209635-209647	Kontur (Umrissfräsen)	8.76	662
			Kopieren		
	PKD-Vollradiusfräser mit IK	209655-209666	Kontur (Umrissfräsen)	8.77	664
			Kopieren		
	VHM-Präzisions-Microfräser (Diamantbeschichtung)	209710		8.78	666
	VHM-Schaftfräser (Diamantbeschichtung)	209711	Vollnut/Tasche	8.79	668
		209713	Vollnut/Tasche	8.80	670
	VHM-Präzisions-Microtorusfräser (Diamantbeschichtung)	209715; 209720; 209725; 209730		8.81	672
	VHM-Torusfräser (Diamantbeschichtung)	209750	Kontur / Kopieren	8.82	674
		209755; 209758; 209760		8.83	676
	VHM-Vollradiusfräser (Diamantbeschichtung)	209775; 209780; 209782		8.84	678
	VHM-Kugelfräser (Diamantbeschichtung)	209785	Kopieren	8.85	680
	VHM-Micro-Präzisions-Radiuskopier-fräser (Diamantbeschichtung)	209790; 209795		8.86	682
Fräsen lösbare Schneiden					
TopCut Wechselkopf Fräsersystem	Schrupp-Fräskopf	210200-210230	VHM	8.87.1	684
	Schrupp-Fräskopf HPC	210250	VHM	8.87.2	686
	Schrupp-/Schlicht-Fräskopf	210270	VHM	8.87.3	688
		210280	VHM	8.87.4	690
	Stirntorus-Fräskopf HPC	210300-210310	VHM	8.87.5	692
	Schlicht-Fräskopf HPC	210330-210340	VHM	8.87.6	694
	Fräskopf für Aluminiumbearbeitung	210350	VHM	8.87.7	696
	Kopier-Fräskopf HPC	210360-210370	VHM	8.87.8	698
	Fräskopf zum Vor-, Rückwärtssenken und Fasen	210380	VHM	8.87.9	700
	Fräskopf zum Vorwärtssenken und Fasen	210390	VHM	8.87.10	702

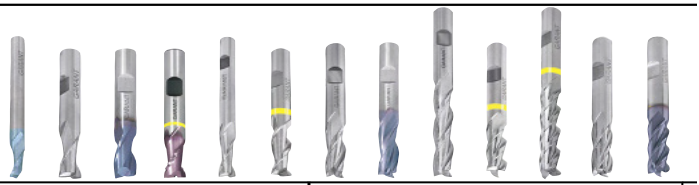
Fortsetzung Tabellenverzeichnis – Einsatzrichtwerte Fräsen

Fräser	Bezeichnung / Schneidstoff / Beschichtung /Bearbeitung			Tab.-Nr.	Seite
Fräsen lösbare Schneiden					
Tauch- und Kopierfräser für den Werkzeug- und Formenbau		Schrägeintauchen (Ramping)		8.88	704
		Zirkular Eintauchen (Helical interpolation ramping)		8.89	706
Tauchfräser für Nichteisenmetalle und Kunststoff		211806, 211811, 211813	für VCG 22..	8.90	708
		211847, 211851	für VDGT 11..		
90°- und 95°-Rhombische Fräser HPC		211870; 211872	für XDHW	8.91	710
Kopierfräser Universal	runde Platten RD..	212070-212170		8.92	712
	Keramik-Wendeplatten	212500	für RNGN	8.93	714
	Torusfräser	212675, 212679		8.94	716
	Vollradiuskopierfräser	212800-212820		8.95	718
Planfräser	Hochleistungsfräser HPC	212900, 212905, 212910	für XDLW..	8.96	720
	43°-Planfräser	213300	für OF.. 0504	8.97	722
	45°-Hochleistungs-Planmesserkopf HPC	213370, 213375	für HNGJ 0805	8.98	724
	45°- Planfräser MTC	213700, 214200	für SE.. 12..	8.99	726
	45°- Planfräser	214395, 214400	für SD. 0903	8.100	728
	70°- Tangential-Hochleistungs-Planmesserkopf HPC	214490, 214495	für SPHX 1205	8.101	730
Eckfräser	90°- Tangential-Hochleistungs-Eckmesserkopf HPC	214550	für BGHX 15L5	8.102	732
		214705, 214735	für SPHX 1205	8.103	734
	90°- Eckfräser	215045, 215050	für SOMT 09T3	8.104	736
		215705; 215710; 215715	für AP.. 1604	8.105	738
	90°- Hochleistungs-Eckfräser MTC	215155, 215157, 215160	für APMT 1805	8.106	740
	Softcut 90°-Hochleistungs-Eckfräser MTC (Igelfräser)	215161	für APMT 1805..	8.107	742
	90°- Hochleistungs-Eckfräser MTC	215800, 215840, 215850, 215870	für AP.T 1003	8.108	744
	90°- Hochleistungs-Eckfräser MTC (Igelfräser)	215860	für AP.T 1003	8.109	746
	Softcut 90°- Hochleistungs-Eckfräser MTC	215560; 215565; 215570; 215575	für APMT 1335..	8.110	748

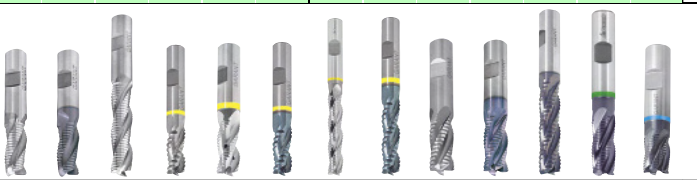
Fortsetzung Tabellenverzeichnis – Einsatzrichtwerte Fräsen

Fräser	Bezeichnung / Schneidstoff / Beschichtung /Bearbeitung			Tab.-Nr.	Seite
Fräsen lösbare Schneiden					
Eckfräser	90°- Hochleistungs-Eckfräser MTC (Igelfräser)	215577; 215579	für APMT 1335	8.111	750
	Softcut 90°- Hochleistungs-Eckfräser MTC	215605; 215609; 215615; 215620	für APMT 0602	8.112	752
Fasenfräser	Fasenfräser 15° bis 75°	215700	für AP.. 1604	8.113	754
		215795	für AP.. 1003	8.114	756
	45°- Fasenfräser	216100; 216102	für SDL. 0903	8.115	758
	45°- Hochleistungs-Fasenfräser	216460	für SCLT 05T1..	8.116	760
Zirkularfräser	Zirkularfrässystem mit Polygon- und Dreikantplatten	217250; 217252; 217254; 217400; 217405		8.117	762
Scheiben- / Trennfräser für geklemmte Platten		218498; 218499; 218501; 218502; 218504		8.118	764
Scheibenfräser für aufgeschraubte Wendeschneidplatten		218560; 218562; 218564	für SNHX ..	8.119	766
JEL PKD Plan- und Bohrnutenfräser		220035; 220045		8.120	768
Stellram 90°-Aluminium Fräser 5720VZ16		220800; 220803; 220806	für ZDET 16M5..	8.121	770
Kopierfräser	Stellram Kopierfräser 7700VR / 7710VR	221200; 221203; 221206; 221212; 221215; 221218		8.122	772
	Stellram Kopierfräser 5500 V	221600; 221605		8.123	774
	Stellram Kopierfräser 5505 VX	221700; 221703; 221706	für XPNT	8.124	776
	Stellram Kopierfräser 7792 VX für extreme Volumina	221900; 221903; 221905; 221908		8.125	778
Planfräser	Stellram 42° / 45°-Planfräser 7745VOD	222400; 222403; 222405	für OD..	8.126	780
	KYOCERA 45°-Planfräser MFPN45	222800	für PNMU 1205 ANER	8.127	782
	Stellram 45°-Planfräser 7745VSE	223600; 223603; 223605	für SD..	8.128	784
	KYOCERA 75°-Planfräser MSRS (Monster Square)	224000	für SPMT 1806 ED.R	8.129	786
Plan- und Eckfräser	KYOCERA 90°- Plan-/Eckfräser MSRS (Monster Square)	224800	für SPMT 180616 EN	8.130	788
	KYOCERA 90°-Walzenstirnfräser MSRS (Monster Square)	224805	für SPMT 180616 EN	8.131	790
Eckfräser	Stellram 90°- Eckfräser 7690VA09	226300; 226305; 226310; 226315	für AD.T 0903..	8.132	792
	Stellram 90°- Eckfräser 7690VA12	226500; 226505; 226510; 226515	für AD.T 12T3..	8.133	794
	KYOCERA 90°- Eckfräser MECX	227100; 227105; 227115	für BDMT 0703	8.134	796
	KYOCERA 90°- Eckfräser MEC11T	227300; 227305; 227310	für BD.T 11T3	8.135	798
	KYOCERA Walzenstirnfräser MECH11	227450; 227453; 227455	für BDMT 11T308	8.136	800
	KYOCERA 90°- Eckfräser MEC17	227500; 227505; 227510	für BD.T 1704	8.137	802
	KYOCERA Walzenstirnfräser MECH17	227650; 227653; 227655	für BDMT 170408	8.138	804
KYOCERA Scheibenfräser MSTB für aufgeschraubte Wendeschneidplatten		228200; 228201; 228202; 228205; 228206; 228207	für LNEU	8.139	806

Werkzeugübersicht HSS-Fräser



Fräserbezeichnung ▶		Bohrnutenfräser						Schlicht-Schaftfräser						
DIN ▶		WN			327			844						
kurz / lang / Farbring ▶						lang				lang		lang		
Artikelnummer		19 0730 – 19 0750	19 1000	19 1050	19 1075	19 1080	19 1100	19 1200	19 1250	19 1280	19 1320	19 1340	19 1500	19 1520
Fräsertyp		W	N	N	WF	N	W	N	N	N	W	W	N	N
Schneidstoff		HSS-Co8	HSS-Co8	HSS-PM	HSS-PM	HSS-Co8	HSS-Co8	HSS-Co8	HSS-PM	HSS-Co8	HSS-Co8	HSS-Co8	HSS-Co8	HSS-PM
Schneidenanzahl		1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4 – 6	4 – 6
Kühlkanäle IK														
Beschichtung		TiAlN		TiAlN	TiCN				TiAlN					TiAlN
Größenbereich (Ø mm)		3 – 10	1 – 40	2 – 20	2 – 12	2 – 30	2 – 20	1,5 – 30	2 – 25	3 – 30	3 – 30	6 – 30	2 – 40	3 – 25
Seite	ISO	218	218	218	219	219	220	220	220	221	221	221	223	223
Alu, Kunststoffe	N	**200**			**460**									
Alu	N	**120**	83	138	**185**	83	**83**	83	138	83	**83**	**83**	83	138
Alu-Guss > 10 % Si	N	100	37	110	110		37		110		37	37		110
Stahl < 500 N/mm²	P	**75**	**28**	**83**	75	**28**	**28**	**28**	**83**	**28**	**28**	**28**	**28**	**83**
Stahl < 750 N/mm²	P		**23**	**64**		**23**		**23**	**64**	**23**			**23**	**64**
Stahl < 900 N/mm²	P		23	**64**		23		23	**64**	23			23	**64**
Stahl < 1100 N/mm²	P			**37**					**37**					**37**
Stahl < 1400 N/mm²	P			32					32					32
Stahl > 45 HRC	H													
INOX < 900 N/mm²	M			**23**					**23**					**23**
INOX > 900 N/mm²	M			18					18					18
Ti > 850 N/mm²	S													
GG (G)	K		23	55		23		23	55	23			23	55
CuZn	N	90	55	110	90	55		55	110	55			55	110
Graphit, GFK, CFK	N													
UNI			●	●				●	●	●			●	●

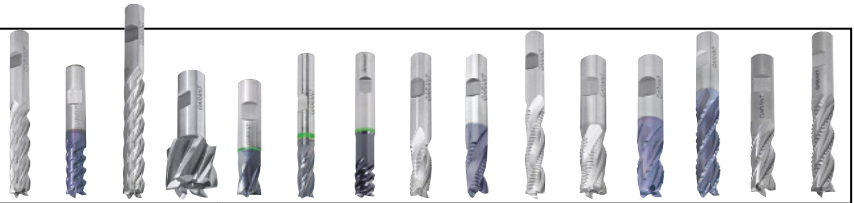


Fräserbezeichnung ▶		Schruppfräser												
DIN ▶		844												327
kurz / lang / Farbring ▶				lang				lang	lang			lang		
Artikelnummer		19 2400	19 2445	19 2480	19 2490	19 2510	19 2530	19 2520	19 2540	19 2600	19 2645	19 2710	19 2840	19 2852
Fräsertyp		NR	NR	NR	WR	WR	WR	WR	WR	NR	NR	NR	HR	HRF
Schneidstoff		HSS-Co8	HSS-PM	HSS-Co8	HSS-PM	HSS-Co8	HSS-PM	HSS-Co8	HSS-PM	HSS-Co8	HSS-PM	HSS-Co8	HSS-Co8	SPM
Schneidenanzahl		3	3	3	3	3	3	3	3	4 – 6	4 – 6	4 – 6	3 – 5	3 – 6
Kühlkanäle IK						IK								
Beschichtung			TiAlN				TiAlN		TiAlN		TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN
Größenbereich (Ø mm)		6 – 25	6 – 25	6 – 20	6 – 25	10 – 20	6 – 25	10 – 25	10 – 25	6 – 40	6 – 32	6 – 40	4 – 30	6 – 32
Seite	ISO	229	229	229	230	230	230	230	230	231	231	231	232	232
Alu, Kunststoffe	N				**221**	**138**		**138**						
Alu	N	83	138	83	**138**	**83**	**138**	**83**	**138**	83	138	120	120	159
Alu-Guss > 10 % Si	N				**110**	**37**	**110**							
Stahl < 500 N/mm²	P	**28**	**83**	**28**	**83**	**28**	**83**			**28**	**83**	**78**	**78**	**95**
Stahl < 750 N/mm²	P	**23**	**64**	**23**						**23**	**64**	**55**	**55**	**74**
Stahl < 900 N/mm²	P	23	**64**	23						**23**	**64**	**55**	**55**	**74**
Stahl < 1100 N/mm²	P		**37**							12	**37**		**29**	42
Stahl < 1400 N/mm²	P		32								32		25	
Stahl > 45 HRC	H													
INOX < 900 N/mm²	M		**23**		23	9	23	9	23		**23**	**17**	**17**	**26**
INOX > 900 N/mm²	M		18								18	14	14	**21**
Ti > 850 N/mm²	S													
GG (G)	K	23	55	23						23	55	46	46	
CuZn	N	55	110	55							110	92	92	
Graphit, GFK, CFK	N													
UNI		●	●	●						●	●	●	●	○

● / **Fettschrift = sehr gut geeignet;** ○ / Normalschrift = bedingt geeignet

Einsatzrichtwerte finden Sie im GARANT Zerspanungshandbuch Nr. 110950.

Werkzeugübersicht HSS–Fräser



Schlicht-Schaftfräser				Schruppschlichtfräser											
844		WN		327				844							
lang		überlang							lang			(lang)		lang	
19 1530	19 1580	19 1620	19 1630	19 1632	19 1634	19 1638	19 1640	19 1650	19 1700	19 1710	19 1720	19 1740 – 19 1760	19 1850	19 1870	
N	N	N	N	N	N	N	NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF	
HSS-Co8	HSS-PM	HSS-Co8	HSS-Co5	SPM	HSS-PM	SPM	HSS-Co8	HSS-Co8	HSS-Co8	HSS-Co8	HSS-Co8	HSS-PM	HSS-Co8	HSS-Co8	
5 – 7	4	5	6 – 8	4 – 6	4	4	3	3	3	4 – 5	4 – 6	4	4	4	
	TiAlN			TiAlN	TiAlN	TiAlN		TiAlN			TiAlN	TiAlN			
5 – 40	6 – 25	6 – 20	30 – 50	6 – 32	3 – 32	4 – 20	6 – 25	6 – 20	8 – 20	6 – 30	6 – 30	4 – 20	6 – 25	6 – 25	
224	224	224	225	225	225	226	226	226	227	227	227	228	228	228	
83	138	83	83	159	**138**	159	83	120	83	83	120	138	83	83	
	110				110										
28	**83**	**28**	**28**	95	**83**	**95**	**28**	**78**	**28**	**28**	**78**	**83**	**28**	**28**	
23	**64**	**23**	**23**	74	**64**	**74**	**23**	**55**	**23**	**23**	**55**	**64**	**23**	**23**	
23	**64**	23	23	**74**	**64**	**74**	23	**55**	23	23	**55**	**64**	23	23	
	37			**42**	**37**	42						**37**			
	32			**32**	**32**							32			
	23			26	**23**	**26**		**17**			**17**	**23**			
	18			**21**	**18**	**21**		14			14	18			
23	55	23	23	63	55			46	23	23	46	55	23	23	
55	110	55	55	125	110		55	92	55	55	92	110	55	55	
●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	

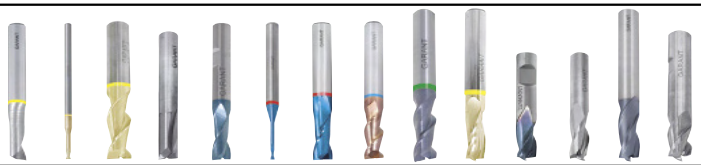


Schruppfräser								Schlitz-Winkelfräser	Radiusfräser						Fräser-MK-Schäfte
844				327				WN	WN			844			845
			lang							lang	lang				
19 2855	19 2860	19 2895	19 2910	19 2920	19 2950	19 2951	19 2970	19 4010 – 19 4120	19 4220	19 4302	19 4322	19 4350	19 4360	19 4370	19 8000 – 19 8750
HRF	HR	HRF	HR	HR	HR	HR	NR		N	N	N	N	NR	HR	N / NR
SPM	HSS-PM	SPM	HSS-PM	HSS-PM	HSS-Co8	HSS-PM	HSS-Co8	HSS-Co5	HSS-Co5	HSS-PM	HSS-PM	HSS-Co8	HSS-Co8	HSS-Co8	HSS-Co5/8
3 – 6	3 – 6	3 – 5	4 – 5	4 – 5	4	4	5 – 6	6 – 14	4 – 6	2	2	2	3 – 5	3 – 4	4 – 6
			IK												
TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN				TiAlN	TiAlN	TiAlN		TiAlN	
6 – 32	4 – 30	6 – 20	10 – 25	10 – 30	6 – 20	6 – 20	30 – 40	10,5 – 45,5	1 – 16	2 – 30	3 – 30	3 – 20	8 – 40	8 – 25	16 – 40
232	233	233	234	234	234	234	235	235/236	237	237	238	238	238	238	239
								250	138						
159	138		138	138	120	138	83	**70**	**83**	138	138	120	83	120	83
				110						110					
95	**83**	95	**83**	**83**	**78**	**83**	**28**	**35**	**28**	**83**	**83**	**78**	**28**	**78**	**28**
74	**64**	**75**	**64**	**64**	**55**	**64**	**23**	**28**	**23**	**64**	**64**	**55**	**23**	**55**	**23**
74	**64**	**75**	**64**	**64**	**55**	**64**	23		23	**64**	**64**	**55**	**23**	**55**	**23**
42	**37**	**40**	**37**	**37**	**29**	**37**	12			**37**	**37**	29	12	29	12
	32	35	**32**	**32**	25	**32**				32	32				
26	**23**	25	**23**	**23**	**17**	**23**				**23**	**23**	**17**		**17**	
21	18	**20**	18	18	14	18				18	18	14		14	
		14													
	55		55	55	46	55	23	22	23	55	55	46	23	46	23
	110		110	110	92	110	55	35	55	110	110	92	23	46	55
○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

● / **Fettschrift = sehr gut geeignet;** ○ / Normalschrift = bedingt geeignet

Einsatzrichtwerte finden Sie im GARANT Zerspanungshandbuch Nr. 110950.

Werkzeugübersicht VHM-Fräser



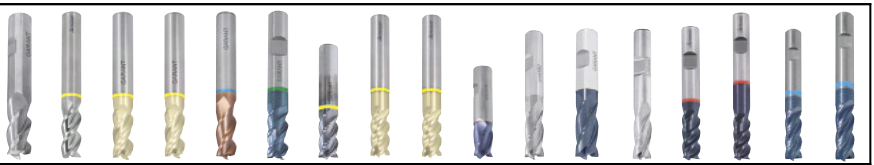
Fräserbezeichnung ▶		Schaftfräser													
DIN ▶		Werk	Werk	6527	Werk	6527	Werk	6527	6527	6527	Werk	Werk	Werk	6527	6527
kurz / lang / Farbring ▶			lang									kurz			
Artikelnummer		20 1040	20 1080 – 20 1120	20 1162 – 20 1242	20 1320	20 1630	20 1641	20 1642	20 1644	20 1645	20 1730	20 1770	20 1960	20 2075	20 2120 – 20 2210
Fräsertyp		W	W	W	N	N	H	H	N	N	W	N	N	N	N
Schneidstoff		VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM
Schneidenanzahl		1	2	2	2	2	2	2	2	2	2 – 3	3	3	3	3
HSC/HPC		HSC	HSC	HSC			HSC	HSC/HPC	HPC		HSC				(HSC)
Beschichtung			ZOX	ZOX		TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	ZOX	TiAlN		TiAlN	(TiAlN)
Größenbereich (Ø mm)		1,5 – 12	0,6 – 2,3	2 – 20	2 – 12	0,25 – 20	0,2 – 2,5	0,5 – 20	1 – 20	3 – 20	4 – 20	0,5 – 20	2 – 20	3 – 20	3 – 20
Seite	ISO	246	246	247	248	249	250 – 251	252	252	253	253	254	255	256	256 – 257
Alu, Kunststoffe	N	180	300	300											
Alu	N	140	280	280	140	280				280	280	280	140	280	210
Alu-Guss > 10 % Si	N	105	200	200	105	200				200	200	200	105	200	150
Stahl < 500 N/mm²	P					120			250	120		120	70	120	95
Stahl < 750 N/mm²	P				60	105	220		220	105		105	60	105	80
Stahl < 900 N/mm²	P				55	100	220		200	100		100	55	100	75
Stahl < 1100 N/mm²	P				35	70	210		180			70	35		50
Stahl < 1400 N/mm²	P				30	60	190	120	170			60			45
Stahl > 45 HRC	H				20		120	80							35
INOX < 900 N/mm²	M				40	80	95		90	80		80	40	80	60
INOX > 900 N/mm²	M				30	60	75		80	60		60	30	60	45
Ti > 850 N/mm²	S						82								
GG (G)	K				55	90				90		90	55	90	70
CuZn	N				120		180								
Graphit, GFK, CFK	N														
UNI						●	○		●	●		●	●	●	●



Fräserbezeichnung ▶		Schaftfräser													
DIN ▶		6527	6527	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	6527	6527	6527	Werk	Werk	Werk	Werk
kurz / lang / Farbring ▶		überlang		überlang			überlang				kurz			lang	überlang
Artikelnummer		20 3005 – 20 3020	20 3031 – 20 3041	20 3046	20 3050 – 20 3060	20 3065	20 3070	20 3075	20 3078	20 3081	20 3160	20 3170 – 20 3175	20 3177	20 3210 – 20 3280	20 3370
Fräsertyp		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	W	W	H	H
Schneidstoff		VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM
Schneidenanzahl		4	4	4	4	4	4	4	5	5	6 – 8	6	6	4 – 10	6 – 10
HSC/HPC		HPC	HPC	HPC	MTC	MTC	MTC	MTC/IK	MTC	HPC		HPC	HPC	HSC/HPC	HSC/HPC
Beschichtung		TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	ZOX	ZOX	TiAlN	TiAlN
Größenbereich (Ø mm)		6 – 20	3 – 25	6 – 20	3 – 20	6 – 20	6 – 20	4 – 20	6 – 20	6 – 20	6 – 20	6 – 25	6 – 20	2 – 20	12 – 25
Seite	ISO	267	268	269	269	269	270	270	271	271	272	272	273	273 – 274	274
Alu, Kunststoffe	N											380	460		
Alu	N										600	320	400		
Alu-Guss > 10 % Si	N										400	165	210		
Stahl < 500 N/mm²	P	140	250	125	250	250	100	250		250	190				
Stahl < 750 N/mm²	P	130	200	95	230	230	90	230		200	170				
Stahl < 900 N/mm²	P	110	180	85	200	200	85	200		180	160				
Stahl < 1100 N/mm²	P	100	180	80	180	180	80	180		180	95				
Stahl < 1400 N/mm²	P	95		70	150	150		150						170	120
Stahl > 45 HRC	H										65			145	90
INOX < 900 N/mm²	M	60	70	50	70	70	40	80	120	70	90				
INOX > 900 N/mm²	M	50	50	35	50	50	30	60	100	50					
Ti > 850 N/mm²	S	35							145						
GG (G)	K		120	85	170	170	100	170		120	120				
CuZn	N											180	180		
Graphit, GFK, CFK	N														
UNI		○	●	●	●	●	●	●		●	●				

● / Fettschrift = sehr gut geeignet; ○ / Normalschrift = bedingt geeignet

Werkzeugübersicht VHM-Fräser



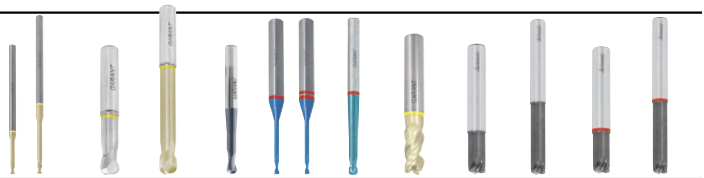
Schaftfräser																
6527	6527	Werk	Werk	6527	6527	6527	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	6527	6527
														überlang		
20 2240 – 20 2320	20 2246	20 2248 – 20 2253	20 2255 – 20 2258	20 2380	20 2390	20 2480 – 20 2510	20 2548 – 20 2551	20 2553	20 2555	20 2640	20 2720	20 2800 – 20 2840	20 2976 – 20 2978	20 2982	20 2990 – 20 3001	20 3002
N	W	W	W	N	N	W	W	W	N	N	H	N	H	H	N	N
VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM
3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4 / 5	4
(HSC)	HSC	HSC/HPC	HSC/HPC/IK	HPC	MTC	(HSC)	HSC/HPC	HSC/HPC/IK					MTC	MTC	HPC	HPC/IK
(TiAlN)		ZOX	ZOX	TiAlN	TiAlN		ZOX	ZOX	TiAlN		TiAlN		TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN
3 – 20	4 – 20	3 – 25	6 – 25	1 – 20	1 – 20	3 – 20	3 – 20	3 – 20	2 – 14	2 – 25	2 – 25	3 – 20	4 – 20	6 – 20	4 – 25	4 – 20
258 / 260	258	259	259	260	261	262	262	262	263	263	264	264	265	265	266	266
	190	375	375			180	410	500								
140	150	360	360			140	400	480	280	140	280	125				
105	120	180	180			105	200	240	200	105		95				
70				250	250				120	70		60			250	250
60				220	220				105	60		55			230	230
55				200	200				100	55	100	50	160	90	200	200
35				180	190				70	35	70	35	115	70	180	180
30				170	170				60	30	60	30	115	60	170	170
									35	25	35	25	60	45		
40				90	130				80	40	80	40			95	100
30				80	100				60	30	60				80	85
															60	60
55					160				90	55	90	55				
		200	200				200	240								
●				●	●				●	●	●	●			○	○



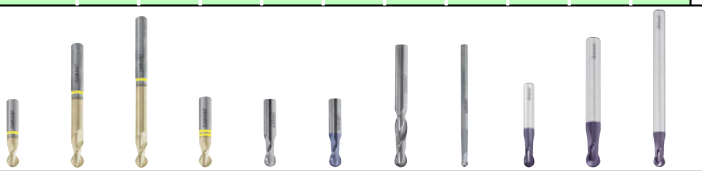
Schaftfräser			Schruppfräser													
Werk	6527	Werk	6527	Werk	6527	6527	6527	6527	Werk	6527	6527	6527	6527	6527	6527	6527
überlang									überlang							überlang
20 3380	20 3440 – 20 3480	20 3530 – 20 3540	20 5010 – 20 5080	20 5240	20 5410 – 20 5420	20 5480	20 5530	20 5560	20 5590	20 5680	20 5710	20 5712	20 5713	20 5714	20 5716	20 5718
H	N	N	WF	WR	WR	HR	HR	HR	NR	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR
VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM
6 – 10	6 – 8	6 – 8	2	2 – 3	3	3 – 4	3 – 4	3 – 5	4	3 – 4	4 – 5	4 – 5	4 – 5	4 – 5	4 – 5	4 – 5
HSC/HPC	(HSC)	HSC	HSC/MTC	HSC	HSC/IK	HPC	HPC/IK	HPC	HPC	HPC/IK	MTC	MTC	MTC	MTC	MTC/IK	MTC
TiAlN	TiAlN	TiAlN	ZOX		ZOX	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN
6 – 20	5 – 20	6 – 25	4 – 20	6 – 20	6 – 20	5 – 20	8 – 20	4 – 25	6 – 20	8 – 20	6 – 20	6 – 20	6 – 25	6 – 25	6 – 20	6 – 20
274	275	275 / 276	277	277	278	279	279	280	280	281	281	282	282	282	282	283
			300	180	500											
	600		280	140	480	280	280	280		280						
	400		200	105	240	200	200	200		200						
	190	225				120	120	120		120		180	120		265	120
	170	180				105	105	105	110	105	170	170	105	170	195	95
	160	160				100	100	100	95	100	170	170	100	170	195	85
	95	130				70	70	70	95	70	140	140	70	140	160	80
120	85	110				60	60	60	80	60	120			120	140	70
90	65	45				35	35	35		35					35	
	90	90					80		50		60	100		60	70	50
		75				60		60	40	60	45	80		45	50	35
											40		50		45	
	120	195				90	90	90	70	90	120		90	120	145	70
			240		240											
	●	●				●	●	●		●	●			●	●	●

● / **Fettschrift = sehr gut geeignet;** ○ / Normalschrift = bedingt geeignet

Werkzeugübersicht VHM-Fräser



Fräserbezeichnung ▶		Torusfräser										
DIN ▶		Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk
kurz / lang / Farbring ▶		lang / überlang					überlang		kurz	lang	kurz	lang
Artikelnummer		206010 – 206030	206040	206060 – 206085	206140	206142 – 206153	206160	206260	206272	206274	206276	206278
Fräsertyp		W	W	W	N	H	H	W	N	N	H	H
Schneidstoff		VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM
Schneidenanzahl		2	2	2	2	2	2	3	4	4	4	4
HSC/HPC		HSC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC/HPC	HSC/HPC	HSC/HPC	HSC/HPC	HSC/HPC	HSC/HPC
Beschichtung		ZOX		ZOX	TiAlN	TiAlN	TiAlN	ZOX	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN
Größenbereich (Ø mm)		0,6 – 2,3	3 – 16	3 – 16	1 – 4	0,4 – 2,5	0,8 – 10	5 – 20	6 – 16	6 – 12	6 – 16	6 – 12
Seite	ISO	283	284	284	284	285 – 286	287	287	288	288	288	288
Alu, Kunststoffe	N	300	180	240				500				
Alu	N	280	140	210	280			480				
Alu-Guss > 10 % Si	N	200	105	150	200			240				
Stahl < 500 N/mm²	P											
Stahl < 750 N/mm²	P					220			155	150		
Stahl < 900 N/mm²	P				100	220			145	140		
Stahl < 1100 N/mm²	P				70	210			140	135		
Stahl < 1400 N/mm²	P				60	190	200		130	125	125	120
Stahl > 45 HRC	H				35	120	150				100	95
INOX < 900 N/mm²	M				80	95						
INOX > 900 N/mm²	M				60	75						
Ti > 850 N/mm²	S					82						
GG (G)	K				90							
CuZn	N					180		240				
Graphit, GFK, CFK	N											
UNI					●	○						



Fräserbezeichnung ▶		Radiusfräser										
DIN ▶		Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk
kurz / lang / Farbring ▶		kurz	lang	überlang	kurz			überlang	überlang	kurz	lang	überlang
Artikelnummer		207030	207070	207090	207095	207105	207115	207135	207175	207240	207280	207320
Fräsertyp		W	W	W	W	N	N	N	H	H	H	H
Schneidstoff		VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM
Schneidenanzahl		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
HSC/HPC		HSC	HSC	HSC	HSC				HSC	HSC/HPC	HSC/HPC	HSC/HPC
Beschichtung		ZOX	ZOX	ZOX	ZOX		TiAlN		TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN
Größenbereich (Ø mm)		3 – 20	3 – 20	3 – 12	3 – 12	1 – 20	1 – 20	3 – 20	1 – 10	0,1 – 20	1 – 20	3 – 12
Seite	ISO	295	295	295	296	296	296	297	297	298	298	298
Alu, Kunststoffe	N	800	700	500	800	230		230				
Alu	N	600	525	375	600	180	350	180				
Alu-Guss > 10 % Si	N	400	350	250	400	140	250	140				
Stahl < 500 N/mm²	P					90	160	90	575			
Stahl < 750 N/mm²	P					80	140	80	390			
Stahl < 900 N/mm²	P					70	130	70	390	420	340	260
Stahl < 1100 N/mm²	P					45	80	45	280	290	235	180
Stahl < 1400 N/mm²	P						70		200	220	175	135
Stahl > 45 HRC	H						50			160	130	100
INOX < 900 N/mm²	M					40	80	40	200	220	175	135
INOX > 900 N/mm²	M					35	70			220	175	135
Ti > 850 N/mm²	S											
GG (G)	K					70	120	70	575	610	495	380
CuZn	N					160	320	160		850	690	530
Graphit, GFK, CFK	N											
UNI						●	●	●	●			

● / Fettschrift = sehr gut geeignet; ○ / Normalschrift = bedingt geeignet

Werkzeugübersicht VHM-Fräser



	Torusfräser														Radiusfräser
Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	6527	6527	Werk	Werk	6527	6527	6527	Werk	Werk
		kurz	lang	kurz	lang			überlang		kurz	lang	überlang	überlang	lang / überlang
206277	206279	206280	206300	206320	206340	206350	206355	206360	206370	206420	206440	206460	206480	207000 – 207020
H	N	H	H	H	H	N	N	N	H	H	H	H	H	W
VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM
6	6	4	4	4	4	4	4	4	6	6 – 10	6 – 10	6 – 10	6 – 10	2
HSC/HPC	HSC/HPC	HSC	HSC	HSC/HPC	HSC/HPC	HPC	HPC	HSC	HSC/HPC	HSC/HPC	HSC/HPC	HSC/HPC	HSC/HPC	HSC
TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	ZOX
6 – 12	6 – 12	1 – 20	1 – 20	1 – 16	1 – 16	4 – 20	4 – 20	7 – 17	6 – 16	6 – 20	6 – 20	12 – 20	12 – 20	0,6 – 2
289	289	290	290	291	291	292	292	293	293	294	294	294	294	295
														800
								280						600
								200						400
						250	250							
						230	230							
		100	100			200		100						
		70	70			180		70						
		60	60	200	200	170		60	200	170	150	135	135	
85		35	35	150	150			35	150	145	125	110	110	
		80	80			90	90	80						
						80	80							
	45					50	55							
		90	90					90						
						○		○						



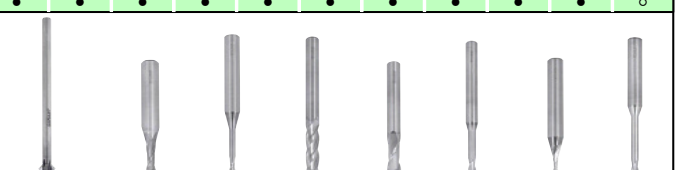
	Radiusfräser															
Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	6527	6527	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	6527
		lang	überlang			überlang	kurz	lang	kurz	lang	kurz	lang	kurz	lang		
207340	207345	207360	207370	207374 – 207375	207380	207422	207450	207460	207470	207475	207477	207478	207480	207485	207511	
H	H	H	H	H	N	H	N	N	H	H	N	N	N	N	HR	
VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	
2	2	2	2	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3 – 4	
HSC/HPC	HSC/HPC	HSC/HPC	HSC/HPC	HSC		HSC/HPC	HSC/MTC	HSC/MTC	HSC/HPC	HSC/HPC	HSC/HPC	HSC/HPC	HSC/HPC	HSC/HPC		
TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	
0,1 – 20	0,1 – 6	1 – 20	0,6 – 12	0,2 – 2,5	3 – 18	3 – 12	3 – 20	3 – 20	2 – 20	2 – 20	2 – 20	2 – 12	2 – 12	2 – 12	5 – 20	
299	299	300	300	301 – 302	303	303	304	304	304	304	305	305	305	305	306	
															350	
															250	
					160		225	225			250	250			160	
				220	140		210	210			230	230			140	
				220	130		180	180			200	200			130	
				210			145	145			160	160			80	
200	200	200	180	190		200	140	140	200	200						
150	150	150	135	120		150			150	150						
				95	80		85	85			95	95	90	90	90	
				75	70						85	85	80	80		
				82	50								55	55		
					120		350	350							120	
				180												
				○			●	●							●	

● / **Fettschrift = sehr gut geeignet;** ○ / Normalschrift = bedingt geeignet

Werkzeugübersicht VHM-Fräser



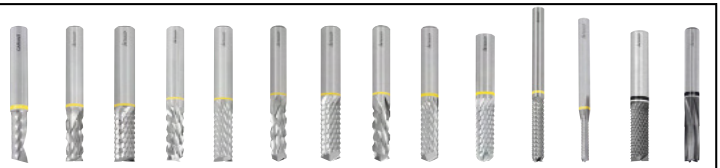
Fräserbezeichnung ▶		Sonderfräser										
DIN ▶		Werk	850	851	851	1833	1833	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk
kurz / lang / Farbring ▶								60°	90°	120°	90° / 60°	überlang
Artikelnummer		208020	208025	208032	208034	208035 / 208037	208036 / 208038	208040	208070	208080	208110 – 208160	208170
Fräsertyp		N	N / NF	N	NF			N	N	N	N	N
Schneidstoff		VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM
Schneidenanzahl		4	6 – 10	6	6	6 – 10	6 – 10	1	2	2	3 – 4	4
HSC												
Beschichtung		TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN				(TiAlN)	TiAlN
Größenbereich (Ø mm)		0,2 – 10	10,5 – 45,5	12,5 – 32	12,5 – 32	16 – 38	16 – 38	3 – 6	3 –20	3 – 20	1 – 16	0,2 – 2,5
Seite	ISO	306	307	307	308	308	308	309	309	309	310	311
Alu, Kunststoffe	N	800						180	180	180	180	
Alu	N	600						140	140	140	210	115
Alu-Guss > 10 % Si	N	400						105	105	105	150	70
Stahl < 500 N/mm²	P	190	70	105	105	105	105	70	70	70	95	65
Stahl < 750 N/mm²	P	170	67	90	90	90	90	60	60	60	80	65
Stahl < 900 N/mm²	P	160	65	90	90	90	90	55	55	55	75	39
Stahl < 1100 N/mm²	P	95	63	80	80	80	80	35	35	35	50	39
Stahl < 1400 N/mm²	P		60	60	60	60	60					
Stahl > 45 HRC	H										35	
INOX < 900 N/mm²	M	90	40					40	40	40	60	35
INOX > 900 N/mm²	M	75									45	
Ti > 850 N/mm²	S											
GG (G)	K	120						55	55	55	70	36
CuZn	N											
Graphit, GFK, CFK	N											
UNI		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○



Fräserbezeichnung ▶		Sonderfräser	Schaftfräser			Torusfräser		Radiusfräser	
DIN ▶		Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk
kurz / lang / Farbring ▶		überlang							
Artikelnummer		208180	208310 – 208314	208316 – 208318	208510	208610	208612 – 208622	208810 – 208814	208816 – 208818
Fräsertyp		N	W	W	W	W	W	W	W
Schneidstoff		VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM
Schneidenanzahl		4	2	2	4	2	2	2	2
HSC									
Beschichtung		TiAlN	CRN	CRN	CRN	CRN	CRN	CRN	CRN
Größenbereich (Ø mm)		3 – 12	0,2 – 12	0,2 – 6	3 – 12	6 – 12	0,5– 6	0,4 – 12	0,2 – 6
Seite	ISO	311	312	312 – 313	313	314	314	315	315 – 316
Alu, Kunststoffe	N								
Alu	N	115							
Alu-Guss > 10 % Si	N	70							
Stahl < 500 N/mm²	P	65							
Stahl < 750 N/mm²	P	65							
Stahl < 900 N/mm²	P	39							
Stahl < 1100 N/mm²	P	39							
Stahl < 1400 N/mm²	P								
Stahl > 45 HRC	H								
INOX < 900 N/mm²	M	35							
INOX > 900 N/mm²	M								
Ti > 850 N/mm²	S								
GG (G)	K	36							
Cu	N		200	80	100	200	180	180	150
Graphit, GFK, CFK	N								
UNI		○							

● / Fettschrift = sehr gut geeignet; ○ / Normalschrift = bedingt geeignet

Werkzeugübersicht VHM-Fräser



Fräserbezeichnung ▶		Schaftfr.	Router									Schaftfr.		Router	Schaftfr.
DIN ▶		Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk
Farbring ▶															
Artikelnummer		209310 – 209322	209410	209415	209420	209425	209430	209435	209440	209445	209460	209480	209510	209512	209515 – 209518
Fräsertyp		W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	
Schneidstoff		VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM
Beschichtung														Diamant	Diamant
Größenbereich (Ø mm)		1,5 – 20	4 – 20	4 – 20	4 – 10	4 – 10	4 – 20	4 – 20	4 – 10	4 – 10	4 – 20	12 – 16	4 – 20	4 – 20	6 – 12
Seite	ISO	317	318	318	318	318	318	318	318	318	319	319	319	320	320
PMMA Acryl	N	180													
PE-HD	N	140													
PA 66	N	140													
PEEK	N	130													
PF31	N	140													
AFK Aramid	N												110		
PVDF GF20	N		120	120	120	120	120	120	120	120	120			200	200
POM GF25	N		120	120	120	120	120	120	120	120	120			190	190
PA 66 GF30	N		100	100	100	100	100	100	100	100	100			170	170
PEEK GF30	N		100	100	100	100	100	100	100	100	100			150	150
PTFE CF25	N		140	140	140	140	140	140	140	140	140			200	200
PEEK CF30	N		130	130	130	130	130	130	130	130	130			180	180
Hybride	N													●	●
Honeycomb Sandwich	N		350	350	350	350	350	350	350	350	350	350		350	350
MMC	N														
CFK GFK	N		120	120	120	120	120	120	120	120	120			190	190
Graphit	N													340	340
UNI															

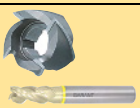
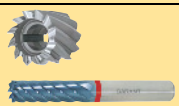


Fräserbezeichnung ▶		Schaftfr.			Torusfr.	Vollradiusfr.	Schaftfr.			Torusfr.			Vollradiusfr.		
DIN ▶		Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk	Werk
Farbring ▶															
Artikelnummer		209520	209525 – 209538	209610 – 209631	209635 – 209647	209655 – 209666	209710	209711	209713	209715 – 209730	209750	209755 – 209760	209775 – 209782	209785	209790 – 209795
Fräsertyp															
Schneidstoff		VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM
Beschichtung		Diamant	Diamant	PKD	PKD	PKD	Diamant	Diamant	Diamant	Diamant	Diamant	Diamant	Diamant	Diamant	Diamant
Größenbereich (Ø mm)		6 – 12	4 – 20	3 – 17,1	3 – 12,3	3 – 17,1	0,2 – 2,5	3 – 20	6 – 20	0,4 – 2,5	1 – 10	3 – 12	1 – 20	1 – 12	0,2 – 2,5
Seite	ISO	321	321	322	323	324	325 / 326	327	327	328	329	329 / 330	330 / 331	331	332 / 333
PMMA Acryl	N			1000	1000	1000									
PE-HD	N			900	900	900									
PA 66	N			900	900	900									
PEEK	N			800	800	800									
PF31	N			500	500	500									
AFK Aramid	N														
PVDF GF20	N	200	200	1200	1200	1200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
POM GF25	N	190	190	1200	1200	1200	190	190	190	190	190	190	190	190	190
PA 66 GF30	N	170	170	1000	1000	1000	170	170	170	170	170	170	170	170	170
PEEK GF30	N	150	150	1000	1000	1000	150	150	150	150	150	150	150	150	150
PTFE CF25	N	200	200	1000	1000	1000	200	200	200	200	200	200	200	200	200
PEEK CF30	N	180	180	800	800	800	180	180	180	180	180	180	180	180	180
Hybride	N	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Honeycomb Sandwich	N	350	350				350	350	350	350	350	350	350	350	350
MMC	N			400	400	400									
CFK GFK	N	190	190	500	500	500	190	190	190	190	190	190	190	190	190
Graphit	N	340	340	1400	1400	1400	340	340	340	340	340	340	340	340	340
UNI															

● / **Fettschrift = sehr gut geeignet;** ○ / Normalschrift = bedingt geeignet

Einsatzrichtwerte finden Sie im GARANT Zerspanungshandbuch Nr. 110950.

Werkzeugtypenbeschreibung

Typ	Beispiele	Anwendung der Werkzeugtypen
N		Schlichtfräser für kleine bis mittlere Materialabnahme. Typ N ist für die Bearbeitung eines sehr breiten Werkstoffspektrums (Stähle, Guss, Bunt- oder Leichtmetalle sowie Kunststoffe) normaler Festigkeit und Härte geeignet. Typ N erzeugt sehr gute Oberflächen.
NF		Fräser mit Spanteilern, die die Schnittkraft senken und die Spanabfuhr erleichtern (Schruppprofil). Typ NF ist für eine geringe bis große Materialabnahme für ein sehr großes Werkstoffspektrum geeignet (Stähle, Guss, Bunt- oder Leichtmetalle sowie Kunststoffe). Die Oberflächengüte ist in vielen Fällen ausreichend.
NR		Schruppfräser mit normaler Rillenteilung für mittlere bis große Materialabnahme. Das Profil erlaubt die Zerspanung großer Volumen pro Zeiteinheit. Typ NR ist für ein sehr breites Werkstoffspektrum (Stähle, Guss, Bunt- oder Leichtmetalle sowie Kunststoffe) bis zu mittleren Festigkeiten geeignet. Meistens muss zusätzlich geschlichtet werden.
W		Schlichtfräser für kleine und mittlere Materialabnahme. Typ W ist speziell für die Zerspanung von weichen, zähen und/oder langspanenden Werkstoffen wie Aluminium- und Kupferlegierungen sowie Kunststoffe geeignet. Typ W führt zu sehr guten Oberflächen.
WF		Fräser mit Spanteilern, die die Schnittkraft senken und die Spanabfuhr erleichtern (Schruppprofil). Typ WF ist für eine geringe bis große Materialabnahme für weiche, zähe und/oder langspanende Werkstoffe wie Aluminium- und Kupferlegierungen sowie Kunststoffe geeignet. Die Oberflächengüte ist in vielen Fällen ausreichend.
WR		Schruppfräser mit normaler Rillenteilung für mittlere bis große Materialabnahme. Das Profil erlaubt die Zerspanung großer Volumen pro Zeiteinheit. Typ WR ist für weiche, zähe und/oder langspanende Werkstoffe wie Aluminium- und Kupferlegierungen sowie Kunststoffe geeignet. Meistens muss zusätzlich geschlichtet werden.
H		Schlichtfräser für kleine und mittlere Materialabnahme. Typ H ist speziell für die Zerspanung von harten und/oder kurzspanenden Werkstoffen wie Stahl (auch gehärtet) und Guss geeignet. Typ H führt zu sehr guten Oberflächen.
HF		Fräser mit Spanteilern, die die Schnittkraft senken und die Spanabfuhr erleichtern (Schruppprofil). Typ HF ist für eine geringe bis große Materialabnahme für harte und/oder kurzspanende Werkstoffe wie Stahl und Guss geeignet. Die Oberflächengüte ist in vielen Fällen ausreichend.
HR		Schruppfräser mit normaler Rillenteilung für mittlere bis große Materialabnahme. Das Profil erlaubt die Zerspanung großer Volumen pro Zeiteinheit. Typ HR ist für harte und/oder kurzspanende Werkstoffe wie Stahl und Guss geeignet. Meistens muss zusätzlich geschlichtet werden.

Werkzeugübersicht Wendeplatten-Fräser








Typ ▶		Fasenfräser				Frässenker	Zirkularfräser
Bezeichnung ▶							
Marke ▶		Garant	Garant	Garant	KOMET	Garant	Garant
Artikelnummer		21 5700	21 5795	21 6100 – 21 6620	21 6660	21 7180	21 7250 – 21 7405
Einstellwinkel		15° – 75°	15° – 75°	45°– 90°		180°	
Schneidenanzahl		3	3	1 – 5	1 – 2	1	3 – 6
Kühlkanäle IK		IK	IK	IK	IK	IK	IK
Passende Wendeplatte							
Wendeplatten-Typ / ISO		AP.T 16	AP.T 10	SD.. / SC../TO..	WOEX	C.MT	
Artikelnummer		21 5720 / 24 / 28 / 44 / 61	21 5877 / 21 5940	21 6410 – 21 6770	21 6780 – 21 6900	26 0710 / 0741 26 0910 / 0961	21 7256 – 21 7510
Seite	ISO	372	374	376 – 377	378	379	380 – 382
Alu, Kunststoffe	N	700	700	250	300		500
Alu	N	500	600	250	300		400
Alu-Guss > 10 % Si	N	350	400	120	200	65	325
Stahl < 500 N/mm²	P	250	195	240	200	65	255
Stahl < 750 N/mm²	P	230	170	205	200	65	200
Stahl < 900 N/mm²	P	160	160	170	200	65	150
Stahl < 1100 N/mm²	P	120	130	100	140	65	100
Stahl < 1400 N/mm²	P	90	110	80	120	65	80
Stahl > 45 HRC	H						45
INOX < 900 N/mm²	M		135	110	120	65	125
INOX > 900 N/mm²	M		120	90	100	65	120
Ti > 850 N/mm²	S		50	60	30	65	80
GG (G)	K	140	225	150	160		120
CuZn	N			250			
Graphit, GFK, CFK	N						
UNI			●	●	●		●







Typ ▶		Gewindefräser		Scheibenfräser		
Bezeichnung ▶			HPC			MSTB
Marke ▶		Garant	Garant	Garant	Garant	KYOCERA
Artikelnummer		21 8000	21 8050 – 21 8054	21 8498 – 21 8504	21 8560 – 21 8564	22 8200 – 21 8207
Einstellwinkel						
Schneidenanzahl		1	2 – 5	4 – 14	2 – 8	4 – 8
Kühlkanäle IK		IK	IK	IK		
Passende Wendeplatte						
Wendeplatten-Typ / ISO				1,6 / 2,2 / 3,05	SNHX	LNEU
Artikelnummer		21 8005 – 21 8024	21 8060 – 21 8081	21 8512 – 21 8536	21 8570 – 21 8598	22 8220 – 22 8225
Seite	ISO	383	384	385	386	408
Alu, Kunststoffe	N	140	140	665	800	
Alu	N	120	120	620	650	
Alu-Guss > 10 % Si	N	80	80	460	500	
Stahl < 500 N/mm²	P	120	120	200	270	120
Stahl < 750 N/mm²	P	110	110	180	260	120
Stahl < 900 N/mm²	P	100	100	160	250	105
Stahl < 1100 N/mm²	P	80	80	120	240	105
Stahl < 1400 N/mm²	P	60	60		230	95
Stahl > 45 HRC	H		25			
INOX < 900 N/mm²	M	80	80	120	120	125
INOX > 900 N/mm²	M	70	70	110	100	110
Ti > 850 N/mm²	S		40			35
GG (G)	K	70	70	180		90
CuZn	N	120	120			
Graphit, GFK, CFK	N		120			
UNI		●	●	●	●	●

● / **Fettschrift = sehr gut geeignet;** ○ / Normalschrift = bedingt geeignet;

Einsatzrichtwerte finden Sie im GARANT Zerspanungshandbuch Nr. 11 0950.

Werkzeugübersicht Wendeplatten-Fräser



Typ ▶		Kopierfräser									
Bezeichnung ▶		TopCut	MTC	5720VZ16			7700/10VR				5500V
Marke ▶		Garant	Garant	Stellram	Garant	Garant	Stellram	Garant	Garant		Stellram
Artikelnummer		210550 – 210580	211805 – 211850	220800 – 220806	211870 – 211872	212070 – 212170	211200 – 211218	212675– 212679	212800 – 212820		221600 – 221605
Einstellwinkel			90° / 87°	90°	90° / 95°						
Schneidenanzahl		3 – 6	2 – 5	2 – 5	2 – 4	2 – 10	2 – 8	2	2		1
Kühlkanäle IK			IK	IK	IK	IK	IK				
Passende Wendeplatte											
Wendeplatten-Typ / ISO		Fräsköpfe	VDGT / VCG.	ZDET	XDHW	RD..	RD.. / RP..				RG.S
Artikelnummer		210200 – 210390	211853 – 211862	220810 – 220832	211882 – 211908	212185 – 212310	211230 – 211275	212684 – 222790	222870 – 222876		221610
Seite	ISO	343 – 345	346	388	347	348 – 351	389 – 390	352	353		391
Alu, Kunststoffe	N	**530**	**1900**	**2000**		**400**	1200	**1400**	**1400**		1200
Alu	N	**500**	**1900**	**1700**		**300**	**1000**	**700**	**700**		750
Alu-Guss > 10% Si	N	**450**	**500**	**1200**		**300**	**700**	**500**	**500**		500
Stahl < 500 N/mm²	P	**210**			**270**	**280**	**300**	**200**	**200**		**350**
Stahl < 750 N/mm²	P	**170**			**240**	**280**	**270**	**200**	**200**		**300**
Stahl < 900 N/mm²	P	**150**			**200**	**180**	**185**	**200**	**200**		**220**
Stahl < 1100 N/mm²	P	**130**			**170**	**160**	**150**	**140**	**140**		**160**
Stahl < 1400 N/mm²	P	110			**150**	**125**	**130**	**120**	**120**		**120**
Stahl > 45 HRC	H	50			**130**	**300**	60	**75**	**75**		**90**
INOX < 900 N/mm²	M	**80**			**170**	**160**	**200**		**120**		200
INOX > 900 N/mm²	M	50			**120**	**140**	**170**		160		160
Ti > 850 N/mm²	S	80			45	60	**60**		**60**		60
GG (G)	K	**160**			**220**	**500**	**230**	**280**	**280**		**220**
CuZn	N	320	**400**		500						
Graphit, GFK, CFK	N		100			○		●	●		
UNI		●			●	●	●		●		●

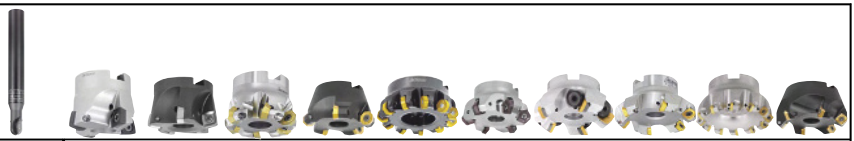


Typ ▶		Planfräser			Eckfräser						
Bezeichnung ▶		MTC	MSRS		HPC	HPC	MSRS		MTC		MTC
Marke ▶		Garant	KYOCERA	KOMET	Garant	Garant	KYOCERA	Garant	Garant		Garant
Artikelnummer		214490 – 214495	224000	220035 – 220045	214550	214705 – 214735	224800 – 224805	215045 – 215050	215155 – 215161		215560 – 215579
Einstellwinkel		70°	75°	90°	90°	90°	90°	90°	90°		90°
Schneidenanzahl		4 – 18	4 – 16	2 – 6	2 – 8	4 – 18	4 – 8	2 – 8	2 – 10		1 – 12
Kühlkanäle IK		IK		IK	IK	IK	IK	IK	IK		IK
Passende Wendeplatte											
Wendeplatten-Typ / ISO		SPHX 12			BGHX 12	SPHX 12	SPMT 18	SOMT 09	APMT 18		APMT 13
Artikelnummer		214502 – 214508			214560 – 214568	214762 – 214778	224815 – 224831	215065 – 215078	215163 – 215170		215586 / 215602
Seite	ISO	362	398	387	363	364	399	365	366 – 367		368 – 369
Alu, Kunststoffe	N			**1000**	**3500**			**600**	**600**		**600**
Alu	N			**1000**	**3500**			**500**	**600**		**600**
Alu-Guss > 10% Si	N			**1000**	**1000**			**400**	**300**		**300**
Stahl < 500 N/mm²	P		**250**				**220**	**235**	**220**		**220**
Stahl < 750 N/mm²	P	**220**	**250**			**220**	**200**	**170**	**200**		**200**
Stahl < 900 N/mm²	P	**220**	**200**			**220**	**180**	**160**	**180**		**180**
Stahl < 1100 N/mm²	P	**200**	**180**			**200**	**160**	**100**	**140**		**140**
Stahl < 1400 N/mm²	P	**180**	**160**			**180**	**145**	**100**	**120**		**120**
Stahl > 45 HRC	H										
INOX < 900 N/mm²	M							**95**	**150**		**150**
INOX > 900 N/mm²	M							**75**	**130**		**130**
Ti > 850 N/mm²	S							50			
GG (G)	K	**260**	**220**			**295**	**180**	**200**	**240**		**240**
CuZn	N			**1000**							
Graphit, GFK, CFK	N			**500**							
UNI								●	●		●

● / **Fettschrift = sehr gut geeignet;** ○ / Normalschrift = bedingt geeignet

Einsatzrichtwerte finden Sie im GARANT Zerspanungshandbuch Nr. 110950.

Werkzeugübersicht Wendeplatten-Fräser



Kopierfräser	Planfräser									
5505VX	HPC	7792VX		7745VOD	HPC	MFPN45		MTC		7745VSE
Stellram	Garant	Stellram	Garant	Stellram	Garant	KYOCERA	Garant	Garant	Garant	Stellram
221700 – 221706	212900 – 212910	221900 – 221908	213300	222400 – 222405	213370 – 213375	222800	213700	214200	214395 – 214400	223600 – 213605
			43°	42° / 45°	45°	45°	45°	45°	45°	45°
2	2 – 6	2 – 12	3 – 8	2 – 14	4 – 16	4 – 20	4 – 7	3 – 12	2 – 14	2 – 11
	IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK
XPNT	XDLW	X.LT	OF..05	OD..4 / OD..6	HNGJ 08	PNMU12	SE.. 12	SE.. 12	SD..09	SD..09/SD..12
221710	212920 – 211987	221920 – 211938	213320 – 213359	222410 – 222446	213378 – 213404	222810 – 222816	213900 – 213960	214240 – 214360	214438 – 214480	223610 – 223653
392	354 – 355	393 – 394	356	395	357	396	359	360	361	397
			1350	1200	1000		725	725	1500	1200
		800	1150	1000	950		500	500	1000	1000
		600	700	700	650		350	350	500	700
300	300	260	280	300	270	250	300	450	350	300
250	250	240	260	270	270	250	250	350	255	270
200	220	200	200	185	270	220	200	240	230	185
160	170	150	160	150	180	180	120	105	180	150
110	150	110	130	130	180	160	105	105	130	130
60	140	60	60				60			
220	150	200	170	200	180	180	90	90	100	200
160	110	170	150	170	180	160	80	80	80	170
50	45	60	50	60	50		65	65	50	60
220	600	260	170	260	280	220	130	200	235	230
			400							
			○		600		○	○		
●	●	●	●	●	●		●	●	●	●



Eckfräser										
MTC		MTC	7690VA09	7690VA12	MECX	MEC11T	MECH11	MEC17	MECH17
Garant	Garant	Garant	Stellram	Stellram	KYOCERA	KYOCERA	KYOCERA	KYOCERA	KYOCERA
215605 – 215620	215705 – 215715	215800 – 215870	226300 – 226315	226500 – 226515	227100 – 227115	227300 – 227310	227450 – 227455	227500 – 227510	227650 – 227655
90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°
2 – 12	2 – 10	1 – 12	1 – 8	2 – 10	1 – 14	2 – 14	2 – 6	2 – 4	2 – 6
IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK
APMT 06	AP.. 16	AP.T 10	AD.T 09	AD.T 12	BDMT 07	BD.T 11	BDMT 11	BD.T 17	BDMT 17
215632 – 215648	215720 – 245761	215877 – 215940	226325 – 226399	226525 – 226595	227135 – 227157	227325 – 227365	227470 – 227481	227526 – 227567	227670 – 227681
370 – 371	372 – 373	374 – 375	400 – 401	401 – 402	403	404	405	406	407
600	700	700	1200	1200		700		700	
600	500	600	1000	1000		500		500	
300	350	400	700	700		250		250	
220	240	195	320	320	180	180	180	180	180
200	240	170	270	270	160	160	160	160	160
180	175	160	185	185	145	145	145	145	145
140	130	130	150	150	145	145	145	145	145
120	100	110	130	130	145	145	145	145	145
150	150	135	200	200	160	160		160	
130	145	120	170	170	160	160		160	
	35	50	60	60					
240	130	225	230	270	135	135	135	135	135
						150			
●	●	●	●	●					

● / **Fettschrift = sehr gut geeignet;** ○ / Normalschrift = bedingt geeignet

Einsatzrichtwerte finden Sie im GARANT Zerspanungshandbuch Nr. 110950.

1 Fräsverfahren

Fräsen ist Spanen mit geometrisch bestimmter Schneide zur Herstellung von

- ebenen und gekrümmten Flächen,
- Nuten, Wendelnuten oder
- Verzahnungen und Gewinden

1.1 Fräsvorgang

Prinzipiell kann das Fräsen nach *Tabelle 8.1* unterschieden werden in:

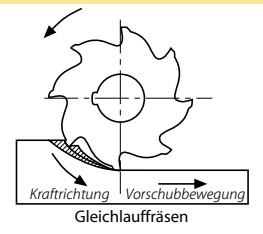
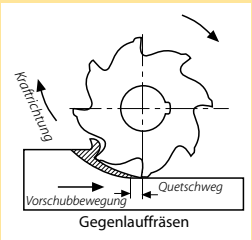
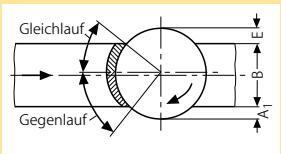
Umfangsfräsen		Stirnfräsen
Gleichlauffräsen	Gegenlauffräsen	Gleich- und Gegenlauffräsen
 Gleichlauffräsen	 Gegenlauffräsen	

Tabelle 8.1 Einteilung des Fräsvorganges

Beim Gleichlauffräsen ist die Schnittkraft gegen den Maschinentisch gerichtet. Es empfiehlt sich, das Werkstück stets gegen einen festen Anschlag zu spannen. Gegenüber dem Gegenlauffräsen nimmt die Spanungsdicke beim Gleichlauffräsen zwischen Schneideneinn- und -austritt zunehmend ab, so dass sich die Schnittkraft ebenfalls verringert und Auffederungseffekte vermieden werden können. Beim Gleichlauffräsen lassen sich dadurch in der Regel bessere Oberflächengüten erzielen.

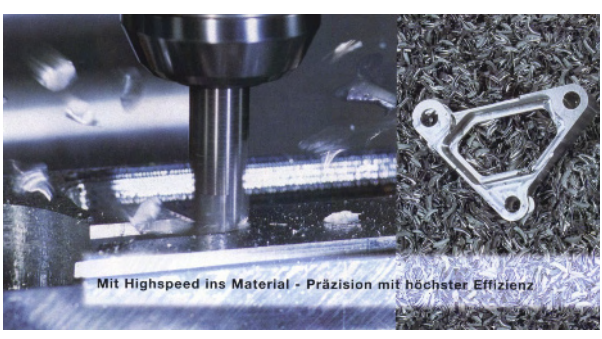


Bild 8.1 Highspeed-Fräsen in Aluminium

1.2 Einteilung der Fräsverfahren

Die Fräsverfahren können nach DIN 8589 Teil 3 unterschieden werden in:

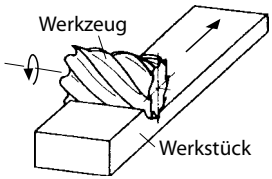
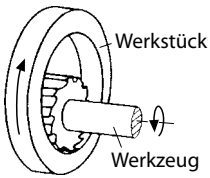
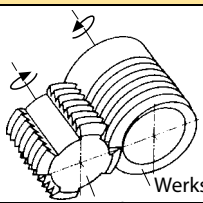
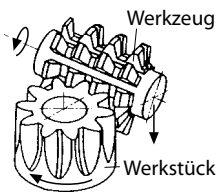
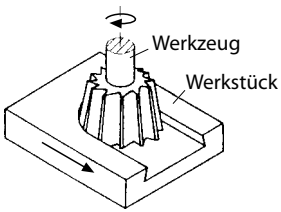
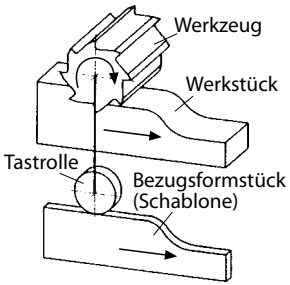
Planfräsen Geradlinige Vorschubbewegung Ebene Flächen Varianten: Umfangs-Planfräsen (Bild) Stirn-Planfräsen Stirn-Umfangsfräsen	**Rundfräsen** Kreisförmige Vorschubbewegung Kreiszylindrische Flächen Varianten: Außen-Rundfräsen Innen-Rundfräsen (Bild)
	
Schraubfräsen Wendelförmige Vorschubbewegung Schraubenförmige Flächen Varianten: Gewindefräsen (Bild mit mehrprofiligem Werkzeug, vgl. auch Kapitel „Gewinde“) Zylinderschneckenfräsen	**Wälzfräsen** Profiliertes Fräswerkzeug gleichzeitige Vorschub- u. Wälzbewegung Ebene oder räumliche Flächen Variante: Zahnradfräsen (*Bild*)
	

Tabelle 8.2 Fräsverfahren – Fortsetzung folgende Seite

Tabelle 8.2 Fortsetzung Fräsverfahren

Profilfräsen	**Formfräsen**
Profil des Fräsers bildet sich auf dem Werkstück ab Varianten: Längs-Profilfräsen (Bild) Rund-Profilfräsen	Gesteuerte Vorschubbewegung Beliebige ebene und räumliche Flächen Varianten: Freiformfräsen Nachformfräsen (Bild) NC-Formfräsen
	

2 Fräswerkzeuge

Die verschiedenen Kenngrößen eines Fräswerkzeuges sind im *Bild 8.2* dargestellt.

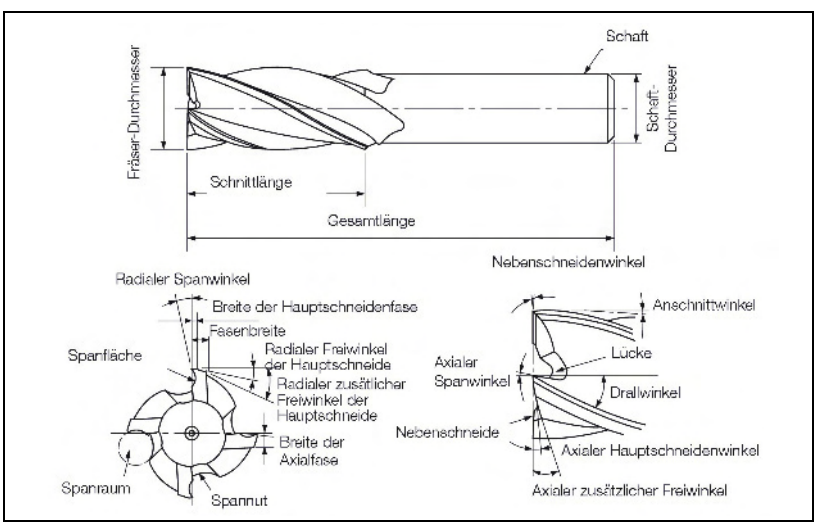


Bild 8.2 Bezeichnungen und Begriffe am Fräswerkzeug

Die Vielzahl der Varianten von Fräswerkzeugen ist der jeweiligen Anwendung zugeordnet. Eine Auswahl ist den *Tabellen 8.3 bis 8.5* zugeordnet.

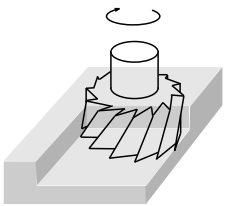
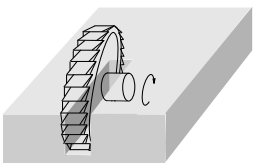
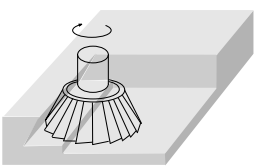
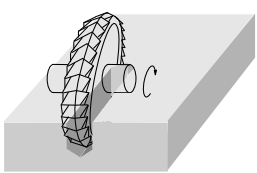
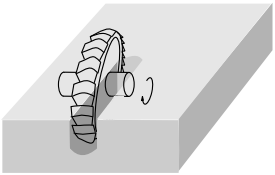
Prinzip	Beschreibung	Beispiel GARANT-Fräser
	**Walzenstirnfräser** zum Fräsen von Ecken und Planflächen	
	**Scheibenfräser** zum Fräsen von Nuten	
	**Winkel-Stirnfräser** zum Fräsen von Winkelführungen	
	**Prismenfräser** zum Fräsen von Prismenführungen	

Tabelle 8.3 Aufsteckfräser – Fortsetzung folgende Seite

Tabelle 8.3 Fortsetzung Aufsteckfräser

Prinzip	Beschreibung	Beispiel GARANT-Fräser
	**Halbrundprofilfräser** zum Fräsen von Halbrundführungen (konkav und konvex)	

Planmesserkopf	Eckmesserkopf
	

Tabelle 8.4 Messerköpfe

Ausführungen zu Fräs-Wendeschneidplatten bezüglich deren Einteilung und Bezeichnung nach ISO bzw. Spanleitstufen sind dem **Kapitel „Drehen“,** Abschnitt 5.2.2 zu entnehmen.

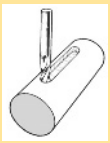
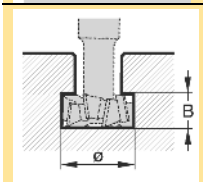
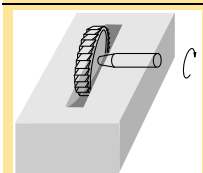
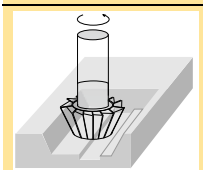
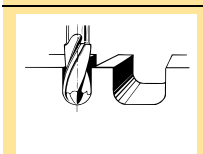
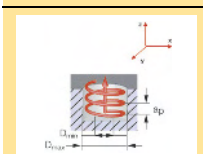
Prinzip	Beschreibung	Beispiel GARANT Fräser
	**Langlochfräser** (2- oder 3-Schneiden) für Keilnuten und Taschen	
	**Schaftfräser** für tiefe Nuten und Peripheriefasen	
	**T-Nutenfräser** zum Fräsen von T-Nuten	
	**Schlitzfräser** zum Fräsen von Scheibenfedernuten	
	**Winkelfräser** zum Fräsen von Winkelführungen	
	**Kopierfräser (Gesenkfräser)** zum Kopieren von Taschen und Umrissfräsen, Abzeilen von Oberflächen	
	**Zirkularfräser** zum Fräsen von Bohrungen	

Tabelle 8.5 Schaftfräser

3 Schnitt- und Spanungsgrößen sowie Kräfte und Leistungsbedarf

Die **Schnittgeschwindigkeit v_c** und damit die Drehzahl *n* sowie die **Vorschubgeschwindigkeit v_f** werden analog dem Drehen berechnet nur dass beim Fräsen der Werkzeugdurchmesser *D* in die Berechnungen eingeht. Es ergeben sich die Gleichungen wie folgt:

$$v_c = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000}$$

v_c	Schnittgeschwindigkeit [m/min]	(Gl. 8.1)
D	Werkzeugdurchmesser [mm]	
n	Drehzahl [U/min]	

$$v_f = f_z \cdot z \cdot n$$

v_f	Vorschubgeschwindigkeit [mm/min]	(Gl. 8.2)
f_z	Vorschub pro Schneide [mm/Z]	
z	Anzahl der Schneiden	
n	Drehzahl [U/min]	

Prinzipiell wird der **Spanungsquerschnitt *A*** beim Fräsen analog zum Drehen berechnet. Da jedoch beim Fräsen gegenüber dem Drehen während der Zerspanung keine konstante Spanungsdicke auftritt, wird beim Fräsen mit einer mittleren Spanungsdicke h_m gerechnet.

$$A = b \cdot h_m$$

A	Spanungsquerschnitt [mm^2]	(Gl. 8.3)
b	Spanungsbreite [mm]	
h_m	mittlere Spanungsdicke [mm]	

Nachfolgend werden für das Stirn- und Umfangsfräsen die rechnerischen Zusammenhänge näher betrachtet.

3.1 Planfräsen (Stirnfräsen)

Die Berechnung des **Schnittbogenwinkels** φ_s beim Stirnfräsen ist dem *Bild 8.3* zu entnehmen. Es gelten folgende Beziehungen:

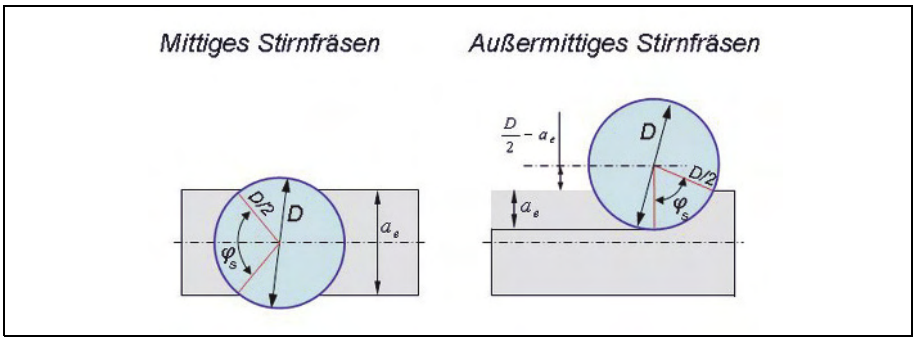


Bild 8.3 Schnittbogenwinkel und Berechnungsgrößen beim Stirnfräsen

Wenn symmetrisches Stirnfräsen praktiziert wird, d. h. die Fräserachse liegt symmetrisch zur Werkstückachse gilt für den Schnittbogenwinkel:

$$\varphi_s = 2 \cdot arcsin \cdot \frac{a_e}{D}$$

φ_s	Schnittbogenwinkel [°]	(Gl. 8.4)
a_e	Eingriffsbreite [mm]	
D	Werkzeugdurchmesser [mm]	

Für außermittiges Stirnfräsen (vgl. *Bild 8.3*, rechts) gilt:

$$\varphi_s = 2 \cdot arccos\left(1 - \frac{2a_e}{D}\right)$$

φ_s	Schnittbogenwinkel [°]	(Gl. 8.5)
a_e	Eingriffsbreite [mm]	
D	Werkzeugdurchmesser [mm]	

Für die mittlere **Spanungsdicke** h_m und die **Spanungsbreite** b gelten:

$$h_m = \frac{114{,}6^\circ}{\varphi_s^\circ} \cdot f_Z \cdot \sin\kappa \cdot \frac{a_e}{D}$$

h_m	mittlere Spanungsdicke [mm]	
φ_s	Schnittbogenwinkel [°]	
f_z	Zahnvorschub [mm/Z]	(Gl. 8.6)
a_e	Eingriffsbreite [mm]	
D	Werkzeugdurchmesser [mm]	
κ	Eingriffswinkel [°]	

$$b = \frac{a_p}{\sin\kappa}$$

b	Spanungsbreite [mm]	
a_p	Schnitttiefe [mm]	(Gl. 8.7)
κ	Eingriffswinkel [°]	

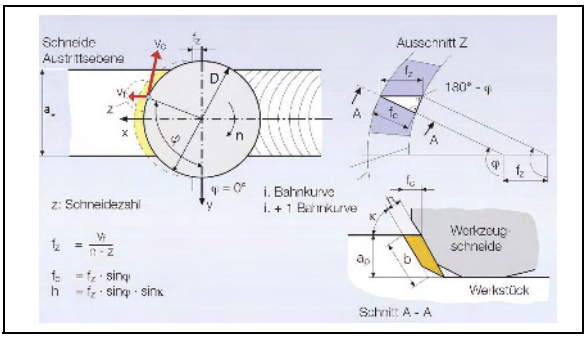


Bild 8.4 Schnittverhältnisse beim Stirnfräsen nach Tönshoff

Die Berechnung der **spezifischen Schnittkraft k_c** muss in Abhängigkeit von der mittleren Spanungsdicke h_m erfolgen (*Gl. 8.6*).

$$k_c = \frac{k_{c1.1}}{h_m^{\,m}}$$

k_c	spezifische Schnittkraft [N/mm²]	(Gl. 8.8)
$k_{c1.1}$	Hauptwert der spez. Schnittkraft [N/mm²] (vgl. Kapitel „Werkstoffe“)	
h_m	mittlere Spanungsdicke [mm]	
m	Anstieg (werkstoffspezifisch – vgl. Kapitel „Werkstoffe“)	

Die Gleichung zur Ermittlung der **mittleren Schnittkraft pro Schneide F_{cmz}** ergibt sich dann wie folgt:

$$F_{cmz} = b \cdot h_m \cdot k_c \cdot K_\gamma \cdot K_v \cdot K_{Ver}$$

b	Spanungsbreite [mm]	
h_m	mittlere Spanungsdicke [mm]	(Gl. 8.9)
k_c	spezifische Schnittkraft	
K_γ, K_v, K_{Ver}	Korrekturfaktoren (*vgl. Tabelle 2.12*)	

Die **Schnittleistung P_c** ergibt sich zu:

$$P_c = \frac{F_{cmz} \cdot v_c \cdot z_{iE}}{60\,000}$$

P_c	Schnittleistung [kW]	
F_{cmz}	mittlere Schnittkraft pro Schneide [N]	
v_c	Schnittgeschwindigkeit [m/min]	(Gl. 8.10)
z_{iE}	im Eingriff befindliche Zähnezahl	

$$z_{iE} = \frac{\varphi_s \cdot z}{360°}$$

φ_s	Schnittbogenwinkel [°]	(Gl. 8.11)
z	Zähnezahl	

Die im Eingriff befindliche Zähnezahl z_{iE} ist eine reine Rechengröße, die nicht gerundet wird. Die **Antriebsleistung P_a** ergibt sich zu:

$$P_a = \frac{P_c}{\eta}$$

P_a	Antriebsleistung [kW]	
P_c	Schnittleistung [kW]	(Gl. 8.12)
η	Wirkungsgrad	

3.2 Umfangsfräsen (Walzenfräsen)

Bild 8.5 zeigt die Eingriffsverhältnisse beim Umfangsfräsen.

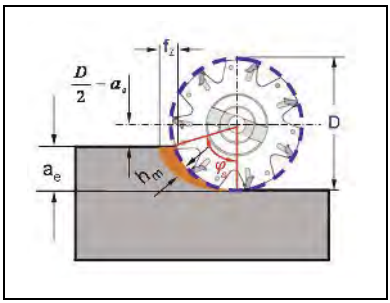


Bild 8.5
Eingriffsverhältnisse beim Umfangsfräsen

Für das Umfangsfräsen ergeben sich folgende **Vereinfachungen**:

$\kappa = 90°$
$\varphi_s = \varphi_2$ da $\varphi_1 = 0$

κ Eingriffswinkel
b Spanungsbreite
a_p Schnitttiefe

Es gilt für den **Schnittwinkel** $\bullet_s$:

$$\cos\varphi_s = \left(\frac{\frac{D}{2} - a_e}{\frac{D}{2}}\right) = \left(1 - \frac{2a_e}{D}\right)$$

D Werkzeugdurchmesser [mm]
a_e Eingriffsbreite [mm] (Gl. 8.13)

Die mittlere **Spanungsdicke** h_m ermittelt sich wie folgt:

$$h_m = \frac{114{,}6°}{\varphi_s^\circ} \cdot f_z \cdot \frac{a_e}{D}$$

φ_s Schnittbogenwinkel [°]
f_z Zahnvorschub [mm/Z] (Gl. 8.14)
a_e Eingriffsbreite [mm]
D Werkzeugsdurchmesser [mm]

Somit ergibt sich die **mittlere Schnittkraft je Schneide** F_{cmz} für das Umfangsfräsen zu:

$$F_{cmz} = b \cdot h_m \cdot k_c \cdot K_\gamma \cdot K_v \cdot K_{Ver}$$

b Spanungsbreite [mm]
h_m mittlere Spanungsdicke [mm] (Gl. 8.15)
k_c spezifische Schnittkraft [N/mm^2]
K_γ, K_v, K_{Ver} Korrekturfaktoren (vgl. *Tabelle 2.12*)

Die **Leistungsberechnung** erfolgt analog zum Stirnfräsen.

4 Berechnung der Hauptzeit beim Fräsen

Beim **Fräsen** gilt für die Berechnung der Hauptzeit t_h die allgemeine Gleichung (siehe auch *Gl. 3.18*):

$$t_h = \frac{L \cdot i}{v_f} = \frac{L \cdot i}{f \cdot n}$$

t_h	Hauptzeit [min]	
L	Gesamtfräsweg [mm]	(Gl. 8.16)
i	Anzahl der Schnitte	
v_f	Vorschubgeschwindigkeit [mm/min]	
f	Vorschub [mm/U]	
n	Drehzahl [U/min]	

Der Fräsweg L sowie der An- und Überlaufweg werden für die jeweiligen Fräsverfahren (Stirn- oder Umfangsfräsen) speziell ermittelt. Nachfolgend sind die einzelnen Varianten aufgeführt.

4.1 Planfräsen (Stirnfräsen)

Für den Fräsweg L gilt:

$$L = l + 2Z_l + l_a + l_u$$

Z_l	Bearbeitungszugabe [mm]	
l_a	Anlaufweg [mm]	(Gl. 8.17)
l_u	Überlaufweg [mm]	
l	Werkstücklänge [mm]	

4.1.1 An- und Überlaufwege beim mittigen Stirnfräsen

Die Verhältnisse des mittigen Stirnfräsens **(Fräsermittelpunkt auf Werkstückmitte)** zeigt *Bild 8.6.*

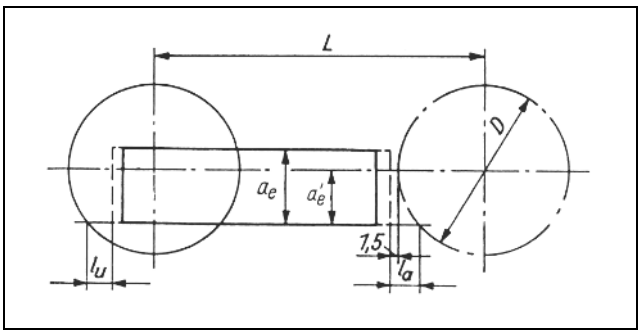


Bild 8.6
An- und Überlauf beim mittigen Stirnen (Schruppen)

Für das Schruppen ergibt sich:

$$l_a = 1{,}5 + \frac{D}{2} - 0{,}5 \cdot \sqrt{D^2 - a_e}$$

$$l_u = 1{,}5$$

$$l_a + l_u = 3 + \frac{D}{2} - 0{,}5 \cdot \sqrt{D^2 - a_e}$$

l_a Anlaufweg [mm]
l_u Überlaufweg [mm]
D Werkzeugdurchmesser [mm]
a_e Eingriffsbreite [mm]

(Gl. 8.18)

Für das Schlichten ergibt sich:

$$l_a + l_u = 3 + D$$

l_a Anlaufweg [mm]
l_u Überlaufweg [mm]
D Werkzeugdurchmesser [mm]

(Gl. 8.19)

4.1.2 An- und Überlaufwege beim außermittigen Stirnfräsen

Für das außermittige Stirnfräsen **(Fräsermittelpunkt nicht auf Werkstückmitte jedoch innerhalb des Werkstückes)** gelten für das **Schruppen** folgende Zusammenhänge (*Bild 8.7*):

$$l_a + l_u = 3 + \frac{D}{2} - \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - a_e'^2}$$

l_a Anlaufweg [mm]
l_u Überlaufweg [mm]
D Werkzeugdurchmesser [mm]
a'_e Spezifische Eingriffsbreite [mm]

(Gl. 8.20)

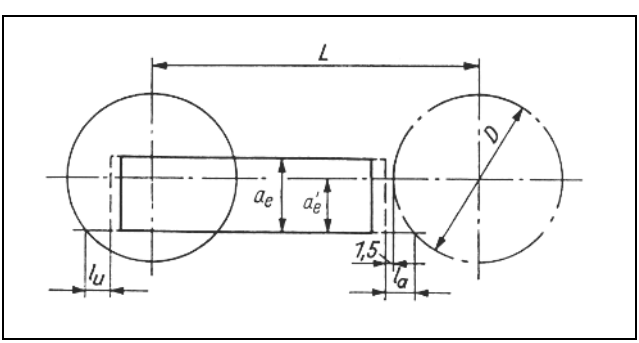


Bild 8.7
An- und Überlauf beim außermittigen Stirnen (Schruppen)

Bei dem Sonderfall, dass der **Fräsermittelpunkt nicht innerhalb des Werkstückes** liegt, gelten für das **Schruppen** die Zusammenhänge nach *Bild 8.8*.

$$l_a + l_u = 3 - \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - y^2} - \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 \cdot (a_e - y)^2}$$

(Gl. 8.21)

l_a Anlaufweg [mm]
l_u Überlaufweg [mm]
D Werkzeugdurchmesser [mm]
a_e Eingriffsbreite [mm]
y Abstand zum Fräsermittelpunkt [mm]

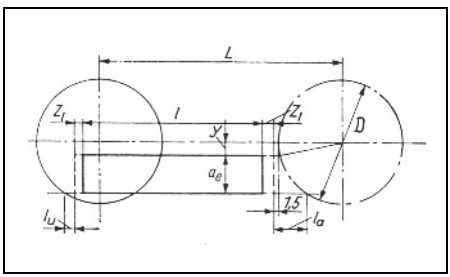


Bild 8.8
An- und Überlauf beim außermittigen Stirnen – Sonderfall (Schruppen)

Für das **Schlichten** gilt beim außermittigen Fräsen in allen Fällen analog dem mittigen Stirnfräsen *Gl. 8.19*:

$$l_a + l_u = 3 + D$$

(Gl. 8.22)

l_a Anlaufweg [mm]
l_u Überlaufweg [mm]
D Werkzeugdurchmesser [mm]

4.2 Umfangsfräsen (Walzenfräsen)

Die Verhältnisse beim Umfangsfräsen sind in *Bild 8.9* dargestellt. Beim Schruppen braucht der Fräser nicht voll auszulaufen, sondern die Mittelachse des Fräsers muss nur 1,5 mm über das Werkstückende laufen. Es gilt somit für das **Schruppen**:

$$l_a + l_u = 3 + \sqrt{D \cdot a_e - a_e^2}$$

(Gl. 8.23)

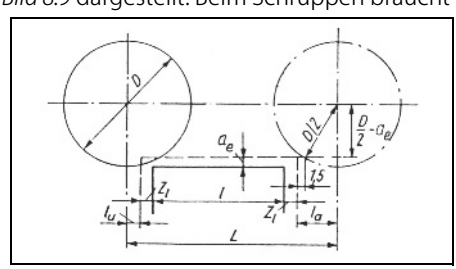


Bild 8.9 An- und Überlauf beim Umfangsfräsen

Für das **Schlichten** gilt:

$$l_a + l_u = 3 + 2\sqrt{D \cdot a_e - a_e^2}$$

(Gl. 8.24)

l_a Anlaufweg [mm]
l_u Überlaufweg [mm]
D Werkzeugdurchmesser [mm]
a_e Eingriffsbreite [mm]

5 Schnittdatenberechnung

5.1 Mittlere Spanungsdicke und Vorschubwahl

Bei außermittigem Plan-/Stirnfräsen wie auch beim Umfangs-/Walzenfräsen und Trennfräsen kann vereinfacht angenommen werden:

Für Eingriffsverhältnis (a_e/D) ≤ 0,3 gilt

$$h_m = f_z \cdot \sqrt{\frac{a_e}{D}} \cdot \sin\kappa$$

h_m	mittlere Spanungsdicke [mm]	(Gl. 8.25)
f_z	Zahnvorschub [mm/Z]	
a_e	Eingriffsbreite [mm]	
D	Werkzeugdurchmesser [mm]	
κ	Eingriffswinkel [°]	

Die mittlere Spanungsdicke h_m ist die Kennzahl für die Belastung des Fräsers. Generell gilt (vgl. auch Gl. 8.6 und Gl. 8.14):

$$h_m = \frac{360°}{\pi \cdot \varphi_s} \cdot f_z \cdot \frac{a_e}{D} \cdot \sin\kappa$$

h_m	mittlere Spanungsdicke [mm]	(Gl. 8.26)
φ_s	Schnittbogenwinkel [°]	
f_z	Zahnvorschub [mm/Z]	
a_e	Eingriffsbreite [mm]	
D	Werkzeugdurchmesser [mm]	
κ	Eingriffswinkel [°]	

Da die Belastung des Werkzeuges in allen Eingriffsbereichen konstant sein soll (d.h. h_m für alle Eingriffsverhältnisse (a_e/D) gleich), ist dieselbe mittlere Spanungsdicke h_m die Basis für ein neu zu berechnendes Verhältnis (a_e/D).

Somit ergibt sich bei h_m = const mit

$$\frac{f_{zNeu} \cdot a_{eNeu}}{arccos\left(1 - \frac{2 \cdot a_{eNeu}}{D}\right)} = \frac{f_{zAlt} \cdot a_{eAlt}}{arccos\left(1 - \frac{2 \cdot a_{eAlt}}{D}\right)}$$

ein optimierter Zahnvorschub f_{zNeu} nach (Gl. 8.27):

$$f_{zNeu} = f_{zAlt} \cdot \frac{a_{eAlt}}{a_{eNeu}} \cdot \frac{arccos\left(1 - \frac{2 \cdot a_{eNeu}}{D}\right)}{arccos\left(1 - \frac{2 \cdot a_{eAlt}}{D}\right)}$$

(Gl.8.27)

f_{zNeu}	optimierter neuer Zahnvorschub [mm/Z]
f_{zAlt}	bisheriger Zahnvorschub [mm/Z]
a_{eNeu}	optimierte neue Eingriffsbreite [mm]
a_{eAlt}	bisherige Eingriffsbreite [mm]
D	Werkzeugdurchmesser [mm]

5.2 Arbeitswerte bei Zirkularinterpolation

5.2.1 Zirkulares Innen- und Außenfräsen

Die tatsächliche radiale Schnitttiefe (Eingriffsbreite a_e) ist beim Zirkularfräsen mit 2 oder 3 Achsen (Schraubenlinien-Interpolation) nicht mit dem radialen Aufmaß gleichzusetzen.

Zum Vergrößern vorhandener Bohrungen ist für die Berechnung der Vorschubgeschwindigkeit der nach *Gl. 8.28* ermittelte Wert einzusetzen (vgl. *Bild 8.10*).

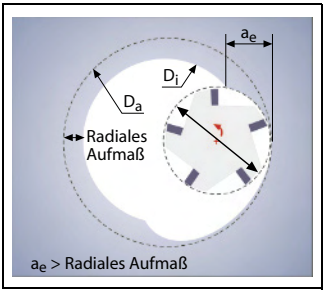


Bild 8.10
Eingriffsverhältnisse beim zirkularen Innenfräsen

$$a_e = \frac{D_a^2 - D_i^2}{4(D_a - D_{wz})}$$

a_e Eingriffsbreite radiale Schnitttiefe [mm]
D_a äußerer (vergrößerter) Durchmesser [mm]
D_i innerer (vorhandener) Bohrungsdurchmesser [mm] (Gl. 8.28)
D_{wz} Fräserdurchmesser [mm]

Zum Bearbeiten von Außenkonturen ist für die Berechnung der Vorschubgeschwindigkeit der nach *Gl. 8.29* ermittelte Wert einzusetzen (vgl. *Bild 8.11*).

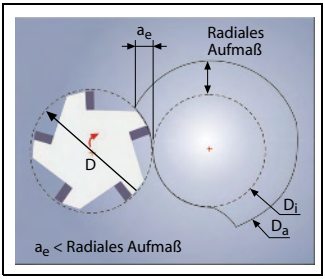


Bild 8.11
Eingriffsverhältnisse beim zirkularen Außenfräsen

$$a_e = \frac{D_a^2 - D_i^2}{4(D_i + D_{wz})}$$

a_e Eingriffsbreite (radiale Schnitttiefe [mm]
D_a äußerer (vergrößerter) Durchmesser [mm]
D_i innerer (vorhandener) Bohrungsdurchmesser [mm] (Gl. 8.29)
D_{wz} Fräserdurchmesser [mm]

5.2.2 Eintauchvorgang

Damit beim zirkularen Eintauchen das Werkzeug nicht überlastet wird und keine Schwingungen auftreten, soll in einer Eintauchkurve allmählich auf die volle Schnitttiefe gefahren werden. Wenn in radialer Richtung eingetaucht werden muss, ist die Vorschubgeschwindigkeit v_f auf die Hälfte des kalkulierten Wertes zu reduzieren.

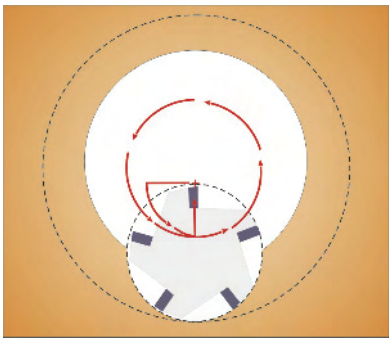


Bild 8.12
Einfahren in einer Eintauchkurve (empfohlene Methode)

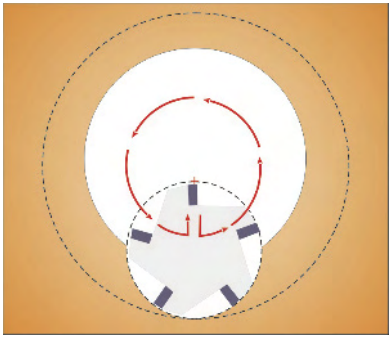


Bild 8.13
Radiales Eintauchen (Vorschub reduzieren!)

5.2.3 Ermittlung der Vorschubgeschwindigkeit bezogen auf das Werkzeugzentrum

Bei Berechnung der Vorschubgeschwindigkeit über die mittlere Spanungsdicke h_m (vgl. auch *Gl. 8.14*) für das Fräsen in 2 oder 3 Achsen (Schraubenlinien-Interpolation) ist die Vorschubgeschwindigkeit stets auf das Werkzeugzentrum bezogen und nicht auf die Peripherie. Folgende Gleichungen gelten:

Innenfräsen:

$$v_f = \frac{(D_a - D_{wz}) \cdot n \cdot z_{eff} \cdot f_z}{D_a}$$

D_a äußerer (vergrößerter) Durchmesser [mm]
D_{wz} Fräserdurchmesser [mm]
n Drehzahl [min^{-1}] (Gl. 8.30)
z_{eff} effektive Zähnezahl
f_z Vorschub pro Schneide [mm/Z]

Außenfräsen:

$$v_f = \frac{(D_i + D_{wz}) \cdot n \cdot z_{eff} \cdot f_z}{D_i}$$

D_i innerer (vorhandener) Bohrungsdurchmesser [mm]
D_{wz} Fräserdurchmesser [mm]
n Drehzahl [min^{-1}] (Gl. 8.31)
z_{eff} effektive Zähnezahl
f_z Vorschub pro Schneide [mm/Z]

5.3 Arbeitswerte beim Eckfräsen

Ist die Eingriffsbreite a_e (radiale Schnitttiefe) beim Eckfräsen kleiner als der halbe Fräserdurchmesser D, muss der Vorschub pro Zahn f_z erhöht werden, um die mittlere Spanungsdicke h_m (vgl. auch *Gl. 8.14*) konstant zu halten.

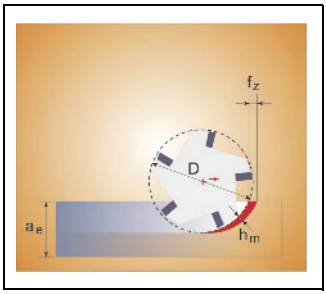


Bild 8.14
Eingriffsverhältnisse beim Eckfräsen

Für die Berechnung kann bei einem Verhältnis a_e/D<30% nachfolgende Gleichung benutzt werden:

$$h_m = f_z \cdot \sqrt{\frac{a_e}{D}} \cdot \sin\kappa$$

(Gl. 8.32)

h_m mittlere Spanungsdicke [mm]
f_z Vorschub pro Zahn [mm/Z]
a_e Eingriffsbreite (radiale Schnitttiefe) [mm]
D Fräserdurchmesser [mm]
κ Einstellwinkel (vgl. Kapitel „Grundlagen“)

bzw.

$$f_z = h_m \cdot \sqrt{\frac{D}{a_e}} \cdot \frac{1}{\sin\kappa}$$

(Gl. 8.33)

f_z Vorschub pro Zahn [mm/Z]
h_m mittlere Spanungsdicke [mm]
D Fräserdurchmesser [mm]
a_e Eingriffsbreite (radiale Schnitttiefe) [mm]
κ Einstellwinkel (vgl. Kapitel „Grundlagen“)

6 Besonderheiten und Einflüsse auf das Fräsergebnis

6.1 Verschleißverhalten und Schwingungen

Beim Fräsen ist die Schneide nicht ständig im Eingriff. Die Werkzeugschneide unterliegt daher thermischen und mechanischen Wechselbelastungen, so dass neben dem Frei- und Spanflächenverschleiß Rissbildung im Schneidteil des Fräsers standzeitbestimmend sein kann.

Infolge der Wirkung der Zerspanungskräfte treten Schwingungen auf, die die Oberflächengüte und die Werkzeugstandzeit beeinflussen können. Nach ihrer Entstehung wird zwischen fremd- und selbsterregten Schwingungen unterschieden.

Der unterbrochene Schnitt beim Fräsen bewirkt, dass die mittlere Schnittkraft von einem dynamischen Kraftanteil überlagert wird. Bei einem mehrschneidigen Fräswerkzeug ist zu berücksichtigen, wieviele Schneiden jeweils im Eingriff sind. Je größer z_{iE} ist, um so geringer ist die Kraftamplitude. Durch den dynamischen Kraftanteil kommt es zwischen Werkstück und Fräswerkzeug zu fremderregten Schwingungen, d.h. das Gesamtsystem Fräsmaschine-Fräswerkzeug-Werkstück schwingt mit der Frequenz der Anregungskräfte.

Dagegen schwingt bei Selbsterregung das System mit einer oder mehreren Eigenfrequenzen, ohne dass von außen eine Kraft auf das System einwirkt. Von besonderer Bedeutung sind selbsterregte Schwingungen, die durch Schnittkraftschwankungen infolge von Spanungsdickenänderungen entstehen („Regeneratives Rattern"). Das Rattern kann durch eine Variation von Schnittgeschwindigkeit, Schnitttiefe, Vorschub und Schneidengeometrie beeinflusst werden.

6.2 Wahl des Fräserdurchmessers und der Fräserposition

Die Wahl des Fräserdurchmessers ist abhängig von der Werkstückbreite B bzw. der Eingriffsbreite a_e. Um günstige Eingriffsverhältnisse beim Fräsen zu erhalten, werden folgende Verhältnisse gewählt:

- Für **kurzspanende Werkstoffe**, z.B. Guss:

$$D = 1{,}4 \cdot B \qquad \text{(Gl. 8.34)}$$

D Werkzeugdurchmesser
B Werkstückbreite

- Für **langspanende Werkstoffe**, z.B. Stahl:

$$D = 1{,}6 \cdot B \qquad \text{(Gl. 8.35)}$$

D Werkzeugdurchmesser
B Werkstückbreite

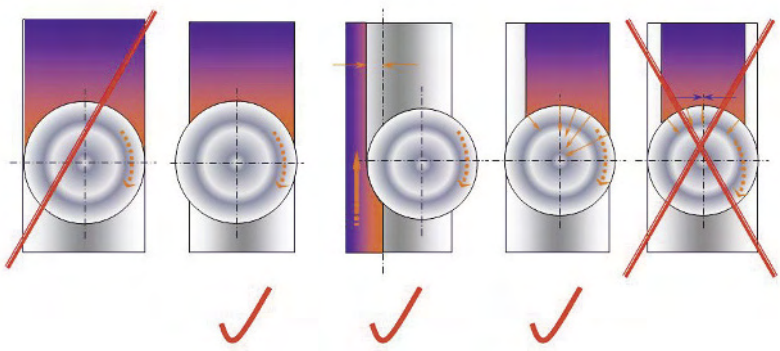
Dabei gilt:

$$D_{max} = 1{,}5 \cdot d \qquad \text{(Gl. 8.36)}$$

D_{max} max. Werkzeugdurchmesser
d Frässpindeldurchmesser

Eine erfolgreiche Bearbeitung wird z.B. durch die Fräserposition und den Kontakt der Schneiden beim Ein- und Austritt in das Werkstück bestimmt.

Für eine Verlängerung der Werkzeugstandzeit empfiehlt sich im Gleichlauf zu arbeiten.



7 Einsatz von Fräswerkzeugen

7.1 Planfräsen



Bild 8.15
GARANT- 45°-Planmesserkopf

Anwendungsbeispiel: Planfräsen von Formteilen

Anwendbare Parameter:

Werkstoff:	C 45W (1.1730) (GARANT-Werkstoffmaterialgruppe 8.0, Kapitel „Werkstoffe“, Abschnitt 1)	
Werkzeug	45° Wendeplatten-Planmesserkopf, Durchmesser 63 mm /10 Schneiden	
Schneidplatte:	SDHX, P25 TiC/TiN beschichtet	
Werkzeugaufnahme:	HSK 63 A	
Schnittparameter:	*Schnittgeschwindigkeit*	v_c = 300 m/min
	Drehzahl	n = 1.500 min^{-1}
	Zahnvorschub	f_z = 0,35 mm/Z
	Vorschubgeschwindigkeit	v_f = 5.000 mm/min
	Schnitttiefe	a_p = 1,5 mm

7.2 Innen- und Außenkegelfräsen

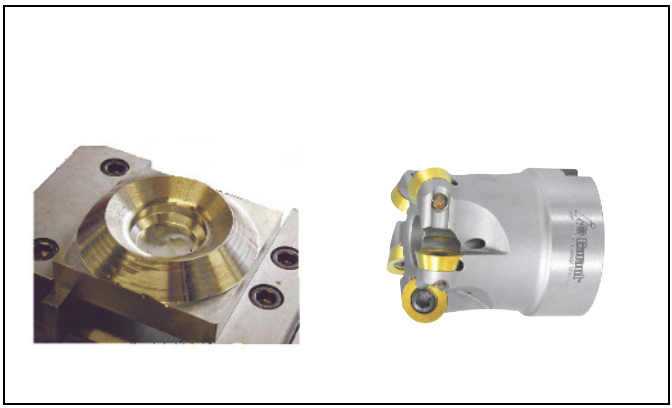


Bild 8.16 GARANT-Kopier- und Planmesserkopf sowie zu bearbeitendes Werkstück

Anwendungsbeispiel: Innenkegelfräsen (höchstmögliche Schnittgeschwindigkeit):

Anwendbare Parameter:

Werkstoff:	X6CrNiMoTi 17 12 2 (1.4571) (GARANT-Werkstoffmaterialgruppe 13.2, Kapitel „Werkstoffe“, Abschnitt 1)	
Werkzeug:	Wendeplatten-Planmesserkopf, Durchmesser 63 mm / 5 Schneiden	
Schneidplatte:	RDHX 10, P30 TiAlN beschichtet	
Werkzeugaufnahme:	SK 50	
Schnittparameter:	*Schnittgeschwindigkeit*	v_c = 400 m/min
	Drehzahl	n = 4.000 min^{-1}
	Zahnvorschub	f_z = 0,15 mm/Z
	Vorschubgeschwindigkeit	v_f = 3.000 mm/min
	Schnitttiefe	a_p = 1 mm

7.3 Hartfräsen mit Wendeplattenfräser

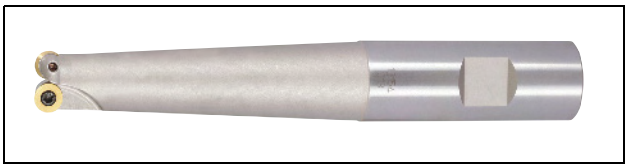


Bild 8.17 GARANT-Kopierfräser

Anwendungsbeispiel: Hartfräsen mit Wendeplattenfräser, Besäumen einer Schnittplatte

Anwendbare Parameter:

Werkstoff: X210Cr12 (1.2080), gehärtet 63 HRC
(Werkstoffmaterialgruppe 10.2, Kapitel „Werkstoffe", Abschnitt 1)

Werkzeug:	GARANT-Kopierfräser, Durchmesser 15 mm	
Schneidplatte:	RDHX 0702, CBN 725	
Werkzeugaufnahme:	SK 50	
Schnittparameter:	*Schnittgeschwindigkeit*	v_c = 100 m/min
	Drehzahl	n = 2.122 min^{-1}
	Zahnvorschub	f_z = 0,11 mm/Z
	Vorschubgeschwindigkeit	v_f = 467 mm/min
	Eingriffsbreite	a_e = 4,5 mm
	Schnitttiefe	a_p = 1 mm

7.4 Hartfräsen mit VHM-Schaftfräser

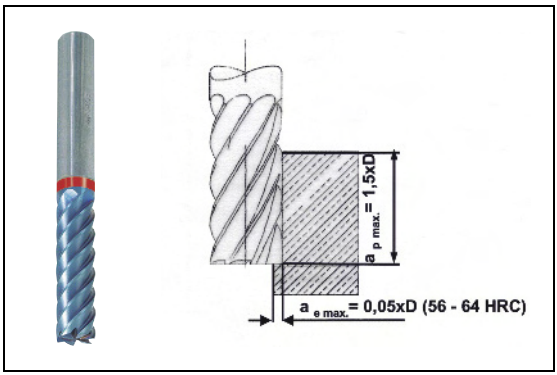


Bild 8.18 GARANT-VHM-Schaftfräser sowie Einsatzbedingungen

Anwendungsbeispiel: **Hartumfangsfräsen (Besäumen)**

Anwendbare Parameter:

Werkstoff:	X155CrVMo 12 1 (1.2379), gehärtet 62 HRC (GARANT-Werkstoffmaterialgruppe 8.2, Kapitel „Werkstoffe“, Abschnitt 1)
Werkzeug:	VHM-Schaftfräser, Durchmesser 10 mm / 6 Schneiden
Schneidstoffe:	Ultrafeinstkornhartmetall TiAlN beschichtet
Rundlauftoleranz:	< 10 µm
Werkzeugspannung:	HD-Spannfutter
Werkzeugaufnahme:	HSK 63

Schnittparameter:	*Schnittgeschwindigkeit*	v_c = 70 m/min
	Drehzahl	n = 2.228 min^{-1}
	Zahnvorschub	f_z = 0,05 mm/Z
	Vorschubgeschwindigkeit	v_f = 1.337 mm/min
	Eingriffsbreite	a_e = 0,2 mm
	Schnitttiefe	a_p = 10 mm

8 Problemlösungen für das Fräsen

	Störung	Mögliche Ursachen
1	Schlechte Oberfläche	Schneidkantenverschleiß, Fräserrundlauf
2	Ausbröckelung der Werkstückkante	Ungeeignete Schnittbedingungen, ungeeignete Form der Schneidkante
3	Nicht parallele oder ungleichmäßige Oberfläche	Geringe Steifigkeit des Fräsers oder des Werkstücks
4	Extremer Freiflächenverschleiß	Ungeeignete Schnittbedingungen, ungeeignete Form der Schneidkante
5	Extremer Kolkverschleiß	
6	Bruch und Ausbrechen durch thermischen Schock	
7	Aufbauschneidenbildung	
8	Schlechte Spanabfuhr, Spänestau	
9	Vibration, Rattern	Schwierige Schnittbedingungen, Aufspannung des Werkstückes
10	Schaftfräserbruch	Ungeeignete Schnittbedingungen, Auskraglänge des Fräsers

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Abhilfe
■			■	■						Härtere Wendeschneidplatten-Sorte wählen
					■					Zähere Wendeschneidplatten-Sorte wählen
					■					Hitzebeständigere Wendeschneidplatten-Sorte wählen
■						■				Adhäsionsbeständigere Wendeschneidplatten-Sorte wählen
■						■	■			Schnittgeschwindigkeit erhöhen
			■	■				■		Schnittgeschwindigkeit verringern
						■	■			Vorschub erhöhen
■	■	■		■	■		■	■	■	Vorschub verringern
■	■	■		■	■			■		Schnitttiefe verringern
							■	■		Fräserdurchmesser und Schnittbreite verändern
■			■	■		■	■			Kühlschmierstoffverwendung prüfen
	■	■	■	■	■	■	■	■		Freiwinkel erhöhen
	■			■	■					Keilwinkel erhöhen
	■									Zähnezahl erhöhen
		■					■	■	■	Zähnezahl verringern
							■			Größere Spankammer wählen
■	■	■	■		■					Form der Nebenschneide ändern
		■			■					Fräser – Rundlauf ändern
	■	■			■			■	■	Fräsersteifigkeit, Auskraglänge (L/D-Verhältnis) ändern
								■		Maschine höherer Leistung und Steifigkeit wählen

Tabelle 8.6 Ursachen und Abhilfe von Störungen beim Fräsen

9 Einsatzrichtwerte für das Fräsen

9.1 Handhabung der Richtwerttabellen

Bearbeitungsaufgabe:
Schlichten einer Kontur, Werkstoff X210Cr12.

Vorgehen:

1. Auswahl des Werkzeuges aus dem Hauptkatalog — VHM-Schaftfräser, Durchmesser 10 mm, beschichtet
2. Auswahl der Werkstoffmaterialgruppe (Kapitel „Werkstoffe") — Wst.-Gr. 8.2
3. Auswahl der Schnittparameter:
   - 3.1 Auswahl der Einsatzrichtwerttabelle — Tabelle 8.28
   - 3.2 Auswahl der Schnittparameter

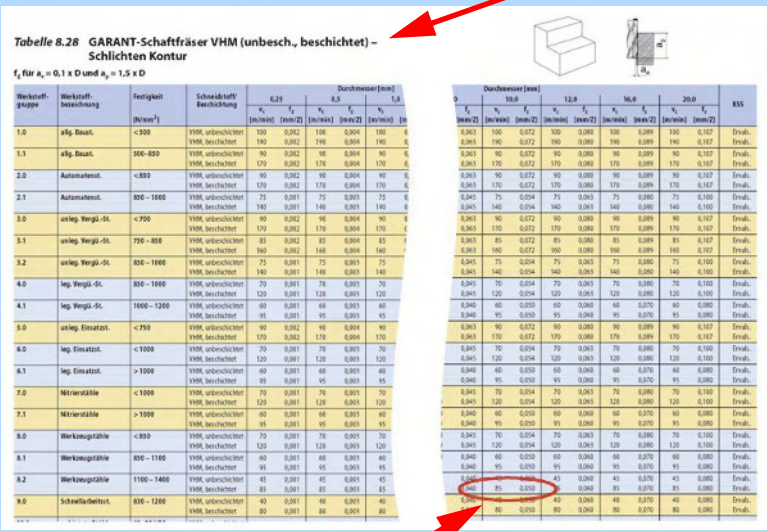


Tabelle 8.28 **GARANT-Schaftfräser VHM (unbesch., beschichtet) – Schlichten Kontur**

f_z für a_e = 0,1 x D und a_p = 1,5 x D

Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit (N/mm²)	Schneidstoff/ Beschichtung	Durchmesser [mm] 0,25 v_c [m/min]	0,25 f_z [mm/Z]	0,5 v_c [m/min]	0,5 f_z [mm/Z]	1,0 v_c [m/min]
1.0	allg. Baust.	<500	VHM, unbeschichtet	100	0,002	100	0,004	100
			VHM, beschichtet	190	0,002	190	0,004	190
1.1	allg. Baust.	500–850	VHM, unbeschichtet	90	0,002	90	0,004	90
			VHM, beschichtet	170	0,002	170	0,004	170
2.0	Automatenst.	<850	VHM, unbeschichtet	90	0,002	90	0,004	90
			VHM, beschichtet	170	0,002	170	0,004	170
2.1	Automatenst.	850 – 1000	VHM, unbeschichtet	75	0,001	75	0,003	75
			VHM, beschichtet	140	0,001	140	0,003	140
3.0	unleg. Vergü.-St.	<700	VHM, unbeschichtet	90	0,002	90	0,004	90
			VHM, beschichtet	170	0,002	170	0,004	170
3.1	unleg. Vergü.-St.	750 – 850	VHM, unbeschichtet	85	0,002	85	0,004	85
			VHM, beschichtet	160	0,002	160	0,004	160
3.2	unleg. Vergü.-St.	850 – 1000	VHM, unbeschichtet	75	0,001	75	0,003	75
			VHM, beschichtet	140	0,001	140	0,003	140
4.0	leg. Vergü.-St.	850 – 1000	VHM, unbeschichtet	70	0,001	70	0,003	70
			VHM, beschichtet	120	0,001	120	0,003	120
4.1	leg. Vergü.-St.	1000 – 1200	VHM, unbeschichtet	60	0,001	60	0,003	60
			VHM, beschichtet	95	0,001	95	0,003	95
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	VHM, unbeschichtet	90	0,002	90	0,004	90
			VHM, beschichtet	170	0,002	170	0,004	170
6.0	leg. Einsatzst.	<1000	VHM, unbeschichtet	70	0,001	70	0,003	70
			VHM, beschichtet	120	0,001	120	0,003	120
6.1	leg. Einsatzst.	>1000	VHM, unbeschichtet	60	0,001	60	0,003	60
			VHM, beschichtet	95	0,001	95	0,003	95
7.0	Nitrierstähle	<1000	VHM, unbeschichtet	70	0,001	70	0,003	70
			VHM, beschichtet	120	0,001	120	0,003	120
7.1	Nitrierstähle	>1000	VHM, unbeschichtet	60	0,001	60	0,003	60
			VHM, beschichtet	95	0,001	95	0,003	95
8.0	Werkzeugstähle	<850	VHM, unbeschichtet	70	0,001	70	0,003	70
			VHM, beschichtet	120	0,001	120	0,003	120
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	VHM, unbeschichtet	60	0,001	60	0,003	60
			VHM, beschichtet	95	0,001	95	0,003	95
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	VHM, unbeschichtet	45	0,001	45	0,003	45
			VHM, beschichtet	85	0,001	85	0,003	85
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	VHM, unbeschichtet	40	0,001	40	0,003	40
			VHM, beschichtet	80	0,001	80	0,003	80

Durchmesser [mm] 10,0 v_c [m/min]	10,0 f_z [mm/Z]	12,0 v_c [m/min]	12,0 f_z [mm/Z]	16,0 v_c [m/min]	16,0 f_z [mm/Z]	20,0 v_c [m/min]	20,0 f_z [mm/Z]	RSS
100	0,072	100	0,080	100	0,089	100	0,107	Emuls.
190	0,072	190	0,080	190	0,089	190	0,107	Emuls.
90	0,072	90	0,080	90	0,089	90	0,107	Emuls.
170	0,072	170	0,080	170	0,089	170	0,107	Emuls.
90	0,072	90	0,080	90	0,089	90	0,107	Emuls.
170	0,072	170	0,080	170	0,089	170	0,107	Emuls.
75	0,054	75	0,063	75	0,080	75	0,100	Emuls.
140	0,054	140	0,063	140	0,080	140	0,100	Emuls.
90	0,072	90	0,080	90	0,089	90	0,107	Emuls.
170	0,072	170	0,080	170	0,089	170	0,107	Emuls.
85	0,072	85	0,080	85	0,089	85	0,107	Emuls.
160	0,072	160	0,080	160	0,089	160	0,107	Emuls.
75	0,054	75	0,063	75	0,080	75	0,100	Emuls.
140	0,054	140	0,063	140	0,080	140	0,100	Emuls.
70	0,054	70	0,063	70	0,080	70	0,100	Emuls.
120	0,054	120	0,063	120	0,080	120	0,100	Emuls.
60	0,050	60	0,060	60	0,070	60	0,080	Emuls.
95	0,050	95	0,060	95	0,070	95	0,080	Emuls.
90	0,072	90	0,080	90	0,089	90	0,107	Emuls.
170	0,072	170	0,080	170	0,089	170	0,107	Emuls.
70	0,054	70	0,063	70	0,080	70	0,100	Emuls.
120	0,054	120	0,063	120	0,080	120	0,100	Emuls.
60	0,050	60	0,060	60	0,070	60	0,080	Emuls.
95	0,050	95	0,060	95	0,070	95	0,080	Emuls.
70	0,054	70	0,063	70	0,080	70	0,100	Emuls.
120	0,054	120	0,063	120	0,080	120	0,100	Emuls.
60	0,050	60	0,060	60	0,070	60	0,080	Emuls.
95	0,050	95	0,060	95	0,070	95	0,080	Emuls.
70	0,054	70	0,063	70	0,080	70	0,100	Emuls.
120	0,054	120	0,063	120	0,080	120	0,100	Emuls.
60	0,050	60	0,060	60	0,070	60	0,080	Emuls.
95	0,050	95	0,060	95	0,070	95	0,080	Emuls.
60	0,050	60	0,060	60	0,070	60	0,080	Emuls.
95	0,050	95	0,060	95	0,070	95	0,080	Emuls.
45	0,050	45	0,060	45	0,070	45	0,080	Emuls.
85	0,050	85	0,060	85	0,070	85	0,080	Emuls.
40	0,050	40	0,060	40	0,070	40	0,080	Emuls.
80	0,050	80	0,060	80	0,070	80	0,080	Emuls.

Schnittgeschwindigkeit: v_c = **85 m/min**
Zahnvorschub: f_z = **0,05 mm/Z**

9.2 Anleitung zur Ermittlung der optimalen Schnittwerte

Grundsätzlich ist mit dem angegebenen Startwert zu beginnen. Je nach vorhandenem Verschleiß und gewünschter Standzeit sind dann die Werte zu optimieren.

Schnittgeschwindigkeit / Vorschub

Grundsätzlich ist mit den angegebenen Werten bei mittlerer Schnitttiefe zu beginnen. Bei sehr langer Werkzeugauskragung (insbesondere bei Aufschraubköpfen) und bei Vibrationen ist zuerst die Schnitttiefe zu verringern, dann erst der Vorschub.

Schnitttiefe

Die Schnitttiefe darf besonders bei langauskragenden Werkzeugen nicht zu groß gewählt werden, um Schwingungen und einen zu hohen Schnittdruck zu vermeiden.

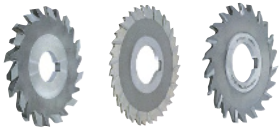
Es ist günstiger relativ kleine Schnitttiefen mit relativ hohen Vorschüben zu fahren.

Bei **tiefen Gesenken** und beim **Bohrfräsen** ist auf eine gute Spanabfuhr z. B. durch Pressluft und Innenkühlung zu achten.

Tabelle 8.7 GARANT Scheibenfräser (HSS/HSS-Co5)

Katalognummer 185500; 185820; 186000; 186200; 187200; 187510; 187610; 187710
DIN 842-A; 847; 856; 855-A; 885A; 1834A
Hinweis f_z für a_e = 0,1 x D. Für die Artikel 187510, 187610 und 187710 gelten für die Werkstoffgruppe 18.0, 18.1 und 18.2 Schnittgeschwindigkeitsstartwerte von v_c = 14 m/min

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ 50 Breite (a_p) 1,6-10	∅ 63 Breite (a_p) 1,6-12	∅ 80 Breite (a_p) 1,6-12
						f_z	f_z	f_z
		[N/mm²]	min.	Start	max.	[mm/Z]	[mm/Z]	[mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	18	19	20	0,040	0,050	0,060
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	18	19	20	0,040	0,050	0,060
2.0	Automatenstähle	< 850	18	19	20	0,040	0,050	0,060
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	18	19	20	0,040	0,050	0,060
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	16	22	28	0,040	0,050	0,060
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	18	19	20	0,040	0,050	0,060
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	18	19	20	0,040	0,050	0,060
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	18	19	20	0,040	0,050	0,060
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	10	14	18	–	–	–
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	18	19	20	0,040	0,050	0,060
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	18	19	20	0,040	0,050	0,060
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	18	19	20	–	–	–
7.0	Nitrierstähle	< 1000	16	22	28	0,040	0,050	0,060
7.1	Nitrierstähle	> 1000	10	14	18	–	–	–
8.0	Werkzeugstähle	< 850	18	19	20	0,040	0,050	0,060
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	16	22	28	0,040	0,050	0,060
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400		–		–	–	–
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200		–		–	–	–
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–		–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–		–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–		–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350		–		–	–	–
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–		–	–	–
12.0	Federstähle	< 1500	18	19	20	–	–	–
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	10	14	18	0,040	0,050	0,060
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	7	9	11	0,040	0,050	0,060
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	7	9	11	0,040	0,050	0,060
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	10	14	18	–	–	–
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	7	9	11	–	–	–
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	16	22	28	0,040	0,050	0,060
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	10	14	18	0,040	0,050	0,060
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	16	22	28	0,040	0,050	0,060
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	10	14	18	0,040	0,050	0,060
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	18	19	20	0,040	0,050	0,060
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	10	14	18	0,040	0,050	0,060
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	140	200	250	0,085	0,095	0,085
17.1	Al-Leg., kurzspanend		140	200	250	0,085	0,095	0,085
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si			–		–	–	–
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	180	200	220	0,130	0,130	0,135
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	160	180	200	0,130	0,130	0,135
18.2	Messing, langspanend	< 600	160	180	200	0,130	0,130	0,135
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600		–		–	–	–
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850		–		–	–	–
18.5	Bronze, langspanend	< 850		–		–	–	–
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200		–		–	–	–
19.0	Graphit			–		–	–	–
20.0	Thermoplast		140	200	250	0,085	0,095	0,085
20.1	Duroplast		130	180	230	0,085	0,095	0,085
20.2	GFK und CFK			–		–	–	–



∅ 100 Breite (a_p) **1,6-12** f_z [mm/Z]	∅ 125 Breite (a_p) **2-12** f_z [mm/Z]	∅ 160 Breite (a_p) **4-14** f_z [mm/Z]	∅ 200 Breite (a_p) **4-20** f_z [mm/Z]	∅ 250 Breite (a_p) **4-20** f_z [mm/Z]
0,060	0,090	0,090	0,110	0,110
0,060	0,090	0,090	0,110	0,110
0,060	0,090	0,090	0,110	0,110
0,060	0,090	0,090	0,110	0,110
0,060	0,090	0,090	0,110	0,110
0,060	0,090	0,090	0,110	0,110
0,060	0,090	0,090	0,110	0,110
0,060	0,090	0,090	0,110	0,110
–	–	0,090	0,110	0,110
0,060	0,090	0,090	0,110	0,110
0,060	0,090	0,090	0,110	0,110
–	–	0,090	0,110	0,110
0,060	0,090	0,090	0,110	0,110
–	–	0,090	0,110	0,110
0,060	0,090	0,090	0,110	0,110
0,060	0,090	0,090	0,110	0,110
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	0,090	0,110	0,110
0,060	0,090	0,090	0,110	0,110
0,060	0,090	0,090	0,110	0,110
0,060	0,090	0,090	0,110	0,110
–	–	0,090	0,110	0,110
–	–	0,090	0,110	0,110
0,060	0,090	0,090	0,110	0,110
0,060	0,090	0,090	0,110	0,110
0,060	0,090	0,090	0,110	0,110
0,060	0,090	0,090	0,110	0,110
0,060	0,090	0,090	0,110	0,110
0,060	0,090	0,090	0,110	0,110
0,100	0,100	0,100	0,110	0,110
0,100	0,100	0,100	0,110	0,110
–	–	–	–	–
0,155	0,155	0,155	0,155	0,155
0,155	0,155	0,155	0,155	0,155
0,155	0,155	0,155	0,155	0,155
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
0,100	0,100	0,110	0,110	0,110
0,100	0,100	0,110	0,110	0,110
–	–	–	–	–

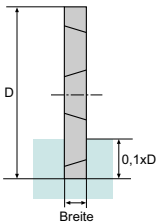
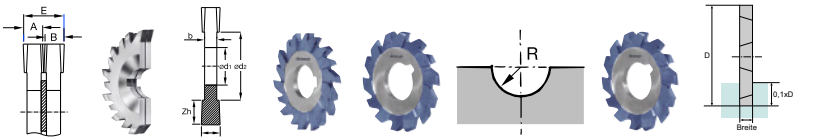


Tabelle 8.8 GARANT Scheibenfräser (VHM-TiAlN)

Katalognummer 185010; 186010
DIN 856; 885A
Hinweis: f_z für a_e = 0,1 x D

Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ 40 Breite (a_p): 3,0-10,0 Z = 12			∅ 50 Breite (a_p): 3,0-10,0 Z = 14			∅ 63 Breite (a_p): 3,0-4,0 Z = 18		
		[N/mm²]	min.	Start	max.	f_z [mm/Z]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f_z [mm/Z]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f_z [mm/Z]	n [U/min]	v_f [mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	100	120	150	0,030	955	344	0,040	764	428	0,050	606	546
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	90	110	140	0,030	756	272	0,040	605	339	0,050	480	432
2.0	Automatenstähle	< 850	90	110	140	0,030	756	272	0,040	605	339	0,050	480	432
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	90	95	100	0,030	756	272	0,040	605	339	0,050	480	432
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	90	110	140	0,030	875	315	0,040	700	392	0,050	556	500
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	90	100	120	0,030	796	286	0,040	637	357	0,050	505	455
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	90	95	100	0,030	756	272	0,040	605	339	0,050	480	432
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	90	95	100	0,030	756	272	0,040	605	339	0,050	480	432
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	70	75	80	0,030	438	158	0,040	350	196	0,050	278	250
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	90	110	140	0,030	875	315	0,040	700	392	0,050	556	500
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	85	95	105	0,030	597	215	0,040	477	267	0,050	379	341
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	70	75	80	0,030	597	215	0,040	477	267	0,050	379	341
7.0	Nitrierstähle	< 1000	65	90	110	0,030	716	258	0,040	573	321	0,050	455	409
7.1	Nitrierstähle	> 1000	70	75	80	0,030	438	158	0,040	350	196	0,050	278	250
8.0	Werkzeugstähle	< 850	85	95	105	0,030	597	215	0,040	477	267	0,050	379	341
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	65	90	110	0,030	716	258	0,040	573	321	0,050	455	409
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	70	75	80	0,030	597	215	0,040	477	267	0,050	379	341
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	70	75	80	0,030	597	215	0,040	477	267	0,050	379	341
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350		–			–			–			–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–			–			–			–	
12.0	Federstähle	< 1500		–			–			–			–	
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	50	70	90	0,030	557	201	0,040	446	250	0,050	354	318
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	35	45	55	0,030	358	129	0,040	286	160	0,050	227	205
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	35	45	55	0,030	358	129	0,040	286	160	0,050	227	205
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100		–			–			–			–	
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–			–			–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	80	110	140	0,030	875	315	0,040	700	392	0,050	556	500
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	50	70	90	0,030	557	201	0,040	446	250	0,050	354	318
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	80	110	140	0,030	875	315	0,040	700	392	0,050	556	500
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	50	70	90	0,030	557	201	0,040	446	250	0,050	354	318
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850		–			–			–			–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200		–			–			–			–	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	260	280	300	0,050	2.228	1.337	0,060	1.783	1.497	0,065	1.415	1.655
17.1	Al-Leg., kurzspanend		260	280	300	0,050	2.228	1.337	0,060	1.783	1.497	0,065	1.415	1.655
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		180	200	220	0,050	1.592	955	0,060	1.273	1.070	0,065	1.011	1.182
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	300	330	360	0,050	2.626	1.576	0,060	2.101	1.765	0,065	1.667	1.951
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	270	300	330	0,050	2.387	1.432	0,060	1.910	1.604	0,065	1.516	1.773
18.2	Messing, langspanend	< 600	720	960	1.200	0,050	7.640	4.584	0,060	6.112	5.134	0,065	4.851	5.675
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600		–			–			–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850		–			–			–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850		–			–			–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200		–			–			–			–	
19.0	Graphit			–			–			–			–	
20.0	Thermoplast		1.200	1.600	2.00	0,050	12.733	7.640	0,050	10.186	7.130	0,065	8.084	9.459
20.1	Duroplast		1.040	1.440	1.840	0,050	11.459	6.876	0,050	9.168	6.417	0,065	7.276	8.513
20.1	GFK und CFK			–			–			–			–	

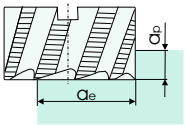


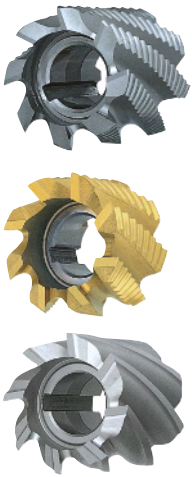
∅ 63			∅ 80									∅ 100								
Breite (a_p): 4,1-10,0			Breite (a_p): 3,0-5,0			Breite (a_p): 5,1-10,0			Breite (a_p): 10,1-14,0			Breite (a_p): 3,0-6,0			Breite (a_p): 6,1-14,0			Breite (a_p): 14,1-25,0		
Z = 14			Z = 22			Z = 18			Z = 14			Z = 22			Z = 18			Z = 16		
f_z [mm/Z]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f_z [mm/Z]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f_z [mm/Z]	n [mm/Z]	v_f [U/min]	v_f [mm/min]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f_z [mm/Z]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f_z [mm/Z]	n [mm/Z]	v_f [U/min]	v_f [mm/min]	n [U/min]	v_f [mm/min]
0,060	606	655	0,045	477	473	0,050	477	430	0,060	477	401	0,045	382	378	0,045	382	309	0,045	382	275
0,060	480	518	0,045	378	374	0,050	378	340	0,060	378	318	0,045	302	299	0,045	302	245	0,045	302	218
0,060	480	518	0,045	378	374	0,050	378	340	0,060	378	318	0,045	302	299	0,045	302	245	0,045	302	218
0,060	480	518	0,045	378	374	0,050	378	340	0,060	378	318	0,045	302	299	0,045	302	245	0,045	302	218
0,060	556	600	0,045	438	433	0,050	438	394	0,060	438	368	0,045	350	347	0,045	350	284	0,045	350	252
0,060	505	546	0,045	398	394	0,050	398	358	0,060	398	334	0,045	318	315	0,045	318	258	0,045	318	229
0,060	480	518	0,045	378	374	0,050	378	340	0,060	378	318	0,045	302	299	0,045	302	245	0,045	302	218
0,060	480	518	0,045	378	374	0,050	378	340	0,060	378	318	0,045	302	299	0,045	302	245	0,045	302	218
0,060	278	300	0,045	219	217	0,050	219	197	0,060	219	184	0,045	175	173	0,045	175	142	0,045	175	126
0,060	556	600	0,045	438	433	0,050	438	394	0,060	438	368	0,045	350	347	0,045	350	284	0,045	350	252
0,060	379	409	0,045	298	295	0,050	298	269	0,060	298	251	0,045	239	236	0,045	239	193	0,045	239	172
0,060	379	409	0,045	298	295	0,050	298	269	0,060	298	251	0,045	239	236	0,045	239	193	0,045	239	172
0,060	455	491	0,045	358	355	0,050	358	322	0,060	358	301	0,045	286	284	0,045	286	232	0,045	286	206
0,060	278	300	0,045	219	217	0,050	219	197	0,060	219	184	0,045	175	173	0,045	175	142	0,045	175	126
0,060	379	409	0,045	298	295	0,050	298	269	0,060	298	251	0,045	239	236	0,045	239	193	0,045	239	172
0,060	455	491	0,045	358	355	0,050	358	322	0,060	358	301	0,045	286	284	0,045	286	232	0,045	286	206
0,060	379	409	0,045	298	295	0,050	298	269	0,060	298	251	0,045	239	236	0,045	239	193	0,045	239	172
0,060	379	409	0,045	298	295	0,050	298	269	0,060	298	251	0,045	239	236	0,045	239	193	0,045	239	172
	–			–			–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–			–			–	
0,060	354	382	0,045	279	276	0,050	279	251	0,060	279	234	0,045	223	221	0,045	223	180	0,045	223	160
0,060	227	246	0,045	179	177	0,050	179	161	0,060	179	150	0,045	143	142	0,045	143	116	0,045	143	103
0,060	227	246	0,045	179	177	0,050	179	161	0,060	179	150	0,045	143	142	0,045	143	116	0,045	143	103
	–			–			–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–			–			–	
0,060	556	600	0,045	438	433	0,050	438	394	0,060	438	368	0,045	350	347	0,050	350	315	0,050	350	252
0,060	354	382	0,045	279	276	0,050	279	251	0,060	279	234	0,045	223	221	0,050	223	281	0,050	223	160
0,060	556	600	0,045	438	433	0,050	438	394	0,060	438	368	0,045	350	347	0,050	350	318	0,050	350	252
0,060	354	382	0,045	279	276	0,050	279	251	0,060	279	234	0,045	223	221	0,050	223	201	0,050	223	160
	–			–			–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–			–			–	
0,060	1.415	1.528	0,045	1.114	1.103	0,055	1.114	1.103	0,060	1.114	936	0,050	891	980	0,050	891	802	0,050	891	713
0,060	1.415	1.528	0,045	1.114	1.103	0,055	1.114	1.103	0,060	1.114	936	0,050	891	980	0,050	891	802	0,050	891	713
0,060	1.011	1.091	0,045	796	788	0,055	796	788	0,060	796	668	0,050	637	700	0,050	637	573	0,050	637	509
0,060	1.667	1.801	0,045	1.313	1.300	0,055	1.313	1.300	0,060	1.313	1.103	0,050	1.050	1.155	0,050	1.050	945	0,050	1.050	840
0,060	1.637	1.773	0,045	1.194	1.182	0,055	1.194	1.182	0,060	1.194	1.003	0,050	955	1.050	0,050	955	859	0,050	955	764
0,060	4.851	5.239	0,045	3.820	3.782	0,055	3.820	3.782	0,060	3.820	3.209	0,050	3.056	3.361	0,050	3.056	2.750	0,050	3.056	2.445
	–			–			–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–			–			–	
0,065	8.084	9.459	0,045	6.366	6.303	0,085	6.366	6.303	0,060	6.366	5.348	0,050	5.093	5.602	0,050	5.093	4.584	0,050	5.093	4.074
0,065	7.276	8.513	0,045	5.730	5.672	0,085	5.730	5.672	0,060	5.730	4.813	0,050	4.584	5.042	0,050	4.584	4.125	0,050	4.584	3.667
	–			–			–			–			–			–			–	

Tabelle 8.9 GARANT Walzenstirnfräser (HSS-Co5)

Katalognummer 181000; 181100; 181500; 181700; 181750; 182200; 182220; 182500; 182520; 182600, 182700; 182750
DIN 841; 1880T1

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Beschichtung	v_c [m/min] min. – Start – max.	∅ 40 $a_e = 0{,}75xD$ $a_p = 0{,}2xD$ f_z [mm/Z]	∅ 40 $a_e = 0{,}75xD$ $a_p = 0{,}1xD$ f_z [mm/Z]	∅ 50 $a_e = 0{,}75xD$ $a_p = 0{,}2xD$ f_z [mm/Z]	∅ 50 $a_e = 0{,}75xD$ $a_p = 0{,}1xD$ f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	unbeschichtet	25 – 28 – 30	0,055	0,065	0,070	0,080
			beschichtet	60 – 68 – 75	0,065	0,080	0,080	0,100
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	unbeschichtet	25 – 28 – 30	0,055	0,065	0,070	0,080
			beschichtet	60 – 68 – 75	0,065	0,080	0,080	0,100
2.0	Automatenst.	< 850	unbeschichtet	25 – 28 – 30	0,055	0,065	0,070	0,080
			beschichtet	60 – 68 – 75	0,065	0,080	0,080	0,100
2.1	Automatenst.	850 – 1000	unbeschichtet	25 – 28 – 30	0,055	0,065	0,070	0,080
			beschichtet	60 – 68 – 75	0,065	0,080	0,080	0,100
3.0	unleg. Vergü.-St.	< 700	unbeschichtet	25 – 28 – 30	0,055	0,065	0,070	0,080
			beschichtet	60 – 68 – 75	0,065	0,080	0,080	0,100
3.1	unleg. Vergü.-St.	750 – 850	unbeschichtet	18 – 22 – 25	0,055	0,065	0,070	0,080
			beschichtet	50 – 55 – 60	0,065	0,080	0,080	0,100
3.2	unleg. Vergü.-St.	850 – 1000	unbeschichtet	18 – 22 – 25	0,055	0,065	0,070	0,080
			beschichtet	50 – 55 – 60	0,065	0,080	0,080	0,100
4.0	leg. Vergü.-St.	850 – 1000	unbeschichtet	18 – 22 – 25	0,055	0,065	0,070	0,080
			beschichtet	50 – 55 – 60	0,065	0,080	0,080	0,100
4.1	leg. Vergü.-St.	1000 – 1200	unbeschichtet	10 – 14 – 18	0,055	0,065	0,070	0,080
			beschichtet	35 – 40 – 45	0,065	0,080	0,080	0,100
5.0	unleg. Einsatzst.	< 750	unbeschichtet	25 – 28 – 30	0,055	0,065	0,070	0,080
			beschichtet	60 – 68 – 75	0,065	0,080	0,080	0,100
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	unbeschichtet	25 – 28 – 30	0,055	0,065	0,070	0,080
			beschichtet	60 – 68 – 75	0,065	0,080	0,080	0,100
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	unbeschichtet	25 – 28 – 30	0,055	0,065	0,070	0,080
			beschichtet	60 – 68 – 75	0,065	0,080	0,080	0,100
7.0	Nitrierstähle	< 1000	unbeschichtet	18 – 22 – 25	0,055	0,065	0,070	0,080
			beschichtet	50 – 55 – 60	0,065	0,080	0,080	0,100
7.1	Nitrierstähle	> 1000	unbeschichtet	10 – 14 – 18	0,055	0,065	0,070	0,080
			beschichtet	35 – 40 – 45	0,065	0,080	0,080	0,100
8.0	Werkzeugstähle	< 850	unbeschichtet	25 – 28 – 30	0,055	0,065	0,070	0,080
			beschichtet	60 – 68 – 75	0,065	0,080	0,080	0,100
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	unbeschichtet	18 – 22 – 25	0,055	0,065	0,070	0,080
			beschichtet	50 – 55 – 60	0,065	0,080	0,080	0,100
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	unbeschichtet	10 – 14 – 18	0,055	0,065	0,070	0,080
			beschichtet	35 – 40 – 45	0,065	0,080	0,080	0,100
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	unbeschichtet	18 – 22 – 25	0,055	0,065	0,070	0,080
			beschichtet	50 – 55 – 60	0,065	0,080	0,080	0,100
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	unbeschichtet	–	–	–	–	–
			beschichtet	–	–	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	unbeschichtet	–	–	–	–	–
			beschichtet	–	–	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	unbeschichtet	–	–	–	–	–
			beschichtet	–	–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	unbeschichtet	18 – 22 – 25	0,055	0,065	0,070	0,080
			beschichtet	50 – 55 – 60	0,065	0,080	0,080	0,100
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	unbeschichtet	–	–	–	–	–
			beschichtet	–	–	–	–	–
12.0	Federstähle	< 1500	unbeschichtet	18 – 22 – 25	0,055	0,065	0,070	0,080
			beschichtet	50 – 55 – 60	0,065	0,080	0,080	0,100





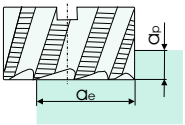
∅ 63		∅ 80		∅ 100		∅ 125	
$a_e = 0{,}75xD$ $a_p = 0{,}2xD$ f_z [mm/Z]	$a_e = 0{,}75xD$ $a_p = 0{,}1xD$ f_z [mm/Z]	$a_e = 0{,}75xD$ $a_p = 0{,}2xD$ f_z [mm/Z]	$a_e = 0{,}75xD$ $a_p = 0{,}1xD$ f_z [mm/Z]	$a_e = 0{,}75xD$ $a_p = 0{,}2xD$ f_z [mm/Z]	$a_e = 0{,}75xD$ $a_p = 0{,}1xD$ f_z [mm/Z]	$a_e = 0{,}75xD$ $a_p = 0{,}2xD$ f_z [mm/Z]	$a_e = 0{,}75xD$ $a_p = 0{,}1xD$ f_z [mm/Z]
0,075 0,085	0,085 0,120	0,085 0,100	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125
0,075 0,085	0,085 0,120	0,085 0,100	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125
0,075 0,085	0,085 0,120	0,085 0,100	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125
0,075 0,085	0,085 0,120	0,085 0,100	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125
0,075 0,085	0,085 0,120	0,085 0,100	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125
0,075 0,085	0,085 0,120	0,085 0,100	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125
0,075 0,085	0,085 0,120	0,085 0,120	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125
0,075 0,085	0,085 0,120	0,085 0,100	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125
0,075 0,085	0,085 0,120	0,085 0,120	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125
0,075 0,085	0,085 0,120	0,085 0,100	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125
0,075 0,085	0,085 0,120	0,085 0,120	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125
0,075 0,085	0,085 0,120	0,085 0,120	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125
0,075 0,085	0,085 0,120	0,085 0,120	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125
0,075 0,085	0,085 0,120	0,085 0,120	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125
0,075 0,085	0,085 0,120	0,085 0,120	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125
0,075 0,085	0,085 0,120	0,085 0,120	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	– –	– –
0,075 0,085	0,085 0,120	0,085 0,120	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	– –	– –
– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –
– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –
– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –
0,075 0,085	0,085 0,120	0,085 0,100	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	– –	– –
– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –
0,075 0,085	0,085 0,120	0,085 0,100	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	– –	– –

Tabelle 8.9 (Forts.) GARANT Walzenstirnfräser (HSS-Co5)

Katalognummer 181000; 181100; 181500; 181700; 181750; 182200; 182220; 182500; 182520; 182600, 182700; 182750

DIN 841; 1880 T1

Werk-stoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Beschichtung	v_c [m/min] min.	v_c [m/min] Start	v_c [m/min] max.	∅ 40 a_e = 0,75xD a_p = 0,2xD f_z [mm/Z]	∅ 40 a_e = 0,75xD a_p = 0,1xD f_z [mm/Z]	∅ 50 a_e = 0,75xD a_p = 0,2xD f_z [mm/Z]	∅ 50 a_e = 0,75xD a_p = 0,1xD f_z [mm/Z]
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	unbeschichtet	10	14	18	0,055	0,065	0,070	0,080
			beschichtet	35	40	45	0,065	0,080	0,080	0,100
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	unbeschichtet	6	9	12	0,055	0,065	0,070	0,080
			beschichtet	24	28	32	0,065	0,080	0,080	0,100
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	unbeschichtet	6	9	12	0,055	0,065	0,070	0,080
			beschichtet	24	28	32	0,065	0,080	0,080	0,100
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	unbeschichtet	10	14	18	0,055	0,065	0,070	0,080
			beschichtet	35	40	45	0,065	0,080	0,080	0,100
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	unbeschichtet	6	9	12	0,055	0,065	0,070	0,080
			beschichtet	24	28	32	0,065	0,080	0,080	0,100
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	unbeschichtet	18	22	25	0,055	0,065	0,070	0,080
			beschichtet	50	55	60	0,065	0,080	0,080	0,100
15.1	Gusseisen (BB)	> 180 HB	unbeschichtet	10	14	18	0,055	0,065	0,070	0,080
			beschichtet	35	40	45	0,065	0,080	0,080	0,100
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	unbeschichtet	18	22	25	0,055	0,065	0,070	0,080
			beschichtet	50	55	60	0,065	0,080	0,080	0,100
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	unbeschichtet	10	14	18	0,055	0,065	0,070	0,080
			beschichtet	35	40	45	0,065	0,080	0,080	0,100
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	unbeschichtet	25	28	30	0,055	0,065	0,070	0,080
			beschichtet	60	68	75	0,065	0,080	0,080	0,100
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	unbeschichtet	10	14	18	0,055	0,065	0,070	0,080
			beschichtet	35	40	45	0,065	0,080	0,080	0,100
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	unbeschichtet	180	200	220	0,055	0,110	0,070	0,130
			beschichtet	330	350	370	0,065	0,130	0,080	0,150
17.1	Al-Leg., kurzspanend		unbeschichtet	180	200	220	0,055	0,110	0,070	0,130
			beschichtet	330	350	370	0,065	0,130	0,080	0,150
17.2	Alu.-Gussleg. > 10% Si		unbeschichtet		–		–	–	–	–
			beschichtet		–		–	–	–	–
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	unbeschichtet	50	60	70	0,055	0,110	0,070	0,130
			beschichtet	80	90	100	0,065	0,130	0,008	0,150
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	unbeschichtet	50	60	70	0,055	0,110	0,070	0,130
			beschichtet	80	90	100	0,065	0,130	0,080	0,150
18.2	Messing, langspanend	< 600	unbeschichtet	40	50	60	0,055	0,110	0,070	0,130
			beschichtet	70	80	90	0,065	0,130	0,080	0,150
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	unbeschichtet		–		–	–	–	–
			beschichtet		–		–	–	–	–
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	unbeschichtet		–		–	–	–	–
			beschichtet		–		–	–	–	–
18.5	Bronze, langspanend	< 850	unbeschichtet		–		–	–	–	–
			beschichtet		–		–	–	–	–
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	unbeschichtet		–		–	–	–	–
			beschichtet		–		–	–	–	–
19.0	Graphit		unbeschichtet		–		–	–	–	–
			beschichtet		–		–	–	–	–
20.0	Thermoplast		unbeschichtet	180	200	220	0,055	0,110	0,070	0,130
			beschichtet	330	350	370	0,065	0,130	0,080	0,150
20.1	Duroplast		unbeschichtet	140	160	180	0,055	0,110	0,070	0,130
			beschichtet	260	300	340	0,065	0,130	0,080	0,150
20.2	GFK und CFK		–		–		–	–	–	–
			–		–		–	–	–	–



	∅ 63		∅ 80		∅ 100		∅ 125	
	$a_e = 0,75xD$ $a_p = 0,2xD$ f_z [mm/Z]	$a_e = 0,75xD$ $a_p = 0,1xD$ f_z [mm/Z]	$a_e = 0,75xD$ $a_p = 0,2xD$ f_z [mm/Z]	$a_e = 0,75xD$ $a_p = 0,1xD$ f_z [mm/Z]	$a_e = 0,75xD$ $a_p = 0,2xD$ f_z [mm/Z]	$a_e = 0,75xD$ $a_p = 0,1xD$ f_z [mm/Z]	$a_e = 0,75xD$ $a_p = 0,2xD$ f_z [mm/Z]	$a_e = 0,75xD$ $a_p = 0,1xD$ f_z [mm/Z]
	0,075 0,085	0,085 0,120	0,085 0,100	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125
	0,075 0,085	0,085 0,120	0,085 0,100	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125
	0,075 0,085	0,085 0,120	0,085 0,100	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125
	0,075 0,085	0,085 0,120	0,085 0,100	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125
	0,075 0,085	0,085 0,120	0,085 0,100	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125
	0,075 0,085	0,085 0,120	0,085 0,100	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125
	0,075 0,085	0,085 0,120	0,085 0,100	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125
	0,075 0,085	0,085 0,120	0,085 0,100	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125
	0,075 0,085	0,085 0,120	0,085 0,100	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125
	0,075 0,085	0,085 0,120	0,085 0,100	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	– –	– –
	0,075 0,085	0,085 0,120	0,085 0,100	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	– –	– –
	0,075 0,085	0,130 0,160	0,085 0,100	0,135 0,160	0,085 0,100	0,155 0,180	0,085 0,100	0,155 0,180
	0,075 0,085	0,130 0,160	0,085 0,100	0,135 0,160	0,085 0,100	0,155 0,180	0,085 0,100	0,155 0,180
	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –
	0,075 0,085	0,130 0,160	0,085 0,100	0,135 0,160	0,085 0,100	0,155 0,180	0,085 0,100	0,155 0,180
	0,075 0,085	0,130 0,160	0,085 0,100	0,135 0,160	0,085 0,100	0,155 0,180	0,085 0,100	0,155 0,180
	0,075 0,085	0,130 0,160	0,085 0,100	0,135 0,160	0,085 0,100	0,155 0,180	0,085 0,100	0,155 0,180
	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –
	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –
	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –
	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –
	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –
	0,075 0,085	0,130 0,160	0,085 0,100	0,135 0,160	0,085 0,100	0,155 0,180	0,085 0,100	0,155 0,180
	0,075 0,085	0,130 0,160	0,085 0,100	0,135 0,160	0,085 0,100	0,155 0,180	0,085 0,100	0,155 0,180
	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –







Tabelle 8.10 GARANT HM-Trennfräser mit Bund

Katalognummer 185900
DIN Werknorm

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ 72 Breite (a_p): 3,0 Z = 12			∅ 107 Breite (a_p): 3,0-5,0 Z = 16		
						f_z	n	v_f	f_z	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	[mm/Z]	[U/min]	[mm/min]	[mm/Z]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	60 –	80 –	100	0,050	354	212	0,050	238	190
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	50 –	70 –	90	0,050	309	186	0,050	208	167
2.0	Automatenstähle	< 850	50 –	70 –	90	0,050	309	186	0,050	208	167
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	45 –	60 –	75	0,050	265	159	0,050	178	143
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	50 –	70 –	90	0,050	309	186	0,050	208	167
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	45 –	60 –	75	0,050	265	159	0,050	178	143
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000		–			–			–	
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000		–			–			–	
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200		–			–			–	
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	50 –	70 –	90	0,050	309	186	0,050	208	167
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	45 –	60 –	75	0,050	265	159	0,050	178	143
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000		–			–			–	
7.0	Nitrierstähle	< 1000		–			–			–	
7.1	Nitrierstähle	> 1000		–			–			–	
8.0	Werkzeugstähle	< 850	45 –	60 –	75	0,050	265	159	0,050	178	143
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100		–			–			–	
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400		–			–			–	
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200		–			–			–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–			–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350		–			–			–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–			–			–	
12.0	Federstähle	< 1500		–			–			–	
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	35 –	40 –	45	0,050	177	106	0,050	119	95
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	35 –	40 –	45	0,050	177	106	0,050	119	95
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	35 –	40 –	45	0,050	177	106	0,050	119	95
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100		–			–			–	
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–			–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	50 –	60 –	70	0,050	265	159	0,050	178	143
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	50 –	60 –	70	0,050	265	159	0,050	178	143
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	45 –	55 –	65	0,050	243	146	0,050	164	131
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	45 –	55 –	65	0,050	243	146	0,050	164	131
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850		–			–			–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200		–			–			–	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	160 –	180 –	200	0,050	796	477	0,050	535	428
17.1	Al-Leg., kurzspanend		160 –	180 –	200	0,050	796	477	0,050	535	428
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		100 –	120 –	140	0,050	531	318	0,050	357	286
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	160 –	180 –	200	0,050	796	477	0,050	535	428
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	130 –	150 –	170	0,050	663	398	0,050	446	357
18.2	Messing, langspanend	< 600	130 –	150 –	170	0,050	663	398	0,050	446	357
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	130 –	150 –	170	0,050	663	398	0,050	446	357
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	130 –	150 –	170	0,050	663	398	0,050	446	357
18.5	Bronze, langspanend	< 850	130 –	150 –	170	0,050	663	398	0,050	446	357
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	130 –	150 –	170	0,050	663	398	0,050	446	357
19.0	Graphit			–			–			–	
20.0	Thermoplast		160 –	180 –	200	0,050	796	477	0,050	535	428
20.1	Duroplast		130 –	150 –	170	0,050	663	398	0,050	446	357
20.2	GFK und CFK			–			–			–	

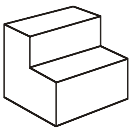


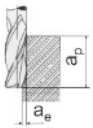
∅ 127 Breite (a_p): 4,0 Z = 20			∅ 127 Breite (a_p): 5,0 Z = 20			∅ 152 Breite (a_p): 5,0 Z = 20			Kühl-Schmierstoff
f_z [mm/Z]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f_z [mm/Z]	n [mm/Z]	v_f [U/min]	f_z [mm/Z]	n [U/min]	v_f [mm/min]	
0,060	201	241	0,070	201	281	0,080	168	268	Emulsion
0,060	175	211	0,070	175	246	0,080	147	235	Emulsion
0,060	175	211	0,070	175	246	0,080	147	235	Emulsion
0,060	150	180	0,070	150	211	0,080	126	201	Emulsion
0,060	175	211	0,070	175	246	0,080	147	235	Emulsion
0,060	150	180	0,070	150	211	0,080	126	201	Emulsion
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
0,060	175	211	0,070	175	246	0,080	147	235	Emulsion
0,060	150	180	0,070	150	211	0,080	126	201	Emulsion
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
0,060	150	180	0,070	150	211	0,080	126	201	Emulsion
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
0,060	100	120	0,070	100	140	0,080	84	134	Emulsion
0,060	100	120	0,070	100	140	0,080	84	134	Emulsion
0,060	100	120	0,070	100	140	0,080	84	134	Emulsion
	–			–			–		–
	–			–			–		–
0,060	150	180	0,070	150	211	0,080	126	201	Emulsion
0,060	150	180	0,070	150	211	0,080	126	201	Emulsion
0,060	138	165	0,070	138	193	0,080	115	184	Emulsion
0,060	138	165	0,070	138	193	0,080	115	184	Emulsion
	–			–			–		–
	–			–			–		–
0,060	451	541	0,070	451	632	0,080	377	603	Emulsion
0,060	451	541	0,070	451	632	0,080	377	603	Emulsion
0,060	301	361	0,070	301	421	0,080	251	402	Emulsion
0,060	451	541	0,070	451	632	0,080	377	603	Emulsion
0,060	376	451	0,070	376	526	0,080	314	503	Emulsion
0,060	376	451	0,070	376	526	0,080	314	503	Emulsion
0,060	–	–	0,070	–	–	0,080	–	–	Emulsion
0,060	–	–	0,070	–	–	0,080	–	–	Emulsion
0,060	–	–	0,070	–	–	0,080	–	–	Emulsion
0,060	–	–	0,070	–	–	0,080	–	–	Emulsion
	–			–			–		–
0,060	451	541	0,070	451	632	0,080	377	603	Emulsion
0,060	376	451	0,070	376	526	0,080	314	503	Emulsion
	–			–			–		–

Tabelle 8.11 GARANT-Schaftfräser HSS/PM (unbesch., beschichtet) – Schruppen Kontur (Umrissfräsen)

f_z für a_e = 0,5 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schneidstoff/ Beschichtung	Durchmesser [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baust.	< 500	HSS, unbesch.	–	–	28	0,002	28	0,003	28	0,005
			HSS, beschichtet	–	–	78	0,002	78	0,003	78	0,005
			PM, beschichtet	–	–	83	0,002	83	0,003	83	0,005
1.1	allg. Baust.	500 – 850	HSS, unbesch.	–	–	23	0,002	23	0,003	23	0,005
			HSS, beschichtet	–	–	64	0,002	64	0,003	64	0,005
			PM, beschichtet	–	–	69	0,002	69	0,003	69	0,005
2.0	Automatenst.	< 850	HSS, unbesch.	–	–	26	0,002	26	0,003	26	0,005
			HSS, beschichtet	–	–	69	0,002	69	0,003	69	0,005
			PM, beschichtet	–	–	74	0,002	74	0,003	74	0,005
2.1	Automatenst.	850 – 1000	HSS, unbesch.	–	–	20	0,002	20	0,003	20	0,005
			HSS, beschichtet	–	–	64	0,002	64	0,003	64	0,005
			PM, beschichtet	–	–	69	0,002	69	0,003	69	0,005
3.0	unleg. Vergü.-St.	<700	HSS, unbesch.	–	–	25	0,002	25	0,003	25	0,005
			HSS, beschichtet	–	–	64	0,002	64	0,003	64	0,005
			PM, beschichtet	–	–	69	0,002	69	0,003	69	0,005
3.1	unleg. Vergü.-St.	700 – 850	HSS, unbesch.	–	–	23	0,002	23	0,003	23	0,005
			HSS, beschichtet	–	–	55	0,002	55	0,003	55	0,005
			PM, beschichtet	–	–	64	0,002	64	0,003	64	0,005
3.2	unleg. Vergü.-St.	850 – 1000	HSS, unbesch.	–	–	18	0,002	18	0,003	18	0,005
			HSS, beschichtet	–	–	41	0,002	41	0,003	41	0,005
			PM, beschichtet	–	–	51	0,002	51	0,003	51	0,005
4.0	leg. Vergü.-St.	850 – 1000	HSS, unbesch.	–	–	17	0,002	17	0,003	17	0,005
			HSS, beschichtet	–	–	41	0,002	41	0,003	41	0,005
			PM, beschichtet	–	–	51	0,002	51	0,003	51	0,005
4.1	leg. Vergü.-St.	1000 – 1200	HSS, unbesch.	–	–	14	0,002	14	0,003	14	0,005
			HSS, beschichtet	–	–	39	0,002	39	0,003	39	0,005
			PM, beschichtet	–	–	46	0,002	46	0,003	46	0,005
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	HSS, unbesch.	–	–	23	0,002	23	0,003	23	0,005
			HSS, beschichtet	–	–	55	0,002	55	0,003	55	0,005
			PM, beschichtet	–	–	64	0,002	64	0,003	64	0,005
6.0	leg. Einsatzst.	<1000	HSS, unbesch.	–	–	17	0,002	17	0,003	17	0,005
			HSS, beschichtet	–	–	46	0,002	46	0,003	46	0,005
			PM, beschichtet	–	–	60	0,002	60	0,003	60	0,005
6.1	leg. Einsatzst.	>1000	HSS, unbesch.	–	–	14	0,002	14	0,003	14	0,005
			HSS, beschichtet	–	–	41	0,002	41	0,003	41	0,005
			PM, beschichtet	–	–	51	0,002	51	0,003	51	0,005
7.0	Nitrierstähle	<1000	HSS, unbesch.	–	–	17	0,002	17	0,003	17	0,005
			HSS, beschichtet	–	–	39	0,002	39	0,003	39	0,005
			PM, beschichtet	–	–	51	0,002	51	0,003	51	0,005
7.1	Nitrierstähle	>1000	HSS, unbesch.	–	–	14	0,002	14	0,003	14	0,005
			HSS, beschichtet	–	–	32	0,002	32	0,003	32	0,005
			PM, beschichtet	–	–	41	0,002	41	0,003	41	0,005
8.0	Werkzeugstähle	< 850	HSS, unbesch.	–	–	20	0,002	20	0,003	20	0,005
			HSS, beschichtet	–	–	35	0,002	35	0,003	35	0,005
			PM, beschichtet	–	–	41	0,002	41	0,003	41	0,005
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	HSS, unbesch.	–	–	12	0,002	12	0,003	12	0,005
			HSS, beschichtet	–	–	29	0,002	29	0,003	29	0,005
			PM, beschichtet	–	–	37	0,002	37	0,003	37	0,005
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	HSS, unbesch.	–	–	7	0,002	7	0,003	7	0,005
			HSS, beschichtet	–	–	25	0,002	25	0,003	25	0,005
			PM, beschichtet	–	–	32	0,002	32	0,003	32	0,005



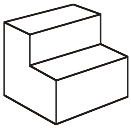


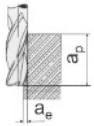
Durchmesser [mm]															KSS
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0			
v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]		
28	0,009	28	0,012	28	0,017	28	0,027	28	0,037	28	0,060	28	0,060		Emuls.
78	0,009	78	0,012	78	0,017	78	0,027	78	0,037	78	0,060	78	0,060		Emuls.
83	0,010	83	0,014	83	0,020	83	0,032	83	0,044	83	0,071	83	0,071		Emuls.
23	0,007	23	0,010	23	0,015	23	0,024	23	0,032	23	0,053	23	0,053		Emuls.
64	0,007	64	0,010	64	0,015	64	0,024	64	0,032	64	0,053	64	0,053		Emuls.
69	0,010	69	0,014	69	0,020	69	0,032	69	0,044	69	0,065	69	0,065		Emuls.
26	0,007	26	0,010	26	0,015	26	0,024	26	0,032	26	0,053	26	0,053		Emuls.
69	0,007	69	0,010	69	0,015	69	0,024	69	0,032	69	0,053	69	0,053		Emuls.
74	0,010	74	0,014	74	0,020	74	0,032	74	0,044	74	0,065	74	0,065		Emuls.
20	0,007	20	0,010	20	0,015	20	0,024	20	0,032	20	0,053	20	0,053		Emuls.
64	0,007	64	0,010	64	0,015	64	0,024	64	0,032	64	0,053	64	0,053		Emuls.
69	0,010	69	0,014	69	0,020	69	0,032	69	0,044	69	0,065	69	0,065		Emuls.
25	0,007	25	0,010	25	0,015	25	0,024	25	0,032	25	0,053	25	0,053		Emuls.
64	0,007	64	0,010	64	0,015	64	0,024	64	0,032	64	0,053	64	0,053		Emuls.
69	0,010	69	0,014	69	0,020	69	0,032	69	0,044	69	0,065	69	0,065		Emuls.
23	0,007	23	0,010	23	0,015	23	0,024	23	0,032	23	0,053	23	0,053		Emuls.
55	0,007	55	0,010	55	0,015	55	0,024	55	0,032	55	0,053	55	0,053		Emuls.
64	0,010	64	0,014	64	0,020	64	0,032	64	0,044	64	0,065	64	0,065		Emuls.
18	0,007	18	0,010	18	0,015	18	0,024	18	0,032	18	0,053	18	0,053		Emuls.
41	0,007	41	0,010	41	0,015	41	0,024	41	0,032	41	0,053	41	0,053		Emuls.
51	0,010	51	0,014	51	0,020	51	0,032	51	0,044	51	0,065	51	0,065		Emuls.
17	0,007	17	0,010	17	0,015	17	0,024	17	0,032	17	0,053	17	0,053		Emuls.
41	0,007	41	0,010	41	0,015	41	0,024	41	0,032	41	0,053	41	0,053		Emuls.
51	0,010	51	0,014	51	0,020	51	0,032	51	0,044	51	0,065	51	0,065		Emuls.
14	0,009	14	0,012	14	0,017	14	0,027	14	0,037	14	0,060	14	0,060		Emuls.
39	0,009	39	0,012	39	0,017	39	0,027	39	0,037	39	0,060	39	0,060		Emuls.
46	0,010	46	0,014	46	0,020	46	0,032	46	0,044	46	0,071	46	0,071		Emuls.
23	0,007	23	0,010	23	0,015	23	0,024	23	0,032	23	0,053	23	0,053		Emuls.
55	0,007	55	0,010	55	0,015	55	0,024	55	0,032	55	0,053	55	0,053		Emuls.
64	0,010	64	0,014	64	0,020	64	0,032	64	0,044	64	0,065	64	0,065		Emuls.
17	0,007	17	0,010	17	0,015	17	0,024	17	0,032	17	0,053	17	0,053		Emuls.
46	0,007	46	0,010	46	0,015	46	0,024	46	0,032	46	0,053	46	0,053		Emuls.
60	0,010	60	0,014	60	0,020	60	0,032	60	0,044	60	0,065	60	0,065		Emuls.
14	0,009	14	0,012	14	0,017	14	0,027	14	0,037	14	0,060	14	0,060		Emuls.
41	0,009	41	0,012	41	0,017	41	0,027	41	0,037	41	0,060	41	0,060		Emuls.
51	0,010	51	0,014	51	0,020	51	0,032	51	0,044	51	0,071	51	0,071		Emuls.
17	0,007	17	0,010	17	0,015	17	0,024	17	0,032	17	0,053	17	0,053		Emuls.
39	0,007	39	0,010	39	0,015	39	0,024	39	0,032	39	0,053	39	0,053		Emuls.
51	0,010	51	0,014	51	0,020	51	0,032	51	0,044	51	0,065	51	0,065		Emuls.
14	0,009	14	0,012	14	0,017	14	0,027	14	0,037	14	0,060	14	0,060		Emuls.
32	0,009	32	0,012	32	0,017	32	0,027	32	0,037	32	0,060	32	0,060		Emuls.
41	0,010	41	0,014	41	0,020	41	0,032	41	0,044	41	0,071	41	0,071		Emuls.
20	0,007	20	0,010	20	0,015	20	0,024	20	0,032	20	0,053	20	0,053		Emuls.
35	0,007	35	0,010	35	0,015	35	0,024	35	0,032	35	0,053	35	0,053		Emuls.
41	0,010	41	0,014	41	0,020	41	0,032	41	0,044	41	0,065	41	0,065		Emuls.
12	0,009	12	0,012	12	0,017	12	0,027	12	0,037	12	0,060	12	0,060		Emuls.
29	0,009	29	0,012	29	0,017	29	0,027	29	0,037	29	0,060	29	0,060		Emuls.
37	0,010	37	0,014	37	0,020	37	0,032	37	0,044	37	0,071	37	0,071		Emuls.
7	0,009	7	0,012	7	0,017	7	0,027	7	0,037	7	0,060	7	0,060		Emuls.
25	0,009	25	0,012	25	0,017	25	0,027	25	0,037	25	0,060	25	0,060		Emuls.
32	0,010	32	0,014	32	0,020	32	0,032	32	0,044	32	0,071	32	0,071		Emuls.

Tabelle 8.11 (Forts.) GARANT-Schaftfräser HSS/PM (unbesch., beschichtet) – Schruppen Kontur (Umrissfräsen)

f_z für a_e = 0,5 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schneidstoff/ Beschichtung	Durchmesser [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	HSS, unbesch.	–	–	6	0,002	6	0,003	6	0,005
			HSS, beschichtet	–	–	21	0,002	21	0,003	21	0,005
			PM, beschichtet	–	–	26	0,002	26	0,003	26	0,005
10.0	gehärtete Stähle	45 – 55 HRC	HSS, unbesch.	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55 – 60 HRC	HSS, unbesch.	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60 – 67 HRC	HSS, unbesch.	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	HSS, unbesch.	–	–	7	0,002	7	0,003	7	0,005
			HSS, beschichtet	–	–	18	0,002	18	0,003	18	0,005
			PM, beschichtet	–	–	28	0,002	28	0,003	28	0,005
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	HSS, unbesch.	–	–	4	0,002	4	0,003	4	0,005
			HSS, beschichtet	–	–	7	0,002	7	0,003	7	0,005
			PM, beschichtet	–	–	14	0,002	14	0,003	14	0,005
12.0	Federstähle	< 1500	HSS, unbesch.	–	–	6	0,002	6	0,003	6	0,005
			HSS, beschichtet	–	–	14	0,002	14	0,003	14	0,005
			PM, beschichtet	–	–	21	0,002	21	0,003	21	0,005
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	HSS, unbesch.	–	–	18	0,002	18	0,003	18	0,005
			HSS, beschichtet	–	–	28	0,002	28	0,003	28	0,005
			PM, beschichtet	–	–	41	0,002	41	0,003	41	0,005
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	HSS, unbesch.	–	–	14	0,002	14	0,003	14	0,005
			HSS, beschichtet	–	–	23	0,002	23	0,003	23	0,005
			PM, beschichtet	–	–	32	0,002	32	0,003	32	0,005
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	HSS, unbesch.	–	–	9	0,002	9	0,003	9	0,005
			HSS, beschichtet	–	–	17	0,002	17	0,003	17	0,005
			PM, beschichtet	–	–	23	0,002	23	0,003	23	0,005
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	HSS, unbesch.	–	–	7	0,002	7	0,003	7	0,005
			HSS, beschichtet	–	–	14	0,002	14	0,003	14	0,005
			PM, beschichtet	–	–	18	0,002	18	0,003	18	0,005
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	HSS, unbesch.	–	–	5	0,002	5	0,003	5	0,005
			HSS, beschichtet	–	–	9	0,002	9	0,003	9	0,005
			PM, beschichtet	–	–	14	0,002	14	0,003	14	0,005
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	HSS, unbesch.	–	–	26	0,002	26	0,003	26	0,005
			HSS, beschichtet	–	–	60	0,002	60	0,003	60	0,005
			PM, beschichtet	–	–	64	0,002	64	0,003	64	0,005
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	HSS, unbesch.	–	–	23	0,002	23	0,003	23	0,005
			HSS, beschichtet	–	–	46	0,002	46	0,003	46	0,005
			PM, beschichtet	–	–	55	0,002	55	0,003	55	0,005
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	HSS, unbesch.	–	–	20	0,002	20	0,003	20	0,005
			HSS, beschichtet	–	–	37	0,002	37	0,003	37	0,005
			PM, beschichtet	–	–	41	0,002	41	0,003	41	0,005
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	HSS, unbesch.	–	–	14	0,002	14	0,003	14	0,005
			HSS, beschichtet	–	–	26	0,002	26	0,003	26	0,005
			PM, beschichtet	–	–	32	0,002	32	0,003	32	0,005



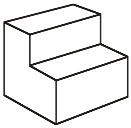


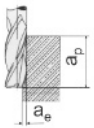
Durchmesser [mm]															KSS
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0			
v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]		
6	0,009	6	0,012	6	0,017	6	0,027	6	0,037	6	0,060	6	0,060		Emuls.
21	0,009	21	0,012	21	0,017	21	0,027	21	0,037	21	0,060	21	0,060		Emuls.
26	0,010	26	0,014	26	0,020	26	0,032	26	0,044	26	0,071	26	0,071		Emuls.
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
7	0,009	7	0,012	7	0,017	7	0,027	7	0,037	7	0,060	7	0,060		Emuls.
18	0,009	18	0,012	18	0,017	18	0,027	18	0,037	18	0,060	18	0,060		Emuls.
28	0,010	28	0,014	28	0,020	28	0,032	28	0,044	28	0,071	28	0,071		Emuls.
4	0,009	4	0,012	4	0,017	4	0,027	4	0,037	4	0,060	4	0,060		Emuls.
7	0,009	7	0,012	7	0,017	7	0,027	7	0,037	7	0,060	7	0,060		Emuls.
14	0,010	14	0,014	14	0,020	14	0,032	14	0,044	14	0,071	14	0,071		Emuls.
6	0,009	6	0,012	6	0,017	6	0,027	6	0,037	6	0,060	6	0,060		Emuls.
14	0,009	14	0,012	14	0,017	14	0,027	14	0,037	14	0,060	14	0,060		Emuls.
21	0,010	21	0,014	21	0,020	21	0,032	21	0,044	21	0,071	21	0,071		Emuls.
18	0,007	18	0,010	18	0,015	18	0,024	18	0,032	18	0,053	18	0,053		Emuls.
28	0,007	28	0,010	28	0,015	28	0,024	28	0,032	28	0,053	28	0,053		Emuls.
41	0,010	41	0,014	41	0,020	41	0,032	41	0,044	41	0,065	41	0,065		Emuls.
14	0,007	14	0,010	14	0,015	14	0,024	14	0,032	14	0,053	14	0,053		Emuls.
23	0,007	23	0,010	23	0,015	23	0,024	23	0,032	23	0,053	23	0,053		Emuls.
32	0,010	32	0,014	32	0,020	32	0,032	32	0,044	32	0,065	32	0,065		Emuls.
9	0,007	9	0,010	9	0,015	9	0,024	9	0,032	9	0,053	9	0,053		Emuls.
17	0,007	17	0,010	17	0,015	17	0,024	17	0,032	17	0,053	17	0,053		Emuls.
23	0,010	23	0,014	23	0,020	23	0,032	23	0,044	23	0,065	23	0,065		Emuls.
7	0,009	7	0,012	7	0,017	7	0,027	7	0,037	7	0,060	7	0,060		Emuls.
14	0,009	14	0,012	14	0,017	14	0,027	14	0,037	14	0,060	14	0,060		Emuls.
18	0,010	18	0,014	18	0,020	18	0,032	18	0,044	18	0,071	18	0,071		Emuls.
5	0,009	5	0,012	5	0,017	5	0,027	5	0,037	5	0,060	5	0,060		Emuls.
9	0,009	9	0,012	9	0,017	9	0,027	9	0,037	9	0,060	9	0,060		Emuls.
14	0,010	14	0,014	14	0,020	14	0,032	14	0,044	14	0,071	14	0,071		Emuls.
26	0,007	26	0,010	26	0,015	26	0,024	26	0,032	26	0,053	26	0,053		Emuls.
60	0,007	60	0,010	60	0,015	60	0,024	60	0,032	60	0,053	60	0,053		Emuls.
64	0,010	64	0,014	64	0,020	64	0,032	64	0,044	64	0,065	64	0,065		Emuls.
23	0,007	23	0,010	23	0,015	23	0,024	23	0,032	23	0,053	23	0,053		Emuls.
46	0,007	46	0,010	46	0,015	46	0,024	46	0,032	46	0,053	46	0,053		Emuls.
55	0,010	55	0,014	55	0,020	55	0,032	55	0,044	55	0,065	55	0,065		Emuls.
20	0,007	20	0,010	20	0,015	20	0,024	20	0,032	20	0,053	20	0,053		Emuls.
37	0,007	37	0,010	37	0,015	37	0,024	37	0,032	37	0,053	37	0,053		Emuls.
41	0,010	41	0,014	41	0,020	41	0,032	41	0,044	41	0,065	41	0,065		Emuls.
14	0,007	14	0,010	14	0,015	14	0,024	14	0,032	14	0,053	14	0,053		Emuls.
26	0,007	26	0,010	26	0,015	26	0,024	26	0,032	26	0,053	26	0,053		Emuls.
32	0,010	32	0,014	32	0,020	32	0,032	32	0,044	32	0,065	32	0,065		Emuls.

Tabelle 8.11 (Forts.) GARANT-Schaftfräser HSS/PM (unbesch., beschichtet) – Schruppen Kontur (Umrissfräsen)

f_z für a_e = 0,5 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schneidstoff/ Beschichtung	Durchmesser [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	HSS, unbesch.	–	–	7	0,002	7	0,003	7	0,005
			HSS, beschichtet	–	–	16	0,002	16	0,003	16	0,005
			PM, beschichtet	–	–	23	0,002	23	0,003	23	0,005
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	HSS, unbesch.	–	–	5	0,002	5	0,003	5	0,005
			HSS, beschichtet	–	–	9	0,002	9	0,003	9	0,005
			PM, beschichtet	–	–	14	0,002	14	0,003	14	0,005
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	HSS, unbesch.	–	–	138	0,003	138	0,005	138	0,007
			HSS, beschichtet	–	–	200	0,003	200	0,005	200	0,007
			PM, beschichtet	–	–	220	0,003	220	0,007	220	0,009
17.1	Al-Leg., kurzspanend		HSS, unbesch.	–	–	83	0,005	83	0,007	83	0,010
			HSS, beschichtet	–	–	120	0,005	120	0,007	120	0,010
			PM, beschichtet	–	–	138	0,005	138	0,010	138	0,012
17.2	Alu.-Gussleg. >10% Si		HSS, unbesch.	–	–	37	0,005	37	0,007	37	0,010
			HSS, beschichtet	–	–	100	0,005	100	0,007	100	0,010
			PM, beschichtet	–	–	110	0,005	110	0,010	110	0,012
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	HSS, unbesch.	–	–	55	0,005	55	0,007	55	0,010
			HSS, beschichtet	–	–	92	0,005	92	0,007	92	0,010
			PM, beschichtet	–	–	110	0,005	110	0,010	110	0,012
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	HSS, unbesch.	–	–	55	0,005	55	0,007	55	0,010
			HSS, beschichtet	–	–	92	0,005	92	0,007	92	0,010
			PM, beschichtet	–	–	110	0,005	110	0,010	110	0,012
18.2	Messing, langspanend	< 600	HSS, unbesch.	–	–	37	0,005	37	0,007	37	0,010
			HSS, beschichtet	–	–	83	0,005	83	0,007	83	0,010
			PM, beschichtet	–	–	92	0,005	92	0,010	92	0,012
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	HSS, unbesch.	–	–	37	0,005	37	0,007	37	0,010
			HSS, beschichtet	–	–	83	0,005	83	0,007	83	0,010
			PM, beschichtet	–	–	92	0,005	92	0,010	92	0,012
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	HSS, unbesch.	–	–	28	0,005	28	0,007	28	0,010
			HSS, beschichtet	–	–	64	0,005	64	0,007	64	0,010
			PM, beschichtet	–	–	74	0,005	74	0,010	74	0,012
18.5	Bronze, langspanend	< 850	HSS, unbesch.	–	–	23	0,005	23	0,007	23	0,010
			HSS, beschichtet	–	–	51	0,005	51	0,007	51	0,010
			PM, beschichtet	–	–	64	0,005	64	0,010	64	0,012
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	HSS, unbesch.	–	–	14	0,005	14	0,007	14	0,010
			HSS, beschichtet	–	–	41	0,005	41	0,007	41	0,010
			PM, beschichtet	–	–	46	0,005	46	0,010	46	0,012
19.0	Graphit		HSS, unbesch.	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
20.0	Thermoplast		HSS, unbesch.	–	–	51	0,005	51	0,007	51	0,010
			HSS, beschichtet	–	–	51	0,005	51	0,007	51	0,010
			PM, beschichtet	–	–	64	0,005	64	0,010	64	0,012
20.1	Duroplast		HSS, unbesch.	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
20.2	GFK und CFK		HSS, unbesch.	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–



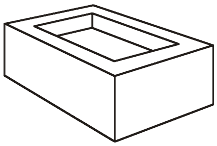


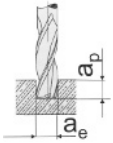
Durchmesser [mm]															KSS
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0			
v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	
7	0,009	7	0,012	7	0,017	7	0,027	7	0,037	7	0,060	7	0,060	Emuls.
16	0,009	16	0,012	16	0,017	16	0,027	16	0,037	16	0,060	16	0,060	Emuls.
23	0,010	23	0,014	23	0,020	23	0,032	23	0,044	23	0,071	23	0,071	Emuls.
5	0,009	5	0,012	5	0,017	5	0,027	5	0,037	5	0,060	5	0,060	Emuls.
9	0,009	9	0,012	9	0,017	9	0,027	9	0,037	9	0,060	9	0,060	Emuls.
14	0,010	14	0,014	14	0,020	14	0,032	14	0,044	14	0,071	14	0,071	Emuls.
138	0,010	138	0,014	138	0,024	138	0,036	138	0,049	138	0,085	138	0,085	Emuls.
200	0,010	200	0,014	200	0,024	200	0,036	200	0,049	200	0,085	200	0,085	Emuls.
220	0,012	220	0,017	220	0,029	220	0,043	220	0,060	220	0,102	220	0,102	Emuls.
83	0,014	83	0,019	83	0,033	83	0,050	83	0,062	83	0,094	83	0,094	Emuls.
120	0,014	120	0,019	120	0,033	120	0,050	120	0,062	120	0,094	120	0,094	Emuls.
138	0,017	138	0,024	138	0,040	138	0,060	138	0,074	138	0,112	138	0,112	Emuls.
37	0,018	37	0,024	37	0,039	37	0,061	37	0,069	37	0,102	37	0,102	Emuls.
100	0,018	100	0,024	100	0,039	100	0,061	100	0,069	100	0,102	100	0,102	Emuls.
110	0,021	110	0,030	110	0,048	110	0,072	110	0,083	110	0,122	110	0,122	Emuls.
55	0,014	55	0,019	55	0,033	55	0,050	55	0,062	55	0,094	55	0,094	Emuls.
92	0,014	92	0,019	92	0,033	92	0,050	92	0,062	92	0,094	92	0,094	Emuls.
110	0,017	110	0,024	110	0,040	110	0,060	110	0,074	110	0,112	110	0,112	Emuls.
55	0,014	55	0,019	55	0,033	55	0,050	55	0,062	55	0,094	55	0,094	ohne
92	0,014	92	0,019	92	0,033	92	0,050	92	0,062	92	0,094	92	0,094	ohne
110	0,017	110	0,024	110	0,040	110	0,060	110	0,074	110	0,112	110	0,112	ohne
37	0,014	37	0,019	37	0,033	37	0,050	37	0,062	37	0,094	37	0,094	ohne
83	0,014	83	0,019	83	0,033	83	0,050	83	0,062	83	0,094	83	0,094	ohne
92	0,017	92	0,024	92	0,040	92	0,060	92	0,074	92	0,112	92	0,112	ohne
37	0,014	37	0,019	37	0,033	37	0,050	37	0,062	37	0,094	37	0,094	ohne
83	0,014	83	0,019	83	0,033	83	0,050	83	0,062	83	0,094	83	0,094	ohne
92	0,017	92	0,024	92	0,040	92	0,060	92	0,074	92	0,112	92	0,112	ohne
28	0,014	28	0,019	28	0,033	28	0,050	28	0,062	28	0,094	28	0,094	ohne
64	0,014	64	0,019	64	0,033	64	0,050	64	0,062	64	0,094	64	0,094	ohne
74	0,017	74	0,024	74	0,040	74	0,060	74	0,074	74	0,112	74	0,112	ohne
23	0,014	23	0,019	23	0,033	23	0,050	23	0,062	23	0,094	23	0,094	Emuls.
51	0,014	51	0,019	51	0,033	51	0,050	51	0,062	51	0,094	51	0,094	Emuls.
64	0,017	64	0,024	64	0,040	64	0,060	64	0,074	64	0,112	64	0,112	Emuls.
14	0,018	14	0,024	14	0,039	14	0,061	14	0,069	14	0,102	14	0,102	Emuls.
41	0,018	41	0,024	41	0,039	41	0,061	41	0,069	41	0,102	41	0,102	Emuls.
46	0,021	46	0,030	46	0,048	46	0,072	46	0,083	46	0,122	46	0,122	Emuls.
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
51	0,014	51	0,019	51	0,033	51	0,050	51	0,062	51	0,094	51	0,094	tr./Luft
51	0,014	51	0,019	51	0,033	51	0,050	51	0,062	51	0,094	51	0,094	tr./Luft
64	0,017	64	0,024	64	0,040	64	0,060	64	0,074	64	0,112	64	0,112	tr./Luft
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabelle 8.12 GARANT-Schaftfräser HSS/PM (unbesch., beschichtet) – Schruppen Vollnut/Tasche

f_z für a_e = 1,0 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schneidstoff/ Beschichtung	Durchmesser [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baust.	< 500	HSS, unbesch.	28	0,001	28	0,001	28	0,002	28	0,003
			HSS, beschichtet	78	0,001	78	0,001	78	0,002	78	0,003
			PM, beschichtet	83	0,001	83	0,001	83	0,002	83	0,003
1.1	allg. Baust.	500 – 850	HSS, unbesch.	23	0,001	23	0,001	23	0,002	23	0,003
			HSS, beschichtet	64	0,001	64	0,001	64	0,002	64	0,003
			PM, beschichtet	69	0,001	69	0,001	69	0,002	69	0,003
2.0	Automatenst.	< 850	HSS, unbesch.	26	0,001	26	0,001	26	0,002	26	0,003
			HSS, beschichtet	69	0,001	69	0,001	69	0,002	69	0,003
			PM, beschichtet	74	0,001	74	0,001	74	0,002	74	0,003
2.1	Automatenst.	850 – 1000	HSS, unbesch.	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,003
			HSS, beschichtet	64	0,001	64	0,001	64	0,002	64	0,003
			PM, beschichtet	69	0,001	69	0,001	69	0,002	69	0,003
3.0	unleg. Vergü.-St.	<700	HSS, unbesch.	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,003
			HSS, beschichtet	64	0,001	64	0,001	64	0,002	64	0,003
			PM, beschichtet	69	0,001	69	0,001	69	0,002	69	0,003
3.1	unleg. Vergü.-St.	700 – 850	HSS, unbesch.	23	0,001	23	0,001	23	0,002	23	0,003
			HSS, beschichtet	55	0,001	55	0,001	55	0,002	55	0,003
			PM, beschichtet	64	0,001	64	0,001	64	0,002	64	0,003
3.2	unleg. Vergü.-St.	850 – 1000	HSS, unbesch.	18	0,001	18	0,001	18	0,002	18	0,003
			HSS, beschichtet	41	0,001	41	0,001	41	0,002	41	0,003
			PM, beschichtet	51	0,001	51	0,001	51	0,002	51	0,003
4.0	leg. Vergü.-St.	850 – 1000	HSS, unbesch.	17	0,001	17	0,001	17	0,002	17	0,003
			HSS, beschichtet	41	0,001	41	0,001	41	0,002	41	0,003
			PM, beschichtet	51	0,001	51	0,001	51	0,002	51	0,003
4.1	leg. Vergü.-St.	1000 – 1200	HSS, unbesch.	14	0,001	14	0,001	14	0,002	14	0,003
			HSS, beschichtet	39	0,001	39	0,001	39	0,002	39	0,003
			PM, beschichtet	46	0,001	46	0,001	46	0,002	46	0,003
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	HSS, unbesch.	23	0,001	23	0,001	23	0,002	23	0,003
			HSS, beschichtet	55	0,001	55	0,001	55	0,002	55	0,003
			PM, beschichtet	64	0,001	64	0,001	64	0,002	64	0,003
6.0	leg. Einsatzst.	<1000	HSS, unbesch.	17	0,001	17	0,001	17	0,002	17	0,003
			HSS, beschichtet	46	0,001	46	0,001	46	0,002	46	0,003
			PM, beschichtet	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,003
6.1	leg. Einsatzst.	>1000	HSS, unbesch.	14	0,001	14	0,001	14	0,002	14	0,003
			HSS, beschichtet	41	0,001	41	0,001	41	0,002	41	0,003
			PM, beschichtet	51	0,001	51	0,001	51	0,002	51	0,003
7.0	Nitrierstähle	<1000	HSS, unbesch.	17	0,001	17	0,001	17	0,002	17	0,003
			HSS, beschichtet	39	0,001	39	0,001	39	0,002	39	0,003
			PM, beschichtet	51	0,001	51	0,001	51	0,002	51	0,003
7.1	Nitrierstähle	>1000	HSS, unbesch.	14	0,001	14	0,001	14	0,002	14	0,003
			HSS, beschichtet	32	0,001	32	0,001	32	0,002	32	0,003
			PM, beschichtet	41	0,001	41	0,001	41	0,002	41	0,003
8.0	Werkzeugstähle	< 850	HSS, unbesch.	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,003
			HSS, beschichtet	35	0,001	35	0,001	35	0,002	35	0,003
			PM, beschichtet	41	0,001	41	0,001	41	0,002	41	0,003
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	HSS, unbesch.	12	0,001	12	0,001	12	0,002	12	0,003
			HSS, beschichtet	29	0,001	29	0,001	29	0,002	29	0,003
			PM, beschichtet	37	0,001	37	0,001	37	0,002	37	0,003
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	HSS, unbesch.	7	0,001	7	0,001	7	0,002	7	0,003
			HSS, beschichtet	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,003
			PM, beschichtet	32	0,001	32	0,001	32	0,002	32	0,003



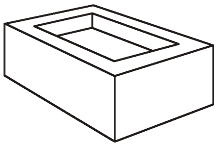


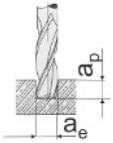
Durchmesser [mm]																	KSS
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0					
v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]				
28	0,005	28	0,007	28	0,010	28	0,016	28	0,025	28	0,028	28	0,035	Emuls.
78	0,005	78	0,007	78	0,010	78	0,016	78	0,025	78	0,028	78	0,035	Emuls.
83	0,006	83	0,008	83	0,012	83	0,019	83	0,029	83	0,033	83	0,042	Emuls.
23	0,004	23	0,006	23	0,009	23	0,014	23	0,021	23	0,025	23	0,031	Emuls.
64	0,004	64	0,006	64	0,009	64	0,014	64	0,021	64	0,025	64	0,031	Emuls.
69	0,006	69	0,008	69	0,012	69	0,019	69	0,029	69	0,033	69	0,038	Emuls.
26	0,004	26	0,006	26	0,009	26	0,014	26	0,021	26	0,025	26	0,031	Emuls.
69	0,004	69	0,006	69	0,009	69	0,014	69	0,021	69	0,025	69	0,031	Emuls.
74	0,006	74	0,008	74	0,012	74	0,019	74	0,029	74	0,033	74	0,038	Emuls.
20	0,004	20	0,006	20	0,009	20	0,014	20	0,021	20	0,025	20	0,031	Emuls.
64	0,004	64	0,006	64	0,009	64	0,014	64	0,021	64	0,025	64	0,031	Emuls.
69	0,006	69	0,008	69	0,012	69	0,019	69	0,029	69	0,033	69	0,038	Emuls.
25	0,004	25	0,006	25	0,009	25	0,014	25	0,021	25	0,025	25	0,031	Emuls.
64	0,004	64	0,006	64	0,009	64	0,014	64	0,021	64	0,025	64	0,031	Emuls.
69	0,006	69	0,008	69	0,012	69	0,019	69	0,029	69	0,033	69	0,038	Emuls.
23	0,004	23	0,006	23	0,009	23	0,014	23	0,021	23	0,025	23	0,031	Emuls.
55	0,004	55	0,006	55	0,009	55	0,014	55	0,021	55	0,025	55	0,031	Emuls.
64	0,006	64	0,008	64	0,012	64	0,019	64	0,029	64	0,033	64	0,038	Emuls.
18	0,004	18	0,006	18	0,009	18	0,014	18	0,021	18	0,025	18	0,031	Emuls.
41	0,004	41	0,006	41	0,009	41	0,014	41	0,021	41	0,025	41	0,031	Emuls.
51	0,006	51	0,008	51	0,012	51	0,019	51	0,029	51	0,033	51	0,038	Emuls.
17	0,004	17	0,006	17	0,009	17	0,014	17	0,021	17	0,025	17	0,031	Emuls.
41	0,004	41	0,006	41	0,009	41	0,014	41	0,021	41	0,025	41	0,031	Emuls.
51	0,006	51	0,008	51	0,012	51	0,019	51	0,029	51	0,033	51	0,038	Emuls.
14	0,005	14	0,007	14	0,010	14	0,016	14	0,025	14	0,028	14	0,035	Emuls.
39	0,005	39	0,007	39	0,010	39	0,016	39	0,025	39	0,028	39	0,035	Emuls.
46	0,006	46	0,008	46	0,020	46	0,019	46	0,029	46	0,033	46	0,042	Emuls.
23	0,004	23	0,006	23	0,009	23	0,014	23	0,021	23	0,025	23	0,031	Emuls.
55	0,004	55	0,006	55	0,009	55	0,014	55	0,021	55	0,025	55	0,031	Emuls.
64	0,006	64	0,008	64	0,012	64	0,019	64	0,029	64	0,033	64	0,038	Emuls.
17	0,004	17	0,006	17	0,009	17	0,014	17	0,021	17	0,025	17	0,031	Emuls.
46	0,004	46	0,006	46	0,009	46	0,014	46	0,021	46	0,025	46	0,031	Emuls.
60	0,006	60	0,008	60	0,012	60	0,019	60	0,029	60	0,033	60	0,038	Emuls.
14	0,005	14	0,007	14	0,010	14	0,016	14	0,025	14	0,028	14	0,035	Emuls.
41	0,005	41	0,007	41	0,010	41	0,016	41	0,025	41	0,028	41	0,035	Emuls.
51	0,006	51	0,008	51	0,020	51	0,019	51	0,029	51	0,033	51	0,042	Emuls.
17	0,004	17	0,006	17	0,009	17	0,014	17	0,021	17	0,025	17	0,031	Emuls.
39	0,004	39	0,006	39	0,009	39	0,014	39	0,021	39	0,025	39	0,031	Emuls.
51	0,006	51	0,008	51	0,012	51	0,019	51	0,029	51	0,033	51	0,038	Emuls.
14	0,005	14	0,007	14	0,010	14	0,016	14	0,025	14	0,028	14	0,035	Emuls.
32	0,005	32	0,007	32	0,010	32	0,016	32	0,025	32	0,028	32	0,035	Emuls.
41	0,006	41	0,008	41	0,012	41	0,019	41	0,029	41	0,033	41	0,042	Emuls.
20	0,004	20	0,006	20	0,009	20	0,014	20	0,021	20	0,025	20	0,031	Emuls.
35	0,004	35	0,006	35	0,009	35	0,014	35	0,021	35	0,025	35	0,031	Emuls.
41	0,006	41	0,008	41	0,012	41	0,019	41	0,029	41	0,033	41	0,038	Emuls.
12	0,005	12	0,007	12	0,010	12	0,016	12	0,025	12	0,028	12	0,035	Emuls.
29	0,005	29	0,007	29	0,010	29	0,016	29	0,025	29	0,028	29	0,035	Emuls.
37	0,006	37	0,008	37	0,012	37	0,019	37	0,029	37	0,033	37	0,042	Emuls.
7	0,005	7	0,007	7	0,010	7	0,016	7	0,025	7	0,028	7	0,035	Emuls.
25	0,005	25	0,007	25	0,010	25	0,016	25	0,025	25	0,028	25	0,035	Emuls.
32	0,006	32	0,008	32	0,012	32	0,019	32	0,029	32	0,033	32	0,042	Emuls.

Tabelle 8.12 (Forts.) GARANT-Schaftfräser HSS/PM (unbesch., beschichtet) – Schruppen Vollnut/Tasche

f_z für a_e = 1,0 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schneidstoff/ Beschichtung	Durchmesser [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	HSS, unbesch.	6	0,001	6	0,001	6	0,002	6	0,003
			HSS, beschichtet	21	0,001	21	0,001	21	0,002	21	0,003
			PM, beschichtet	26	0,001	26	0,001	26	0,002	26	0,003
10.0	gehärtete Stähle	45 – 55 HRC	HSS, unbesch.	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55 – 60 HRC	HSS, unbesch.	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60 – 67 HRC	HSS, unbesch.	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	HSS, unbesch.	7	0,001	7	0,001	7	0,002	7	0,003
			HSS, beschichtet	18	0,001	18	0,001	18	0,002	18	0,003
			PM, beschichtet	28	0,001	28	0,001	28	0,002	28	0,003
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	HSS, unbesch.	4	0,001	4	0,001	4	0,002	4	0,003
			HSS, beschichtet	7	0,001	7	0,001	7	0,002	7	0,003
			PM, beschichtet	14	0,001	14	0,001	14	0,002	14	0,003
12.0	Federstähle	< 1500	HSS, unbesch.	6	0,001	6	0,001	6	0,002	6	0,003
			HSS, beschichtet	14	0,001	14	0,001	14	0,002	14	0,003
			PM, beschichtet	21	0,001	21	0,001	21	0,002	21	0,003
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	HSS, unbesch.	18	0,001	18	0,001	18	0,002	18	0,003
			HSS, beschichtet	28	0,001	28	0,001	28	0,002	28	0,003
			PM, beschichtet	41	0,001	41	0,001	41	0,002	41	0,003
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	HSS, unbesch.	14	0,001	14	0,001	14	0,002	14	0,003
			HSS, beschichtet	23	0,001	23	0,001	23	0,002	23	0,003
			PM, beschichtet	32	0,001	32	0,001	32	0,002	32	0,003
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	HSS, unbesch.	9	0,001	9	0,001	9	0,002	9	0,003
			HSS, beschichtet	17	0,001	17	0,001	17	0,002	17	0,003
			PM, beschichtet	23	0,001	23	0,001	23	0,002	23	0,003
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	HSS, unbesch.	7	0,001	7	0,001	7	0,002	7	0,003
			HSS, beschichtet	14	0,001	14	0,001	14	0,002	14	0,003
			PM, beschichtet	18	0,001	18	0,001	18	0,002	18	0,003
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	HSS, unbesch.	5	0,001	5	0,001	5	0,002	5	0,003
			HSS, beschichtet	9	0,001	9	0,001	9	0,002	9	0,003
			PM, beschichtet	14	0,001	14	0,001	14	0,002	14	0,003
15.0	Gusseisen	< 180 HB	HSS, unbesch.	26	0,001	26	0,001	26	0,002	26	0,003
			HSS, beschichtet	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,003
			PM, beschichtet	64	0,001	64	0,001	64	0,002	64	0,003
15.1	Gusseisen	> 180 HB	HSS, unbesch.	23	0,001	23	0,001	23	0,002	23	0,003
			HSS, beschichtet	46	0,001	46	0,001	46	0,002	46	0,003
			PM, beschichtet	55	0,001	55	0,001	55	0,002	55	0,003
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	HSS, unbesch.	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,003
			HSS, beschichtet	37	0,001	37	0,001	37	0,002	37	0,003
			PM, beschichtet	41	0,001	41	0,001	41	0,002	41	0,003
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	HSS, unbesch.	14	0,001	14	0,001	14	0,002	14	0,003
			HSS, beschichtet	26	0,001	26	0,001	26	0,002	26	0,003
			PM, beschichtet	32	0,001	32	0,001	32	0,002	32	0,003



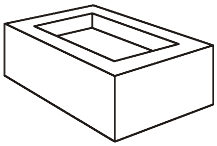


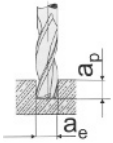
Durchmesser [mm]															KSS
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0			
v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	
6	0,005	6	0,007	6	0,010	6	0,016	6	0,025	6	0,028	6	0,035	Emuls.
21	0,005	21	0,007	21	0,010	21	0,016	21	0,025	21	0,028	21	0,035	Emuls.
26	0,006	26	0,008	26	0,012	26	0,019	26	0,029	26	0,033	26	0,042	Emuls.
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7	0,005	7	0,007	7	0,010	7	0,016	7	0,025	7	0,028	7	0,035	Emuls.
18	0,005	18	0,007	18	0,010	18	0,016	18	0,025	18	0,028	18	0,035	Emuls.
28	0,006	28	0,008	28	0,012	28	0,019	28	0,029	28	0,033	28	0,042	Emuls.
4	0,005	4	0,007	4	0,010	4	0,016	4	0,025	4	0,028	4	0,035	Emuls.
7	0,005	7	0,007	7	0,010	7	0,016	7	0,025	7	0,028	7	0,035	Emuls.
14	0,006	14	0,008	14	0,012	14	0,019	14	0,029	14	0,033	14	0,042	Emuls.
6	0,005	6	0,007	6	0,010	6	0,016	6	0,25	6	0,028	6	0,035	Emuls.
14	0,005	14	0,007	14	0,010	14	0,016	14	0,25	14	0,028	14	0,035	Emuls.
21	0,006	21	0,008	21	0,012	21	0,019	21	0,29	21	0,033	21	0,042	Emuls.
18	0,004	18	0,006	18	0,009	18	0,014	18	0,021	18	0,025	18	0,031	Emuls.
28	0,004	28	0,006	28	0,009	28	0,014	28	0,021	28	0,025	28	0,031	Emuls.
41	0,006	41	0,008	41	0,012	41	0,019	41	0,029	41	0,033	41	0,038	Emuls.
14	0,004	14	0,006	14	0,009	14	0,014	14	0,021	14	0,025	14	0,031	Emuls.
23	0,004	23	0,006	23	0,009	23	0,014	23	0,021	23	0,025	23	0,031	Emuls.
32	0,006	32	0,008	32	0,012	32	0,019	32	0,029	32	0,033	32	0,038	Emuls.
9	0,004	9	0,006	9	0,009	9	0,014	9	0,021	9	0,025	9	0,031	Emuls.
17	0,004	17	0,006	17	0,009	17	0,014	17	0,021	17	0,025	17	0,031	Emuls.
23	0,006	23	0,008	23	0,012	23	0,019	23	0,029	23	0,033	23	0,038	Emuls.
7	0,005	7	0,007	7	0,010	7	0,016	7	0,025	7	0,028	7	0,035	Emuls.
14	0,005	14	0,007	14	0,010	14	0,016	14	0,025	14	0,028	14	0,035	Emuls.
18	0,006	18	0,008	18	0,012	18	0,019	18	0,029	18	0,033	18	0,042	Emuls.
5	0,005	5	0,007	5	0,010	5	0,016	5	0,25	5	0,028	5	0,035	Emuls.
9	0,005	9	0,007	9	0,010	9	0,016	9	0,25	9	0,028	9	0,035	Emuls.
14	0,006	14	0,008	14	0,012	14	0,019	14	0,29	14	0,033	14	0,042	Emuls.
26	0,004	26	0,006	26	0,009	26	0,014	26	0,021	26	0,025	26	0,031	ohne
60	0,004	60	0,006	60	0,009	60	0,014	60	0,021	60	0,025	60	0,031	ohne
64	0,006	64	0,008	64	0,012	64	0,019	64	0,029	64	0,033	64	0,038	ohne
23	0,004	23	0,006	23	0,009	23	0,014	23	0,021	23	0,025	23	0,031	ohne
46	0,004	46	0,006	46	0,009	46	0,014	46	0,021	46	0,025	46	0,031	ohne
55	0,006	55	0,008	55	0,012	55	0,019	55	0,029	55	0,033	55	0,038	ohne
20	0,004	20	0,006	20	0,009	20	0,014	20	0,021	20	0,025	20	0,031	Emuls.
37	0,004	37	0,006	37	0,009	37	0,014	37	0,021	37	0,025	37	0,031	Emuls.
41	0,006	41	0,008	41	0,012	41	0,019	41	0,029	41	0,033	41	0,038	Emuls.
14	0,004	14	0,006	14	0,009	14	0,014	14	0,021	14	0,025	14	0,031	Emuls.
26	0,004	26	0,006	26	0,009	26	0,014	26	0,021	26	0,025	26	0,031	Emuls.
32	0,006	32	0,008	32	0,012	32	0,019	32	0,029	32	0,033	32	0,038	Emuls.

Tabelle 8.12 (Forts.) GARANT-Schaftfräser HSS/PM (unbesch., beschichtet) – Schruppen Vollnut/Tasche

f_z für a_e = 1,0 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schneidstoff/ Beschichtung	Durchmesser [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	HSS, unbesch.	7	0,001	7	0,001	7	0,002	7	0,003
			HSS, beschichtet	16	0,001	16	0,001	16	0,002	16	0,003
			PM, beschichtet	23	0,001	23	0,001	23	0,002	23	0,003
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	HSS, unbesch.	5	0,001	5	0,001	5	0,002	5	0,003
			HSS, beschichtet	9	0,001	9	0,001	9	0,002	9	0,003
			PM, beschichtet	14	0,001	14	0,001	14	0,002	14	0,003
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	HSS, unbesch.	138	0,001	138	0,002	138	0,003	138	0,004
			HSS, beschichtet	200	0,001	200	0,002	200	0,003	200	0,004
			PM, beschichtet	220	0,001	220	0,002	220	0,004	220	0,005
17.1	Al-Leg., kurzspanend		HSS, unbesch.	83	0,001	83	0,003	83	0,004	83	0,006
			HSS, beschichtet	120	0,001	120	0,003	120	0,004	120	0,006
			PM, beschichtet	138	0,001	138	0,003	138	0,006	138	0,007
17.2	Alu.-Gussleg. >10% Si		HSS, unbesch.	37	0,001	37	0,003	37	0,004	37	0,006
			HSS, beschichtet	100	0,001	100	0,003	100	0,004	100	0,006
			PM, beschichtet	110	0,001	110	0,003	110	0,006	110	0,007
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	HSS, unbesch.	55	0,001	55	0,003	55	0,004	55	0,006
			HSS, beschichtet	92	0,001	92	0,003	92	0,004	92	0,006
			PM, beschichtet	110	0,001	110	0,003	110	0,006	110	0,007
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	HSS, unbesch.	55	0,001	55	0,003	55	0,004	55	0,006
			HSS, beschichtet	92	0,001	92	0,003	92	0,004	92	0,006
			PM, beschichtet	110	0,001	110	0,003	110	0,006	110	0,007
18.2	Messing, langspanend	< 600	HSS, unbesch.	37	0,001	37	0,003	37	0,004	37	0,006
			HSS, beschichtet	83	0,001	83	0,003	83	0,004	83	0,006
			PM, beschichtet	92	0,001	92	0,003	92	0,006	92	0,007
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	HSS, unbesch.	37	0,001	37	0,003	37	0,004	37	0,006
			HSS, beschichtet	83	0,001	83	0,003	83	0,004	83	0,006
			PM, beschichtet	92	0,001	92	0,003	92	0,006	92	0,007
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	HSS, unbesch.	28	0,001	28	0,003	28	0,004	28	0,006
			HSS, beschichtet	64	0,001	64	0,003	64	0,004	64	0,006
			PM, beschichtet	74	0,001	74	0,003	74	0,006	74	0,007
18.5	Bronze, langspanend	< 850	HSS, unbesch.	23	0,001	23	0,003	23	0,004	23	0,006
			HSS, beschichtet	51	0,001	51	0,003	51	0,004	51	0,006
			PM, beschichtet	64	0,001	64	0,003	64	0,006	64	0,007
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	HSS, unbesch.	14	0,001	14	0,003	14	0,004	14	0,006
			HSS, beschichtet	41	0,001	41	0,003	41	0,004	41	0,006
			PM, beschichtet	46	0,001	46	0,003	46	0,006	46	0,007
19.0	Graphit		HSS, unbesch.	21	0,001	21	0,001	21	0,002	21	0,003
			HSS, beschichtet	31	0,001	31	0,001	31	0,002	31	0,003
			PM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
20.0	Thermoplast		HSS, unbesch.	51	0,001	51	0,003	51	0,004	51	0,006
			HSS, beschichtet	51	0,001	51	0,003	51	0,004	51	0,006
			PM, beschichtet	64	0,001	64	0,003	64	0,006	64	0,007
20.1	Duroplast		HSS, unbesch.	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
20.2	GFK und CFK		HSS, unbesch.	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–



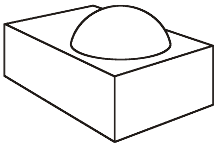


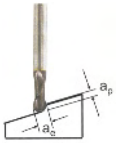
Durchmesser [mm]															KSS
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0			
v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	
7	0,005	7	0,007	7	0,010	7	0,016	7	0,025	7	0,028	7	0,035	Emuls.
16	0,005	16	0,007	16	0,010	16	0,016	16	0,025	16	0,028	16	0,035	Emuls.
23	0,006	23	0,008	23	0,012	23	0,019	23	0,029	23	0,033	23	0,042	Emuls.
5	0,005	5	0,007	5	0,010	5	0,016	5	0,025	5	0,028	5	0,035	Emuls.
9	0,005	9	0,007	9	0,010	9	0,016	9	0,025	9	0,028	9	0,035	Emuls.
14	0,006	14	0,008	14	0,012	14	0,019	14	0,029	14	0,033	14	0,042	Emuls.
138	0,006	138	0,008	138	0,014	138	0,021	138	0,032	138	0,037	138	0,050	Emuls.
200	0,006	200	0,008	200	0,014	200	0,021	200	0,032	200	0,037	200	0,050	Emuls.
220	0,007	220	0,010	220	0,017	220	0,025	220	0,039	220	0,044	220	0,060	Emuls.
83	0,008	83	0,011	83	0,020	83	0,029	83	0,041	83	0,046	83	0,055	Emuls.
120	0,008	120	0,011	120	0,020	120	0,029	120	0,041	120	0,046	120	0,055	Emuls.
138	0,010	138	0,014	138	0,024	138	0,035	138	0,049	138	0,055	138	0,066	Emuls.
37	0,011	37	0,014	37	0,023	37	0,036	37	0,045	37	0,050	37	0,060	Emuls.
100	0,011	100	0,014	100	0,023	100	0,036	100	0,045	100	0,050	100	0,060	Emuls.
110	0,012	110	0,018	110	0,028	110	0,043	110	0,055	110	0,059	110	0,072	Emuls.
55	0,008	55	0,011	55	0,020	55	0,029	55	0,041	55	0,046	55	0,055	Emuls.
92	0,008	92	0,011	92	0,020	92	0,029	92	0,041	92	0,046	92	0,055	Emuls.
110	0,010	110	0,014	110	0,024	110	0,035	110	0,049	110	0,055	110	0,066	Emuls.
55	0,008	55	0,011	55	0,020	55	0,029	55	0,041	55	0,046	55	0,055	ohne
92	0,008	92	0,011	92	0,020	92	0,029	92	0,041	92	0,046	92	0,055	ohne
110	0,010	110	0,014	110	0,024	110	0,035	110	0,049	110	0,055	110	0,066	ohne
37	0,008	37	0,011	37	0,020	37	0,029	37	0,041	37	0,046	37	0,055	ohne
83	0,008	83	0,011	83	0,020	83	0,029	83	0,041	83	0,046	83	0,055	ohne
92	0,010	92	0,014	92	0,024	92	0,035	92	0,049	92	0,055	92	0,066	ohne
37	0,008	37	0,011	37	0,020	37	0,029	37	0,041	37	0,046	37	0,055	ohne
83	0,008	83	0,011	83	0,020	83	0,029	83	0,041	83	0,046	83	0,055	ohne
92	0,010	92	0,014	92	0,024	92	0,035	92	0,049	92	0,055	92	0,066	ohne
28	0,008	28	0,011	28	0,020	28	0,029	28	0,041	28	0,046	28	0,055	ohne
64	0,008	64	0,011	64	0,020	64	0,029	64	0,041	64	0,046	64	0,055	ohne
74	0,010	74	0,014	74	0,024	74	0,035	74	0,049	74	0,055	74	0,066	ohne
23	0,008	23	0,011	23	0,020	23	0,029	23	0,041	23	0,046	23	0,055	Emuls.
51	0,008	51	0,011	51	0,020	51	0,029	51	0,041	51	0,046	51	0,055	Emuls.
64	0,010	64	0,014	64	0,024	64	0,035	64	0,049	64	0,055	64	0,066	Emuls.
14	0,011	14	0,014	14	0,023	14	0,036	14	0,045	14	0,050	14	0,060	Emuls.
41	0,011	41	0,014	41	0,023	41	0,036	41	0,045	41	0,050	41	0,060	Emuls.
46	0,012	46	0,018	46	0,028	46	0,043	46	0,055	46	0,059	46	0,072	Emuls.
21	0,004	21	0,006	21	0,009	21	0,014	21	0,019	21	0,025	21	0,031	ohne
31	0,004	31	0,006	31	0,009	31	0,014	31	0,019	31	0,025	31	0,031	ohne
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
51	0,008	51	0,011	51	0,020	51	0,029	51	0,041	51	0,046	51	0,055	tr./Luft
51	0,008	51	0,011	51	0,020	51	0,029	51	0,041	51	0,046	51	0,055	tr./Luft
64	0,010	64	0,014	64	0,024	64	0,035	64	0,049	64	0,055	64	0,066	tr./Luft
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabelle 8.13 GARANT-Schaftfräser HSS/PM (unbesch., beschichtet) – Schruppen Kopieren

f_z für a_e = 0,05 x D und a_p = 0,05 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schneidstoff/ Beschichtung	Durchmesser [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baust.	< 500	HSS, unbesch.	28	0,002	28	0,002	28	0,004	28	0,006
			HSS, beschichtet	78	0,002	78	0,002	78	0,004	78	0,006
			PM, beschichtet	83	0,002	83	0,002	83	0,004	83	0,006
1.1	allg. Baust.	500 – 850	HSS, unbesch.	23	0,002	23	0,002	23	0,004	23	0,006
			HSS, beschichtet	64	0,002	64	0,002	64	0,004	64	0,006
			PM, beschichtet	69	0,002	69	0,002	69	0,004	69	0,006
2.0	Automatenst.	< 850	HSS, unbesch.	26	0,002	26	0,002	26	0,004	26	0,006
			HSS, beschichtet	69	0,002	69	0,002	69	0,004	69	0,006
			PM, beschichtet	74	0,002	74	0,002	74	0,004	74	0,006
2.1	Automatenst.	850 – 1000	HSS, unbesch.	20	0,002	20	0,002	20	0,004	20	0,006
			HSS, beschichtet	64	0,002	64	0,002	64	0,004	64	0,006
			PM, beschichtet	69	0,002	69	0,002	69	0,004	69	0,006
3.0	unleg. Vergü.-St.	<700	HSS, unbesch.	25	0,002	25	0,002	25	0,004	25	0,006
			HSS, beschichtet	64	0,002	64	0,002	64	0,004	64	0,006
			PM, beschichtet	69	0,002	69	0,002	69	0,004	69	0,006
3.1	unleg. Vergü.-St.	700 – 850	HSS, unbesch.	23	0,002	23	0,002	23	0,004	23	0,006
			HSS, beschichtet	55	0,002	55	0,002	55	0,004	55	0,006
			PM, beschichtet	64	0,002	64	0,002	64	0,004	64	0,006
3.2	unleg. Vergü.-St.	850 – 1000	HSS, unbesch.	18	0,002	18	0,002	18	0,004	18	0,006
			HSS, beschichtet	41	0,002	41	0,002	41	0,004	41	0,006
			PM, beschichtet	51	0,002	51	0,002	51	0,004	51	0,006
4.0	leg. Vergü.-St.	850 – 1000	HSS, unbesch.	17	0,002	17	0,002	17	0,004	17	0,006
			HSS, beschichtet	41	0,002	41	0,002	41	0,004	41	0,006
			PM, beschichtet	51	0,002	51	0,002	51	0,004	51	0,006
4.1	leg. Vergü.-St.	1000 – 1200	HSS, unbesch.	14	0,002	14	0,002	14	0,004	14	0,006
			HSS, beschichtet	39	0,002	39	0,002	39	0,004	39	0,006
			PM, beschichtet	46	0,002	46	0,002	46	0,004	46	0,006
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	HSS, unbesch.	23	0,002	23	0,002	23	0,004	23	0,006
			HSS, beschichtet	55	0,002	55	0,002	55	0,004	55	0,006
			PM, beschichtet	64	0,002	64	0,002	64	0,004	64	0,006
6.0	leg. Einsatzst.	<1000	HSS, unbesch.	17	0,002	17	0,002	17	0,004	17	0,006
			HSS, beschichtet	46	0,002	46	0,002	46	0,004	46	0,006
			PM, beschichtet	60	0,002	60	0,002	60	0,004	60	0,006
6.1	leg. Einsatzst.	>1000	HSS, unbesch.	14	0,002	14	0,002	14	0,004	14	0,006
			HSS, beschichtet	41	0,002	41	0,002	41	0,004	41	0,006
			PM, beschichtet	51	0,002	51	0,002	51	0,004	51	0,006
7.0	Nitrierstähle	<1000	HSS, unbesch.	17	0,002	17	0,002	17	0,004	17	0,006
			HSS, beschichtet	39	0,002	39	0,002	39	0,004	39	0,006
			PM, beschichtet	51	0,002	51	0,002	51	0,004	51	0,006
7.1	Nitrierstähle	>1000	HSS, unbesch.	14	0,002	14	0,002	14	0,004	14	0,006
			HSS, beschichtet	32	0,002	32	0,002	32	0,004	32	0,006
			PM, beschichtet	41	0,002	41	0,002	41	0,004	41	0,006
8.0	Werkzeugstähle	< 850	HSS, unbesch.	20	0,002	20	0,002	20	0,004	20	0,006
			HSS, beschichtet	35	0,002	35	0,002	35	0,004	35	0,006
			PM, beschichtet	41	0,002	41	0,002	41	0,004	41	0,006
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	HSS, unbesch.	12	0,002	12	0,002	12	0,004	12	0,006
			PM, beschichtet	29	0,002	29	0,002	29	0,004	29	0,006
			HSS, beschichtet	37	0,002	37	0,002	37	0,004	37	0,006
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	HSS, unbesch.	7	0,002	7	0,002	7	0,004	7	0,006
			HSS, beschichtet	25	0,002	25	0,002	25	0,004	25	0,006
			PM, beschichtet	32	0,002	32	0,002	32	0,004	32	0,006



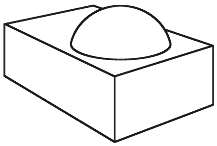


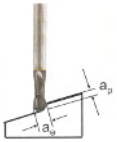
Durchmesser [mm]																	KSS
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0					
v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]				
28	0,010	28	0,014	28	0,020	28	0,032	28	0,044	28	0,056	28	0,070	Emuls.
78	0,010	78	0,014	78	0,020	78	0,032	78	0,044	78	0,056	78	0,070	Emuls.
83	0,012	83	0,016	83	0,024	83	0,038	83	0,052	83	0,066	83	0,084	Emuls.
23	0,008	23	0,012	23	0,018	23	0,028	23	0,038	23	0,050	23	0,062	Emuls.
64	0,008	64	0,012	64	0,018	64	0,028	64	0,038	64	0,050	64	0,062	Emuls.
69	0,012	69	0,016	69	0,024	69	0,038	69	0,052	69	0,066	69	0,076	Emuls.
26	0,008	26	0,012	26	0,018	26	0,028	26	0,038	26	0,050	26	0,062	Emuls.
69	0,008	69	0,012	*69	0,018	69	0,028	69	0,038	69	0,050	69	0,062	Emuls.
74	0,012	74	0,016	74	0,024	74	0,038	74	0,052	74	0,066	74	0,076	Emuls.
20	0,008	20	0,012	20	0,018	20	0,028	20	0,038	20	0,050	20	0,062	Emuls.
64	0,008	64	0,012	64	0,018	64	0,028	64	0,038	64	0,050	64	0,062	Emuls.
69	0,012	69	0,016	69	0,024	69	0,038	69	0,052	69	0,066	69	0,076	Emuls.
25	0,008	25	0,012	25	0,018	25	0,028	25	0,038	25	0,050	25	0,062	Emuls.
64	0,008	64	0,012	64	0,018	64	0,028	64	0,038	64	0,050	64	0,062	Emuls.
69	0,012	69	0,016	69	0,024	69	0,038	69	0,052	69	0,066	69	0,076	Emuls.
23	0,008	23	0,012	23	0,018	23	0,028	23	0,038	23	0,050	23	0,062	Emuls.
55	0,008	55	0,012	55	0,018	55	0,028	55	0,038	55	0,050	55	0,062	Emuls.
64	0,012	64	0,016	64	0,024	64	0,038	64	0,052	64	0,066	64	0,076	Emuls.
18	0,008	18	0,012	18	0,018	18	0,028	18	0,038	18	0,050	18	0,062	Emuls.
41	0,008	41	0,012	41	0,018	41	0,028	41	0,038	41	0,050	41	0,062	Emuls.
51	0,012	51	0,016	51	0,024	51	0,038	51	0,052	51	0,066	51	0,076	Emuls.
17	0,008	17	0,012	17	0,018	17	0,028	17	0,038	17	0,050	17	0,062	Emuls.
41	0,008	41	0,012	41	0,018	41	0,028	41	0,038	41	0,050	41	0,062	Emuls.
51	0,012	51	0,016	51	0,024	51	0,038	51	0,052	51	0,066	51	0,076	Emuls.
14	0,010	14	0,014	14	0,020	14	0,032	14	0,044	14	0,056	14	0,070	Emuls.
39	0,010	39	0,014	39	0,020	39	0,032	39	0,044	39	0,056	39	0,070	Emuls.
46	0,012	46	0,016	46	0,024	46	0,038	46	0,052	46	0,066	46	0,084	Emuls.
23	0,008	23	0,012	23	0,018	23	0,028	23	0,038	23	0,050	23	0,062	Emuls.
55	0,008	55	0,012	55	0,018	55	0,028	55	0,038	55	0,050	55	0,062	Emuls.
64	0,012	64	0,016	64	0,024	64	0,038	64	0,052	64	0,066	64	0,076	Emuls.
17	0,008	17	0,012	17	0,018	17	0,028	17	0,038	17	0,050	17	0,062	Emuls.
46	0,008	46	0,012	46	0,018	46	0,028	46	0,038	46	0,050	46	0,062	Emuls.
60	0,012	60	0,016	60	0,024	60	0,038	60	0,052	60	0,066	60	0,076	Emuls.
14	0,010	14	0,014	14	0,020	14	0,032	14	0,044	14	0,056	14	0,070	Emuls.
41	0,010	41	0,014	41	0,020	41	0,032	41	0,044	41	0,056	41	0,070	Emuls.
51	0,012	51	0,016	51	0,024	51	0,038	51	0,052	51	0,066	51	0,084	Emuls.
17	0,008	17	0,012	17	0,018	17	0,028	17	0,038	17	0,050	17	0,062	Emuls.
39	0,008	39	0,012	39	0,018	39	0,028	39	0,038	39	0,050	39	0,062	Emuls.
51	0,012	51	0,016	51	0,024	51	0,038	51	0,052	51	0,066	51	0,076	Emuls.
14	0,010	14	0,014	14	0,020	14	0,032	14	0,044	14	0,056	14	0,070	Emuls.
32	0,010	32	0,014	32	0,020	32	0,032	32	0,044	32	0,056	32	0,070	Emuls.
41	0,012	41	0,016	41	0,024	41	0,038	41	0,052	41	0,066	41	0,084	Emuls.
20	0,008	20	0,012	20	0,018	20	0,028	20	0,038	20	0,050	20	0,062	Emuls.
35	0,008	35	0,012	35	0,018	35	0,028	35	0,038	35	0,050	35	0,062	Emuls.
41	0,012	41	0,016	41	0,024	41	0,038	41	0,052	41	0,066	41	0,076	Emuls.
12	0,010	12	0,014	12	0,020	12	0,032	12	0,044	12	0,056	12	0,070	Emuls.
29	0,010	29	0,014	29	0,020	29	0,032	29	0,044	29	0,056	29	0,070	Emuls.
37	0,012	37	0,016	37	0,024	37	0,038	37	0,052	37	0,066	37	0,084	Emuls.
7	0,010	7	0,014	7	0,020	7	0,032	7	0,044	7	0,056	7	0,070	Emuls.
25	0,010	25	0,014	25	0,020	25	0,032	25	0,044	25	0,056	25	0,070	Emuls.
32	0,012	32	0,016	32	0,024	32	0,038	32	0,052	32	0,066	32	0,084	Emuls.

Tabelle 8.13 (Forts.) GARANT-Schaftfräser HSS/PM (unbesch., beschichtet) – Schruppen Kopieren

f_z für a_e = 0,05 x D und a_p = 0,05 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schneidstoff/ Beschichtung	Durchmesser [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	HSS, unbesch.	6	0,002	6	0,002	6	0,004	6	0,006
			HSS, beschichtet	21	0,002	21	0,002	21	0,004	21	0,006
			PM, beschichtet	26	0,002	26	0,002	26	0,004	26	0,006
10.0	gehärtete Stähle	45 – 65 HRC	HSS, unbesch.	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55 – 60 HRC	HSS, unbesch.	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60 – 67 HRC	HSS, unbesch.	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	HSS, unbesch.	7	0,002	7	0,002	7	0,004	7	0,006
			HSS, beschichtet	18	0,002	18	0,002	18	0,004	18	0,006
			PM, beschichtet	28	0,002	28	0,002	28	0,004	28	0,006
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	HSS, unbesch.	4	0,002	4	0,002	4	0,004	4	0,006
			HSS, beschichtet	7	0,002	7	0,002	7	0,004	7	0,006
			PM, beschichtet	14	0,002	14	0,002	14	0,004	14	0,006
12.0	Federstähle	< 1500	HSS, unbesch.	6	0,002	6	0,002	6	0,004	6	0,006
			HSS, beschichtet	14	0,002	14	0,002	14	0,004	14	0,006
			PM, beschichtet	21	0,002	21	0,002	21	0,004	21	0,006
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	HSS, unbesch.	18	0,002	18	0,002	18	0,004	18	0,006
			HSS, beschichtet	28	0,002	28	0,002	28	0,004	28	0,006
			PM, beschichtet	41	0,002	41	0,002	41	0,004	41	0,006
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	HSS, unbesch.	14	0,002	14	0,002	14	0,004	14	0,006
			HSS, beschichtet	23	0,002	23	0,002	23	0,004	23	0,006
			PM, beschichtet	32	0,002	32	0,002	32	0,004	32	0,006
13.2	rostfr. St-.austenitisch	< 850	HSS, unbesch.	9	0,002	9	0,002	9	0,004	9	0,006
			HSS, beschichtet	17	0,002	17	0,002	17	0,004	17	0,006
			PM, beschichtet	23	0,002	23	0,002	23	0,004	23	0,006
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	HSS, unbesch.	7	0,002	7	0,002	7	0,004	7	0,006
			HSS, beschichtet	14	0,002	14	0,002	14	0,004	14	0,006
			PM, beschichtet	18	0,002	18	0,002	18	0,004	18	0,006
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	HSS, unbesch.	5	0,002	5	0,002	5	0,004	5	0,006
			HSS, beschichtet	9	0,002	9	0,002	9	0,004	9	0,006
			PM, beschichtet	14	0,002	14	0,002	14	0,004	14	0,006
15.0	Gusseisen	< 180 HB	HSS, unbesch.	26	0,002	26	0,002	26	0,004	26	0,006
			HSS, beschichtet	60	0,002	60	0,002	60	0,004	60	0,006
			PM, beschichtet	64	0,002	64	0,002	64	0,004	64	0,006
15.1	Gusseisen	> 180 HB	HSS, unbesch.	23	0,002	23	0,002	23	0,004	23	0,006
			HSS, beschichtet	46	0,002	46	0,002	46	0,004	46	0,006
			PM, beschichtet	55	0,002	55	0,002	55	0,004	55	0,006
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	HSS, unbesch.	20	0,002	20	0,002	20	0,004	20	0,006
			HSS, beschichtet	37	0,002	37	0,002	37	0,004	37	0,006
			PM, beschichtet	41	0,002	41	0,002	41	0,004	41	0,006
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	HSS, unbesch.	14	0,002	14	0,002	14	0,004	14	0,006
			HSS, beschichtet	26	0,002	26	0,002	26	0,004	26	0,006
			PM, beschichtet	32	0,002	32	0,002	32	0,004	32	0,006



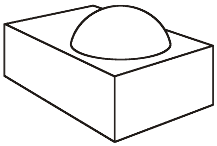


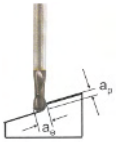
	Durchmesser [mm]																KSS
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0				
	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]			
	6	0,010	6	0,014	6	0,020	6	0,032	6	0,044	6	0,056	6	0,070			Emuls.
	21	0,010	21	0,014	21	0,020	21	0,032	21	0,044	21	0,056	21	0,070			Emuls.
	26	0,012	26	0,016	26	0,024	26	0,038	26	0,052	26	0,066	26	0,084			Emuls.
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			–
	7	0,010	7	0,014	7	0,020	7	0,032	7	0,044	7	0,056	7	0,070			Emuls.
	18	0,010	18	0,014	18	0,020	18	0,032	18	0,044	18	0,056	18	0,070			Emuls.
	28	0,012	28	0,016	28	0,024	28	0,038	28	0,052	28	0,066	28	0,084			Emuls.
	4	0,010	4	0,014	4	0,020	4	0,032	4	0,044	4	0,056	4	0,070			Emuls.
	7	0,010	7	0,014	7	0,020	7	0,032	7	0,044	7	0,056	7	0,070			Emuls.
	14	0,012	14	0,016	14	0,024	14	0,038	14	0,052	14	0,066	14	0,084			Emuls.
	6	0,010	6	0,014	6	0,020	6	0,032	6	0,044	6	0,056	6	0,070			Emuls.
	14	0,010	14	0,014	14	0,020	14	0,032	14	0,044	14	0,056	14	0,070			Emuls.
	21	0,012	21	0,016	21	0,024	21	0,038	21	0,052	21	0,066	21	0,084			Emuls.
	18	0,008	18	0,012	18	0,018	18	0,028	18	0,038	18	0,050	18	0,062			Emuls.
	28	0,008	28	0,012	28	0,018	28	0,028	28	0,038	28	0,050	28	0,062			Emuls.
	41	0,012	41	0,016	41	0,024	41	0,038	41	0,052	41	0,066	41	0,076			Emuls.
	14	0,008	14	0,012	14	0,018	14	0,028	14	0,038	14	0,050	14	0,062			Emuls.
	23	0,008	23	0,012	23	0,018	23	0,028	23	0,038	23	0,050	23	0,062			Emuls.
	32	0,012	32	0,016	32	0,024	32	0,038	32	0,052	32	0,066	32	0,076			Emuls.
	9	0,008	9	0,012	9	0,018	9	0,028	9	0,038	9	0,050	9	0,062			Emuls.
	17	0,008	17	0,012	17	0,018	17	0,028	17	0,038	17	0,050	17	0,062			Emuls.
	23	0,012	23	0,016	23	0,024	23	0,038	23	0,052	23	0,066	23	0,076			Emuls.
	7	0,010	7	0,014	7	0,020	7	0,032	7	0,044	7	0,056	7	0,070			Emuls.
	14	0,010	14	0,014	14	0,020	14	0,032	14	0,044	14	0,056	14	0,070			Emuls.
	18	0,012	18	0,016	18	0,024	18	0,038	18	0,052	18	0,066	18	0,084			Emuls.
	5	0,010	5	0,014	5	0,020	5	0,032	5	0,044	5	0,056	5	0,070			Emuls.
	9	0,010	9	0,014	9	0,020	9	0,032	9	0,044	9	0,056	9	0,070			Emuls.
	14	0,012	14	0,016	14	0,024	14	0,038	14	0,052	14	0,066	14	0,084			Emuls.
	26	0,008	26	0,012	26	0,018	26	0,028	26	0,038	26	0,050	26	0,062			ohne
	60	0,008	60	0,012	60	0,018	60	0,028	60	0,038	60	0,050	60	0,062			ohne
	64	0,012	64	0,016	64	0,024	64	0,038	64	0,052	64	0,066	64	0,076			ohne
	23	0,008	23	0,012	23	0,018	23	0,028	23	0,038	23	0,050	23	0,062			ohne
	46	0,008	46	0,012	46	0,018	46	0,028	46	0,038	46	0,050	46	0,062			ohne
	55	0,012	55	0,016	55	0,024	55	0,038	55	0,052	55	0,066	55	0,076			ohne
	20	0,008	20	0,012	20	0,018	20	0,028	20	0,038	20	0,050	20	0,062			Emuls.
	37	0,008	37	0,012	37	0,018	37	0,028	37	0,038	37	0,050	37	0,062			Emuls.
	41	0,012	41	0,016	41	0,024	41	0,038	41	0,052	41	0,066	41	0,076			Emuls.
	14	0,008	14	0,012	14	0,018	14	0,028	14	0,038	14	0,050	14	0,062			Emuls.
	26	0,008	26	0,012	26	0,018	26	0,028	26	0,038	26	0,050	26	0,062			Emuls.
	32	0,012	32	0,016	32	0,024	32	0,038	32	0,052	32	0,066	32	0,076			Emuls.

Tabelle 8.13 (Forts.) GARANT-Schaftfräser HSS/PM (unbesch., beschichtet) – Schruppen Kopieren

f_z für a_e = 0,05 x D und a_p = 0,05 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schneidstoff/ Beschichtung	Durchmesser [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	HSS, unbesch.	7	0,002	7	0,002	7	0,004	7	0,006
			HSS, beschichtet	16	0,002	16	0,002	16	0,004	16	0,006
			PM, beschichtet	23	0,002	23	0,002	23	0,004	23	0,006
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	HSS, unbesch.	5	0,002	5	0,002	5	0,004	5	0,010
			HSS, beschichtet	9	0,002	9	0,002	9	0,004	9	0,010
			PM, beschichtet	14	0,002	14	0,002	14	0,004	14	0,012
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	HSS, unbesch.	138	0,002	138	0,004	138	0,006	138	0,008
			HSS, beschichtet	200	0,002	200	0,004	200	0,006	200	0,008
			PM, beschichtet	220	0,002	220	0,004	220	0,006	220	0,010
17.1	Al-Leg., kurzspanend		HSS, unbesch.	83	0,003	83	0,006	83	0,008	83	0,011
			HSS, beschichtet	120	0,003	120	0,006	120	0,008	120	0,011
			PM, beschichtet	138	0,003	138	0,006	138	0,011	138	0,014
17.2	Alu.-Gussleg. >10% Si		HSS, unbesch.	37	0,003	37	0,006	37	0,008	37	0,011
			HSS, beschichtet	100	0,003	100	0,006	100	0,008	100	0,011
			PM, beschichtet	110	0,003	110	0,006	110	0,011	110	0,014
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	HSS, unbesch.	55	0,003	55	0,006	55	0,008	55	0,011
			HSS, beschichtet	92	0,003	92	0,006	92	0,008	92	0,011
			PM, beschichtet	110	0,003	110	0,006	110	0,011	110	0,014
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	HSS, unbesch.	55	0,003	55	0,006	55	0,008	55	0,011
			HSS, beschichtet	92	0,003	92	0,006	92	0,008	92	0,011
			PM, beschichtet	110	0,003	110	0,006	110	0,011	110	0,014
18.2	Messing, langspanend	< 600	HSS, unbesch.	37	0,003	37	0,006	37	0,008	37	0,011
			HSS, beschichtet	83	0,003	83	0,006	83	0,008	83	0,011
			PM, beschichtet	92	0,003	92	0,006	92	0,011	92	0,014
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	HSS, unbesch.	37	0,003	37	0,006	37	0,008	37	0,011
			HSS, beschichtet	83	0,003	83	0,006	83	0,008	83	0,011
			PM, beschichtet	92	0,003	92	0,006	92	0,011	92	0,014
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	HSS, unbesch.	28	0,003	28	0,006	28	0,008	28	0,011
			HSS, beschichtet	64	0,003	64	0,006	64	0,008	64	0,011
			PM, beschichtet	74	0,003	74	0,006	74	0,011	74	0,014
18.5	Bronze, langspanend	< 850	HSS, unbesch.	23	0,003	23	0,006	23	0,008	23	0,011
			HSS, beschichtet	51	0,003	51	0,006	51	0,008	51	0,011
			PM, beschichtet	64	0,003	64	0,006	64	0,011	64	0,014
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	HSS, unbesch.	14	0,003	14	0,006	14	0,008	14	0,011
			HSS, beschichtet	41	0,003	41	0,006	41	0,008	41	0,011
			PM, beschichtet	46	0,003	46	0,006	46	0,011	46	0,014
19.0	Graphit		HSS, unbesch.	21	0,002	21	0,002	21	0,004	21	0,006
			HSS, beschichtet	31	0,002	31	0,002	31	0,004	31	0,006
			PM, beschichtet	62	0,002	62	0,002	62	0,004	62	0,006
20.0	Thermoplast		HSS, unbesch.	51	0,003	51	0,006	51	0,008	51	0,011
			HSS, beschichtet	51	0,003	51	0,006	51	0,008	51	0,011
			PM, beschichtet	64	0,003	64	0,006	64	0,011	64	0,014
20.1	Duroplast		HSS, unbesch.	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
20.2	GFK und CFK		HSS, unbesch.	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–

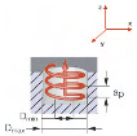




Durchmesser [mm]														KSS
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	
7	0,010	7	0,014	7	0,020	7	0,032	7	0,044	7	0,056	7	0,070	Emuls.
16	0,010	16	0,014	16	0,020	16	0,032	16	0,044	16	0,056	16	0,070	Emuls.
23	0,012	23	0,016	23	0,024	23	0,038	23	0,052	23	0,066	23	0,084	Emuls.
5	0,010	5	0,014	5	0,020	5	0,032	5	0,044	5	0,056	5	0,070	Emuls.
9	0,010	9	0,014	9	0,020	9	0,032	9	0,044	9	0,056	9	0,070	Emuls.
14	0,012	14	0,016	14	0,024	14	0,038	14	0,052	14	0,066	14	0,084	Emuls.
138	0,012	138	0,016	138	0,028	138	0,042	138	0,058	138	0,074	138	0,100	Emuls.
200	0,012	200	0,016	200	0,028	200	0,042	200	0,058	200	0,074	200	0,100	Emuls.
220	0,014	220	0,020	220	0,034	220	0,050	220	0,070	220	0,088	220	0,120	Emuls.
83	0,017	83	0,022	83	0,039	83	0,059	83	0,073	83	0,093	83	0,110	Emuls.
120	0,017	120	0,022	120	0,039	120	0,059	120	0,073	120	0,093	120	0,110	Emuls.
138	0,020	138	0,028	138	0,048	138	0,070	138	0,088	138	0,110	138	0,132	Emuls.
37	0,021	37	0,028	37	0,046	37	0,071	37	0,081	37	0,100	37	0,120	Emuls.
100	0,021	100	0,028	100	0,046	100	0,071	100	0,081	100	0,100	100	0,120	Emuls.
110	0,025	110	0,035	110	0,056	110	0,085	110	0,098	110	0,119	110	0,144	Emuls.
55	0,017	55	0,022	55	0,039	55	0,059	55	0,073	55	0,093	55	0,110	Emuls.
92	0,017	92	0,022	92	0,039	92	0,059	92	0,073	92	0,093	92	0,110	Emuls.
110	0,020	110	0,028	110	0,048	110	0,070	110	0,088	110	0,110	110	0,132	Emuls.
55	0,017	55	0,022	55	0,039	55	0,059	55	0,073	55	0,093	55	0,110	ohne
92	0,017	92	0,022	92	0,039	92	0,059	92	0,073	92	0,093	92	0,110	ohne
110	0,020	110	0,028	110	0,048	110	0,070	110	0,088	110	0,110	110	0,132	ohne
37	0,017	37	0,022	37	0,039	37	0,059	37	0,073	37	0,093	37	0,110	ohne
83	0,017	83	0,022	83	0,039	83	0,059	83	0,073	83	0,093	83	0,110	ohne
92	0,020	92	0,028	92	0,048	92	0,070	92	0,088	92	0,110	92	0,132	ohne
37	0,017	37	0,022	37	0,039	37	0,059	37	0,073	37	0,093	37	0,110	ohne
83	0,017	83	0,022	83	0,039	83	0,059	83	0,073	83	0,093	83	0,110	ohne
92	0,020	92	0,028	92	0,048	92	0,070	92	0,088	92	0,110	92	0,132	ohne
28	0,017	28	0,022	28	0,039	28	0,059	28	0,073	28	0,093	28	0,110	ohne
64	0,017	64	0,022	64	0,039	64	0,059	64	0,073	64	0,093	64	0,110	ohne
74	0,020	74	0,028	74	0,048	74	0,070	74	0,088	74	0,110	74	0,132	ohne
23	0,017	23	0,022	23	0,039	23	0,059	23	0,073	23	0,093	23	0,110	Emuls.
51	0,017	51	0,022	51	0,039	51	0,059	51	0,073	51	0,093	51	0,110	Emuls.
64	0,020	64	0,028	64	0,048	64	0,070	64	0,088	64	0,110	64	0,132	Emuls.
14	0,021	14	0,028	14	0,046	14	0,071	14	0,081	14	0,100	14	0,120	Emuls.
41	0,021	41	0,028	41	0,046	41	0,071	41	0,081	41	0,100	41	0,120	Emuls.
46	0,025	46	0,035	46	0,056	46	0,085	46	0,098	46	0,119	46	0,144	Emuls.
21	0,008	21	0,012	21	0,018	21	0,028	21	0,038	21	0,050	21	0,062	ohne
31	0,000	31	0,012	31	0,018	31	0,028	31	0,038	31	0,050	31	0,062	ohne
62	0,012	62	0,016	62	0,024	62	0,038	62	0,052	62	0,066	62	0,076	ohne
51	0,017	51	0,022	51	0,039	51	0,059	51	0,073	51	0,093	51	0,110	tr./Luft
51	0,017	51	0,022	51	0,039	51	0,059	51	0,073	51	0,093	51	0,110	tr./Luft
64	0,020	64	0,028	64	0,048	64	0,070	64	0,088	64	0,110	64	0,132	tr./Luft
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabelle 8.14 GARANT-Schaftfräser HSS/PM (unbesch., beschichtet) – Schruppen Tauchen/Zirkularfräsen

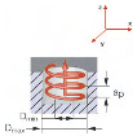
Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schneidstoff/ Beschichtung	Durchmesser [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baust.	< 500	HSS, unbesch.	28	0,001	28	0,001	28	0,001	28	0,002
			HSS, beschichtet	78	0,001	78	0,001	78	0,001	78	0,002
			PM, beschichtet	83	0,001	83	0,001	83	0,001	83	0,002
1.1	allg. Baust.	500 – 850	HSS, unbesch.	23	0,001	23	0,001	23	0,001	23	0,002
			HSS, beschichtet	64	0,001	64	0,001	64	0,001	64	0,002
			PM, beschichtet	69	0,001	69	0,001	69	0,001	69	0,002
2.0	Automatenst.	< 850	HSS, unbesch.	26	0,001	26	0,001	26	0,001	26	0,002
			HSS, beschichtet	69	0,001	69	0,001	69	0,001	69	0,002
			PM, beschichtet	74	0,001	74	0,001	74	0,001	74	0,002
2.1	Automatenst.	850 – 1000	HSS, unbesch.	20	0,001	20	0,001	20	0,001	20	0,002
			HSS, beschichtet	64	0,001	64	0,001	64	0,001	64	0,002
			PM, beschichtet	69	0,001	69	0,001	69	0,001	69	0,002
3.0	unleg. Vergü.-St.	<700	HSS, unbesch.	25	0,001	25	0,001	25	0,001	25	0,002
			HSS, beschichtet	64	0,001	64	0,001	64	0,001	64	0,002
			PM, beschichtet	69	0,001	69	0,001	69	0,001	69	0,002
3.1	unleg. Vergü.-St.	700 – 850	HSS, unbesch.	23	0,001	23	0,001	23	0,001	23	0,002
			HSS, beschichtet	55	0,001	55	0,001	55	0,001	55	0,002
			PM, beschichtet	64	0,001	64	0,001	64	0,001	64	0,002
3.2	unleg. Vergü.-St.	850 – 1000	HSS, unbesch.	18	0,001	18	0,001	18	0,001	18	0,002
			HSS, beschichtet	41	0,001	41	0,001	41	0,001	41	0,002
			PM, beschichtet	51	0,001	51	0,001	51	0,001	51	0,002
4.0	leg. Vergü.-St.	850 – 1000	HSS, unbesch.	17	0,001	17	0,001	17	0,001	17	0,002
			HSS, beschichtet	41	0,001	41	0,001	41	0,001	41	0,002
			PM, beschichtet	51	0,001	51	0,001	51	0,001	51	0,002
4.1	leg. Vergü.-St.	1000 – 1200	HSS, unbesch.	14	0,001	14	0,001	14	0,001	14	0,002
			HSS, beschichtet	39	0,001	39	0,001	39	0,001	39	0,002
			PM, beschichtet	46	0,001	46	0,001	46	0,001	46	0,002
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	HSS, unbesch.	23	0,001	23	0,001	23	0,001	23	0,002
			HSS, beschichtet	55	0,001	55	0,001	55	0,001	55	0,002
			PM, beschichtet	64	0,001	64	0,001	64	0,001	64	0,002
6.0	leg. Einsatzst.	<1000	HSS, unbesch.	17	0,001	17	0,001	17	0,001	17	0,002
			HSS, beschichtet	46	0,001	46	0,001	46	0,001	46	0,002
			PM, beschichtet	60	0,001	60	0,001	60	0,001	60	0,002
6.1	leg. Einsatzst.	>1000	HSS, unbesch.	14	0,001	14	0,001	14	0,001	14	0,002
			HSS, beschichtet	41	0,001	41	0,001	41	0,001	41	0,002
			PM, beschichtet	51	0,001	51	0,001	51	0,001	51	0,002
7.0	Nitrierstähle	<1000	HSS, unbesch.	17	0,001	17	0,001	17	0,001	17	0,002
			HSS, beschichtet	39	0,001	39	0,001	39	0,001	39	0,002
			PM, beschichtet	51	0,001	51	0,001	51	0,001	51	0,002
7.1	Nitrierstähle	>1000	HSS, unbesch.	14	0,001	14	0,001	14	0,001	14	0,002
			HSS, beschichtet	32	0,001	32	0,001	32	0,001	32	0,002
			PM, beschichtet	41	0,001	41	0,001	41	0,001	41	0,002
8.0	Werkzeugstähle	< 850	HSS, unbesch.	20	0,001	20	0,001	20	0,001	20	0,002
			HSS, beschichtet	35	0,001	35	0,001	35	0,001	35	0,002
			HSS, unbesch.	41	0,001	41	0,001	41	0,001	41	0,002
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	HSS, unbesch.	12	0,001	12	0,001	12	0,001	12	0,002
			HSS, beschichtet	29	0,001	29	0,001	29	0,001	29	0,002
			PM, beschichtet	37	0,001	37	0,001	37	0,001	37	0,002
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	HSS, unbesch.	7	0,001	7	0,001	7	0,001	7	0,002
			HSS, beschichtet	25	0,001	25	0,001	25	0,001	25	0,002
			PM, beschichtet	32	0,001	32	0,001	32	0,001	32	0,002



Durchmesser [mm]																	KSS
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0					
v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]				
28	0,004	28	0,005	28	0,007	28	0,011	28	0,015	28	0,020	28	0,025	Emuls.			
78	0,004	78	0,005	78	0,007	78	0,011	78	0,015	78	0,020	78	0,025	Emuls.			
83	0,004	83	0,006	83	0,008	83	0,013	83	0,018	83	0,023	83	0,029	Emuls.			
23	0,003	23	0,004	23	0,006	23	0,010	23	0,013	23	0,018	23	0,027	Emuls.			
64	0,003	64	0,004	64	0,006	64	0,010	64	0,013	64	0,018	64	0,027	Emuls.			
69	0,004	69	0,006	69	0,008	69	0,013	69	0,018	69	0,023	69	0,029	Emuls.			
26	0,003	26	0,004	26	0,006	26	0,010	26	0,013	26	0,018	26	0,022	Emuls.			
69	0,003	69	0,004	69	0,006	69	0,010	69	0,013	69	0,018	69	0,022	Emuls.			
74	0,004	74	0,006	74	0,008	74	0,013	74	0,018	74	0,023	74	0,027	Emuls.			
20	0,003	20	0,004	20	0,006	20	0,010	20	0,013	20	0,018	20	0,022	Emuls.			
64	0,003	64	0,004	64	0,006	64	0,010	64	0,013	64	0,018	64	0,022	Emuls.			
69	0,004	69	0,006	69	0,008	69	0,013	69	0,018	69	0,023	69	0,027	Emuls.			
25	0,003	25	0,004	25	0,006	25	0,010	25	0,013	25	0,018	25	0,022	Emuls.			
64	0,003	64	0,004	64	0,006	64	0,010	64	0,013	64	0,018	64	0,022	Emuls.			
69	0,004	69	0,006	69	0,008	69	0,013	69	0,018	69	0,023	69	0,027	Emuls.			
23	0,003	23	0,004	23	0,006	23	0,010	23	0,013	23	0,018	23	0,022	Emuls.			
55	0,003	55	0,004	55	0,006	55	0,010	55	0,013	55	0,018	55	0,022	Emuls.			
64	0,004	64	0,006	64	0,008	64	0,013	64	0,018	64	0,023	64	0,027	Emuls.			
18	0,003	18	0,004	18	0,006	18	0,010	18	0,013	18	0,018	18	0,022	Emuls.			
41	0,003	41	0,004	41	0,006	41	0,010	41	0,013	41	0,018	41	0,022	Emuls.			
51	0,004	51	0,006	51	0,008	51	0,013	51	0,018	51	0,023	51	0,027	Emuls.			
17	0,003	17	0,004	17	0,006	17	0,010	17	0,013	17	0,018	17	0,022	Emuls.			
41	0,003	41	0,004	41	0,006	41	0,010	41	0,013	41	0,018	41	0,022	Emuls.			
51	0,004	51	0,006	51	0,008	51	0,013	51	0,018	51	0,023	51	0,027	Emuls.			
14	0,004	14	0,005	14	0,007	14	0,011	14	0,015	14	0,020	14	0,025	Emuls.			
39	0,004	39	0,005	39	0,007	39	0,011	39	0,015	39	0,020	39	0,025	Emuls.			
46	0,004	46	0,006	46	0,008	46	0,013	46	0,018	46	0,023	46	0,029	Emuls.			
23	0,003	23	0,004	23	0,006	23	0,010	23	0,013	23	0,018	23	0,022	Emuls.			
55	0,003	55	0,004	55	0,006	55	0,010	55	0,013	55	0,018	55	0,022	Emuls.			
64	0,004	64	0,006	64	0,008	64	0,013	64	0,018	64	0,023	64	0,027	Emuls.			
17	0,003	17	0,004	17	0,006	17	0,010	17	0,013	17	0,018	17	0,022	Emuls.			
46	0,003	46	0,004	46	0,006	46	0,010	46	0,013	46	0,018	46	0,022	Emuls.			
60	0,004	60	0,006	60	0,008	60	0,013	60	0,018	60	0,023	60	0,027	Emuls.			
14	0,004	14	0,005	14	0,007	14	0,011	14	0,015	14	0,020	14	0,025	Emuls.			
41	0,004	41	0,005	41	0,007	41	0,011	41	0,015	41	0,020	41	0,025	Emuls.			
51	0,004	51	0,006	51	0,008	51	0,013	51	0,018	51	0,023	51	0,029	Emuls.			
17	0,003	17	0,004	17	0,006	17	0,010	17	0,013	17	0,018	17	0,022	Emuls.			
39	0,003	39	0,004	39	0,006	39	0,010	39	0,013	39	0,018	39	0,022	Emuls.			
51	0,004	51	0,006	51	0,008	51	0,013	51	0,018	51	0,023	51	0,027	Emuls.			
14	0,004	14	0,005	14	0,007	14	0,011	14	0,015	14	0,020	14	0,025	Emuls.			
32	0,004	32	0,005	32	0,007	32	0,011	32	0,015	32	0,020	32	0,025	Emuls.			
41	0,004	41	0,006	41	0,008	41	0,013	41	0,018	41	0,023	41	0,029	Emuls.			
20	0,003	20	0,004	20	0,006	20	0,010	20	0,013	20	0,018	20	0,022	Emuls.			
35	0,003	35	0,004	35	0,006	35	0,010	35	0,013	35	0,018	35	0,022	Emuls.			
41	0,004	41	0,006	41	0,008	41	0,013	41	0,018	41	0,023	41	0,027	Emuls.			
12	0,004	12	0,005	12	0,007	12	0,011	12	0,015	12	0,020	12	0,025	Emuls.			
29	0,004	29	0,005	29	0,007	29	0,011	29	0,015	29	0,020	29	0,025	Emuls.			
37	0,004	37	0,006	37	0,008	37	0,013	37	0,018	37	0,023	37	0,029	Emuls.			
7	0,004	7	0,005	7	0,007	7	0,011	7	0,015	7	0,020	7	0,025	Emuls.			
25	0,004	25	0,005	25	0,007	25	0,011	25	0,015	25	0,020	25	0,025	Emuls.			
32	0,004	32	0,006	32	0,008	32	0,013	32	0,018	32	0,023	32	0,029	Emuls.			

Tabelle 8.14 (Forts.) GARANT-Schaftfräser HSS/PM (unbesch., beschichtet) – Schruppen Tauchen/Zirkularfräsen

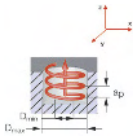
Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schneidstoff/ Beschichtung	Durchmesser [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	HSS, unbesch.	6	0,001	6	0,001	6	0,001	6	0,002
			HSS, beschichtet	21	0,001	21	0,001	21	0,001	21	0,002
			PM, beschichtet	26	0,001	26	0,001	26	0,001	26	0,002
10.0	gehärtete Stähle	45 – 65 HRC	HSS, unbesch.	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55 – 60 HRC	HSS, unbesch.	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60 – 67 HRC	HSS, unbesch.	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	HSS, unbesch.	7	0,001	7	0,001	7	0,001	7	0,002
			HSS, beschichtet	18	0,001	18	0,001	18	0,001	18	0,002
			PM, beschichtet	28	0,001	28	0,001	28	0,001	28	0,002
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	HSS, unbesch.	4	0,001	4	0,001	4	0,001	4	0,002
			HSS, beschichtet	7	0,001	7	0,001	7	0,001	7	0,002
			PM, beschichtet	14	0,001	14	0,001	14	0,001	14	0,002
12.0	Federstähle	< 1500	HSS, unbesch.	6	0,001	6	0,001	6	0,001	6	0,002
			HSS, beschichtet	14	0,001	14	0,001	14	0,001	14	0,002
			PM, beschichtet	21	0,001	21	0,001	21	0,001	21	0,002
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	HSS, unbesch.	18	0,001	18	0,001	18	0,001	18	0,002
			HSS, beschichtet	28	0,001	28	0,001	28	0,001	28	0,002
			PM, beschichtet	41	0,001	41	0,001	41	0,001	41	0,002
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	HSS, unbesch.	14	0,001	14	0,001	14	0,001	14	0,002
			HSS, beschichtet	23	0,001	23	0,001	23	0,001	23	0,002
			PM, beschichtet	32	0,001	32	0,001	32	0,001	32	0,002
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	HSS, unbesch.	9	0,001	9	0,001	9	0,001	9	0,002
			HSS, beschichtet	17	0,001	17	0,001	17	0,001	17	0,002
			PM, beschichtet	23	0,001	23	0,001	23	0,001	23	0,002
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	HSS, unbesch.	7	0,001	7	0,001	7	0,001	7	0,002
			HSS, beschichtet	14	0,001	14	0,001	14	0,001	14	0,002
			PM, beschichtet	18	0,001	18	0,001	18	0,001	18	0,002
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	HSS, unbesch.	5	0,001	5	0,001	5	0,001	5	0,002
			HSS, beschichtet	9	0,001	9	0,001	9	0,001	9	0,002
			PM, beschichtet	14	0,001	14	0,001	14	0,001	14	0,002
15.0	Gusseisen	< 180 HB	HSS, unbesch.	26	0,001	26	0,001	26	0,001	26	0,002
			HSS, beschichtet	60	0,001	60	0,001	60	0,001	60	0,002
			PM, beschichtet	64	0,001	64	0,001	64	0,001	64	0,002
15.1	Gusseisen	> 180 HB	HSS, unbesch.	23	0,001	23	0,001	23	0,001	23	0,002
			HSS, beschichtet	46	0,001	46	0,001	46	0,001	46	0,002
			PM, beschichtet	55	0,001	55	0,001	55	0,001	55	0,002
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	HSS, unbesch.	20	0,001	20	0,001	20	0,001	20	0,002
			HSS, beschichtet	37	0,001	37	0,001	37	0,001	37	0,002
			PM, beschichtet	41	0,001	41	0,001	41	0,001	41	0,002
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	HSS, unbesch.	14	0,001	14	0,001	14	0,001	14	0,002
			HSS, beschichtet	26	0,001	26	0,001	26	0,001	26	0,002
			PM, beschichtet	32	0,001	32	0,001	32	0,001	32	0,002



Durchmesser [mm]															KSS
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0			
v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]		
6	0,004	6	0,005	6	0,007	6	0,011	6	0,015	6	0,020	6	0,025		Emuls.
21	0,004	21	0,005	21	0,007	21	0,011	21	0,015	21	0,020	21	0,025		Emuls.
26	0,004	26	0,006	26	0,008	26	0,013	26	0,018	26	0,023	26	0,029		Emuls.
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
7	0,004	7	0,005	7	0,007	7	0,011	7	0,015	7	0,020	7	0,025		Emuls.
18	0,004	18	0,005	18	0,007	18	0,011	18	0,015	18	0,020	18	0,025		Emuls.
28	0,004	28	0,006	28	0,008	28	0,013	28	0,018	28	0,023	28	0,029		Emuls.
4	0,004	4	0,005	4	0,007	4	0,011	4	0,015	4	0,020	4	0,025		Emuls.
7	0,004	7	0,005	7	0,007	7	0,011	7	0,015	7	0,020	7	0,025		Emuls.
14	0,004	14	0,006	14	0,008	14	0,013	14	0,018	14	0,023	14	0,029		Emuls.
6	0,004	6	0,005	6	0,007	6	0,011	6	0,015	6	0,020	6	0,025		Emuls.
14	0,004	14	0,005	14	0,007	14	0,011	14	0,015	14	0,020	14	0,025		Emuls.
21	0,004	21	0,006	21	0,008	21	0,013	21	0,018	21	0,023	21	0,029		Emuls.
18	0,003	18	0,004	18	0,006	18	0,010	18	0,013	18	0,018	18	0,022		Emuls.
28	0,003	28	0,004	28	0,006	28	0,010	28	0,013	28	0,018	28	0,022		Emuls.
41	0,004	41	0,006	41	0,008	41	0,013	41	0,018	41	0,023	41	0,027		Emuls.
14	0,003	14	0,004	14	0,006	14	0,010	14	0,013	14	0,018	14	0,022		Emuls.
23	0,003	23	0,004	23	0,006	23	0,010	23	0,013	23	0,018	23	0,022		Emuls.
32	0,004	32	0,006	32	0,008	32	0,013	32	0,018	32	0,023	32	0,027		Emuls.
9	0,003	9	0,004	9	0,006	9	0,010	9	0,013	9	0,018	9	0,022		Emuls.
17	0,003	17	0,004	17	0,006	17	0,010	17	0,013	17	0,018	17	0,022		Emuls.
23	0,004	23	0,006	23	0,008	23	0,013	23	0,018	23	0,023	23	0,027		Emuls.
7	0,004	7	0,005	7	0,006	7	0,010	7	0,013	7	0,018	7	0,025		Emuls.
14	0,004	14	0,005	14	0,006	14	0,010	14	0,013	14	0,018	14	0,025		Emuls.
18	0,004	18	0,006	18	0,008	18	0,013	18	0,018	18	0,023	18	0,029		Emuls.
5	0,004	5	0,005	5	0,007	5	0,011	5	0,015	5	0,020	5	0,025		Emuls.
9	0,004	9	0,005	9	0,007	9	0,011	9	0,015	9	0,020	9	0,025		Emuls.
14	0,004	14	0,006	14	0,008	14	0,013	14	0,018	14	0,023	14	0,029		Emuls.
26	0,003	26	0,004	26	0,006	26	0,010	26	0,013	26	0,018	26	0,022		ohne
60	0,003	60	0,004	60	0,006	60	0,010	60	0,013	60	0,018	60	0,022		ohne
64	0,004	64	0,006	64	0,008	64	0,013	64	0,018	64	0,023	64	0,027		ohne
23	0,003	23	0,004	23	0,006	23	0,010	23	0,013	23	0,018	23	0,022		ohne
46	0,003	46	0,004	46	0,006	46	0,010	46	0,013	46	0,018	46	0,022		ohne
55	0,004	55	0,006	55	0,008	55	0,013	55	0,018	55	0,023	55	0,027		ohne
20	0,003	20	0,004	20	0,006	20	0,010	20	0,013	20	0,018	20	0,022		Emuls.
37	0,003	37	0,004	37	0,006	37	0,010	37	0,013	37	0,018	37	0,022		Emuls.
41	0,004	41	0,006	41	0,008	41	0,013	41	0,018	41	0,023	41	0,027		Emuls.
14	0,003	14	0,004	14	0,006	14	0,010	14	0,013	14	0,018	14	0,022		Emuls.
26	0,003	26	0,004	26	0,006	26	0,010	26	0,013	26	0,018	26	0,022		Emuls.
32	0,004	32	0,006	32	0,008	32	0,013	32	0,018	32	0,023	32	0,027		Emuls.

Tabelle 8.14 (Forts.) GARANT-Schaftfräser HSS/PM (unbesch., beschichtet) – Schruppen Tauchen/Zirkularfräsen

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schneidstoff/ Beschichtung	Durchmesser [mm] 0,25 v_c [m/min]	0,25 f_z [mm/Z]	0,5 v_c [m/min]	0,5 f_z [mm/Z]	1,0 v_c [m/min]	1,0 f_z [mm/Z]	2,0 v_c [m/min]	2,0 f_z [mm/Z]
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	HSS, unbesch.	7	0,001	7	0,001	7	0,001	7	0,002
			HSS, beschichtet	16	0,001	16	0,001	16	0,001	16	0,002
			PM, beschichtet	23	0,001	23	0,001	23	0,001	23	0,002
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	HSS, unbesch.	5	0,001	5	0,001	5	0,001	5	0,002
			HSS, beschichtet	9	0,001	9	0,001	9	0,001	9	0,002
			PM, beschichtet	14	0,001	14	0,001	14	0,001	14	0,002
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	HSS, unbesch.	138	0,001	138	0,001	138	0,002	138	0,003
			HSS, beschichtet	200	0,001	200	0,001	200	0,002	200	0,003
			PM, beschichtet	220	0,001	220	0,001	220	0,003	220	0,004
17.1	Al-Leg., kurzspanend		HSS, unbesch.	83	0,001	83	0,002	83	0,003	83	0,004
			HSS, beschichtet	120	0,001	120	0,002	120	0,003	120	0,004
			PM, beschichtet	138	0,001	138	0,002	138	0,004	138	0,005
17.2	Alu.-Gussleg. >10% Si		HSS, unbesch.	37	0,001	37	0,002	37	0,003	37	0,004
			HSS, beschichtet	100	0,001	100	0,002	100	0,003	100	0,004
			PM, beschichtet	110	0,001	110	0,002	110	0,004	110	0,005
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	HSS, unbesch.	55	0,001	55	0,002	55	0,003	55	0,004
			HSS, beschichtet	92	0,001	92	0,002	92	0,003	92	0,004
			PM, beschichtet	110	0,001	110	0,002	110	0,004	110	0,005
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	HSS, unbesch.	55	0,001	55	0,002	55	0,003	55	0,004
			HSS, beschichtet	92	0,001	92	0,002	92	0,003	92	0,004
			PM, beschichtet	110	0,001	110	0,002	110	0,004	110	0,005
18.2	Messing, langspanend	< 600	HSS, unbesch.	37	0,001	37	0,002	37	0,003	37	0,004
			HSS, beschichtet	83	0,001	83	0,002	83	0,003	83	0,004
			PM, beschichtet	92	0,001	92	0,002	92	0,004	92	0,005
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	HSS, unbesch.	37	0,001	37	0,002	37	0,003	37	0,004
			HSS, beschichtet	83	0,001	83	0,002	83	0,003	83	0,004
			PM, beschichtet	92	0,001	92	0,002	92	0,004	92	0,005
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	HSS, unbesch.	28	0,001	28	0,002	28	0,003	28	0,004
			HSS, beschichtet	64	0,001	64	0,002	64	0,003	64	0,004
			PM, beschichtet	74	0,001	74	0,002	74	0,004	74	0,005
18.5	Bronze, langspanend	< 850	HSS, unbesch.	23	0,001	23	0,002	23	0,003	23	0,004
			HSS, beschichtet	51	0,001	51	0,002	51	0,003	51	0,004
			PM, beschichtet	64	0,001	64	0,002	64	0,004	64	0,005
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	HSS, unbesch.	14	0,001	14	0,002	14	0,003	14	0,004
			HSS, beschichtet	41	0,001	41	0,002	41	0,003	41	0,004
			PM, beschichtet	46	0,001	46	0,002	46	0,004	46	0,005
19.0	Graphit		HSS, unbesch.	21	0,001	21	0,001	21	0,001	21	0,002
			HSS, beschichtet	31	0,001	31	0,001	31	0,001	31	0,002
			PM, beschichtet	62	0,001	62	0,001	62	0,001	62	0,002
20.0	Thermoplast		HSS, unbesch.	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
20.1	Duroplast		HSS, unbesch.	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
20.2	GFK und CFK		HSS, unbesch.	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–

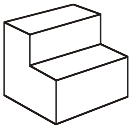


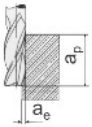
Durchmesser [mm]															KSS
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0			
v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]		
7	0,004	7	0,005	7	0,007	7	0,011	7	0,015	7	0,020	7	0,025		Emuls.
16	0,004	16	0,005	16	0,007	16	0,011	16	0,015	16	0,020	16	0,025		Emuls.
23	0,004	23	0,006	23	0,008	23	0,013	23	0,018	23	0,023	23	0,029		Emuls.
5	0,004	5	0,005	5	0,007	5	0,011	5	0,015	5	0,020	5	0,025		Emuls.
9	0,004	9	0,005	9	0,007	9	0,011	9	0,015	9	0,020	9	0,025		Emuls.
14	0,004	14	0,006	14	0,008	14	0,013	14	0,018	14	0,023	14	0,029		Emuls.
138	0,004	138	0,006	138	0,010	138	0,015	138	0,020	138	0,026	138	0,035		Emuls.
200	0,004	200	0,006	200	0,010	200	0,015	200	0,020	200	0,026	200	0,035		Emuls.
220	0,005	220	0,007	220	0,012	220	0,018	220	0,025	220	0,031	220	0,042		Emuls.
83	0,006	83	0,008	83	0,014	83	0,021	83	0,025	83	0,032	83	0,039		Emuls.
120	0,006	120	0,008	120	0,014	120	0,021	120	0,025	120	0,032	120	0,039		Emuls.
138	0,007	138	0,010	138	0,017	138	0,025	138	0,031	138	0,039	138	0,046		Emuls.
37	0,007	37	0,010	37	0,016	37	0,025	37	0,028	37	0,035	37	0,042		Emuls.
100	0,007	100	0,010	100	0,016	100	0,025	100	0,028	100	0,035	100	0,042		Emuls.
110	0,009	110	0,012	110	0,020	110	0,030	110	0,034	110	0,042	110	0,050		Emuls.
55	0,006	55	0,008	55	0,014	55	0,021	55	0,025	55	0,032	55	0,039		Emuls.
92	0,006	92	0,008	92	0,014	92	0,021	92	0,025	92	0,032	92	0,039		Emuls.
110	0,007	110	0,010	110	0,017	110	0,025	110	0,031	110	0,039	110	0,046		Emuls.
55	0,006	55	0,008	55	0,014	55	0,021	55	0,025	55	0,032	55	0,039		ohne
92	0,006	92	0,008	92	0,014	92	0,021	92	0,025	92	0,032	92	0,039		ohne
110	0,007	110	0,010	110	0,017	110	0,025	110	0,031	110	0,039	110	0,046		ohne
37	0,006	37	0,008	37	0,014	37	0,021	37	0,025	37	0,032	37	0,039		ohne
83	0,006	83	0,008	83	0,014	83	0,021	83	0,025	83	0,032	83	0,039		ohne
92	0,007	92	0,010	92	0,017	92	0,025	92	0,031	92	0,039	92	0,046		ohne
37	0,006	37	0,008	37	0,014	37	0,021	37	0,025	37	0,032	37	0,039		ohne
83	0,006	83	0,008	83	0,014	83	0,021	83	0,025	83	0,032	83	0,039		ohne
92	0,007	92	0,010	92	0,017	92	0,025	92	0,031	92	0,039	92	0,046		ohne
28	0,006	28	0,008	28	0,014	28	0,021	28	0,025	28	0,032	28	0,039		ohne
64	0,006	64	0,008	64	0,014	64	0,021	64	0,025	64	0,032	64	0,039		ohne
74	0,007	74	0,010	74	0,017	74	0,025	74	0,031	74	0,039	74	0,046		ohne
23	0,006	23	0,008	23	0,014	23	0,021	23	0,025	23	0,032	23	0,039		Emuls.
51	0,006	51	0,008	51	0,014	51	0,021	51	0,025	51	0,032	51	0,039		Emuls.
64	0,007	64	0,010	64	0,017	64	0,025	64	0,031	64	0,039	64	0,046		Emuls.
14	0,007	14	0,010	14	0,016	14	0,025	14	0,028	14	0,035	14	0,042		Emuls.
41	0,007	41	0,010	41	0,016	41	0,025	41	0,028	41	0,035	41	0,042		Emuls.
46	0,009	46	0,012	46	0,020	46	0,030	46	0,034	46	0,042	46	0,050		Emuls.
21	0,003	21	0,004	21	0,006	21	0,010	21	0,013	21	0,018	21	0,022		ohne
31	0,003	31	0,004	31	0,006	31	0,010	31	0,013	31	0,018	31	0,022		ohne
62	0,004	62	0,006	62	0,008	62	0,013	62	0,018	62	0,023	62	0,027		ohne
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–

Tabelle 8.15 GARANT-Schaftfräser HSS/PM (unbesch., beschichtet) – Schlichten Kontur

f_z für a_e = 0,1 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schneidstoff/ Beschichtung	Durchmesser [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baust.	< 500	HSS, unbesch.	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,003
			HSS, beschichtet	84	0,001	84	0,001	84	0,002	84	0,003
			PM, beschichtet	89	0,001	89	0,001	89	0,002	89	0,003
1.1	allg. Baust.	500 – 850	HSS, unbesch.	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,003
			HSS, beschichtet	70	0,001	70	0,001	70	0,002	70	0,003
			PM, beschichtet	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,003
2.0	Automatenst.	< 850	HSS, unbesch.	28	0,001	28	0,001	28	0,002	28	0,003
			HSS, beschichtet	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,003
			PM, beschichtet	79	0,001	79	0,001	79	0,002	79	0,003
2.1	Automatenst.	850 – 1000	HSS, unbesch.	22	0,001	22	0,001	22	0,002	22	0,003
			HSS, beschichtet	70	0,001	70	0,001	70	0,002	70	0,003
			PM, beschichtet	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,003
3.0	unleg. Vergü.-St.	<700	HSS, unbesch.	27	0,001	27	0,001	27	0,002	27	0,003
			HSS, beschichtet	70	0,001	70	0,001	70	0,002	70	0,003
			PM, beschichtet	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,003
3.1	unleg. Vergü.-St.	700 – 850	HSS, unbesch.	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,003
			HSS, beschichtet	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,003
			PM, beschichtet	70	0,001	70	0,001	70	0,002	70	0,003
3.2	unleg. Vergü.-St.	850 – 1000	HSS, unbesch.	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,003
			HSS, beschichtet	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,003
			PM, beschichtet	55	0,001	55	0,001	55	0,002	55	0,003
4.0	leg. Vergü.-St.	850 – 1000	HSS, unbesch.	18	0,001	18	0,001	18	0,002	18	0,003
			HSS, beschichtet	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,003
			PM, beschichtet	55	0,001	55	0,001	55	0,002	55	0,003
4.1	leg. Vergü.-St.	1000 – 1200	HSS, unbesch.	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,003
			HSS, beschichtet	42	0,001	42	0,001	42	0,002	42	0,003
			PM, beschichtet	50	0,001	50	0,001	50	0,002	50	0,003
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	HSS, unbesch.	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,003
			HSS, beschichtet	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,003
			PM, beschichtet	70	0,001	70	0,001	70	0,002	70	0,003
6.0	leg. Einsatzst.	<1000	HSS, unbesch.	18	0,001	18	0,001	18	0,002	18	0,003
			HSS, beschichtet	50	0,001	50	0,001	50	0,002	50	0,003
			PM, beschichtet	65	0,001	65	0,001	65	0,002	65	0,003
6.1	leg. Einsatzst.	>1000	HSS, unbesch.	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,003
			HSS, beschichtet	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,003
			PM, beschichtet	55	0,001	55	0,001	55	0,002	55	0,003
7.0	Nitrierstähle	<1000	HSS, unbesch.	18	0,001	18	0,001	18	0,002	18	0,003
			HSS, beschichtet	42	0,001	42	0,001	42	0,002	42	0,003
			PM, beschichtet	55	0,001	55	0,001	55	0,002	55	0,003
7.1	Nitrierstähle	>1000	HSS, unbesch.	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,003
			HSS, beschichtet	35	0,001	35	0,001	35	0,002	35	0,003
			PM, beschichtet	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,003
8.0	Werkzeugstähle	< 850	HSS, unbesch.	22	0,001	22	0,001	22	0,002	22	0,003
			HSS, beschichtet	38	0,001	38	0,001	38	0,002	38	0,003
			PM, beschichtet	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,003
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	HSS, unbesch.	13	0,001	13	0,001	13	0,002	13	0,003
			HSS, beschichtet	32	0,001	32	0,001	32	0,002	32	0,003
			PM, beschichtet	40	0,001	40	0,001	40	0,002	40	0,003
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	HSS, unbesch.	8	0,001	8	0,001	8	0,002	8	0,003
			HSS, beschichtet	27	0,001	27	0,001	27	0,002	27	0,003
			PM, beschichtet	35	0,001	35	0,001	35	0,002	35	0,003



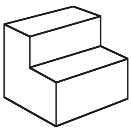


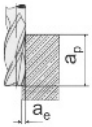
Durchmesser [mm]															KSS
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0			
v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	
30	0,005	30	0,007	30	0,010	30	0,016	30	0,022	30	0,035	30	0,044	Emuls.
84	0,005	84	0,007	84	0,010	84	0,016	84	0,022	84	0,035	84	0,044	Emuls.
89	0,006	89	0,008	89	0,012	89	0,019	89	0,026	89	0,041	89	0,053	Emuls.
25	0,004	25	0,006	25	0,009	25	0,014	25	0,019	25	0,031	25	0,039	Emuls.
70	0,004	70	0,006	70	0,009	70	0,014	70	0,019	70	0,031	70	0,039	Emuls.
75	0,006	75	0,008	75	0,012	75	0,019	75	0,026	75	0,041	75	0,048	Emuls.
28	0,004	28	0,006	28	0,009	28	0,014	28	0,019	28	0,025	28	0,031	Emuls.
75	0,004	75	0,006	75	0,009	75	0,014	75	0,019	75	0,025	75	0,031	Emuls.
79	0,006	79	0,008	79	0,012	79	0,019	79	0,026	79	0,033	79	0,038	Emuls.
22	0,004	22	0,006	22	0,009	22	0,014	22	0,019	22	0,025	22	0,031	Emuls.
70	0,004	70	0,006	70	0,009	70	0,014	70	0,019	70	0,025	70	0,031	Emuls.
75	0,006	75	0,008	75	0,012	75	0,019	75	0,026	75	0,033	75	0,038	Emuls.
27	0,004	27	0,006	27	0,009	27	0,014	27	0,019	27	0,025	27	0,031	Emuls.
70	0,004	70	0,006	70	0,009	70	0,014	70	0,019	70	0,025	70	0,031	Emuls.
75	0,006	75	0,008	75	0,012	75	0,019	75	0,026	75	0,033	75	0,038	Emuls.
25	0,004	25	0,006	25	0,009	25	0,014	25	0,019	25	0,025	25	0,031	Emuls.
60	0,004	60	0,006	60	0,009	60	0,014	60	0,019	60	0,025	60	0,031	Emuls.
70	0,006	70	0,008	70	0,012	70	0,019	70	0,026	70	0,033	70	0,038	Emuls.
20	0,004	20	0,006	20	0,009	20	0,014	20	0,019	20	0,025	20	0,031	Emuls.
45	0,004	45	0,006	45	0,009	45	0,014	45	0,019	45	0,025	45	0,031	Emuls.
55	0,006	55	0,008	55	0,012	55	0,019	55	0,026	55	0,033	55	0,038	Emuls.
18	0,004	18	0,006	18	0,009	18	0,014	18	0,019	18	0,025	18	0,031	Emuls.
45	0,004	45	0,006	45	0,009	45	0,014	45	0,019	45	0,025	45	0,031	Emuls.
55	0,006	55	0,008	55	0,012	55	0,019	55	0,026	55	0,033	55	0,038	Emuls.
15	0,005	15	0,007	15	0,010	15	0,016	15	0,022	15	0,028	15	0,035	Emuls.
42	0,005	42	0,007	42	0,010	42	0,016	42	0,022	42	0,028	42	0,035	Emuls.
50	0,006	50	0,008	50	0,012	50	0,019	50	0,026	50	0,033	50	0,042	Emuls.
25	0,004	25	0,006	25	0,009	25	0,014	25	0,019	25	0,025	25	0,031	Emuls.
60	0,004	60	0,006	60	0,009	60	0,014	60	0,019	60	0,025	60	0,031	Emuls.
70	0,006	70	0,008	70	0,012	70	0,019	70	0,026	70	0,033	70	0,038	Emuls.
18	0,004	18	0,006	18	0,009	18	0,014	18	0,019	18	0,025	18	0,031	Emuls.
50	0,004	50	0,006	50	0,009	50	0,014	50	0,019	50	0,025	50	0,031	Emuls.
65	0,006	65	0,008	65	0,012	65	0,019	65	0,026	65	0,033	65	0,038	Emuls.
15	0,005	15	0,007	15	0,010	15	0,016	15	0,022	15	0,028	15	0,035	Emuls.
45	0,005	45	0,007	45	0,010	45	0,016	45	0,022	45	0,028	45	0,035	Emuls.
55	0,006	55	0,008	55	0,012	55	0,019	55	0,026	55	0,033	55	0,042	Emuls.
18	0,004	18	0,006	18	0,009	18	0,014	18	0,019	18	0,025	18	0,031	Emuls.
42	0,004	42	0,006	42	0,009	42	0,014	42	0,019	42	0,025	42	0,031	Emuls.
55	0,006	55	0,008	55	0,012	55	0,019	55	0,026	55	0,033	55	0,038	Emuls.
15	0,005	15	0,007	15	0,010	15	0,016	15	0,022	15	0,028	15	0,035	Emuls.
35	0,005	35	0,007	35	0,010	35	0,016	35	0,022	35	0,028	35	0,035	Emuls.
45	0,006	45	0,008	45	0,012	45	0,019	45	0,026	45	0,033	45	0,042	Emuls.
22	0,004	22	0,006	22	0,009	22	0,014	22	0,019	22	0,025	22	0,031	Emuls.
38	0,004	38	0,006	38	0,009	38	0,014	38	0,019	38	0,025	38	0,031	Emuls.
45	0,006	45	0,008	45	0,012	45	0,019	45	0,026	45	0,033	45	0,038	Emuls.
13	0,005	13	0,007	13	0,010	13	0,016	13	0,022	13	0,028	13	0,035	Emuls.
32	0,005	32	0,007	32	0,010	32	0,016	32	0,022	32	0,028	32	0,035	Emuls.
40	0,006	40	0,008	40	0,012	40	0,019	40	0,026	40	0,033	40	0,042	Emuls.
8	0,005	8	0,007	8	0,010	8	0,016	8	0,022	8	0,028	8	0,035	Emuls.
27	0,005	27	0,007	27	0,010	27	0,016	27	0,022	27	0,028	27	0,035	Emuls.
35	0,006	35	0,008	35	0,012	35	0,019	35	0,026	35	0,033	35	0,042	Emuls.

Tabelle 8.15 (Forts.) GARANT-Schaftfräser HSS/PM (unbesch., beschichtet) – Schlichten Kontur

f_z für a_e = 0,1 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schneidstoff/ Beschichtung	Durchmesser [mm] 0,25 v_c [m/min]	0,25 f_z [mm/Z]	0,5 v_c [m/min]	0,5 f_z [mm/Z]	1,0 v_c [m/min]	1,0 f_z [mm/Z]	2,0 v_c [m/min]	2,0 f_z [mm/Z]
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	HSS, unbesch.	6	0,001	6	0,001	6	0,002	6	0,003
			HSS, beschichtet	23	0,001	23	0,001	23	0,002	23	0,003
			PM, beschichtet	28	0,001	28	0,001	28	0,002	28	0,003
10.0	gehärtete Stähle	45 – 55 HRC	HSS, unbesch.	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55 – 60 HRC	HSS, unbesch.	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60 – 67 HRC	HSS, unbesch.	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	HSS, unbesch.	8	0,001	8	0,001	8	0,002	8	0,003
			HSS, beschichtet	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,003
			PM, beschichtet	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,003
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	HSS, unbesch.	4	0,001	4	0,001	4	0,002	4	0,003
			HSS, beschichtet	8	0,001	8	0,001	8	0,002	8	0,003
			PM, beschichtet	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,003
12.0	Federstähle	< 1500	HSS, unbesch.	7	0,001	7	0,001	7	0,002	7	0,003
			HSS, beschichtet	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,003
			PM, beschichtet	23	0,001	23	0,001	23	0,002	23	0,003
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	HSS, unbesch.	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,003
			HSS, beschichtet	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,003
			PM, beschichtet	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,003
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	HSS, unbesch.	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,003
			HSS, beschichtet	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,003
			PM, beschichtet	35	0,001	35	0,001	35	0,002	35	0,003
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	HSS, unbesch.	10	0,001	10	0,001	10	0,002	10	0,003
			HSS, beschichtet	18	0,001	18	0,001	18	0,002	18	0,003
			PM, beschichtet	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,003
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	HSS, unbesch.	8	0,001	8	0,001	8	0,002	8	0,003
			HSS, beschichtet	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,003
			PM, beschichtet	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,003
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	HSS, unbesch.	5	0,001	5	0,001	5	0,002	5	0,003
			HSS, beschichtet	10	0,001	10	0,001	10	0,002	10	0,003
			PM, beschichtet	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,003
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	HSS, unbesch.	28	0,001	28	0,001	28	0,002	28	0,003
			HSS, beschichtet	65	0,001	65	0,001	65	0,002	65	0,003
			PM, beschichtet	70	0,001	70	0,001	70	0,002	70	0,003
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	HSS, unbesch.	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,003
			HSS, beschichtet	50	0,001	50	0,001	50	0,002	50	0,003
			PM, beschichtet	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,003
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	HSS, unbesch.	22	0,001	22	0,001	22	0,002	22	0,003
			HSS, beschichtet	40	0,001	40	0,001	40	0,002	40	0,003
			PM, beschichtet	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,003
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	HSS, unbesch.	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,003
			HSS, beschichtet	28	0,001	28	0,001	28	0,002	28	0,003
			PM, beschichtet	35	0,001	35	0,001	35	0,002	35	0,003



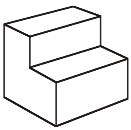


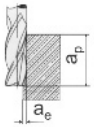
Durchmesser [mm]															KSS
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0			
v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	
6	0,005	6	0,007	6	0,010	6	0,016	6	0,022	6	0,028	6	0,042	Emuls.
23	0,005	23	0,007	23	0,010	23	0,016	23	0,022	23	0,028	23	0,042	Emuls.
28	0,006	28	0,008	28	0,012	28	0,019	28	0,026	28	0,033	28	0,050	Emuls.
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8	0,005	8	0,007	8	0,010	8	0,016	8	0,022	8	0,028	8	0,035	Emuls.
20	0,005	20	0,007	20	0,010	20	0,016	20	0,022	20	0,028	20	0,035	Emuls.
30	0,006	30	0,008	30	0,012	30	0,019	30	0,026	30	0,033	30	0,042	Emuls.
4	0,005	4	0,007	4	0,010	4	0,016	4	0,022	4	0,028	4	0,035	Emuls.
8	0,005	8	0,007	8	0,010	8	0,016	8	0,022	8	0,028	8	0,035	Emuls.
15	0,006	15	0,008	15	0,012	15	0,019	15	0,026	15	0,033	15	0,042	Emuls.
7	0,005	7	0,007	7	0,010	7	0,016	7	0,022	7	0,028	7	0,035	Emuls.
15	0,005	15	0,007	15	0,010	15	0,016	15	0,022	15	0,028	15	0,035	Emuls.
23	0,006	23	0,008	23	0,012	23	0,019	23	0,026	23	0,033	23	0,042	Emuls.
20	0,004	20	0,006	20	0,009	20	0,014	20	0,019	20	0,025	20	0,031	Emuls.
30	0,004	30	0,006	30	0,009	30	0,014	30	0,019	30	0,025	30	0,031	Emuls.
45	0,006	45	0,008	45	0,012	45	0,019	45	0,026	45	0,033	45	0,038	Emuls.
15	0,004	15	0,006	15	0,009	15	0,014	15	0,019	15	0,025	15	0,031	Emuls.
25	0,004	25	0,006	25	0,009	25	0,014	25	0,019	25	0,025	25	0,031	Emuls.
35	0,006	35	0,008	35	0,012	35	0,019	35	0,026	35	0,033	35	0,038	Emuls.
10	0,004	10	0,006	10	0,009	10	0,014	10	0,019	10	0,025	10	0,031	Emuls.
18	0,004	18	0,006	18	0,009	18	0,014	18	0,019	18	0,025	18	0,031	Emuls.
25	0,006	25	0,008	25	0,012	25	0,019	25	0,026	25	0,033	25	0,038	Emuls.
8	0,005	8	0,007	8	0,010	8	0,016	8	0,022	8	0,028	8	0,035	Emuls.
15	0,005	15	0,007	15	0,010	15	0,016	15	0,022	15	0,028	15	0,035	Emuls.
20	0,006	20	0,008	20	0,012	20	0,019	20	0,026	20	0,033	20	0,042	Emuls.
5	0,005	5	0,007	5	0,010	5	0,016	5	0,022	5	0,028	5	0,035	Emuls.
10	0,005	10	0,007	10	0,010	10	0,016	10	0,022	10	0,028	10	0,035	Emuls.
15	0,006	15	0,008	15	0,012	15	0,019	15	0,026	15	0,033	15	0,042	Emuls.
28	0,004	28	0,006	28	0,009	28	0,014	28	0,019	28	0,025	28	0,031	ohne
65	0,004	65	0,006	65	0,009	65	0,014	65	0,019	65	0,025	65	0,031	ohne
70	0,006	70	0,008	70	0,012	70	0,019	70	0,026	70	0,033	70	0,038	ohne
25	0,004	25	0,006	25	0,009	25	0,014	25	0,019	25	0,025	25	0,031	ohne
50	0,004	50	0,006	50	0,009	50	0,014	50	0,019	50	0,025	50	0,031	ohne
60	0,006	60	0,008	60	0,012	60	0,019	60	0,026	60	0,033	60	0,038	ohne
22	0,004	22	0,006	22	0,009	22	0,014	22	0,019	22	0,025	22	0,031	Emuls.
40	0,004	40	0,006	40	0,009	40	0,014	40	0,019	40	0,025	40	0,031	Emuls.
45	0,006	45	0,008	45	0,012	45	0,019	45	0,026	45	0,033	45	0,038	Emuls.
15	0,004	15	0,006	15	0,009	15	0,014	15	0,019	15	0,025	15	0,031	Emuls.
28	0,004	28	0,006	28	0,009	28	0,014	28	0,019	28	0,025	28	0,031	Emuls.
35	0,006	35	0,008	35	0,012	35	0,019	35	0,026	35	0,033	35	0,038	Emuls.

Tabelle 8.15 (Forts.) GARANT-Schaftfräser HSS/PM (unbesch., beschichtet) – Schlichten Kontur

f_z für a_e = 0,1 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schneidstoff/ Beschichtung	Durchmesser [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	HSS, unbesch.	8	0,001	8	0,001	8	0,002	8	0,003
			HSS, beschichtet	17	0,001	17	0,001	17	0,002	17	0,003
			PM, beschichtet	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,003
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	HSS, unbesch.	5	0,001	5	0,001	5	0,002	5	0,003
			HSS, beschichtet	10	0,001	10	0,001	10	0,002	10	0,003
			PM, beschichtet	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,003
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	HSS, unbesch.	149	0,001	149	0,002	149	0,003	149	0,004
			HSS, beschichtet	219	0,001	219	0,002	219	0,003	219	0,004
			PM, beschichtet	238	0,001	238	0,002	238	0,004	238	0,005
17.1	Al-Leg., kurzspanend		HSS, unbesch.	89	0,001	89	0,003	89	0,004	89	0,006
			HSS, beschichtet	129	0,001	129	0,003	129	0,004	129	0,006
			PM, beschichtet	149	0,001	149	0,003	149	0,006	149	0,007
17.2	Alu.-Gussleg. >10% Si		HSS, unbesch.	40	0,001	40	0,003	40	0,004	40	0,006
			HSS, beschichtet	109	0,001	109	0,003	109	0,004	109	0,006
			PM, beschichtet	119	0,001	119	0,003	119	0,006	119	0,007
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	HSS, unbesch.	60	0,001	60	0,003	60	0,004	60	0,006
			HSS, beschichtet	99	0,001	99	0,003	99	0,004	99	0,006
			PM, beschichtet	119	0,001	119	0,003	119	0,006	119	0,007
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	HSS, unbesch.	60	0,001	60	0,003	60	0,004	60	0,006
			HSS, beschichtet	99	0,001	99	0,003	99	0,004	99	0,006
			PM, beschichtet	119	0,001	119	0,003	119	0,006	119	0,007
18.2	Messing, langspanend	< 600	HSS, unbesch.	40	0,001	40	0,003	40	0,004	40	0,006
			HSS, beschichtet	89	0,001	89	0,003	89	0,004	89	0,006
			PM, beschichtet	99	0,001	99	0,003	99	0,006	99	0,007
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	HSS, unbesch.	40	0,001	40	0,003	40	0,004	40	0,006
			HSS, beschichtet	89	0,001	89	0,003	89	0,004	89	0,006
			PM, beschichtet	99	0,001	99	0,003	99	0,006	99	0,007
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	HSS, unbesch.	30	0,001	30	0,003	30	0,004	30	0,006
			HSS, beschichtet	70	0,001	70	0,003	70	0,004	70	0,006
			PM, beschichtet	79	0,001	79	0,003	79	0,006	79	0,007
18.5	Bronze, langspanend	< 850	HSS, unbesch.	25	0,001	25	0,003	25	0,004	25	0,006
			HSS, beschichtet	55	0,001	55	0,003	55	0,004	55	0,006
			PM, beschichtet	70	0,001	70	0,003	70	0,006	70	0,007
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	HSS, unbesch.	15	0,001	15	0,003	15	0,004	15	0,006
			HSS, beschichtet	45	0,001	45	0,003	45	0,004	45	0,006
			PM, beschichtet	50	0,001	50	0,002	50	0,006	50	0,007
19.0	Graphit		HSS, unbesch.	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,003
			HSS, beschichtet	35	0,001	35	0,001	35	0,002	35	0,003
			PM, beschichtet	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,003
20.0	Thermoplast		HSS, unbesch.	55	0,001	55	0,003	55	0,004	55	0,006
			HSS, beschichtet	55	0,001	55	0,003	55	0,004	55	0,006
			PM, beschichtet	70	0,001	70	0,003	70	0,006	70	0,007
20.1	Duroplast		HSS, unbesch.	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
20.2	GFK und CFK		HSS, unbesch.	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–



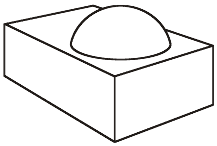


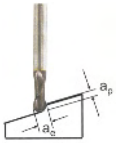
Durchmesser [mm]															KSS
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0			
v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	
8	0,005	8	0,007	8	0,010	8	0,016	8	0,022	8	0,028	8	0,035	Emuls.
17	0,005	17	0,007	17	0,010	17	0,016	17	0,022	17	0,028	17	0,035	Emuls.
25	0,006	25	0,008	25	0,012	25	0,019	25	0,026	25	0,033	25	0,042	Emuls.
5	0,005	5	0,007	5	0,010	5	0,016	5	0,022	5	0,028	5	0,035	Emuls.
10	0,005	10	0,007	10	0,010	10	0,016	10	0,022	10	0,026	10	0,035	Emuls.
15	0,006	15	0,008	15	0,012	15	0,019	15	0,026	15	0,023	15	0,042	Emuls.
149	0,006	149	0,008	149	0,014	149	0,021	149	0,029	149	0,037	149	0,050	Emuls.
219	0,006	219	0,008	219	0,014	219	0,021	219	0,029	219	0,037	219	0,050	Emuls.
238	0,007	238	0,010	238	0,017	238	0,025	238	0,035	238	0,044	238	0,060	Emuls.
89	0,008	89	0,011	89	0,020	89	0,029	89	0,036	89	0,046	89	0,055	Emuls.
129	0,008	129	0,011	129	0,020	129	0,029	129	0,036	129	0,046	129	0,055	Emuls.
149	0,010	149	0,014	149	0,024	149	0,035	149	0,044	149	0,055	149	0,066	Emuls.
40	0,011	40	0,014	40	0,023	40	0,036	40	0,041	40	0,050	40	0,060	Emuls.
109	0,011	109	0,014	109	0,023	109	0,036	109	0,041	109	0,050	109	0,060	Emuls.
119	0,012	119	0,018	119	0,028	119	0,043	119	0,049	119	0,059	119	0,072	Emuls.
60	0,008	60	0,011	60	0,020	60	0,029	60	0,036	60	0,046	60	0,055	Emuls.
99	0,008	99	0,011	99	0,020	99	0,029	99	0,036	99	0,046	99	0,055	Emuls.
119	0,010	119	0,014	119	0,024	119	0,035	119	0,044	119	0,055	119	0,066	Emuls.
60	0,008	60	0,011	60	0,020	60	0,029	60	0,036	60	0,046	60	0,055	ohne
99	0,008	99	0,011	99	0,020	99	0,029	99	0,036	99	0,046	99	0,055	ohne
119	0,010	119	0,014	119	0,024	119	0,035	119	0,044	119	0,055	119	0,066	ohne
40	0,008	40	0,011	40	0,020	40	0,029	40	0,036	40	0,046	40	0,055	ohne
89	0,008	89	0,011	89	0,020	89	0,029	89	0,036	89	0,046	89	0,055	ohne
99	0,010	99	0,014	99	0,024	99	0,035	99	0,044	99	0,055	99	0,066	ohne
40	0,008	40	0,011	40	0,020	40	0,029	40	0,036	40	0,046	40	0,055	ohne
89	0,008	89	0,011	89	0,020	89	0,029	89	0,036	89	0,046	89	0,055	ohne
99	0,010	99	0,014	99	0,024	99	0,035	99	0,044	99	0,055	99	0,066	ohne
30	0,008	30	0,011	30	0,020	30	0,029	30	0,036	30	0,046	30	0,055	ohne
70	0,008	70	0,011	70	0,020	70	0,029	70	0,036	70	0,046	70	0,055	ohne
79	0,010	79	0,014	79	0,024	79	0,035	79	0,044	79	0,055	79	0,066	ohne
25	0,008	25	0,011	25	0,020	25	0,029	25	0,036	25	0,046	25	0,055	Emuls.
55	0,008	55	0,011	55	0,020	55	0,029	55	0,036	55	0,046	55	0,055	Emuls.
70	0,010	70	0,014	70	0,024	70	0,035	70	0,044	70	0,055	70	0,066	Emuls.
15	0,011	15	0,014	15	0,023	15	0,036	15	0,041	15	0,050	15	0,060	Emuls.
45	0,011	45	0,014	45	0,023	45	0,036	45	0,041	45	0,050	45	0,060	Emuls.
50	0,012	50	0,018	50	0,028	50	0,043	50	0,049	50	0,059	50	0,072	Emuls.
20	0,004	20	0,006	20	0,009	20	0,014	20	0,019	20	0,025	20	0,031	ohne
35	0,004	35	0,006	35	0,009	35	0,014	35	0,019	35	0,025	35	0,031	ohne
45	0,006	45	0,008	45	0,012	45	0,019	45	0,026	45	0,033	45	0,038	ohne
55	0,008	55	0,011	55	0,020	55	0,029	55	0,036	55	0,046	55	0,055	tr./Luft
55	0,008	55	0,011	55	0,020	55	0,029	55	0,036	55	0,046	55	0,055	tr./Luft
70	0,010	70	0,014	70	0,024	70	0,035	70	0,044	70	0,055	70	0,066	tr./Luft
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabelle 8.16 GARANT-Schaftfräser HSS/PM (unbesch., beschichtet) – Schlichten Kopieren

f_z für a_e = 0,03 x D und a_p = 0,03 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schneidstoff/ Beschichtung	Durchmesser [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baust.	< 500	HSS, unbesch.	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,004
			HSS, beschichtet	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,004
			PM, beschichtet	85	0,001	85	0,001	85	0,002	85	0,004
1.1	allg. Baust.	500 – 850	HSS, unbesch.	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			HSS, beschichtet	38	0,001	38	0,001	38	0,002	38	0,004
			PM, beschichtet	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,004
2.0	Automatenst.	< 850	HSS, unbesch.	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			HSS, beschichtet	38	0,001	38	0,001	38	0,002	38	0,004
			PM, beschichtet	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,004
2.1	Automatenst.	850 – 1000	HSS, unbesch.	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,004
			HSS, beschichtet	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,004
			PM, beschichtet	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,004
3.0	unleg. Vergü.-St.	<700	HSS, unbesch.	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			HSS, beschichtet	38	0,001	38	0,001	38	0,002	38	0,004
			PM, beschichtet	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,004
3.1	unleg. Vergü.-St.	700 – 850	HSS, unbesch.	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			HSS, beschichtet	38	0,001	38	0,001	38	0,002	38	0,004
			PM, beschichtet	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,004
3.2	unleg. Vergü.-St.	850 – 1000	HSS, unbesch.	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,004
			HSS, beschichtet	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,004
			PM, beschichtet	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,004
4.0	leg. Vergü.-St.	850 – 1000	HSS, unbesch.	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,004
			HSS, beschichtet	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,004
			PM, beschichtet	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,004
4.1	leg. Vergü.-St.	1000 – 1200	HSS, unbesch.	17	0,001	17	0,001	17	0,002	17	0,004
			HSS, beschichtet	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			PM, beschichtet	50	0,001	50	0,001	50	0,002	50	0,004
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	HSS, unbesch.	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			HSS, beschichtet	38	0,001	38	0,001	38	0,002	38	0,004
			PM, beschichtet	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,004
6.0	leg. Einsatzst.	<1000	HSS, unbesch.	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,004
			HSS, beschichtet	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,004
			PM, beschichtet	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,004
6.1	leg. Einsatzst.	>1000	HSS, unbesch.	17	0,001	17	0,001	17	0,002	17	0,004
			HSS, beschichtet	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			PM, beschichtet	50	0,001	50	0,001	50	0,002	50	0,004
7.0	Nitrierstähle	<1000	HSS, unbesch.	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,004
			HSS, beschichtet	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,004
			PM, beschichtet	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,004
7.1	Nitrierstähle	>1000	HSS, unbesch.	17	0,001	17	0,001	17	0,002	17	0,004
			HSS, beschichtet	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			PM, beschichtet	50	0,001	50	0,001	50	0,002	50	0,004
8.0	Werkzeugstähle	< 850	HSS, unbesch.	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			HSS, beschichtet	38	0,001	38	0,001	38	0,002	38	0,004
			PM, beschichtet	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,004
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	HSS, unbesch.	17	0,001	17	0,001	17	0,002	17	0,004
			HSS, beschichtet	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			PM, beschichtet	50	0,001	50	0,001	50	0,002	50	0,004
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	HSS, unbesch.	12	0,001	12	0,001	12	0,002	12	0,004
			HSS, beschichtet	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,004
			PM, beschichtet	40	0,001	40	0,001	40	0,002	40	0,004



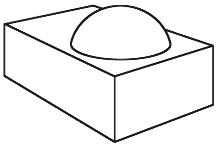


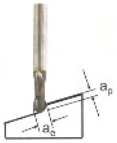
Durchmesser [mm]																	KSS
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0					
v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]				
30	0,006	30	0,008	30	0,012	30	0,019	30	0,026	30	0,034	30	0,042	Emuls.
45	0,006	45	0,008	45	0,012	45	0,019	45	0,026	45	0,034	45	0,042	Emuls.
85	0,007	85	0,010	85	0,014	85	0,023	85	0,031	85	0,040	85	0,050	Emuls.
25	0,005	25	0,007	25	0,011	25	0,017	25	0,023	25	0,030	25	0,037	Emuls.
38	0,005	38	0,007	38	0,011	38	0,017	38	0,023	38	0,030	38	0,037	Emuls.
75	0,007	75	0,010	75	0,014	75	0,023	75	0,031	75	0,040	75	0,046	Emuls.
25	0,005	25	0,007	25	0,011	25	0,017	25	0,023	25	0,030	25	0,037	Emuls.
38	0,005	38	0,007	38	0,011	38	0,017	38	0,023	38	0,030	38	0,037	Emuls.
75	0,007	75	0,010	75	0,014	75	0,023	75	0,031	75	0,040	75	0,046	Emuls.
20	0,005	20	0,007	20	0,011	20	0,017	20	0,023	20	0,030	20	0,037	Emuls.
30	0,005	30	0,007	30	0,011	30	0,017	30	0,023	30	0,030	30	0,037	Emuls.
60	0,007	60	0,010	60	0,014	60	0,023	60	0,031	60	0,040	60	0,046	Emuls.
25	0,005	25	0,007	25	0,011	25	0,017	25	0,023	25	0,030	25	0,037	Emuls.
38	0,005	38	0,007	38	0,011	38	0,017	38	0,023	38	0,030	38	0,037	Emuls.
75	0,007	75	0,010	75	0,014	75	0,023	75	0,031	75	0,040	75	0,046	Emuls.
25	0,005	25	0,007	25	0,011	25	0,017	25	0,023	25	0,030	25	0,037	Emuls.
38	0,005	38	0,007	38	0,011	38	0,017	38	0,023	38	0,030	38	0,037	Emuls.
75	0,007	75	0,010	75	0,014	75	0,023	75	0,031	75	0,040	75	0,046	Emuls.
20	0,005	20	0,007	20	0,011	20	0,017	20	0,023	20	0,030	20	0,037	Emuls.
30	0,005	30	0,007	30	0,011	30	0,017	30	0,023	30	0,030	30	0,037	Emuls.
60	0,007	60	0,010	60	0,014	60	0,023	60	0,031	60	0,040	60	0,046	Emuls.
20	0,005	20	0,007	20	0,011	20	0,017	20	0,023	20	0,030	20	0,037	Emuls.
30	0,005	30	0,007	30	0,011	30	0,017	30	0,023	30	0,030	30	0,037	Emuls.
60	0,007	60	0,010	60	0,014	60	0,023	60	0,031	60	0,040	60	0,046	Emuls.
17	0,006	17	0,008	17	0,012	17	0,019	17	0,026	17	0,034	17	0,042	Emuls.
25	0,006	25	0,008	25	0,012	25	0,019	25	0,026	25	0,034	25	0,042	Emuls.
50	0,007	50	0,010	50	0,014	50	0,023	50	0,031	50	0,040	50	0,050	Emuls.
25	0,005	25	0,007	25	0,011	25	0,017	25	0,023	25	0,030	25	0,037	Emuls.
38	0,005	38	0,007	38	0,011	38	0,017	38	0,023	38	0,030	38	0,037	Emuls.
75	0,007	75	0,010	75	0,014	75	0,023	75	0,031	75	0,040	75	0,046	Emuls.
20	0,005	20	0,007	20	0,011	20	0,017	20	0,023	20	0,030	20	0,037	Emuls.
30	0,005	30	0,007	30	0,011	30	0,017	30	0,023	30	0,030	30	0,037	Emuls.
60	0,007	60	0,010	60	0,014	60	0,023	60	0,031	60	0,040	60	0,046	Emuls.
17	0,006	17	0,008	17	0,012	17	0,019	17	0,026	17	0,034	17	0,042	Emuls.
25	0,006	25	0,008	25	0,012	25	0,019	25	0,026	25	0,034	25	0,042	Emuls.
50	0,007	50	0,010	50	0,014	50	0,023	50	0,031	50	0,040	50	0,050	Emuls.
20	0,005	20	0,007	20	0,011	20	0,017	20	0,023	20	0,030	20	0,037	Emuls.
30	0,005	30	0,007	30	0,011	30	0,017	30	0,023	30	0,030	30	0,037	Emuls.
60	0,007	60	0,010	60	0,014	60	0,023	60	0,031	60	0,040	60	0,046	Emuls.
17	0,006	17	0,008	17	0,012	17	0,019	17	0,026	17	0,034	17	0,042	Emuls.
25	0,006	25	0,008	25	0,012	25	0,019	25	0,026	25	0,034	25	0,042	Emuls.
50	0,007	50	0,010	50	0,014	50	0,023	50	0,031	50	0,040	50	0,050	Emuls.
25	0,005	25	0,007	25	0,011	25	0,017	25	0,023	25	0,030	25	0,037	Emuls.
38	0,005	38	0,007	38	0,011	38	0,017	38	0,023	38	0,030	38	0,037	Emuls.
75	0,007	75	0,010	75	0,014	75	0,023	75	0,031	75	0,040	75	0,046	Emuls.
17	0,006	17	0,008	17	0,012	17	0,019	17	0,026	17	0,034	17	0,042	Emuls.
25	0,006	25	0,008	25	0,012	25	0,019	25	0,026	25	0,034	25	0,042	Emuls.
50	0,007	50	0,010	50	0,014	50	0,023	50	0,031	50	0,040	50	0,050	Emuls.
12	0,006	12	0,008	12	0,012	12	0,019	12	0,026	12	0,034	12	0,042	Emuls.
20	0,006	20	0,008	20	0,012	20	0,019	20	0,026	20	0,034	20	0,042	Emuls.
40	0,007	40	0,010	40	0,014	40	0,023	40	0,031	40	0,040	40	0,050	Emuls.

Tabelle 8.16 (Forts.) GARANT-Schaftfräser HSS/PM (unbesch., beschichtet) – Schlichten Kopieren

f_z für a_e = 0,03 x D und a_p = 0,03 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schneidstoff/ Beschichtung	Durchmesser [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	HSS, unbesch.	12	0,001	12	0,001	12	0,002	12	0,004
			HSS, beschichtet	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,004
			PM, beschichtet	40	0,001	40	0,001	40	0,002	40	0,004
10.0	gehärtete Stähle	45 – 55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
			–	–	–	–	–	–	–	–	–
			–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55 – 60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
			–	–	–	–	–	–	–	–	–
			–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60 – 67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
			–	–	–	–	–	–	–	–	–
			–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	HSS, unbesch.	8	0,001	8	0,001	8	0,002	8	0,004
			HSS, beschichtet	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,004
			PM, beschichtet	35	0,001	35	0,001	35	0,002	35	0,004
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	HSS, unbesch.	5	0,001	5	0,001	5	0,002	5	0,004
			HSS, beschichtet	10	0,001	10	0,001	10	0,002	10	0,004
			PM, beschichtet	22	0,001	22	0,001	22	0,002	22	0,004
12.0	Federstähle	< 1500	HSS, unbesch.	8	0,001	8	0,001	8	0,002	8	0,004
			HSS, beschichtet	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,004
			PM, beschichtet	35	0,001	35	0,001	35	0,002	35	0,004
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	HSS, unbesch.	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			HSS, beschichtet	38	0,001	38	0,001	38	0,002	38	0,004
			PM, beschichtet	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,004
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	HSS, unbesch.	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			HSS, beschichtet	38	0,001	38	0,001	38	0,002	38	0,004
			PM, beschichtet	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,004
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	HSS, unbesch.	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,004
			HSS, beschichtet	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,004
			PM, beschichtet	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,004
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	HSS, unbesch.	17	0,001	17	0,001	17	0,002	17	0,004
			HSS, beschichtet	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			PM, beschichtet	50	0,001	50	0,001	50	0,002	50	0,004
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	HSS, unbesch.	5	0,001	8	0,001	8	0,002	8	0,004
			HSS, beschichtet	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,004
			PM, beschichtet	35	0,001	35	0,001	35	0,002	35	0,004
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	HSS, unbesch.	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			HSS, beschichtet	38	0,001	38	0,001	38	0,002	38	0,004
			PM, beschichtet	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,004
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	HSS, unbesch.	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,004
			HSS, beschichtet	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,004
			PM, beschichtet	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,004
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	HSS, unbesch.	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,004
			HSS, beschichtet	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,004
			HSS, unbesch.	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,004
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	HSS, unbesch.	17	0,001	17	0,001	17	0,002	17	0,004
			HSS, beschichtet	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			PM, beschichtet	50	0,001	50	0,001	50	0,002	50	0,004



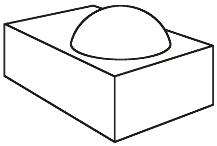


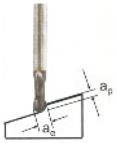
Durchmesser [mm]															KSS
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0			
v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	
12	0,006	12	0,008	12	0,012	12	0,019	12	0,026	12	0,034	12	0,042	Emuls.
20	0,006	20	0,008	20	0,012	20	0,019	20	0,026	20	0,034	20	0,042	Emuls.
40	0,007	40	0,010	40	0,014	40	0,023	40	0,031	40	0,040	40	0,050	Emuls.
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8	0,006	8	0,008	8	0,012	8	0,019	8	0,026	8	0,034	8	0,042	Emuls.
15	0,006	15	0,008	15	0,012	15	0,019	15	0,026	15	0,034	15	0,042	Emuls.
35	0,007	35	0,010	35	0,014	35	0,023	35	0,031	35	0,040	35	0,050	Emuls.
5	0,006	5	0,008	5	0,012	5	0,019	5	0,026	5	0,034	5	0,042	Emuls.
10	0,006	10	0,008	10	0,012	10	0,019	10	0,026	10	0,034	10	0,042	Emuls.
22	0,007	22	0,010	22	0,014	22	0,023	22	0,031	22	0,040	22	0,050	Emuls.
8	0,006	8	0,008	8	0,012	8	0,019	8	0,026	8	0,034	8	0,042	Emuls.
15	0,006	15	0,008	15	0,012	15	0,019	15	0,026	15	0,034	15	0,042	Emuls.
35	0,007	35	0,010	35	0,014	35	0,023	35	0,031	35	0,040	35	0,050	Emuls.
25	0,005	25	0,007	25	0,011	25	0,017	25	0,023	25	0,030	25	0,037	Emuls.
38	0,005	38	0,007	38	0,011	38	0,017	38	0,023	38	0,030	38	0,037	Emuls.
75	0,007	75	0,010	75	0,014	75	0,023	75	0,031	75	0,040	75	0,046	Emuls.
25	0,005	25	0,007	25	0,011	25	0,017	25	0,023	25	0,030	25	0,037	Emuls.
38	0,005	38	0,007	38	0,011	38	0,017	38	0,023	38	0,030	38	0,037	Emuls.
75	0,007	75	0,010	75	0,014	75	0,023	75	0,031	75	0,040	75	0,046	Emuls.
20	0,005	20	0,007	20	0,011	20	0,017	20	0,023	20	0,030	20	0,037	Emuls.
30	0,005	30	0,007	30	0,011	30	0,017	30	0,023	30	0,030	30	0,037	Emuls.
60	0,007	60	0,010	60	0,014	60	0,023	60	0,031	60	0,040	60	0,046	Emuls.
17	0,006	17	0,008	17	0,012	17	0,019	17	0,026	17	0,034	17	0,042	Emuls.
25	0,006	25	0,008	25	0,012	25	0,019	25	0,026	25	0,034	25	0,042	Emuls.
50	0,007	50	0,010	50	0,014	50	0,023	50	0,031	50	0,040	50	0,050	Emuls.
8	0,006	8	0,008	8	0,012	8	0,019	8	0,026	8	0,034	8	0,042	Emuls.
15	0,006	15	0,008	15	0,012	15	0,019	15	0,026	15	0,034	15	0,042	Emuls.
35	0,007	35	0,010	35	0,014	35	0,023	35	0,031	35	0,040	35	0,050	Emuls.
25	0,005	25	0,007	25	0,011	25	0,017	25	0,023	25	0,030	25	0,037	ohne
38	0,005	38	0,007	38	0,011	38	0,017	38	0,023	38	0,030	38	0,037	ohne
75	0,007	75	0,010	75	0,014	75	0,023	75	0,031	75	0,040	75	0,046	ohne
20	0,005	20	0,007	20	0,011	20	0,017	20	0,023	20	0,030	20	0,037	ohne
30	0,005	30	0,007	30	0,011	30	0,017	30	0,023	30	0,030	30	0,037	ohne
60	0,007	60	0,010	60	0,014	60	0,023	60	0,031	60	0,040	60	0,046	ohne
20	0,005	20	0,007	20	0,011	20	0,017	20	0,023	20	0,030	20	0,037	Emuls.
30	0,005	30	0,007	30	0,011	30	0,017	30	0,023	30	0,030	30	0,037	Emuls.
60	0,007	60	0,010	60	0,014	60	0,023	60	0,031	60	0,040	60	0,046	Emuls.
17	0,005	17	0,007	17	0,011	17	0,017	17	0,023	17	0,030	17	0,037	Emuls.
25	0,005	25	0,007	25	0,011	25	0,017	25	0,023	25	0,030	25	0,037	Emuls.
50	0,007	50	0,010	50	0,014	50	0,023	50	0,031	50	0,040	50	0,046	Emuls.

Tabelle 8.16 (Forts.) GARANT-Schaftfräser HSS/PM (unbesch., beschichtet) – Schlichten Kopieren

f_z für a_e = 0,03 x D und a_p = 0,03 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schneidstoff/ Beschichtung	Durchmesser [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	HSS, unbesch.	12	0,001	12	0,001	12	0,002	12	0,004
			HSS, beschichtet	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,004
			PM, beschichtet	40	0,001	40	0,001	40	0,002	40	0,004
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	HSS, unbesch.	8	0,001	8	0,001	8	0,002	8	0,004
			HSS, beschichtet	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,004
			PM, beschichtet	35	0,001	35	0,001	35	0,002	35	0,004
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	HSS, unbesch.	250	0,001	250	0,002	250	0,004	250	0,005
			HSS, beschichtet	400	0,001	400	0,002	400	0,004	400	0,005
			PM, beschichtet	600	0,001	600	0,002	600	0,005	600	0,006
17.1	Al-Leg., kurzspanend		HSS, unbesch.	70	0,002	70	0,003	70	0,005	70	0,007
			HSS, beschichtet	120	0,002	120	0,003	120	0,005	120	0,007
			PM, beschichtet	180	0,002	180	0,003	180	0,007	180	0,008
17.2	Alu.-Gussleg. >10% Si		HSS, unbesch.	40	0,002	40	0,003	40	0,005	40	0,007
			HSS, beschichtet	65	0,002	65	0,003	65	0,005	65	0,007
			PM, beschichtet	110	0,002	110	0,003	110	0,007	110	0,008
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	HSS, unbesch.	70	0,002	70	0,003	70	0,005	70	0,007
			HSS, beschichtet	120	0,002	120	0,003	120	0,005	120	0,007
			PM, beschichtet	180	0,002	180	0,003	180	0,007	180	0,008
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	HSS, unbesch.	60	0,002	60	0,003	60	0,005	60	0,007
			HSS, beschichtet	100	0,002	100	0,003	100	0,005	100	0,007
			PM, beschichtet	150	0,002	150	0,003	150	0,007	150	0,008
18.2	Messing, langspanend	< 600	HSS, unbesch.	60	0,002	60	0,003	60	0,005	60	0,007
			HSS, beschichtet	100	0,002	100	0,003	100	0,005	100	0,007
			PM, beschichtet	150	0,002	150	0,003	150	0,007	150	0,008
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	HSS, unbesch.	60	0,002	60	0,003	60	0,005	60	0,007
			HSS, beschichtet	100	0,002	100	0,003	100	0,005	100	0,007
			PM, beschichtet	150	0,002	150	0,003	150	0,007	150	0,008
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	HSS, unbesch.	50	0,002	50	0,003	50	0,005	50	0,007
			HSS, beschichtet	80	0,002	80	0,003	80	0,005	80	0,007
			PM, beschichtet	130	0,002	130	0,003	130	0,007	130	0,008
18.5	Bronze, langspanend	< 850	HSS, unbesch.	50	0,002	50	0,003	50	0,005	50	0,007
			HSS, beschichtet	80	0,002	80	0,003	80	0,005	80	0,007
			PM, beschichtet	130	0,002	130	0,003	130	0,007	130	0,008
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	HSS, unbesch.	40	0,002	40	0,003	40	0,005	40	0,007
			HSS, beschichtet	65	0,002	65	0,003	65	0,005	65	0,007
			PM, beschichtet	110	0,002	110	0,003	110	0,007	110	0,008
19.0	Graphit		HSS, unbesch.	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			HSS, beschichtet	38	0,001	38	0,001	38	0,002	38	0,004
			PM, beschichtet	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,004
20.0	Thermoplast		HSS, unbesch.	80	0,002	80	0,003	80	0,005	80	0,007
			HSS, beschichtet	80	0,002	80	0,003	80	0,005	80	0,007
			PM, beschichtet	130	0,002	130	0,003	130	0,007	130	0,008
20.1	Duroplast		HSS, unbesch.	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
20.2	GFK und CFK		HSS, unbesch.	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–





Durchmesser [mm]															KSS
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0			
v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	
12	0,006	12	0,008	12	0,012	12	0,019	12	0,026	12	0,034	12	0,042	Emuls.
20	0,006	20	0,008	20	0,012	20	0,019	20	0,026	20	0,034	20	0,042	Emuls.
40	0,007	40	0,010	40	0,014	40	0,023	40	0,031	40	0,040	40	0,050	Emuls.
8	0,006	8	0,008	8	0,012	8	0,019	8	0,026	8	0,034	8	0,042	Emuls.
15	0,006	15	0,008	15	0,012	15	0,019	15	0,026	15	0,034	15	0,042	Emuls.
35	0,007	35	0,010	35	0,014	35	0,023	35	0,031	35	0,040	35	0,050	Emuls.
250	0,007	250	0,010	250	0,017	250	0,025	250	0,035	250	0,044	250	0,060	Emuls.
400	0,007	400	0,010	400	0,017	400	0,025	400	0,035	400	0,044	400	0,060	Emuls.
600	0,008	600	0,012	600	0,020	600	0,030	600	0,042	600	0,053	600	0,072	Emuls.
70	0,010	70	0,013	70	0,024	70	0,035	70	0,044	70	0,056	70	0,066	Emuls.
120	0,010	120	0,013	120	0,024	120	0,035	120	0,044	120	0,056	120	0,066	Emuls.
180	0,012	180	0,017	180	0,029	180	0,042	180	0,053	180	0,066	180	0,079	Emuls.
40	0,013	40	0,017	40	0,028	40	0,043	40	0,049	40	0,060	40	0,072	Emuls.
65	0,013	65	0,017	65	0,028	65	0,043	65	0,049	65	0,060	65	0,072	Emuls.
110	0,015	110	0,021	110	0,024	110	0,051	110	0,059	110	0,071	110	0,086	Emuls.
70	0,010	70	0,013	70	0,024	70	0,035	70	0,044	70	0,056	70	0,066	Emuls.
120	0,010	120	0,013	120	0,024	120	0,035	120	0,044	120	0,056	120	0,066	Emuls.
180	0,012	180	0,017	180	0,029	180	0,042	180	0,053	180	0,066	180	0,079	Emuls.
60	0,010	60	0,013	60	0,024	60	0,035	60	0,044	60	0,056	60	0,066	ohne
100	0,010	100	0,013	100	0,024	100	0,035	100	0,044	100	0,056	100	0,066	ohne
150	0,012	150	0,017	150	0,029	150	0,042	150	0,053	150	0,066	150	0,079	ohne
60	0,010	60	0,013	60	0,024	60	0,035	60	0,044	60	0,056	60	0,066	ohne
100	0,010	100	0,013	100	0,024	100	0,035	100	0,044	100	0,056	100	0,066	ohne
150	0,012	150	0,017	150	0,029	150	0,042	150	0,053	150	0,066	150	0,079	ohne
60	0,010	60	0,013	60	0,024	60	0,035	60	0,044	60	0,056	60	0,066	ohne
100	0,010	100	0,013	100	0,024	100	0,035	100	0,044	100	0,056	100	0,066	ohne
150	0,012	150	0,017	150	0,029	150	0,042	150	0,053	150	0,066	150	0,079	ohne
50	0,010	50	0,013	50	0,024	50	0,035	50	0,044	50	0,056	50	0,066	ohne
80	0,010	80	0,013	80	0,024	80	0,035	80	0,044	80	0,056	80	0,066	ohne
130	0,012	130	0,017	130	0,029	130	0,042	130	0,053	130	0,066	130	0,079	ohne
50	0,010	50	0,013	50	0,024	50	0,035	50	0,044	50	0,056	50	0,066	Emuls.
80	0,010	80	0,013	80	0,024	80	0,035	80	0,044	80	0,056	80	0,066	Emuls.
130	0,012	130	0,017	130	0,029	130	0,042	130	0,053	130	0,066	130	0,079	Emuls.
40	0,013	40	0,017	40	0,028	40	0,043	40	0,049	40	0,060	40	0,072	Emuls.
65	0,013	65	0,017	65	0,028	65	0,043	65	0,049	65	0,060	65	0,072	Emuls.
110	0,015	110	0,021	110	0,034	110	0,051	110	0,059	110	0,071	110	0,086	Emuls.
25	0,005	25	0,007	25	0,011	25	0,017	25	0,023	25	0,030	25	0,037	ohne
38	0,005	38	0,007	38	0,011	38	0,017	38	0,023	38	0,030	38	0,037	ohne
75	0,007	75	0,010	75	0,014	75	0,023	75	0,031	75	0,040	75	0,046	ohne
80	0,010	80	0,013	80	0,024	80	0,035	80	0,044	80	0,056	80	0,066	tr./Luft
80	0,010	80	0,013	80	0,024	80	0,035	80	0,044	80	0,056	80	0,066	tr./Luft
130	0,012	130	0,017	130	0,029	130	0,042	130	0,053	130	0,066	130	0,079	tr./Luft
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabelle 8.17 GARANT-PM-Schruppfräser MTC (TiCN-beschichtet)

Katalognummer 191075
Schneidenzahl 2

Schruppen Vollnut / Tasche

f_z für a_e = 1,0 x D und a_p = 1,0 x D
Hinweis: Werkstoffgruppe 17.2: f_z für a_e = 1,0 x D und a_p = 0,5 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c	∅ 2			∅ 3			∅ 4		
				f_z	n	v_f	f_z	n	v_f	f_z	n	v_f
		[N/mm²]	[m/min]	[mm/Z]	[U/min]	[mm/min]	[mm/Z]	[U/min]	[mm/min]	[mm/Z]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	75	0,006	11937	143	0,012	7958	191	0,017	5968	203
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	460	0,006	73211	879	0,012	48808	1171	0,017	36606	1245
17.1	Al-Leg., kurzspanend		185	0,006	29444	353	0,012	19629	471	0,017	14722	501
17.2	Alu.-Gussleg. >10% Si		110	0,006	17507	210	0,010	11671	233	0,015	8754	263
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	90	0,006	14324	172	0,012	9549	229	0,017	7162	244

f_z für a_e = 1,0 x D und a_p = 1,0 x D
Hinweis: Werkstoffgruppe 17.2: f_z für a_e = 1,0 x D und a_p = 0,5 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c	∅ 10			∅ 12			∅ 14		
				f_z	n	v_f	f_z	n	v_f	f_z	n	v_f
		[N/mm²]	[m/min]	[mm/Z]	[U/min]	[mm/min]	[mm/Z]	[U/min]	[mm/min]	[mm/Z]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	75	0,050	2387	239	0,065	1989	259	0,080	1705	273
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	460	0,050	14642	1464	0,065	12202	1586	0,080	10459	1673
17.1	Al-Leg., kurzspanend		185	0,050	5889	589	0,065	4907	638	0,080	4206	673
17.2	Alu.-Gussleg. >10% Si		110	0,045	3501	315	0,055	2918	321	0,070	2501	350
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	90	0,050	2865	286	0,065	2387	310	0,080	2046	327

Schruppen Kontur (Umfangfräsen)

f_z für a_e = 0,3 x D und a_p = 1,5 x D
Hinweis: Werkstoffgruppe 17.2: f_z für a_e = 0,1 x D und a_p = 1,5 x D

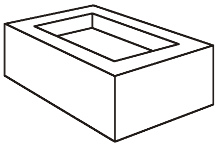
Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c	∅ 2			∅ 3			∅ 4		
				f_z	n	v_f	f_z	n	v_f	f_z	n	v_f
		[N/mm²]	[m/min]	[mm/Z]	[U/min]	[mm/min]	[mm/Z]	[U/min]	[mm/min]	[mm/Z]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	75	0,006	11937	143	0,012	7958	191	0,017	5968	203
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	460	0,006	73211	879	0,012	48808	1171	0,017	36606	12454
17.1	Al-Leg., kurzspanend		185	0,006	29444	353	0,012	19629	471	0,017	14722	501
17.2	Alu.-Gussleg. >10% Si		110	0,006	17507	210	0,010	11671	233	0,015	8754	263
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	90	0,006	14324	172	0,012	9549	229	0,017	7162	244

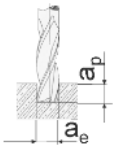
f_z für a_e = 0,3 x D und a_p = 1,5 x D
Hinweis: Werkstoffgruppe 17.2: f_z für a_e = 0,1 x D und a_p = 1,5 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c	∅ 10			∅ 12			∅ 14		
				f_z	n	v_f	f_z	n	v_f	f_z	n	v_f
		[N/mm²]	[m/min]	[mm/Z]	[U/min]	[mm/min]	[mm/Z]	[U/min]	[mm/min]	[mm/Z]	[U/min]	[mm/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	75	0,050	2387	239	0,065	1989	259	0,080	1705	273
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	460	0,050	14642	1464	0,065	12202	1586	0,080	10459	1673
17.1	Al-Leg., kurzspanend		185	0,050	5889	589	0,065	4907	638	0,080	4206	673
17.2	Alu.-Gussleg. >10% Si		110	0,045	3501	315	0,055	2918	321	0,070	2501	350
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	90	0,050	2865	286	0,065	2387	310	0,080	2046	327

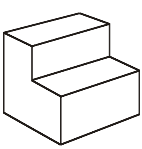


∅ 5			∅ 6			∅ 8		
f_z [mm/Z]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f_z [mm/Z]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f_z [mm/Z]	n [U/min]	v_f [mm/min]
0,022	4775	210	0,028	3979	223	0,040	2984	239
0,022	29285	1289	0,028	24404	1367	0,040	18303	1464
0,022	11777	518	0,028	9815	550	0,040	7361	589
0,020	7003	280	0,025	5836	292	0,035	4377	306
0,022	5730	252	0,028	4775	267	0,040	3581	286

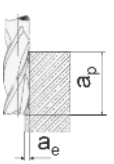




∅ 16			∅ 18			∅ 20		
f_z [mm/Z]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f_z [mm/Z]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f_z [mm/Z]	n [U/min]	v_f [mm/min]
0,095	1492	283	0,110	1326	292	0,122	1194	291
0,095	9151	1739	0,110	8135	1790	0,122	7321	1786
0,095	3680	699	0,110	3272	720	0,122	2944	718
0,085	2188	372	0,100	1945	389	0,115	1751	403
0,095	1790	340	0,110	1592	350	0,122	1432	350



∅ 5			∅ 6			∅ 8		
f_z [mm/Z]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f_z [mm/Z]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f_z [mm/Z]	n [U/min]	v_f [mm/min]
0,022	4775	210	0,028	3979	223	0,040	2984	239
0,022	29285	1289	0,028	24404	1367	0,040	18303	1464
0,022	11777	518	0,028	9815	550	0,040	7361	589
0,020	7003	280	0,025	5836	292	0,035	4377	306
0,022	5730	252	0,028	4775	267	0,040	3581	286



∅ 16			∅ 18			∅ 20		
f_z [mm/Z]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f_z [mm/Z]	n [U/min]	v_f [mm/min]	f_z [mm/Z]	n [U/min]	v_f [mm/min]
0,095	1492	283	0,110	1326	292	0,122	1194	291
0,095	9151	1739	0,110	8135	1790	0,122	7321	1786
0,095	3680	699	0,110	3272	720	0,122	2944	718
0,085	2188	372	0,100	1945	389	0,115	1751	403
0,095	1790	340	0,110	1592	350	0,122	1432	350

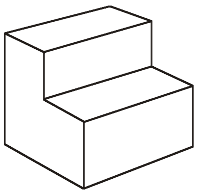
Tabelle 8.18 GARANT SPM – Schlichtfräser MTC (TiAlN-beschichtet) Schlichten Kontur (Umfangfräsen)

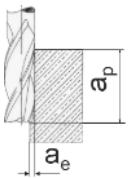
Katalognummer 191632

f_z für a_e = 0,5 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min]			Zahnvorschub f_z [mm/Z] bei Durchmesser [mm]			
		[N/mm²]	min.	Start	max.	6	8	10	12
1.0	allg. Baustähle	< 500	83	95	100	0,010	0,012	0,019	0,026
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	69	79	83	0,010	0,012	0,019	0,026
2.0	Automatenstähle	< 850	74	85	102	0,010	0,012	0,019	0,026
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	69	79	83	0,010	0,012	0,019	0,026
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	69	79	83	0,010	0,012	0,019	0,026
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	64	74	77	0,008	0,012	0,019	0,026
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	51	59	61	0,010	0,012	0,019	0,026
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	51	59	61	0,010	0,012	0,019	0,026
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	46	53	55	0,010	0,012	0,019	0,026
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	64	74	77	0,008	0,012	0,019	0,026
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	60	69	72	0,010	0,012	0,019	0,026
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	51	59	61	0,010	0,012	0,019	0,026
7.0	Nitrierstähle	< 1000	51	59	61	0,010	0,012	0,019	0,026
7.1	Nitrierstähle	> 1000	41	47	49	0,010	0,012	0,019	0,026
8.0	Werkzeugstähle	< 850	41	47	49	0,010	0,012	0,019	0,026
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	37	42	44	0,008	0,012	0,019	0,026
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	28	32	36	0,008	0,012	0,019	0,026
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200		–		–	–	–	–
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–		–	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–		–	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–		–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350		–		–	–	–	–
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–		–	–	–	–
12.0	Federstähle	< 1500		–		–	–	–	–
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	41	47	49	0,010	0,012	0,019	0,026
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	32	36	38	0,010	0,012	0,019	0,026
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	23	26	28	0,008	0,012	0,019	0,026
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	18	21	23	0,008	0,012	0,019	0,026
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	14	16	18	0,010	0,012	0,019	0,026
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	57	75	80	0,010	0,012	0,019	0,026
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	56	63	67	0,010	0,012	0,019	0,026
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	41	47	49	0,010	0,012	0,019	0,026
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	33	37	40	0,010	0,012	0,019	0,026
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850		–		–	–	–	–
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200		–		–	–	–	–
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	221	254	265	0,012	0,018	0,025	0,035
17.1	Al-Leg., kurzspanend		138	159	166	0,018	0,025	0,035	0,044
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		112	125	132	0,035	0,040	0,043	0,049
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	112	125	132	0,018	0,025	0,035	0,044
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	112	125	132	0,018	0,025	0,035	0,044
18.2	Messing, langspanend	< 600	95	106	112	0,018	0,025	0,035	0,044
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	95	106	112	0,018	0,025	0,035	0,044
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	75	85	90	0,018	0,025	0,035	0,044
18.5	Bronze, langspanend	< 850	67	75	80	0,018	0,025	0,035	0,044
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	47	53	56	0,035	0,040	0,043	0,049
19.0	Graphit			–		–	–	–	–
20.0	Thermoplast			–		–	–	–	–
20.1	Duroplast			–		–	–	–	–
20.1	GFK und CFK			–		–	–	–	–







Zahnvorschub f_z [mm/Z] bei Durchmesser [mm]						
14	16	18	20	22	25	32
0,035	0,041	0,047	0,053	0,057	0,063	0,076
0,033	0,041	0,044	0,046	0,053	0,058	0,069
0,029	0,033	0,035	0,038	0,041	0,044	0,051
0,029	0,033	0,035	0,038	0,041	0,044	0,051
0,029	0,033	0,035	0,038	0,041	0,044	0,051
0,030	0,033	0,038	0,042	0,044	0,048	0,056
0,029	0,033	0,035	0,038	0,041	0,044	0,051
0,029	0,033	0,035	0,038	0,041	0,044	0,051
0,029	0,033	0,035	0,038	0,041	0,044	0,051
0,030	0,033	0,038	0,042	0,044	0,048	0,056
0,029	0,033	0,035	0,038	0,041	0,044	0,051
0,030	0,033	0,038	0,042	0,044	0,048	0,056
0,030	0,033	0,038	0,042	0,044	0,048	0,056
0,030	0,033	0,038	0,042	0,044	0,048	0,056
0,030	0,033	0,038	0,042	0,044	0,048	0,056
0,030	0,033	0,038	0,042	0,044	0,048	0,056
0,030	0,033	0,038	0,042	0,044	0,048	0,056
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
0,029	0,033	0,035	0,038	0,041	0,044	0,051
0,029	0,033	0,035	0,038	0,041	0,044	0,051
0,029	0,033	0,035	0,038	0,041	0,044	0,051
0,030	0,033	0,035	0,042	0,044	0,048	0,056
0,030	0,033	0,038	0,042	0,044	0,048	0,056
0,029	0,033	0,038	0,038	0,041	0,044	0,051
0,029	0,033	0,035	0,038	0,041	0,044	0,051
0,029	0,033	0,035	0,038	0,041	0,044	0,051
0,029	0,033	0,035	0,038	0,041	0,044	0,051
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
0,040	0,044	0,052	0,060	0,062	0,068	0,079
0,050	0,055	0,062	0,066	0,071	0,076	0,088
0,055	0,059	0,066	0,072	0,074	0,079	0,090
0,050	0,055	0,062	0,066	0,071	0,076	0,088
0,050	0,055	0,062	0,066	0,071	0,076	0,088
0,050	0,055	0,062	0,066	0,071	0,076	0,088
0,050	0,055	0,062	0,066	0,071	0,076	0,088
0,050	0,055	0,062	0,066	0,071	0,076	0,088
0,050	0,055	0,062	0,066	0,071	0,076	0,088
0,055	0,059	0,066	0,072	0,074	0,079	0,090
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–

Tabelle 8.19 GARANT SPM – Schruppfräser MTC (TiAlN-beschichtet) Schruppen Vollnut Tasche

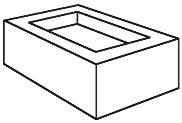
Katalognummer 192852; 192855
Hinweis: f_z für a_e = 1,0 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	∅ 6 z = 4 f_z [mm/Z]	∅ 8 z = 4 f_z [mm/Z]	∅ 10 z = 4 f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	83	95	100	0,008	0,012	0,019
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	69	79	83	0,008	0,012	0,019
2.0	Automatenstähle	< 850	74	85	102	0,008	0,012	0,019
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	69	79	83	0,008	0,012	0,019
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	69	79	83	0,008	0,012	0,019
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	64	74	77	0,008	0,012	0,019
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	51	59	61	0,008	0,012	0,019
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	51	59	61	0,008	0,012	0,019
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	46	53	55	0,008	0,012	0,019
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	64	74	77	0,008	0,012	0,019
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	60	69	72	0,010	0,012	0,019
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	51	59	61	0,010	0,012	0,019
7.0	Nitrierstähle	< 1000	51	59	61	0,008	0,012	0,019
7.1	Nitrierstähle	> 1000	41	47	49	0,008	0,012	0,019
8.0	Werkzeugstähle	< 850	41	47	49	0,008	0,012	0,019
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	37	42	44	0,008	0,012	0,019
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400		–		–	–	–
9.0	Schnellarbeitsstähle	830 – 1200		–		–	–	–
10.0	gehärtete Stähle	45 – 55 HRC		–		–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55 – 60 HRC		–		–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60 – 67 HRC		–		–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350		–		–	–	–
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–		–	–	–
12.0	Federstähle	< 1500		–		–	–	–
13.0	rostf. St.-geschwefelt	< 700	41	47	49	0,008	0,012	0,019
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	32	36	38	0,008	0,012	0,019
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	23	26	28	0,008	0,012	0,019
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	18	21	23	0,008	0,012	0,019
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	14	16	18	0,008	0,012	0,019
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB		–		–	–	–
15.1	Gusseisen (GG)	< 180 HB		–		–	–	–
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	< 180 HB		–		–	–	–
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB		–		–	–	–
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850		–		–	–	–
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200		–		–	–	–
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	221	254	265	0,012	0,018	0,025
17.1	Al-Leg., kurzspanend		138	159	166	0,018	0,025	0,035
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si			–		–	–	–
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400		–		–	–	–
18.1	Messing, kurzspanend	< 600		–		–	–	–
18.2	Messing, langspanend	< 600		–		–	–	–
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600		–		–	–	–
18.4	Bronze, kurzspanend	650 –850		–		–	–	–
18.5	Bronze, langspanend	< 850		–		–	–	–
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200		–		–	–	–
19.0	Graphit			–		–	–	–
20.0	Thermoplast			–		–	–	–
20.1	Duroplast			–		–	–	–
20.2	GFK und CFK			–		–	–	–





∅ 12 z = 4 f_z [mm/Z]	∅ 14 z = 4 f_z [mm/Z]	∅ 16 z = 5 f_z [mm/Z]	∅ 18 z = 5 f_z [mm/Z]	∅ 20 z = 5 f_z [mm/Z]	∅ 32 z = 6 f_z [mm/Z]
0,029	0,030	0,034	0,038	0,042	0,055
0,029	0,030	0,034	0,034	0,038	0,051
0,029	0,030	0,034	0,034	0,038	0,051
0,029	0,030	0,034	0,034	0,038	0,051
0,029	0,030	0,034	0,034	0,038	0,051
0,029	0,030	0,034	0,034	0,038	0,051
0,029	0,030	0,034	0,034	0,038	0,051
0,029	0,030	0,034	0,034	0,038	0,051
0,029	0,030	0,034	0,038	0,042	0,055
0,029	0,030	0,034	0,034	0,038	0,051
0,029	0,030	0,034	0,034	0,038	0,051
0,029	0,030	0,034	0,038	0,042	0,055
0,029	0,030	0,034	0,034	0,038	0,051
0,029	0,030	0,034	0,034	0,038	0,051
0,029	0,030	0,034	0,034	0,038	0,051
0,029	0,030	0,034	0,038	0,042	0,055
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
0,029	0,030	0,034	0,034	0,038	0,051
0,029	0,033	0,034	0,034	0,038	0,051
0,029	0,033	0,034	0,034	0,038	0,051
0,029	0,030	0,034	0,038	0,042	0,055
0,029	0,030	0,034	0,038	0,042	0,055
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
0,039	0,045	0,048	0,054	0,060	0,076
0,049	0,052	0,057	0,059	0,066	0,087
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–



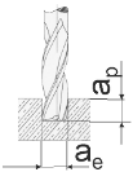


Tabelle 8.20 GARANT SPM – Schruppfräser MTC (TiAlN-beschichtet) Schruppen Kontur (Umfangfräsen)

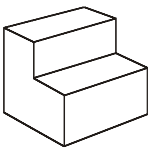
Katalognummer 192852; 192855
Hinweis: f_z für a_e = 0,5 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	∅ 6 z = 4 f_z [mm/Z]	∅ 8 z = 4 f_z [mm/Z]	∅ 10 z = 4 f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	83	95	100	0,018	0,028	0,032
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	69	79	83	0,018	0,028	0,032
2.0	Automatenstähle	< 850	74	85	102	0,018	0,028	0,032
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	69	79	83	0,018	0,028	0,032
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	69	79	83	0,018	0,028	0,032
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	64	74	77	0,018	0,028	0,032
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	51	59	61	0,018	0,028	0,032
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	51	59	61	0,018	0,028	0,032
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	46	53	55	0,018	0,028	0,032
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	64	74	77	0,018	0,028	0,032
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	60	69	72	0,018	0,028	0,032
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	51	59	61	0,018	0,028	0,032
7.0	Nitrierstähle	< 1000	51	59	61	0,018	0,028	0,032
7.1	Nitrierstähle	> 1000	41	47	49	0,018	0,028	0,032
8.0	Werkzeugstähle	< 850	41	47	49	0,018	0,028	0,032
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	37	42	44	0,018	0,028	0,032
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400		–		–	–	–
9.0	Schnellarbeitsstähle	830 – 1200		–		–	–	–
10.0	gehärtete Stähle	45 – 55 HRC		–		–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55 – 60 HRC		–		–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60 – 67 HRC		–		–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350		–		–	–	–
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–		–	–	–
12.0	Federstähle	< 1500		–		–	–	–
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	41	47	49	0,018	0,028	0,032
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	32	36	38	0,018	0,028	0,032
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	23	26	28	0,018	0,028	0,032
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	18	21	23	0,018	0,028	0,032
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	14	16	18	0,018	0,028	0,032
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB		–		–	–	–
15.1	Gusseisen (GG)	< 180 HB		–		–	–	–
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	< 180 HB		–		–	–	–
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB		–		–	–	–
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850		–		–	–	–
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200		–		–	–	–
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	221	254	265	0,025	0,035	0,043
17.1	Al-Leg., kurzspanend		138	159	166	0,045	0,053	0,060
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si			–		–	–	–
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400		–		–	–	–
18.1	Messing, kurzspanend	< 600		–		–	–	–
18.2	Messing, langspanend	< 600		–		–	–	–
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600		–		–	–	–
18.4	Bronze, kurzspanend	650 –850		–		–	–	–
18.5	Bronze, langspanend	< 850		–		–	–	–
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200		–		–	–	–
19.0	Graphit			–		–	–	–
20.0	Thermoplast			–		–	–	–
20.1	Duroplast			–		–	–	–
20.2	GFK und CFK			–		–	–	–





∅ 12 z = 4 f_z [mm/Z]	∅ 14 z = 4 f_z [mm/Z]	∅ 16 z = 5 f_z [mm/Z]	∅ 18 z = 5 f_z [mm/Z]	∅ 20 z = 5 f_z [mm/Z]	∅ 32 z = 6 f_z [mm/Z]
0,044	0,054	0,057	0,065	0,071	0,093
0,044	0,051	0,053	0,059	0,065	0,088
0,044	0,051	0,053	0,059	0,065	0,088
0,044	0,051	0,053	0,059	0,065	0,088
0,044	0,051	0,053	0,059	0,065	0,088
0,044	0,051	0,053	0,059	0,065	0,088
0,044	0,051	0,053	0,059	0,065	0,088
0,044	0,051	0,053	0,059	0,065	0,088
0,044	0,051	0,057	0,065	0,071	0,093
0,044	0,051	0,053	0,059	0,065	0,088
0,044	0,051	0,053	0,059	0,065	0,088
0,044	0,051	0,057	0,065	0,071	0,093
0,044	0,051	0,053	0,059	0,065	0,088
0,044	0,051	0,057	0,059	0,071	0,093
0,044	0,051	0,053	0,059	0,065	0,088
0,044	0,051	0,057	0,065	0,071	0,093
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
0,044	0,051	0,053	0,059	0,065	0,088
0,044	0,051	0,057	0,065	0,071	0,093
0,044	0,051	0,057	0,065	0,071	0,093
0,044	0,051	0,053	0,059	0,065	0,088
0,044	0,051	0,053	0,059	0,065	0,088
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
0,060	0,070	0,081	0,091	0,102	0,131
0,074	0,086	0,089	0,100	0,112	0,143
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–



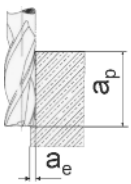


Tabelle 8.21 GARANT SPM – Schruppfräser MTC (TiAlN-beschichtet) Schruppen Vollnut/Tasche

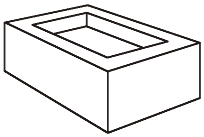
Katalognummer 192895

Hinweis: f_z für a_e = 1,0 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	∅6 z=4 f_z [mm/Z]	∅8 z=4 f_z [mm/Z]	∅10 z=4 f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	83	95	100	0,010	0,012	0,019
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	69	79	83	0,010	0,012	0,019
2.0	Automatenstähle	< 850	74	85	102	0,010	0,012	0,019
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	69	79	83	0,010	0,012	0,019
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	69	79	83	0,010	0,012	0,019
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	64	75	77	0,010	0,012	0,019
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	51	59	61	0,010	0,012	0,019
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	51	59	61	0,010	0,012	0,019
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	46	53	55	0,010	0,012	0,019
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	64	75	77	0,010	0,012	0,019
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	60	69	72	0,010	0,012	0,019
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	51	59	61	0,010	0,012	0,019
7.0	Nitrierstähle	< 1000	51	59	61	0,010	0,012	0,019
7.1	Nitrierstähle	> 1000	41	47	49	0,010	0,012	0,019
8.0	Werkzeugstähle	< 850	41	47	49	0,010	0,012	0,019
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	37	40	44	0,010	0,012	0,019
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	28	35	36	0,010	0,012	0,019
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	23	26	28	0,010	0,012	0,019
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–		–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–		–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–		–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	25	28	30	0,010	0,012	0,019
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–		–	–	–
12.0	Federstähle	< 1500		–		–	–	–
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	41	47	49	0,010	0,012	0,019
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	32	36	38	0,010	0,012	0,019
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	23	25	28	0,010	0,012	0,019
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	18	20	23	0,010	0,012	0,019
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	14	16	18	0,010	0,010	0,010
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	57	64	68	0,010	0,012	0,019
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	50	56	62	0,010	0,012	0,019
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	36	41	44	0,010	0,012	0,019
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	28	32	34	0,010	0,012	0,019
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	20	23	25	0,010	0,012	0,019
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	12	14	16	0,010	0,012	0,019
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350		–		–	–	–
17.1	Al-Leg., kurzspanend		138	159	166	0,018	0,025	0,035
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		112	125	132	0,025	0,035	0,043
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400		–		–	–	–
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	112	125	132	0,018	0,025	0,035
18.2	Messing, langspanend	< 600		–		–	–	–
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	95	106	112	0,018	0,025	0,035
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	75	85	90	0,018	0,025	0,035
18.5	Bronze, langspanend	< 850		–		–	–	–
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200		–		–	–	–
19.0	Graphit			–		–	–	–
20.0	Thermoplast			–		–	–	–
20.1	Duroplast			–		–	–	–
20.2	GFK und CFK			–		–	–	–



∅ 12 z = 4 f_z [mm/Z]	∅ 14 z = 4 f_z [mm/Z]	∅ 16 z = 5 f_z [mm/Z]	∅ 18 z = 5 f_z [mm/Z]	∅ 20 z = 5 f_z [mm/Z]
0,029	0,034	0,033	0,038	0,042
0,029	0,034	0,030	0,034	0,038
0,029	0,034	0,030	0,034	0,038
0,029	0,034	0,030	0,034	0,038
0,029	0,034	0,030	0,034	0,038
0,029	0,034	0,030	0,034	0,038
0,029	0,034	0,030	0,034	0,038
0,029	0,034	0,030	0,034	0,038
0,029	0,034	0,030	0,038	0,042
0,029	0,034	0,030	0,034	0,038
0,029	0,034	0,030	0,034	0,038
0,029	0,034	0,030	0,038	0,042
0,029	0,034	0,030	0,034	0,038
0,029	0,034	0,033	0,034	0,042
0,029	0,034	0,030	0,034	0,038
0,029	0,034	0,030	0,034	0,038
0,019	0,034	0,030	0,034	0,038
0,029	0,034	0,033	0,038	0,042
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
0,029	0,034	0,033	0,038	0,042
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
0,029	0,034	0,030	0,034	0,038
0,029	0,034	0,033	0,034	0,038
0,029	0,034	0,033	0,034	0,038
0,029	0,034	0,033	0,038	0,042
0,029	0,034	0,033	0,038	0,042
0,029	0,034	0,033	0,038	0,042
0,029	0,034	0,033	0,038	0,042
0,029	0,034	0,033	0,038	0,042
0,029	0,034	0,033	0,038	0,042
0,029	0,034	0,033	0,038	0,042
–	–	–	–	–
0,049	0,057	0,052	0,059	0,066
0,055	0,064	0,059	0,065	0,072
–	–	–	–	–
0,049	0,057	0,052	0,059	0,066
–	–	–	–	–
0,049	0,057	0,052	0,059	0,066
0,049	0,057	0,052	0,059	0,066
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–



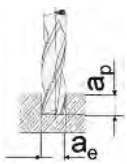


Tabelle 8.22 GARANT SPM – Schruppfräser MTC (TiAlN-beschichtet) Schruppen Kontur (Umrissfräsen)

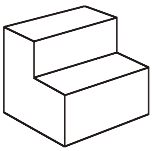
Katalognummer 192895

Hinweis: f_z für a_e = 0,5 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	∅6 z = 4 f_z [mm/Z]	∅8 z = 4 f_z [mm/Z]	∅10 z = 4 f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	85	95	100	0,014	0,020	0,032
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	70	80	85	0,014	0,020	0,032
2.0	Automatenstähle	< 850	75	85	100	0,014	0,020	0,032
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	70	80	85	0,014	0,020	0,032
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	70	80	85	0,014	0,020	0,032
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	65	75	80	0,014	0,020	0,032
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	50	55	60	0,014	0,020	0,032
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	50	55	60	0,014	0,020	0,032
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	45	50	55	0,014	0,020	0,032
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	65	75	80	0,014	0,020	0,032
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	60	70	75	0,014	0,020	0,032
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	50	60	65	0,014	0,020	0,032
7.0	Nitrierstähle	< 1000	50	60	65	0,014	0,020	0,032
7.1	Nitrierstähle	> 1000	40	45	50	0,014	0,020	0,032
8.0	Werkzeugstähle	< 850	40	45	50	0,014	0,020	0,032
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	35	40	45	0,014	0,020	0,032
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	30	35	40	0,014	0,020	0,032
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	20	25	30	0,014	0,020	0,032
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–		–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–		–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–		–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	20	25	30	0,014	0,020	0,032
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–		–	–	–
12.0	Federstähle	< 1500		–		–	–	–
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	40	45	50	0,014	0,020	0,032
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	32	36	38	0,014	0,020	0,032
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	23	25	28	0,014	0,020	0,032
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	18	20	23	0,014	0,020	0,032
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	14	16	18	0,032	0,032	0,032
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	55	60	65	0,014	0,020	0,032
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	50	55	60	0,014	0,020	0,032
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	35	40	45	0,014	0,020	0,032
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	25	30	35	0,014	0,020	0,032
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	20	23	25	0,014	0,020	0,032
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	12	14	16	0,014	0,020	0,032
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350		–		–	–	–
17.1	Al-Leg., kurzspanend		140	155	165	0,045	0,053	0,060
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		110	125	130	0,053	0,060	0,072
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400		–		–	–	–
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	110	125	130	0,045	0,053	0,060
18.2	Messing, langspanend	< 600		–		–	–	–
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	95	105	110	0,045	0,053	0,060
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	75	85	90	0,045	0,052	0,060
18.5	Bronze, langspanend	< 850		–		–	–	–
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200		–		–	–	–
19.0	Graphit			–		–	–	–
20.0	Thermoplast			–		–	–	–
20.1	Duroplast			–		–	–	–
20.2	GFK und CFK			–		–	–	–



∅ 12 z = 4 f_z [mm/Z]	∅ 14 z = 4 f_z [mm/Z]	∅ 16 z = 5 f_z [mm/Z]	∅ 18 z = 5 f_z [mm/Z]	∅ 20 z = 5 f_z [mm/Z]
0,044	0,054	0,057	0,065	0,071
0,044	0,051	0,053	0,059	0,065
0,044	0,051	0,053	0,059	0,065
0,044	0,051	0,053	0,059	0,065
0,044	0,051	0,053	0,059	0,065
0,044	0,051	0,053	0,059	0,065
0,044	0,051	0,053	0,059	0,065
0,044	0,051	0,053	0,059	0,065
0,044	0,051	0,057	0,065	0,071
0,044	0,051	0,053	0,059	0,065
0,044	0,051	0,053	0,059	0,065
0,044	0,051	0,057	0,065	0,071
0,044	0,051	0,053	0,059	0,065
0,044	0,051	0,057	0,059	0,071
0,044	0,051	0,053	0,059	0,065
0,044	0,051	0,053	0,059	0,065
0,044	0,019	0,053	0,059	0,065
0,044	0,051	0,057	0,065	0,071
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
0,044	0,051	0,057	0,065	0,071
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
0,044	0,051	0,053	0,059	0,065
0,044	0,051	0,057	0,059	0,071
0,044	0,051	0,057	0,059	0,071
0,044	0,051	0,057	0,065	0,065
0,044	0,051	0,057	0,065	0,065
0,044	0,051	0,057	0,065	0,071
0,044	0,051	0,057	0,065	0,071
0,044	0,051	0,057	0,065	0,071
0,044	0,051	0,057	0,065	0,071
0,044	0,051	0,057	0,065	0,071
0,044	0,051	0,057	0,065	0,071
–	–	–	–	–
0,074	0,086	0,089	0,100	0,112
0,083	0,094	0,096	0,106	0,117
–	–	–	–	–
0,074	0,086	0,089	0,100	0,112
–	–	–	–	–
0,074	0,086	0,089	0,100	0,112
0,074	0,086	0,089	0,100	0,112
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–



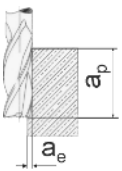


Tabelle 8.23 GARANT-Schlitzfräser, T-Nutenfräser, Winkelfräser (HSS-Co5)

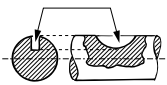
Katalognummer 194010; 194020; 194030; 194040; 194050; 194060; 194120
DIN 850-D/F; 1833

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min]	∅5 f_z [mm/Z]	∅8 f_z [mm/Z]	∅12 f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	30 – **35** – 40	0,030	0,050	0,060
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	30 – **35** – 40	0,030	0,050	0,060
2.0	Automatenstähle	< 850	30 – **35** – 40	0,030	0,050	0,060
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	22 – **28** – 32	0,025	0,045	0,060
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	22 – **28** – 32	0,025	0,050	0,060
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	22 – **28** – 32	0,025	0,045	0,060
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	15 – **20** – 25	0,020	0,040	0,050
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	22 – **28** – 32	0,025	0,050	0,060
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	15 – **20** – 25	0,020	0,040	0,050
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	22 – **28** – 32	0,030	0,050	0,060
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	22 – **28** – 32	0,025	0,045	0,060
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	15 – **20** – 25	0,020	0,040	0,050
7.0	Nitrierstähle	< 1000	15 – **20** – 25	0,020	0,040	0,050
7.1	Nitrierstähle	> 1000	15 – **20** – 25	0,020	0,040	0,050
8.0	Werkzeugstähle	< 850	22 – **28** – 32	0,025	0,045	0,060
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	15 – **20** – 25	0,020	0,040	0,050
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	15 – **20** – 25	0,020	0,040	0,050
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	–	–	–	–
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	15 – **20** – 25	0,020	0,040	0,050
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–	–	–	–
12.0	Federstähle	< 1500	–	–	–	–
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	17 – **22** – 27	0,025	0,050	0,060
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	17 – **22** – 27	0,025	0,050	0,060
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	17 – **22** – 27	0,025	0,050	0,060
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	8 – **10** – 12	0,010	0,028	0,060
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	17 – **22** – 27	0,014	0,024	0,050
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	22 – **28** – 32	0,040	0,070	0,080
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	17 – **22** – 27	0,030	0,050	0,060
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	17 – **22** – 27	0,030	0,050	0,060
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	17 – **22** – 27	0,030	0,050	0,060
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	17 – **22** – 27	0,014	0,024	0,050
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	8 – **12** – 15	0,010	0,018	0,040
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	200 – **250** – 300	0,030	0,030	0,030
17.1	Al-Leg., kurzspanend		65 – **70** – 75	0,020	0,025	0,030
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		–	–	–	–
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	65 – **70** – 75	0,020	0,025	0,030
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	30 – **35** – 40	0,020	0,025	0,030
18.2	Messing, langspanend	< 600	30 – **35** – 40	0,030	0,050	0,060
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	35 – **42** – 48	0,020	0,025	0,030
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	35 – **42** – 48	0,020	0,025	0,030
18.5	Bronze, langspanend	< 850	30 – **35** – 40	0,030	0,050	0,060
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	30 – **35** – 40	0,030	0,050	0,060
19.0	Graphit		65 – **70** – 75	0,030	0,040	0,050
20.0	Thermoplast		200 – **250** – 300	0,030	0,030	0,030
20.1	Duroplast		65 – **70** – 75	0,030	0,040	0,050
20.2	GFK und CFK		–	–	–	–

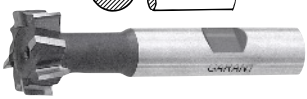
∅ 20 f_z [mm/Z]	∅ 32 f_z [mm/Z]	> ∅ 50 f_z [mm/Z]
0,080	0,090	0,100
0,080	0,090	0,100
0,080	0,090	0,100
0,080	0,090	0,100
0,080	0,090	0,100
0,080	0,090	0,100
0,080	0,090	0,100
0,080	0,090	0,100
0,080	0,090	0,100
0,080	0,090	0,100
0,080	0,090	0,100
0,080	0,090	0,100
0,080	0,090	0,100
0,080	0,090	0,100
0,080	0,090	0,100
0,080	0,090	0,100
–	–	–
–	–	–
–	–	–
–	–	–
0,080	0,090	0,100
–	–	–
–	–	–
0,070	0,080	0,090
0,070	0,080	0,090
0,070	0,080	0,090
0,070	0,080	0,090
0,080	0,080	0,100
0,100	0,120	0,150
0,080	0,090	0,100
0,080	0,090	0,100
0,080	0,090	0,100
0,080	0,080	0,100
0,060	0,070	0,080
0,030	0,030	0,030
0,040	0,060	0,100
–	–	–
0,040	0,060	0,100
0,040	0,060	0,090
0,080	0,090	0,100
0,040	0,060	0,090
0,040	0,060	0,090
0,080	0,090	0,100
0,080	0,090	0,100
0,060	0,080	0,100
0,030	0,030	0,030
0,060	0,080	0,100
–	–	–

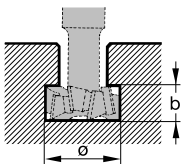




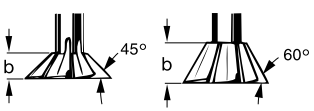














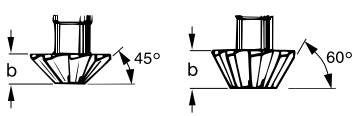
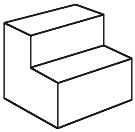
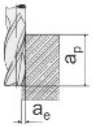


Tabelle 8.24 GARANT-Schaftfräser VHM (unbesch., beschichtet) – Schruppen Kontur (Umrissfräsen)

f_z für a_e = 0,5 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schneidstoff/ Beschichtung	Durchmesser [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baust.	< 500	VHM, unbeschichtet	80	0,001	80	0,003	80	0,006	80	0,011
			VHM, beschichtet	140	0,001	140	0,003	140	0,006	140	0,011
1.1	allg. Baust.	500–850	VHM, unbeschichtet	70	0,001	70	0,003	70	0,006	70	0,011
			VHM, beschichtet	120	0,001	120	0,003	120	0,006	120	0,011
2.0	Automatenst.	< 850	VHM, unbeschichtet	70	0,001	70	0,003	70	0,006	70	0,011
			VHM, beschichtet	120	0,001	120	0,003	120	0,006	120	0,011
2.1	Automatenst.	850 – 1000	VHM, unbeschichtet	55	0,001	55	0,002	55	0,004	55	0,007
			VHM, beschichtet	100	0,001	100	0,002	100	0,004	100	0,007
3.0	unleg. Vergü.-St.	< 700	VHM, unbeschichtet	70	0,001	70	0,003	70	0,006	70	0,011
			VHM, beschichtet	120	0,001	120	0,003	120	0,006	120	0,011
3.1	unleg. Vergü.-St.	750 – 850	VHM, unbeschichtet	60	0,001	60	0,003	60	0,006	60	0,011
			VHM, beschichtet	110	0,001	110	0,003	110	0,006	110	0,011
3.2	unleg. Vergü.-St.	850 – 1000	VHM, unbeschichtet	55	0,001	55	0,002	55	0,004	55	0,007
			VHM, beschichtet	100	0,001	100	0,002	100	0,004	100	0,007
4.0	leg. Vergü.-St.	850 – 1000	VHM, unbeschichtet	50	0,001	50	0,002	50	0,004	50	0,007
			VHM, beschichtet	85	0,001	85	0,002	85	0,004	85	0,007
4.1	leg. Vergü.-St.	1000 – 1200	VHM, unbeschichtet	40	0,001	40	0,002	40	0,003	40	0,006
			VHM, beschichtet	70	0,001	70	0,002	70	0,003	70	0,006
5.0	unleg. Einsatzst.	< 750	VHM, unbeschichtet	70	0,001	70	0,003	70	0,006	70	0,011
			VHM, beschichtet	120	0,001	120	0,003	120	0,006	120	0,011
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	VHM, unbeschichtet	50	0,001	50	0,002	50	0,004	50	0,007
			VHM, beschichtet	85	0,001	85	0,002	85	0,004	85	0,007
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	VHM, unbeschichtet	40	0,001	40	0,002	40	0,003	40	0,006
			VHM, beschichtet	70	0,001	70	0,002	70	0,003	70	0,006
7.0	Nitrierstähle	< 1000	VHM, unbeschichtet	50	0,001	50	0,002	50	0,004	50	0,007
			VHM, beschichtet	85	0,001	85	0,002	85	0,004	85	0,007
7.1	Nitrierstähle	> 1000	VHM, unbeschichtet	40	0,001	40	0,002	40	0,003	40	0,006
			VHM, beschichtet	70	0,001	70	0,002	70	0,003	70	0,006
8.0	Werkzeugstähle	< 850	VHM, unbeschichtet	50	0,001	50	0,002	50	0,004	50	0,007
			VHM, beschichtet	85	0,001	85	0,002	85	0,004	85	0,007
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	VHM, unbeschichtet	40	0,001	40	0,002	40	0,003	40	0,006
			VHM, beschichtet	70	0,001	70	0,002	70	0,003	70	0,006
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	VHM, unbeschichtet	30	0,001	30	0,002	30	0,003	30	0,006
			VHM, beschichtet	60	0,001	60	0,002	60	0,003	60	0,006
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	VHM, unbeschichtet	30	0,001	30	0,002	30	0,003	30	0,006
			VHM, beschichtet	60	0,001	60	0,002	60	0,003	60	0,006
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	55	0,001	55	0,002	55	0,003	55	0,006
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	45	0,001	45	0,002	45	0,003	45	0,006
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	40	0,001	40	0,002	40	0,003	40	0,006
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	50	0,001	50	0,002	50	0,004	50	0,008
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	45	0,001	45	0,002	45	0,004	45	0,008
12.0	Federstähle	< 1500	VHM, unbeschichtet	40	0,001	40	0,002	40	0,003	40	0,006
			VHM, beschichtet	70	0,001	70	0,002	70	0,003	70	0,006



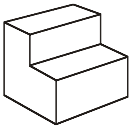


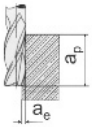
Durchmesser [mm]															KSS
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0			
v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	
80	0,023	80	0,033	80	0,045	80	0,060	80	0,080	80	0,100	80	0,120	Emuls.
140	0,023	140	0,033	140	0,045	140	0,060	140	0,080	140	0,100	140	0,120	Emuls.
70	0,023	70	0,033	70	0,045	70	0,060	70	0,080	70	0,100	70	0,120	Emuls.
120	0,023	120	0,033	120	0,045	120	0,060	120	0,080	120	0,100	120	0,120	Emuls.
70	0,023	70	0,033	70	0,045	70	0,060	70	0,080	70	0,100	70	0,120	Emuls.
120	0,023	120	0,033	120	0,045	120	0,060	120	0,080	120	0,100	120	0,120	Emuls.
55	0,014	55	0,022	55	0,028	55	0,035	55	0,045	55	0,060	55	0,080	Emuls.
100	0,014	100	0,022	100	0,028	100	0,035	100	0,045	100	0,060	100	0,080	Emuls.
70	0,023	70	0,033	70	0,045	70	0,060	70	0,080	70	0,100	70	0,120	Emuls.
120	0,023	120	0,033	120	0,045	120	0,060	120	0,080	120	0,100	120	0,120	Emuls.
60	0,023	60	0,033	60	0,045	60	0,060	60	0,080	60	0,100	60	0,120	Emuls.
110	0,023	110	0,033	110	0,045	110	0,060	110	0,080	110	0,100	110	0,120	Emuls.
55	0,014	55	0,022	55	0,028	55	0,035	55	0,045	55	0,060	55	0,080	Emuls.
100	0,014	100	0,022	100	0,028	100	0,035	100	0,045	100	0,060	100	0,080	Emuls.
50	0,014	50	0,022	50	0,028	50	0,035	50	0,045	50	0,060	50	0,080	Emuls.
85	0,014	85	0,022	85	0,028	85	0,035	85	0,045	85	0,060	85	0,080	Emuls.
40	0,013	40	0,020	40	0,025	40	0,030	40	0,040	40	0,055	40	0,065	Emuls.
70	0,013	70	0,020	70	0,025	70	0,030	70	0,040	70	0,055	70	0,065	Emuls.
70	0,023	70	0,033	70	0,045	70	0,060	70	0,080	70	0,100	70	0,120	Emuls.
120	0,023	120	0,033	120	0,045	120	0,060	120	0,080	120	0,100	120	0,120	Emuls.
50	0,014	50	0,022	50	0,028	50	0,035	50	0,045	50	0,060	50	0,080	Emuls.
85	0,014	85	0,022	85	0,028	85	0,035	85	0,045	85	0,060	85	0,080	Emuls.
40	0,013	40	0,020	40	0,025	40	0,030	40	0,040	40	0,055	40	0,065	Emuls.
70	0,013	70	0,020	70	0,025	70	0,030	70	0,040	70	0,055	70	0,065	Emuls.
50	0,014	50	0,022	50	0,028	50	0,035	50	0,045	50	0,060	50	0,080	Emuls.
85	0,014	85	0,022	85	0,028	85	0,035	85	0,045	85	0,060	85	0,080	Emuls.
40	0,013	40	0,020	40	0,025	40	0,030	40	0,040	40	0,055	40	0,065	Emuls.
70	0,013	70	0,020	70	0,025	70	0,030	70	0,040	70	0,055	70	0,065	Emuls.
50	0,014	50	0,022	50	0,028	50	0,035	50	0,045	50	0,060	50	0,080	Emuls.
85	0,014	85	0,022	85	0,028	85	0,035	85	0,045	85	0,060	85	0,080	Emuls.
40	0,013	40	0,020	40	0,025	40	0,030	40	0,040	40	0,055	40	0,065	Emuls.
70	0,013	70	0,020	70	0,025	70	0,030	70	0,040	70	0,055	70	0,065	Emuls.
30	0,013	30	0,020	30	0,025	30	0,030	30	0,040	30	0,055	30	0,065	Emuls.
60	0,013	60	0,020	60	0,025	60	0,030	60	0,040	60	0,055	60	0,065	Emuls.
30	0,013	30	0,020	30	0,025	30	0,030	30	0,040	30	0,055	30	0,065	Emuls.
60	0,013	60	0,020	60	0,025	60	0,030	60	0,040	60	0,055	60	0,065	Emuls.
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
55	0,013	55	0,020	55	0,025	55	0,030	55	0,040	55	0,055	55	0,065	ohne
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
45	0,013	45	0,020	45	0,025	45	0,030	45	0,040	45	0,055	45	0,065	ohne
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
40	0,013	40	0,020	40	0,025	40	0,030	40	0,040	40	0,055	40	0,065	ohne
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
50	0,016	50	0,024	50	0,032	50	0,040	50	0,050	50	0,060	50	0,070	Emuls.
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
45	0,016	45	0,024	45	0,032	45	0,040	45	0,050	45	0,060	45	0,070	Emuls.
40	0,013	40	0,020	40	0,025	40	0,030	40	0,040	40	0,055	40	0,065	Emuls.
70	0,013	70	0,020	70	0,025	70	0,030	70	0,040	70	0,055	70	0,065	Emuls.

Tabelle 8.24 (Forts.) GARANT-Schaftfräser VHM (unbesch., beschichtet) – Schruppen Kontur (Umrissfräsen)

f_z für a_e = 0,5 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schneidstoff/ Beschichtung	Durchmesser [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	VHM, unbeschichtet	55	0,001	55	0,002	55	0,004	55	0,008
			VHM, beschichtet	90	0,001	90	0,002	90	0,004	90	0,008
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	VHM, unbeschichtet	45	0,001	45	0,002	45	0,004	45	0,008
			VHM, beschichtet	85	0,001	85	0,002	85	0,004	85	0,008
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	VHM, unbeschichtet	45	0,001	45	0,002	45	0,003	45	0,006
			VHM, beschichtet	85	0,001	85	0,002	85	0,003	85	0,006
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	VHM, unbeschichtet	35	0,001	35	0,002	35	0,003	35	0,006
			VHM, beschichtet	65	0,001	65	0,002	65	0,003	65	0,006
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	45	0,001	45	0,002	45	0,004	45	0,008
15.0	Gusseisen	< 180 HB	VHM, unbeschichtet	70	0,001	70	0,003	70	0,005	70	0,010
			VHM, beschichtet	130	0,001	130	0,003	130	0,005	130	0,010
15.1	Gusseisen	> 180 HB	VHM, unbeschichtet	60	0,001	60	0,003	60	0,005	60	0,010
			VHM, beschichtet	100	0,001	100	0,003	100	0,005	100	0,010
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	VHM, unbeschichtet	55	0,001	55	0,003	55	0,005	55	0,010
			VHM, beschichtet	85	0,001	85	0,003	85	0,005	85	0,010
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	VHM, unbeschichtet	45	0,001	45	0,003	45	0,005	45	0,010
			VHM, beschichtet	80	0,001	80	0,003	80	0,005	80	0,010
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	50	0,001	50	0,002	50	0,004	50	0,008
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	45	0,001	45	0,002	45	0,004	45	0,008
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	VHM, unbeschichtet	200	0,001	200	0,003	200	0,005	200	0,010
			VHM, beschichtet	350	0,001	350	0,003	350	0,005	350	0,010
17.1	Al-Leg., kurzspanend		VHM, unbeschichtet	150	0,001	150	0,003	150	0,005	150	0,010
			VHM, beschichtet	300	0,001	300	0,003	300	0,005	300	0,010
17.2	Alu.-Gussleg. > 10% Si		VHM, unbeschichtet	120	0,001	120	0,003	120	0,005	120	0,010
			VHM, beschichtet	220	0,001	220	0,003	220	0,005	220	0,010
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	VHM, unbeschichtet	150	0,001	150	0,003	150	0,005	150	0,010
			VHM, beschichtet	300	0,001	300	0,003	300	0,005	300	0,010
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	VHM, unbeschichtet	140	0,001	140	0,003	140	0,005	140	0,010
			VHM, beschichtet	280	0,001	280	0,003	280	0,005	280	0,010
18.2	Messing, langspanend	< 600	VHM, unbeschichtet	140	0,001	140	0,003	140	0,005	140	0,010
			VHM, beschichtet	280	0,001	280	0,003	280	0,005	280	0,010
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	VHM, unbeschichtet	140	0,001	140	0,003	140	0,005	140	0,010
			VHM, beschichtet	280	0,001	280	0,003	280	0,005	280	0,010
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	VHM, unbeschichtet	120	0,001	120	0,003	120	0,005	120	0,010
			VHM, beschichtet	240	0,001	240	0,003	240	0,005	240	0,010
18.5	Bronze, langspanend	< 850	VHM, unbeschichtet	120	0,001	120	0,003	120	0,005	120	0,010
			VHM, beschichtet	240	0,001	240	0,003	240	0,005	240	0,010
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	VHM, unbeschichtet	95	0,001	95	0,003	95	0,005	95	0,010
			VHM, beschichtet	190	0,001	190	0,003	190	0,005	190	0,010
19.0	Graphit		VHM, unbeschichtet	70	0,001	70	0,003	70	0,005	70	0,010
			VHM, beschichtet	130	0,001	130	0,003	130	0,005	130	0,010
20.0	Thermoplast		VHM, unbeschichtet	120	0,001	120	0,003	120	0,005	120	0,010
			VHM, beschichtet	240	0,001	240	0,003	240	0,005	240	0,010
20.1	Duroplast		VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
20.2	GFK und CFK		VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–



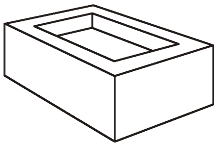


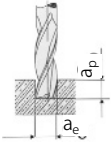
Durchmesser [mm]															KSS
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0			
v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	
55	0,015	55	0,025	55	0,030	55	0,040	55	0,050	55	0,055	55	0,090	Emuls.
90	0,015	90	0,025	90	0,030	90	0,040	90	0,050	90	0,055	90	0,090	Emuls.
45	0,015	45	0,025	45	0,030	45	0,040	45	0,050	45	0,055	45	0,090	Emuls.
85	0,015	85	0,025	85	0,030	85	0,040	85	0,050	85	0,055	85	0,090	Emuls.
45	0,012	45	0,017	45	0,025	45	0,032	45	0,045	45	0,060	45	0,075	Emuls.
85	0,012	85	0,017	85	0,025	85	0,032	85	0,045	85	0,060	85	0,075	Emuls.
35	0,012	35	0,017	35	0,025	35	0,032	35	0,045	35	0,060	35	0,075	Emuls.
65	0,012	65	0,017	65	0,025	65	0,032	65	0,045	65	0,060	65	0,075	Emuls.
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
45	0,016	45	0,024	45	0,032	45	0,040	45	0,050	45	0,060	45	0,070	Emuls.
70	0,020	70	0,030	70	0,040	70	0,050	70	0,060	70	0,080	70	0,100	ohne
130	0,020	130	0,030	130	0,040	130	0,050	130	0,060	130	0,080	130	0,100	ohne
60	0,020	60	0,030	60	0,040	60	0,050	60	0,060	60	0,080	60	0,100	ohne
100	0,020	100	0,030	100	0,040	100	0,050	100	0,060	100	0,080	100	0,100	ohne
55	0,020	55	0,030	55	0,040	55	0,050	55	0,060	55	0,080	55	0,100	ohne
85	0,020	85	0,030	85	0,040	85	0,050	85	0,060	85	0,080	85	0,100	ohne
45	0,020	45	0,030	45	0,040	45	0,050	45	0,060	45	0,080	45	0,100	ohne
80	0,020	80	0,030	80	0,040	80	0,050	80	0,060	80	0,080	80	0,100	ohne
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
50	0,016	50	0,024	50	0,032	50	0,040	50	0,050	50	0,060	50	0,070	Emuls.
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
45	0,016	45	0,024	45	0,032	45	0,040	45	0,050	45	0,060	45	0,070	Emuls.
200	0,020	200	0,030	200	0,040	200	0,050	200	0,070	200	0,090	200	0,120	Emuls.
350	0,020	350	0,030	350	0,040	350	0,050	350	0,070	350	0,090	350	0,120	Emuls.
150	0,020	150	0,030	150	0,040	150	0,050	150	0,070	150	0,090	150	0,120	Emuls.
300	0,020	300	0,030	300	0,040	300	0,050	300	0,070	300	0,090	300	0,120	Emuls.
120	0,020	120	0,030	120	0,040	120	0,050	120	0,070	120	0,090	120	0,120	Emuls.
220	0,020	220	0,030	220	0,040	220	0,050	220	0,070	220	0,090	220	0,120	Emuls.
150	0,020	150	0,030	150	0,040	150	0,050	150	0,070	150	0,090	150	0,120	Emuls.
300	0,020	300	0,030	300	0,040	300	0,050	300	0,070	300	0,090	300	0,120	Emuls.
140	0,020	140	0,030	140	0,040	140	0,050	140	0,070	140	0,090	140	0,120	ohne
280	0,020	280	0,030	280	0,040	280	0,050	280	0,070	280	0,090	280	0,120	ohne
140	0,020	140	0,030	140	0,040	140	0,050	140	0,070	140	0,090	140	0,120	ohne
280	0,020	280	0,030	280	0,040	280	0,050	280	0,070	280	0,090	280	0,120	ohne
140	0,020	140	0,030	140	0,040	140	0,050	140	0,070	140	0,090	140	0,120	ohne
280	0,020	280	0,030	280	0,040	280	0,050	280	0,070	280	0,090	280	0,120	ohne
120	0,020	120	0,030	120	0,040	120	0,050	120	0,070	120	0,090	120	0,120	ohne
240	0,020	240	0,030	240	0,040	240	0,050	240	0,070	240	0,090	240	0,120	ohne
120	0,020	120	0,030	120	0,040	120	0,050	120	0,070	120	0,090	120	0,120	Emuls.
240	0,020	240	0,030	240	0,040	240	0,050	240	0,070	240	0,090	240	0,120	Emuls.
95	0,020	95	0,030	95	0,040	95	0,050	95	0,070	95	0,090	95	0,120	Emuls.
190	0,020	190	0,030	190	0,040	190	0,050	190	0,070	190	0,090	190	0,120	Emuls.
70	0,020	70	0,030	70	0,040	70	0,050	70	0,060	70	0,080	70	0,100	ohne
130	0,020	130	0,030	130	0,040	130	0,050	130	0,060	130	0,080	130	0,100	ohne
120	0,020	120	0,030	120	0,040	120	0,050	120	0,070	120	0,090	120	0,120	Emuls.
240	0,020	240	0,030	240	0,040	240	0,050	240	0,070	240	0,090	240	0,120	Emuls.
80	0,015	80	0,030	80	0,040	80	0,050	80	0,070	80	0,090	80	0,120	tr./Luft
80	0,015	80	0,030	150	0,040	150	0,050	150	0,070	150	0,090	150	0,120	tr./Luft
80	0,015	80	0,030	80	0,040	80	0,050	80	0,070	80	0,090	80	0,120	tr./Luft
150	0,015	150	0,030	150	0,040	150	0,050	150	0,070	150	0,090	150	0,120	tr./Luft

Tabelle 8.25 GARANT-Schaftfräser VHM (unbesch., beschichtet) – Schruppen Vollnut / Tasche

f_z für a_e = 1,0 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schneidstoff/ Beschichtung	Durchmesser [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baust.	< 500	VHM, unbeschichtet	70	0,001	70	0,003	70	0,005	70	0,010
			VHM, beschichtet	120	0,001	120	0,003	120	0,005	120	0,010
1.1	allg. Baust.	500–850	VHM, unbeschichtet	60	0,001	60	0,003	60	0,005	60	0,010
			VHM, beschichtet	105	0,001	105	0,003	105	0,005	105	0,010
2.0	Automatenst.	< 850	VHM, unbeschichtet	60	0,001	60	0,003	60	0,005	60	0,010
			VHM, beschichtet	105	0,001	105	0,003	105	0,005	105	0,010
2.1	Automatenst.	850 – 1000	VHM, unbeschichtet	50	0,001	50	0,002	50	0,004	50	0,008
			VHM, beschichtet	90	0,001	90	0,002	90	0,004	90	0,008
3.0	unleg. Vergü.-St.	< 700	VHM, unbeschichtet	60	0,001	60	0,003	60	0,005	60	0,010
			VHM, beschichtet	105	0,001	105	0,003	105	0,005	105	0,010
3.1	unleg. Vergü.-St.	750 – 850	VHM, unbeschichtet	55	0,001	55	0,003	55	0,005	55	0,010
			VHM, beschichtet	100	0,001	100	0,003	100	0,005	100	0,010
3.2	unleg. Vergü.-St.	850 – 1000	VHM, unbeschichtet	50	0,001	50	0,002	50	0,004	50	0,008
			VHM, beschichtet	90	0,001	90	0,002	90	0,004	90	0,008
4.0	leg. Vergü.-St.	850 – 1000	VHM, unbeschichtet	45	0,001	45	0,002	45	0,004	45	0,008
			VHM, beschichtet	80	0,001	80	0,002	80	0,004	80	0,008
4.1	leg. Vergü.-St.	1000 – 1200	VHM, unbeschichtet	35	0,001	35	0,001	35	0,003	35	0,005
			VHM, beschichtet	70	0,001	70	0,001	70	0,003	70	0,005
5.0	unleg. Einsatzst.	< 750	VHM, unbeschichtet	60	0,001	60	0,003	60	0,005	60	0,010
			VHM, beschichtet	105	0,001	105	0,003	105	0,005	105	0,010
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	VHM, unbeschichtet	45	0,001	45	0,002	45	0,004	45	0,008
			VHM, beschichtet	80	0,001	80	0,002	80	0,004	80	0,008
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	VHM, unbeschichtet	35	0,001	35	0,001	35	0,003	35	0,005
			VHM, beschichtet	70	0,001	70	0,001	70	0,003	70	0,005
7.0	Nitrierstähle	< 1000	VHM, unbeschichtet	45	0,001	45	0,002	45	0,004	45	0,008
			VHM, beschichtet	80	0,001	80	0,002	80	0,004	80	0,008
7.1	Nitrierstähle	> 1000	VHM, unbeschichtet	35	0,001	35	0,001	35	0,003	35	0,005
			VHM, beschichtet	70	0,001	70	0,001	70	0,003	70	0,005
8.0	Werkzeugstähle	< 850	VHM, unbeschichtet	50	0,001	50	0,002	50	0,004	50	0,008
			VHM, beschichtet	80	0,001	80	0,002	80	0,004	80	0,008
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	VHM, unbeschichtet	35	0,001	35	0,001	35	0,003	35	0,005
			VHM, beschichtet	70	0,001	70	0,001	70	0,003	70	0,005
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	VHM, unbeschichtet	30	0,001	30	0,001	30	0,003	30	0,005
			VHM, beschichtet	60	0,001	60	0,001	60	0,003	60	0,005
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	VHM, unbeschichtet	25	0,001	25	0,001	25	0,003	25	0,005
			VHM, beschichtet	55	0,001	55	0,001	55	0,003	55	0,005
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	35	0,001	35	0,001	35	0,003	35	0,005
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	30	0,001	30	0,001	30	0,003	30	0,005
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	25	0,001	25	0,001	25	0,003	25	0,005
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	50	0,001	50	0,001	50	0,003	50	0,005
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	40	0,001	40	0,001	40	0,003	40	0,005
12.0	Federstähle	< 1500	VHM, unbeschichtet	30	0,001	30	0,001	30	0,003	30	0,005
			VHM, beschichtet	60	0,001	60	0,001	60	0,003	60	0,005



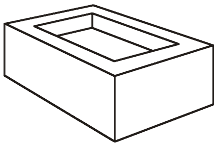


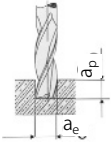
Durchmesser [mm]															KSS
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0			
v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	
70	0,020	70	0,030	70	0,040	70	0,050	70	0,060	70	0,080	70	0,100	Emuls.
120	0,020	120	0,030	120	0,040	120	0,050	120	0,060	120	0,080	120	0,100	Emuls.
60	0,020	60	0,030	60	0,040	60	0,050	60	0,060	60	0,080	60	0,100	Emuls.
105	0,020	105	0,030	105	0,040	105	0,050	105	0,060	105	0,080	105	0,100	Emuls.
60	0,020	60	0,030	60	0,040	60	0,050	60	0,060	60	0,080	60	0,100	Emuls.
105	0,020	105	0,030	105	0,040	105	0,050	105	0,060	105	0,080	105	0,100	Emuls.
50	0,015	50	0,018	50	0,030	50	0,035	50	0,040	50	0,060	50	0,080	Emuls.
90	0,015	90	0,018	90	0,030	90	0,035	90	0,040	90	0,060	90	0,080	Emuls.
60	0,020	60	0,030	60	0,040	60	0,050	60	0,060	60	0,080	60	0,100	Emuls.
105	0,020	105	0,030	105	0,040	105	0,050	105	0,060	105	0,080	105	0,100	Emuls.
55	0,020	55	0,030	55	0,040	55	0,050	55	0,060	55	0,080	55	0,100	Emuls.
100	0,020	100	0,030	100	0,040	100	0,050	100	0,060	100	0,080	100	0,100	Emuls.
50	0,015	50	0,018	50	0,030	50	0,035	50	0,040	50	0,060	50	0,080	Emuls.
90	0,015	90	0,018	90	0,030	90	0,035	90	0,040	90	0,060	90	0,080	Emuls.
45	0,015	45	0,018	45	0,030	45	0,035	45	0,040	45	0,060	45	0,080	Emuls.
80	0,015	80	0,018	80	0,030	80	0,035	80	0,040	80	0,060	80	0,080	Emuls.
35	0,010	35	0,015	35	0,020	35	0,025	35	0,035	35	0,050	35	0,060	Emuls.
70	0,010	70	0,015	70	0,020	70	0,025	70	0,035	70	0,050	70	0,060	Emuls.
60	0,020	60	0,030	60	0,040	60	0,050	60	0,060	60	0,080	60	0,100	Emuls.
105	0,020	105	0,030	105	0,040	105	0,050	105	0,060	105	0,080	105	0,100	Emuls.
45	0,015	45	0,018	45	0,030	45	0,035	45	0,040	45	0,060	45	0,080	Emuls.
80	0,015	80	0,018	80	0,030	80	0,035	80	0,040	80	0,060	80	0,080	Emuls.
35	0,010	35	0,015	35	0,020	35	0,025	35	0,035	35	0,050	35	0,060	Emuls.
70	0,010	70	0,015	70	0,020	70	0,025	70	0,035	70	0,050	70	0,060	Emuls.
45	0,015	45	0,018	45	0,030	45	0,035	45	0,040	45	0,060	45	0,080	Emuls.
80	0,015	80	0,018	80	0,030	80	0,035	80	0,040	80	0,060	80	0,080	Emuls.
35	0,010	35	0,015	35	0,020	35	0,025	35	0,035	35	0,050	35	0,060	Emuls.
70	0,010	70	0,015	70	0,020	70	0,025	70	0,035	70	0,050	70	0,060	Emuls.
50	0,015	50	0,018	50	0,030	50	0,025	50	0,040	50	0,060	50	0,080	Emuls.
80	0,015	80	0,018	80	0,030	80	0,025	80	0,040	80	0,060	80	0,080	Emuls.
35	0,010	35	0,015	35	0,020	35	0,025	35	0,035	35	0,050	35	0,060	Emuls.
70	0,010	70	0,015	70	0,020	70	0,025	70	0,035	70	0,050	70	0,060	Emuls.
30	0,010	30	0,015	30	0,020	30	0,025	30	0,035	30	0,050	30	0,060	Emuls.
60	0,010	60	0,015	60	0,020	60	0,025	60	0,035	60	0,050	60	0,060	Emuls.
25	0,010	25	0,015	25	0,020	25	0,025	25	0,035	25	0,050	25	0,060	Emuls.
55	0,010	55	0,015	55	0,020	55	0,025	55	0,035	55	0,050	55	0,060	Emuls.
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
35	0,010	35	0,015	35	0,020	35	0,025	35	0,025	35	0,030	35	0,035	ohne
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
30	0,010	30	0,015	30	0,020	30	0,025	30	0,025	30	0,030	30	0,035	ohne
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
25	0,010	25	0,015	25	0,020	25	0,025	25	0,025	25	0,030	25	0,035	ohne
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
50	0,010	50	0,015	50	0,020	50	0,025	50	0,035	50	0,045	50	0,055	Emuls.
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
40	0,010	40	0,015	40	0,020	40	0,025	40	0,035	40	0,045	40	0,055	Emuls.
30	0,010	30	0,015	30	0,020	30	0,025	30	0,035	30	0,050	30	0,060	Emuls.
60	0,010	60	0,015	60	0,020	60	0,025	60	0,035	60	0,050	60	0,060	Emuls.

Tabelle 8.25 (Forts.) GARANT-Schaftfräser VHM (unbesch., beschichtet) – Schruppen Vollnut / Tasche

f_z für a_e = 1,0 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schneidstoff/ Beschichtung	Durchmesser [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	VHM, unbeschichtet	50	0,001	50	0,002	50	0,003	50	0,006
			VHM, beschichtet	85	0,001	85	0,002	85	0,003	85	0,006
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	VHM, unbeschichtet	40	0,001	40	0,002	40	0,003	40	0,006
			VHM, beschichtet	80	0,001	80	0,002	80	0,003	80	0,006
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	VHM, unbeschichtet	40	0,001	40	0,001	40	0,003	40	0,005
			VHM, beschichtet	80	0,001	80	0,001	80	0,003	80	0,005
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	VHM, unbeschichtet	30	0,001	30	0,001	30	0,003	30	0,005
			VHM, beschichtet	60	0,001	60	0,001	60	0,003	60	0,005
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	40	0,001	40	0,001	40	0,003	40	0,005
15.0	Gusseisen	< 180 HB	VHM, unbeschichtet	70	0,001	70	0,002	70	0,004	70	0,008
			VHM, beschichtet	120	0,001	120	0,002	120	0,004	120	0,008
15.1	Gusseisen	> 180 HB	VHM, unbeschichtet	55	0,001	55	0,002	55	0,004	55	0,008
			VHM, beschichtet	90	0,001	90	0,002	90	0,004	90	0,008
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	VHM, unbeschichtet	50	0,001	50	0,002	50	0,004	50	0,008
			VHM, beschichtet	80	0,001	80	0,002	80	0,004	80	0,008
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	VHM, unbeschichtet	40	0,001	40	0,002	40	0,004	40	0,008
			VHM, beschichtet	70	0,001	70	0,002	70	0,004	70	0,008
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	50	0,001	50	0,001	50	0,003	50	0,005
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	40	0,001	40	0,001	40	0,003	40	0,005
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	VHM, unbeschichtet	180	0,001	180	0,002	180	0,004	180	0,008
			VHM, beschichtet	300	0,001	300	0,002	300	0,004	300	0,008
17.1	Al-Leg., kurzspanend		VHM, unbeschichtet	140	0,001	140	0,002	140	0,004	140	0,008
			VHM, beschichtet	280	0,001	280	0,002	280	0,004	280	0,008
17.2	Alu.-Gussleg. > 10% Si		VHM, unbeschichtet	105	0,001	105	0,002	105	0,004	105	0,008
			VHM, beschichtet	200	0,001	200	0,002	200	0,004	200	0,008
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	VHM, unbeschichtet	140	0,001	140	0,002	140	0,004	140	0,008
			VHM, beschichtet	280	0,001	280	0,002	280	0,004	280	0,008
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	VHM, unbeschichtet	120	0,001	120	0,002	120	0,004	120	0,008
			VHM, beschichtet	240	0,001	240	0,002	240	0,004	240	0,008
18.2	Messing, langspanend	< 600	VHM, unbeschichtet	120	0,001	120	0,002	120	0,004	120	0,008
			VHM, beschichtet	240	0,001	240	0,002	240	0,004	240	0,008
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	VHM, unbeschichtet	120	0,001	120	0,002	120	0,004	120	0,008
			VHM, beschichtet	240	0,001	240	0,002	240	0,004	240	0,008
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	VHM, unbeschichtet	105	0,001	105	0,002	105	0,004	105	0,008
			VHM, beschichtet	210	0,001	210	0,002	210	0,004	210	0,008
18.5	Bronze, langspanend	< 850	VHM, unbeschichtet	105	0,001	105	0,002	105	0,004	105	0,008
			VHM, beschichtet	210	0,001	210	0,002	210	0,004	210	0,008
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	VHM, unbeschichtet	85	0,001	85	0,002	85	0,004	85	0,008
			VHM, beschichtet	170	0,001	170	0,002	170	0,004	170	0,008
19.0	Graphit		VHM, unbeschichtet	60	0,001	60	0,002	60	0,004	60	0,008
			VHM, beschichtet	120	0,001	120	0,002	120	0,004	120	0,008
20.0	Thermoplast		VHM, unbeschichtet	105	0,001	105	0,002	105	0,004	105	0,008
			VHM, beschichtet	210	0,001	210	0,002	210	0,004	210	0,008
20.1	Duroplast		VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
20.2	GFK und CFK		VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–



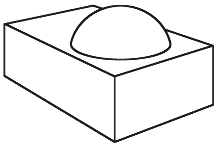


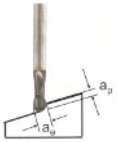
Durchmesser [mm]															KSS
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0			
v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	
50	0,013	50	0,020	50	0,025	50	0,030	50	0,035	50	0,050	50	0,060	Emuls.
85	0,013	85	0,020	85	0,025	85	0,030	85	0,035	85	0,050	85	0,060	Emuls.
40	0,013	40	0,020	40	0,025	40	0,030	40	0,035	40	0,050	40	0,060	Emuls.
80	0,013	80	0,020	80	0,025	80	0,030	80	0,035	80	0,050	80	0,060	Emuls.
40	0,010	40	0,015	40	0,020	40	0,025	40	0,030	40	0,045	40	0,060	Emuls.
80	0,010	80	0,015	80	0,020	80	0,025	80	0,030	80	0,045	80	0,060	Emuls.
30	0,010	30	0,015	30	0,020	30	0,025	30	0,030	30	0,045	30	0,060	Emuls.
60	0,010	60	0,015	60	0,020	60	0,025	60	0,030	60	0,045	60	0,060	Emuls.
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
40	0,010	40	0,015	40	0,020	40	0,025	40	0,035	40	0,045	40	0,055	Emuls.
70	0,015	70	0,020	70	0,030	70	0,040	70	0,045	70	0,060	70	0,080	ohne
120	0,015	120	0,020	120	0,030	120	0,040	120	0,045	120	0,060	120	0,080	ohne
55	0,015	55	0,020	55	0,030	55	0,040	55	0,045	55	0,060	55	0,080	ohne
90	0,015	90	0,020	90	0,030	90	0,040	90	0,045	90	0,060	90	0,080	ohne
50	0,015	50	0,020	50	0,030	50	0,040	50	0,045	50	0,060	50	0,080	ohne
80	0,015	80	0,020	80	0,030	80	0,040	80	0,045	80	0,060	80	0,080	ohne
40	0,015	40	0,020	40	0,030	40	0,040	40	0,045	40	0,060	40	0,080	Emuls.
70	0,015	70	0,020	70	0,030	70	0,040	70	0,045	70	0,060	70	0,080	Emuls.
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
50	0,010	50	0,015	50	0,020	50	0,025	50	0,035	50	0,045	50	0,055	Emuls.
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
40	0,010	40	0,015	40	0,020	40	0,025	40	0,035	40	0,045	40	0,055	Emuls.
180	0,015	180	0,025	180	0,030	180	0,040	180	0,050	180	0,065	180	0,085	Emuls.
300	0,015	300	0,025	300	0,030	300	0,040	300	0,050	300	0,065	300	0,085	Emuls.
140	0,015	140	0,025	140	0,030	140	0,040	140	0,050	140	0,065	140	0,085	Emuls.
280	0,015	280	0,025	280	0,030	280	0,040	280	0,050	280	0,065	280	0,085	Emuls.
105	0,015	105	0,025	105	0,030	105	0,040	105	0,050	105	0,065	105	0,085	Emuls.
200	0,015	200	0,025	200	0,030	200	0,040	200	0,050	200	0,065	200	0,085	Emuls.
140	0,015	140	0,025	140	0,030	140	0,040	140	0,050	140	0,065	140	0,085	Emuls.
280	0,015	280	0,025	280	0,030	280	0,040	280	0,050	280	0,065	280	0,085	Emuls.
120	0,015	120	0,025	120	0,030	120	0,040	120	0,050	120	0,065	120	0,085	ohne
240	0,015	240	0,025	240	0,030	240	0,040	240	0,050	240	0,065	240	0,085	ohne
120	0,015	120	0,025	120	0,030	120	0,040	120	0,050	120	0,065	120	0,085	ohne
240	0,015	240	0,025	240	0,030	240	0,040	240	0,050	240	0,065	240	0,085	ohne
120	0,015	120	0,025	120	0,030	120	0,040	120	0,050	120	0,065	120	0,085	ohne
240	0,015	240	0,025	240	0,030	240	0,040	240	0,050	240	0,065	240	0,085	ohne
105	0,015	105	0,025	105	0,030	105	0,040	105	0,050	105	0,065	105	0,085	ohne
210	0,015	210	0,025	210	0,030	210	0,040	210	0,050	210	0,065	210	0,085	ohne
105	0,015	105	0,025	105	0,030	105	0,040	105	0,050	105	0,065	105	0,085	Emuls.
210	0,015	210	0,025	210	0,030	210	0,040	210	0,050	210	0,065	210	0,085	Emuls.
85	0,015	85	0,025	85	0,030	85	0,040	85	0,050	85	0,065	85	0,085	Emuls.
170	0,015	170	0,025	170	0,030	170	0,040	170	0,050	170	0,065	170	0,085	Emuls.
60	0,015	60	0,020	60	0,030	60	0,040	60	0,045	60	0,060	60	0,080	ohne
120	0,015	120	0,020	120	0,030	120	0,040	120	0,045	120	0,060	120	0,080	ohne
105	0,015	105	0,025	105	0,030	105	0,040	105	0,050	105	0,065	105	0,085	tr./Luft
210	0,015	210	0,025	210	0,030	210	0,040	210	0,050	210	0,065	210	0,085	tr./Luft
80	0,015	80	0,025	80	0,030	80	0,040	80	0,050	80	0,065	80	0,085	tr./Luft
150	0,015	150	0,025	150	0,030	150	0,040	150	0,050	150	0,065	150	0,085	tr./Luft
80	0,015	80	0,025	80	0,030	80	0,040	80	0,050	80	0,065	80	0,085	tr./Luft
150	0,015	150	0,025	150	0,030	150	0,040	150	0,050	150	0,065	150	0,085	tr./Luft

Tabelle 8.26 GARANT-Schaftfräser VHM (unbesch., beschichtet) – Schruppen Kopieren

f_z für a_e = 0,05 x D und a_p = 0,05 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schneidstoff/ Beschichtung	Durchmesser [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baust.	< 500	VHM, unbeschichtet	90	0,002	90	0,003	90	0,006	90	0,013
			VHM, beschichtet	160	0,002	160	0,003	160	0,006	160	0,013
1.1	allg. Baust.	500–850	VHM, unbeschichtet	80	0,002	80	0,003	80	0,006	80	0,013
			VHM, beschichtet	140	0,002	140	0,003	140	0,006	140	0,013
2.0	Automatenst.	< 850	VHM, unbeschichtet	80	0,002	80	0,003	80	0,006	80	0,013
			VHM, beschichtet	140	0,002	140	0,003	140	0,006	140	0,013
2.1	Automatenst.	850 – 1000	VHM, unbeschichtet	65	0,001	65	0,002	65	0,004	65	0,008
			VHM, beschichtet	120	0,001	120	0,002	120	0,004	120	0,008
3.0	unleg. Vergü.-St.	< 700	VHM, unbeschichtet	80	0,002	80	0,003	80	0,006	80	0,013
			VHM, beschichtet	140	0,002	140	0,003	140	0,006	140	0,013
3.1	unleg. Vergü.-St.	750 – 850	VHM, unbeschichtet	70	0,002	70	0,003	70	0,006	70	0,013
			VHM, beschichtet	130	0,002	130	0,003	130	0,006	130	0,013
3.2	unleg. Vergü.-St.	850 – 1000	VHM, unbeschichtet	65	0,001	65	0,002	65	0,004	65	0,008
			VHM, beschichtet	120	0,001	120	0,002	120	0,004	120	0,008
4.0	leg. Vergü.-St.	850 – 1000	VHM, unbeschichtet	60	0,001	60	0,002	60	0,004	60	0,008
			VHM, beschichtet	110	0,001	110	0,002	110	0,004	110	0,008
4.1	leg. Vergü.-St.	1000 – 1200	VHM, unbeschichtet	45	0,001	45	0,002	45	0,003	45	0,007
			VHM, beschichtet	80	0,001	80	0,002	80	0,003	80	0,007
5.0	unleg. Einsatzst.	< 750	VHM, unbeschichtet	80	0,002	80	0,003	80	0,006	80	0,013
			VHM, beschichtet	140	0,002	140	0,003	140	0,006	140	0,013
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	VHM, unbeschichtet	60	0,001	60	0,002	60	0,004	60	0,008
			VHM, beschichtet	100	0,001	100	0,002	100	0,004	100	0,008
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	VHM, unbeschichtet	45	0,001	45	0,002	45	0,003	45	0,007
			VHM, beschichtet	80	0,001	80	0,002	80	0,003	80	0,007
7.0	Nitrierstähle	< 1000	VHM, unbeschichtet	60	0,001	60	0,002	60	0,004	60	0,008
			VHM, beschichtet	100	0,001	100	0,002	100	0,004	100	0,008
7.1	Nitrierstähle	> 1000	VHM, unbeschichtet	45	0,001	45	0,002	45	0,003	45	0,007
			VHM, beschichtet	80	0,001	80	0,002	80	0,003	80	0,007
8.0	Werkzeugstähle	< 850	VHM, unbeschichtet	60	0,001	60	0,002	60	0,004	60	0,008
			VHM, beschichtet	100	0,001	100	0,002	100	0,004	100	0,008
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	VHM, unbeschichtet	45	0,001	45	0,002	45	0,003	45	0,007
			VHM, beschichtet	80	0,001	80	0,002	80	0,003	80	0,007
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	VHM, unbeschichtet	35	0,001	35	0,002	35	0,003	35	0,007
			VHM, beschichtet	70	0,001	70	0,002	70	0,003	70	0,007
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	VHM, unbeschichtet	30	0,001	30	0,002	30	0,003	30	0,007
			VHM, beschichtet	60	0,001	60	0,002	60	0,003	60	0,007
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	60	0,001	60	0,002	60	0,005	60	0,009
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	50	0,001	50	0,002	50	0,005	50	0,009
12.0	Federstähle	< 1500	VHM, unbeschichtet	35	0,001	35	0,002	35	0,003	35	0,007
			VHM, beschichtet	70	0,001	70	0,002	70	0,003	70	0,007



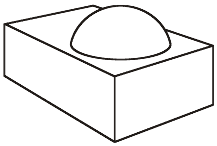


Durchmesser [mm]															KSS
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0			
v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	
90	0,025	90	0,037	90	0,051	90	0,068	90	0,090	90	0,113	90	0,135	Emuls.
160	0,025	160	0,037	160	0,051	160	0,068	160	0,090	160	0,113	160	0,135	Emuls.
80	0,025	80	0,037	80	0,051	80	0,068	80	0,090	80	0,113	80	0,135	Emuls.
140	0,025	140	0,037	140	0,051	140	0,068	140	0,090	140	0,113	140	0,135	Emuls.
80	0,025	80	0,037	80	0,051	80	0,068	80	0,090	80	0,113	80	0,135	Emuls.
140	0,025	140	0,037	140	0,051	140	0,068	140	0,090	140	0,113	140	0,135	Emuls.
65	0,016	65	0,025	65	0,032	65	0,039	65	0,051	65	0,068	65	0,090	Emuls.
120	0,016	120	0,025	120	0,032	120	0,039	120	0,051	120	0,068	120	0,090	Emuls.
80	0,025	80	0,037	80	0,051	80	0,068	80	0,090	80	0,113	80	0,135	Emuls.
140	0,025	140	0,037	140	0,051	140	0,068	140	0,090	140	0,113	140	0,135	Emuls.
70	0,025	70	0,037	70	0,051	70	0,068	70	0,090	70	0,113	70	0,135	Emuls.
130	0,025	130	0,037	130	0,051	130	0,068	130	0,090	130	0,113	130	0,135	Emuls.
65	0,016	65	0,025	65	0,032	65	0,039	65	0,051	65	0,068	65	0,090	Emuls.
120	0,016	120	0,025	120	0,032	120	0,039	120	0,051	120	0,068	120	0,090	Emuls.
60	0,016	60	0,025	60	0,032	60	0,039	60	0,051	60	0,068	60	0,090	Emuls.
110	0,016	110	0,025	110	0,032	110	0,039	110	0,051	110	0,068	110	0,090	Emuls.
45	0,014	45	0,023	45	0,028	45	0,034	45	0,045	45	0,062	45	0,073	Emuls.
80	0,014	80	0,023	80	0,028	80	0,034	80	0,045	80	0,062	80	0,073	Emuls.
80	0,025	80	0,037	80	0,051	80	0,068	80	0,090	80	0,113	80	0,135	Emuls.
140	0,025	140	0,037	140	0,051	140	0,068	140	0,090	140	0,113	140	0,135	Emuls.
60	0,016	60	0,025	60	0,032	60	0,039	60	0,051	60	0,068	60	0,090	Emuls.
100	0,016	100	0,025	100	0,032	100	0,039	100	0,051	100	0,068	100	0,090	Emuls.
45	0,014	45	0,023	45	0,028	45	0,034	45	0,045	45	0,062	45	0,073	Emuls.
80	0,014	80	0,023	80	0,028	80	0,034	80	0,045	80	0,062	80	0,073	Emuls.
60	0,016	60	0,025	60	0,032	60	0,039	60	0,051	60	0,068	60	0,090	Emuls.
100	0,016	100	0,025	100	0,032	100	0,039	100	0,051	100	0,068	100	0,090	Emuls.
45	0,014	45	0,023	45	0,028	45	0,034	45	0,045	45	0,062	45	0,073	Emuls.
80	0,014	80	0,023	80	0,028	80	0,034	80	0,045	80	0,062	80	0,073	Emuls.
60	0,016	60	0,025	60	0,032	60	0,039	60	0,051	60	0,068	60	0,090	Emuls.
100	0,016	100	0,025	100	0,032	100	0,039	100	0,051	100	0,068	100	0,090	Emuls.
45	0,014	45	0,023	45	0,028	45	0,034	45	0,045	45	0,062	45	0,073	Emuls.
80	0,014	80	0,023	80	0,028	80	0,034	80	0,045	80	0,062	80	0,073	Emuls.
35	0,014	35	0,023	35	0,028	35	0,034	35	0,045	35	0,062	35	0,073	Emuls.
70	0,014	70	0,023	70	0,028	70	0,034	70	0,045	70	0,062	70	0,073	Emuls.
30	0,014	30	0,023	30	0,028	30	0,034	30	0,045	30	0,062	30	0,073	Emuls.
60	0,014	60	0,023	60	0,028	60	0,034	60	0,045	60	0,062	60	0,073	Emuls.
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
60	0,018	60	0,027	60	0,036	60	0,045	60	0,056	60	0,068	60	0,079	Emuls.
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
50	0,018	50	0,027	50	0,036	50	0,045	50	0,056	50	0,068	50	0,079	Emuls.
35	0,014	35	0,023	35	0,028	35	0,034	35	0,045	35	0,062	35	0,073	Emuls.
70	0,014	70	0,023	70	0,028	70	0,034	70	0,045	70	0,062	70	0,073	Emuls.

Tabelle 8.26 (Forts.) GARANT-Schaftfräser VHM (unbesch., beschichtet) – Schruppen Kopieren

f_z für a_e = 0,05 x D und a_p = 0,05 x D

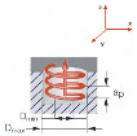
Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schneidstoff/ Beschichtung	Durchmesser [mm] 0,25 v_c [m/min]	0,25 f_z [mm/Z]	0,5 v_c [m/min]	0,5 f_z [mm/Z]	1,0 v_c [m/min]	1,0 f_z [mm/Z]	2,0 v_c [m/min]	2,0 f_z [mm/Z]
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	VHM, unbeschichtet	60	0,001	60	0,002	60	0,004	60	0,008
			VHM, beschichtet	100	0,001	100	0,002	100	0,004	100	0,008
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	VHM, unbeschichtet	50	0,001	50	0,002	50	0,004	50	0,008
			VHM, beschichtet	90	0,001	90	0,002	90	0,004	90	0,008
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	VHM, unbeschichtet	40	0,001	40	0,002	40	0,003	40	0,007
			VHM, beschichtet	80	0,001	80	0,002	80	0,003	80	0,007
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	VHM, unbeschichtet	35	0,001	35	0,002	35	0,003	35	0,007
			VHM, beschichtet	70	0,001	70	0,002	70	0,003	70	0,007
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	50	0,001	50	0,002	50	0,005	50	0,009
15.0	Gusseisen	< 180 HB	VHM, unbeschichtet	80	0,001	80	0,003	80	0,006	80	0,011
			VHM, beschichtet	150	0,001	150	0,003	150	0,006	150	0,011
15.1	Gusseisen	> 180 HB	VHM, unbeschichtet	70	0,001	70	0,003	70	0,006	70	0,011
			VHM, beschichtet	120	0,001	120	0,003	120	0,006	120	0,011
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	VHM, unbeschichtet	65	0,001	65	0,003	65	0,006	65	0,011
			VHM, beschichtet	100	0,001	100	0,003	100	0,006	100	0,011
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	VHM, unbeschichtet	55	0,001	55	0,003	55	0,006	55	0,011
			VHM, beschichtet	90	0,001	90	0,003	90	0,006	90	0,011
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	60	0,001	60	0,002	60	0,005	60	0,009
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	50	0,001	50	0,002	50	0,005	50	0,009
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	VHM, unbeschichtet	230	0,001	230	0,003	230	0,006	230	0,011
			VHM, beschichtet	400	0,001	400	0,003	400	0,006	400	0,011
17.1	Al-Leg., kurzspanend		VHM, unbeschichtet	180	0,001	180	0,003	180	0,006	180	0,011
			VHM, beschichtet	350	0,001	350	0,003	350	0,006	350	0,011
17.2	Alu.-Gussleg. > 10% Si		VHM, unbeschichtet	140	0,001	140	0,003	140	0,006	140	0,011
			VHM, beschichtet	250	0,001	250	0,003	250	0,006	250	0,011
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	VHM, unbeschichtet	180	0,001	180	0,003	180	0,006	180	0,011
			VHM, beschichtet	350	0,001	350	0,003	350	0,006	350	0,011
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	VHM, unbeschichtet	160	0,001	160	0,003	160	0,006	160	0,011
			VHM, beschichtet	320	0,001	320	0,003	320	0,006	320	0,011
18.2	Messing, langspanend	< 600	VHM, unbeschichtet	160	0,001	160	0,003	160	0,006	160	0,011
			VHM, beschichtet	320	0,001	320	0,003	320	0,006	320	0,011
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	VHM, unbeschichtet	160	0,001	160	0,003	160	0,006	160	0,011
			VHM, beschichtet	320	0,001	320	0,003	320	0,006	320	0,011
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	VHM, unbeschichtet	140	0,001	140	0,003	140	0,006	140	0,011
			VHM, beschichtet	280	0,001	280	0,003	280	0,006	280	0,011
18.5	Bronze, langspanend	< 850	VHM, unbeschichtet	140	0,001	140	0,003	140	0,006	140	0,011
			VHM, beschichtet	280	0,001	280	0,003	280	0,006	280	0,011
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	VHM, unbeschichtet	110	0,001	110	0,003	110	0,006	110	0,011
			VHM, beschichtet	220	0,001	220	0,003	220	0,006	220	0,011
19.0	Graphit		VHM, unbeschichtet	80	0,001	80	0,003	80	0,006	80	0,011
			VHM, beschichtet	150	0,001	150	0,003	150	0,006	150	0,011
20.0	Thermoplast		VHM, unbeschichtet	140	0,001	140	0,003	140	0,006	140	0,011
			VHM, beschichtet	280	0,001	280	0,003	280	0,006	280	0,011
20.1	Duroplast		VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
20.2	GFK und CFK		VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–



Durchmesser [mm]															KSS
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0			
v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	
60	0,017	60	0,028	60	0,034	60	0,045	60	0,056	60	0,062	60	0,101	Emuls.
100	0,017	100	0,028	100	0,034	100	0,045	100	0,056	100	0,062	100	0,101	Emuls.
50	0,017	50	0,028	50	0,034	50	0,045	50	0,056	50	0,062	50	0,101	Emuls.
90	0,017	90	0,028	90	0,034	90	0,045	90	0,056	90	0,062	90	0,101	Emuls.
40	0,013	40	0,019	40	0,028	40	0,036	40	0,051	40	0,068	40	0,084	Emuls.
80	0,013	80	0,019	80	0,028	80	0,036	80	0,051	80	0,068	80	0,084	Emuls.
35	0,013	35	0,019	35	0,028	35	0,036	35	0,051	35	0,068	35	0,084	Emuls.
70	0,013	70	0,019	70	0,028	70	0,036	70	0,051	70	0,068	70	0,084	Emuls.
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
50	0,018	50	0,027	50	0,036	50	0,045	50	0,056	50	0,068	50	0,079	Emuls.
80	0,023	80	0,034	80	0,045	80	0,056	80	0,068	80	0,090	80	0,113	ohne
150	0,023	150	0,034	150	0,045	150	0,056	150	0,068	150	0,090	150	0,113	ohne
70	0,023	70	0,034	70	0,045	70	0,056	70	0,068	70	0,090	70	0,113	ohne
120	0,023	120	0,034	120	0,045	120	0,056	120	0,068	120	0,090	120	0,113	ohne
65	0,023	65	0,034	65	0,045	65	0,056	65	0,068	65	0,090	65	0,113	ohne
100	0,023	100	0,034	100	0,045	100	0,056	100	0,068	100	0,090	100	0,113	ohne
55	0,023	55	0,034	55	0,045	55	0,056	55	0,068	55	0,090	55	0,113	Emuls.
90	0,023	90	0,034	90	0,045	90	0,056	90	0,068	90	0,090	90	0,113	Emuls.
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
60	0,018	60	0,027	60	0,036	60	0,045	60	0,056	60	0,068	60	0,079	Emuls.
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
50	0,018	50	0,027	50	0,036	50	0,045	50	0,056	50	0,068	50	0,079	Emuls.
230	0,023	230	0,034	230	0,045	230	0,056	230	0,079	230	0,101	230	0,135	Emuls.
400	0,023	400	0,034	400	0,045	400	0,056	400	0,079	400	0,101	400	0,135	Emuls.
180	0,023	180	0,034	180	0,045	180	0,056	180	0,079	180	0,101	180	0,135	Emuls.
350	0,023	350	0,034	350	0,045	350	0,056	350	0,079	350	0,101	350	0,135	Emuls.
140	0,023	140	0,034	140	0,045	140	0,056	140	0,079	140	0,101	140	0,135	Emuls.
250	0,023	250	0,034	250	0,045	250	0,056	250	0,079	250	0,101	250	0,135	Emuls.
180	0,023	180	0,034	180	0,045	180	0,056	180	0,079	180	0,101	180	0,135	Emuls.
350	0,023	350	0,034	350	0,045	350	0,056	350	0,079	350	0,101	350	0,135	Emuls.
160	0,023	160	0,034	160	0,045	160	0,056	160	0,079	160	0,101	160	0,135	ohne
320	0,023	320	0,034	320	0,045	320	0,056	320	0,079	320	0,101	320	0,135	ohne
160	0,023	160	0,034	160	0,045	160	0,056	160	0,079	160	0,101	160	0,135	ohne
320	0,023	320	0,034	320	0,045	320	0,056	320	0,079	320	0,101	320	0,135	ohne
160	0,023	160	0,034	160	0,045	160	0,056	160	0,079	160	0,101	160	0,135	ohne
320	0,023	320	0,034	320	0,045	320	0,056	320	0,079	320	0,101	320	0,135	ohne
140	0,023	140	0,034	140	0,045	140	0,056	140	0,079	140	0,101	140	0,135	ohne
280	0,023	280	0,034	280	0,045	280	0,056	280	0,079	280	0,101	280	0,135	ohne
140	0,023	140	0,034	140	0,045	140	0,056	140	0,079	140	0,101	140	0,135	Emuls.
280	0,023	280	0,034	280	0,045	280	0,056	280	0,079	280	0,101	280	0,135	Emuls.
110	0,023	110	0,034	110	0,045	110	0,056	110	0,079	110	0,101	110	0,135	Emuls.
220	0,023	220	0,034	220	0,045	220	0,056	220	0,079	220	0,101	220	0,135	Emuls.
80	0,023	80	0,034	80	0,045	80	0,056	80	0,068	80	0,090	80	0,113	ohne
150	0,023	150	0,034	150	0,045	150	0,056	150	0,068	150	0,090	120	0,113	ohne
140	0,023	140	0,034	140	0,045	140	0,056	140	0,079	140	0,101	140	0,135	tr./Luft
280	0,023	280	0,034	280	0,045	280	0,056	280	0,079	280	0,101	280	0,135	tr./Luft
80	0,023	80	0,034	80	0,045	80	0,056	80	0,079	80	0,101	80	0,135	tr./Luft
150	0,023	150	0,034	150	0,045	150	0,056	150	0,079	150	0,101	150	0,135	tr./Luft
80	0,023	80	0,034	80	0,045	80	0,056	80	0,079	80	0,101	80	0,135	tr./Luft
150	0,023	150	0,034	150	0,045	150	0,056	150	0,079	150	0,101	150	0,135	tr./Luft

Tabelle 8.27 GARANT-Schaftfräser VHM (unbesch., beschichtet) – Schruppen Tauchen/Zirkularfräsen

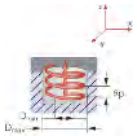
Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schneidstoff/ Beschichtung	Durchmesser [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baust.	< 500	VHM, unbeschichtet	80	0,001	80	0,001	80	0,002	80	0,005
			VHM, beschichtet	140	0,001	140	0,001	140	0,002	140	0,005
1.1	allg. Baust.	500 –850	VHM, unbeschichtet	70	0,001	70	0,001	70	0,002	70	0,005
			VHM, beschichtet	120	0,001	120	0,001	120	0,002	120	0,005
2.0	Automatenst.	< 850	VHM, unbeschichtet	70	0,001	70	0,001	70	0,002	70	0,005
			VHM, beschichtet	120	0,001	120	0,001	120	0,002	120	0,005
2.1	Automatenst.	850 – 1000	VHM, unbeschichtet	55	0,001	55	0,001	55	0,001	55	0,003
			VHM, beschichtet	100	0,001	100	0,001	100	0,001	100	0,003
3.0	unleg. Vergü.-St.	< 700	VHM, unbeschichtet	70	0,001	70	0,001	70	0,002	70	0,005
			VHM, beschichtet	120	0,001	120	0,001	120	0,002	120	0,005
3.1	unleg. Vergü.-St.	750 – 850	VHM, unbeschichtet	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,005
			VHM, beschichtet	110	0,001	110	0,001	110	0,002	110	0,005
3.2	unleg. Vergü.-St.	850 – 1000	VHM, unbeschichtet	55	0,001	55	0,001	55	0,001	55	0,003
			VHM, beschichtet	100	0,001	100	0,001	100	0,001	100	0,003
4.0	leg. Vergü.-St.	850 – 1000	VHM, unbeschichtet	50	0,001	50	0,001	50	0,001	50	0,003
			VHM, beschichtet	85	0,001	85	0,001	85	0,001	85	0,003
4.1	leg. Vergü.-St.	1000 – 1200	VHM, unbeschichtet	40	0,001	40	0,001	40	0,001	40	0,003
			VHM, beschichtet	70	0,001	70	0,001	70	0,001	70	0,003
5.0	unleg. Einsatzst.	< 750	VHM, unbeschichtet	70	0,001	70	0,001	70	0,002	70	0,005
			VHM, beschichtet	120	0,001	120	0,001	120	0,002	120	0,005
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	VHM, unbeschichtet	50	0,001	50	0,001	50	0,001	50	0,003
			VHM, beschichtet	85	0,001	85	0,001	85	0,001	85	0,003
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	VHM, unbeschichtet	40	0,001	40	0,001	40	0,001	40	0,003
			VHM, beschichtet	70	0,001	70	0,001	70	0,001	70	0,003
7.0	Nitrierstähle	< 1000	VHM, unbeschichtet	50	0,001	50	0,001	50	0,003	50	0,001
			VHM, beschichtet	85	0,001	85	0,001	85	0,003	85	0,001
7.1	Nitrierstähle	> 1000	VHM, unbeschichtet	40	0,001	40	0,001	40	0,003	40	0,001
			VHM, beschichtet	70	0,001	70	0,001	70	0,003	70	0,001
8.0	Werkzeugstähle	< 850	VHM, unbeschichtet	50	0,001	50	0,001	50	0,001	50	0,003
			VHM, beschichtet	85	0,001	85	0,001	85	0,001	85	0,003
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	VHM, unbeschichtet	40	0,001	40	0,001	40	0,001	40	0,003
			VHM, beschichtet	70	0,001	70	0,001	70	0,001	70	0,003
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	VHM, unbeschichtet	30	0,001	30	0,001	30	0,001	30	0,003
			VHM, beschichtet	60	0,001	60	0,001	60	0,001	60	0,003
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	VHM, unbeschichtet	30	0,001	30	0,001	30	0,001	30	0,003
			VHM, beschichtet	60	0,001	60	0,001	60	0,001	60	0,003
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	50	0,001	50	0,001	50	0,002	50	0,003
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,003
12.0	Federstähle	< 1500	VHM, unbeschichtet	40	0,001	40	0,001	40	0,001	40	0,003
			VHM, beschichtet	70	0,001	70	0,001	70	0,001	70	0,003



Durchmesser [mm]															KSS
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0			
v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	
80	0,006	80	0,008	80	0,011	80	0,015	80	0,020	80	0,025	80	0,030	Emuls.
140	0,006	140	0,008	140	0,011	140	0,015	140	0,020	140	0,025	140	0,030	Emuls.
70	0,006	70	0,008	70	0,011	70	0,015	70	0,020	70	0,025	70	0,030	Emuls.
120	0,006	120	0,008	120	0,011	120	0,015	120	0,020	120	0,025	120	0,030	Emuls.
70	0,006	70	0,008	70	0,011	70	0,015	70	0,020	70	0,025	70	0,030	Emuls.
120	0,006	120	0,008	120	0,011	120	0,015	120	0,020	120	0,025	120	0,030	Emuls.
55	0,004	55	0,006	55	0,007	55	0,009	55	0,011	55	0,015	55	0,020	Emuls.
100	0,004	100	0,006	100	0,007	100	0,009	100	0,011	100	0,015	100	0,020	Emuls.
70	0,006	70	0,008	70	0,011	70	0,015	70	0,020	70	0,025	70	0,030	Emuls.
120	0,006	120	0,008	120	0,011	120	0,015	120	0,020	120	0,025	120	0,030	Emuls.
60	0,006	60	0,008	60	0,011	60	0,015	60	0,020	60	0,025	60	0,030	Emuls.
110	0,006	110	0,008	110	0,011	110	0,015	110	0,020	110	0,025	110	0,030	Emuls.
55	0,004	55	0,006	55	0,008	55	0,010	55	0,013	55	0,017	55	0,023	Emuls.
100	0,004	100	0,006	100	0,008	100	0,010	100	0,013	100	0,017	100	0,023	Emuls.
50	0,004	50	0,006	50	0,008	50	0,010	50	0,013	50	0,017	50	0,023	Emuls.
85	0,004	85	0,006	85	0,008	85	0,010	85	0,013	85	0,017	85	0,023	Emuls.
40	0,003	40	0,005	40	0,007	40	0,008	40	0,011	40	0,015	40	0,018	Emuls.
70	0,003	70	0,005	70	0,007	70	0,008	70	0,011	70	0,015	70	0,018	Emuls.
70	0,006	70	0,008	70	0,011	70	0,015	70	0,020	70	0,025	70	0,030	Emuls.
120	0,006	120	0,008	120	0,011	120	0,015	120	0,020	120	0,025	120	0,030	Emuls.
50	0,004	50	0,006	50	0,008	50	0,010	50	0,013	50	0,017	50	0,023	Emuls.
85	0,004	85	0,006	85	0,008	85	0,010	85	0,013	85	0,017	85	0,023	Emuls.
40	0,003	40	0,005	40	0,007	40	0,008	40	0,011	40	0,015	40	0,018	Emuls.
70	0,003	70	0,005	70	0,007	70	0,008	70	0,011	70	0,015	70	0,018	Emuls.
50	0,004	50	0,006	50	0,008	50	0,010	50	0,013	50	0,017	50	0,023	Emuls.
85	0,004	85	0,006	85	0,008	85	0,010	85	0,013	85	0,017	85	0,023	Emuls.
40	0,003	40	0,005	40	0,007	40	0,008	40	0,011	40	0,015	40	0,018	Emuls.
70	0,003	70	0,005	70	0,007	70	0,008	70	0,011	70	0,015	70	0,018	Emuls.
50	0,004	50	0,006	50	0,008	50	0,010	50	0,013	50	0,017	50	0,023	Emuls.
85	0,004	85	0,006	85	0,008	85	0,010	85	0,013	85	0,017	85	0,023	Emuls.
40	0,003	40	0,005	40	0,007	40	0,008	40	0,011	40	0,015	40	0,018	Emuls.
70	0,003	70	0,005	70	0,007	70	0,008	70	0,011	70	0,015	70	0,018	Emuls.
30	0,003	30	0,005	30	0,007	30	0,008	30	0,011	30	0,015	30	0,018	Emuls.
60	0,003	60	0,005	60	0,007	60	0,008	60	0,011	60	0,015	60	0,018	Emuls.
30	0,003	30	0,005	30	0,007	30	0,008	30	0,011	30	0,015	30	0,018	Emuls.
60	0,003	60	0,005	60	0,007	60	0,008	60	0,011	60	0,015	60	0,018	Emuls.
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
50	0,004	50	0,006	50	0,008	50	0,010	50	0,013	50	0,015	50	0,018	Emuls.
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
45	0,004	45	0,006	45	0,008	45	0,010	45	0,013	45	0,015	45	0,018	Emuls.
40	0,003	40	0,005	40	0,007	40	0,008	40	0,011	40	0,015	40	0,018	Emuls.
70	0,003	70	0,005	70	0,007	70	0,008	70	0,011	70	0,015	70	0,018	Emuls.

Tabelle 8.27 (Forts.) GARANT-Schaftfräser VHM (unbesch., beschichtet) – Schruppen Tauchen/Zirkularfräsen

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schneidstoff/ Beschichtung	Durchmesser [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	VHM, unbeschichtet	55	0,001	55	0,001	55	0,002	55	0,003
			VHM, beschichtet	90	0,001	90	0,001	90	0,002	90	0,003
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	VHM, unbeschichtet	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,003
			VHM, beschichtet	85	0,001	85	0,001	85	0,002	85	0,003
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	VHM, unbeschichtet	45	0,001	45	0,001	45	0,001	45	0,002
			VHM, beschichtet	85	0,001	85	0,001	85	0,001	85	0,002
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	VHM, unbeschichtet	35	0,001	35	0,001	35	0,001	35	0,002
			VHM, beschichtet	65	0,001	65	0,001	65	0,001	65	0,002
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,003
15.0	Gusseisen	< 180 HB	VHM, unbeschichtet	70	0,001	70	0,001	70	0,002	70	0,004
			VHM, beschichtet	130	0,001	130	0,001	130	0,002	130	0,004
15.1	Gusseisen	> 180 HB	VHM, unbeschichtet	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,004
			VHM, beschichtet	100	0,001	100	0,001	100	0,002	100	0,004
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	VHM, unbeschichtet	55	0,001	55	0,001	55	0,002	55	0,004
			VHM, beschichtet	85	0,001	85	0,001	85	0,002	85	0,004
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	VHM, unbeschichtet	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,004
			VHM, beschichtet	80	0,001	80	0,001	80	0,002	80	0,004
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	50	0,001	50	0,001	50	0,002	50	0,003
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,003
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	VHM, unbeschichtet	200	0,001	200	0,001	200	0,002	200	0,004
			VHM, beschichtet	350	0,001	350	0,001	350	0,002	350	0,004
17.1	Al-Leg., kurzspanend		VHM, unbeschichtet	150	0,001	150	0,001	150	0,002	150	0,004
			VHM, beschichtet	300	0,001	300	0,001	300	0,002	300	0,004
17.2	Alu.-Gussleg. > 10% Si		VHM, unbeschichtet	120	0,001	120	0,001	120	0,002	120	0,004
			VHM, beschichtet	220	0,001	220	0,001	220	0,002	220	0,004
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	VHM, unbeschichtet	150	0,001	150	0,001	150	0,002	150	0,004
			VHM, beschichtet	300	0,001	300	0,001	300	0,002	300	0,004
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	VHM, unbeschichtet	140	0,001	140	0,001	140	0,002	140	0,004
			VHM, beschichtet	280	0,001	280	0,001	280	0,002	280	0,004
18.2	Messing, langspanend	< 600	VHM, unbeschichtet	140	0,001	140	0,001	140	0,002	140	0,004
			VHM, beschichtet	280	0,001	280	0,001	280	0,002	280	0,004
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	VHM, unbeschichtet	140	0,001	140	0,001	140	0,002	140	0,004
			VHM, beschichtet	280	0,001	280	0,001	280	0,002	280	0,004
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	VHM, unbeschichtet	120	0,001	120	0,001	120	0,002	120	0,004
			VHM, beschichtet	240	0,001	240	0,001	240	0,002	240	0,004
18.5	Bronze, langspanend	< 850	VHM, unbeschichtet	120	0,001	120	0,001	120	0,002	120	0,004
			VHM, beschichtet	240	0,001	240	0,001	240	0,002	240	0,004
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	VHM, unbeschichtet	95	0,001	95	0,001	95	0,002	95	0,004
			VHM, beschichtet	190	0,001	190	0,001	190	0,002	190	0,004
19.0	Graphit		VHM, unbeschichtet	70	0,001	70	0,001	70	0,002	70	0,004
			VHM, beschichtet	130	0,001	130	0,001	130	0,002	130	0,004
20.0	Thermoplast		–	–	–	–	–	–	–	–	–
			–	–	–	–	–	–	–	–	–
20.1	Duroplast		–	–	–	–	–	–	–	–	–
			–	–	–	–	–	–	–	–	–
20.2	GFK und CFK		–	–	–	–	–	–	–	–	–
			–	–	–	–	–	–	–	–	–

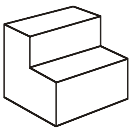


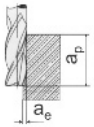
Durchmesser [mm]															KSS
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0			
v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	
55	0,004	55	0,006	55	0,008	55	0,010	55	0,013	55	0,014	55	0,023	Emuls.
90	0,004	90	0,006	90	0,008	90	0,010	90	0,013	90	0,014	90	0,023	Emuls.
45	0,004	45	0,006	45	0,008	45	0,010	45	0,013	45	0,014	45	0,023	Emuls.
85	0,004	85	0,006	85	0,008	85	0,010	85	0,013	85	0,014	85	0,023	Emuls.
45	0,003	45	0,004	45	0,006	45	0,008	45	0,011	45	0,015	45	0,019	Emuls.
85	0,003	85	0,004	85	0,006	85	0,008	85	0,011	85	0,015	85	0,019	Emuls.
35	0,003	35	0,004	35	0,006	35	0,008	35	0,011	35	0,015	35	0,019	Emuls.
65	0,003	65	0,004	65	0,006	65	0,008	65	0,011	65	0,015	65	0,019	Emuls.
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
45	0,004	45	0,006	45	0,008	45	0,010	45	0,013	45	0,015	45	0,018	Emuls.
70	0,005	70	0,008	70	0,010	70	0,013	70	0,015	70	0,020	70	0,025	ohne
130	0,005	130	0,008	130	0,010	130	0,013	130	0,015	130	0,020	130	0,025	ohne
60	0,005	60	0,008	60	0,010	60	0,013	60	0,015	60	0,020	60	0,025	ohne
100	0,005	100	0,008	100	0,010	100	0,013	100	0,015	100	0,020	100	0,025	ohne
55	0,005	55	0,008	55	0,010	55	0,013	55	0,015	55	0,020	55	0,025	ohne
85	0,005	85	0,008	85	0,010	85	0,013	85	0,015	85	0,020	85	0,025	ohne
45	0,005	45	0,008	45	0,010	45	0,013	45	0,015	45	0,020	45	0,025	Emuls.
80	0,005	80	0,008	80	0,010	80	0,013	80	0,015	80	0,020	80	0,025	Emuls.
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
50	0,004	50	0,006	50	0,008	50	0,010	50	0,013	50	0,015	50	0,018	Emuls.
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
45	0,004	45	0,006	45	0,008	45	0,010	45	0,013	45	0,015	45	0,018	Emuls.
200	0,005	200	0,008	200	0,010	200	0,013	200	0,018	200	0,023	200	0,030	Emuls.
350	0,005	350	0,008	350	0,010	350	0,013	350	0,018	350	0,023	350	0,030	Emuls.
150	0,005	150	0,008	150	0,010	150	0,013	150	0,018	150	0,023	150	0,030	Emuls.
300	0,005	300	0,008	300	0,010	300	0,013	300	0,018	300	0,023	300	0,030	Emuls.
120	0,005	120	0,008	120	0,010	120	0,013	120	0,018	120	0,023	120	0,030	Emuls.
220	0,005	220	0,008	220	0,010	220	0,013	220	0,018	220	0,023	220	0,030	Emuls.
150	0,005	150	0,008	150	0,010	150	0,013	150	0,018	150	0,023	150	0,030	Emuls.
300	0,005	300	0,008	300	0,010	300	0,013	300	0,018	300	0,023	300	0,030	Emuls.
140	0,005	140	0,008	140	0,010	140	0,013	140	0,018	140	0,023	140	0,030	ohne
280	0,005	280	0,008	280	0,010	280	0,013	280	0,018	280	0,023	280	0,030	ohne
140	0,005	140	0,008	140	0,010	140	0,013	140	0,018	140	0,023	140	0,030	ohne
280	0,005	280	0,008	280	0,010	280	0,013	280	0,018	280	0,023	280	0,030	ohne
140	0,005	140	0,008	140	0,010	140	0,013	140	0,018	140	0,023	140	0,030	ohne
280	0,005	280	0,008	280	0,010	280	0,013	280	0,018	280	0,023	280	0,030	ohne
120	0,005	120	0,008	120	0,010	120	0,013	120	0,018	120	0,023	120	0,030	ohne
240	0,005	240	0,008	240	0,010	240	0,013	240	0,018	240	0,023	240	0,030	ohne
120	0,005	120	0,008	120	0,010	120	0,013	120	0,018	120	0,023	120	0,030	Emuls.
240	0,005	240	0,008	240	0,010	240	0,013	240	0,018	240	0,023	240	0,030	Emuls.
95	0,005	95	0,008	95	0,010	95	0,013	95	0,018	95	0,023	95	0,030	Emuls.
190	0,005	190	0,008	190	0,010	190	0,013	190	0,018	190	0,023	190	0,030	Emuls.
70	0,005	70	0,008	70	0,010	70	0,013	70	0,015	70	0,020	70	0,025	ohne
130	0,005	130	0,008	130	0,010	130	0,013	130	0,015	130	0,020	130	0,025	ohne
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabelle 8.28 GARANT-Schaftfräser VHM (unbesch., beschichtet) – Schlichten Kontur

f_z für a_e = 0,1 x D und a_p = 1,5 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schneidstoff/ Beschichtung	Durchmesser [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baust.	< 500	VHM, unbeschichtet	100	0,002	100	0,004	100	0,008	100	0,016
			VHM, beschichtet	190	0,002	190	0,004	190	0,008	190	0,016
1.1	allg. Baust.	500–850	VHM, unbeschichtet	90	0,002	90	0,004	90	0,008	90	0,016
			VHM, beschichtet	170	0,002	170	0,004	170	0,008	170	0,016
2.0	Automatenst.	< 850	VHM, unbeschichtet	90	0,002	90	0,004	90	0,008	90	0,016
			VHM, beschichtet	170	0,002	170	0,004	170	0,008	170	0,016
2.1	Automatenst.	850 – 1000	VHM, unbeschichtet	75	0,001	75	0,003	75	0,006	75	0,011
			VHM, beschichtet	140	0,001	140	0,003	140	0,006	140	0,011
3.0	unleg. Vergü.-St.	< 700	VHM, unbeschichtet	90	0,002	90	0,004	90	0,008	90	0,016
			VHM, beschichtet	170	0,002	170	0,004	170	0,008	170	0,016
3.1	unleg. Vergü.-St.	750 – 850	VHM, unbeschichtet	85	0,002	85	0,004	85	0,008	85	0,016
			VHM, beschichtet	160	0,002	160	0,004	160	0,008	160	0,016
3.2	unleg. Vergü.-St.	850 – 1000	VHM, unbeschichtet	75	0,001	75	0,003	75	0,006	75	0,011
			VHM, beschichtet	140	0,001	140	0,003	140	0,006	140	0,011
4.0	leg. Vergü.-St.	850 – 1000	VHM, unbeschichtet	70	0,001	70	0,003	70	0,006	70	0,011
			VHM, beschichtet	120	0,001	120	0,003	120	0,006	120	0,011
4.1	leg. Vergü.-St.	1000 – 1200	VHM, unbeschichtet	60	0,001	60	0,003	60	0,005	60	0,010
			VHM, beschichtet	95	0,001	95	0,003	95	0,005	95	0,010
5.0	unleg. Einsatzst.	< 750	VHM, unbeschichtet	90	0,002	90	0,004	90	0,008	90	0,016
			VHM, beschichtet	170	0,002	170	0,004	170	0,008	170	0,016
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	VHM, unbeschichtet	70	0,001	70	0,003	70	0,006	70	0,011
			VHM, beschichtet	120	0,001	120	0,003	120	0,006	120	0,011
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	VHM, unbeschichtet	60	0,001	60	0,003	60	0,005	60	0,010
			VHM, beschichtet	95	0,001	95	0,003	95	0,005	95	0,010
7.0	Nitrierstähle	< 1000	VHM, unbeschichtet	70	0,001	70	0,003	70	0,006	70	0,011
			VHM, beschichtet	120	0,001	120	0,003	120	0,006	120	0,011
7.1	Nitrierstähle	> 1000	VHM, unbeschichtet	60	0,001	60	0,003	60	0,005	60	0,010
			VHM, beschichtet	95	0,001	95	0,003	95	0,005	95	0,010
8.0	Werkzeugstähle	< 850	VHM, unbeschichtet	70	0,001	70	0,003	70	0,006	70	0,011
			VHM, beschichtet	120	0,001	120	0,003	120	0,006	120	0,011
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	VHM, unbeschichtet	60	0,001	60	0,003	60	0,005	60	0,010
			VHM, beschichtet	95	0,001	95	0,003	95	0,005	95	0,010
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	VHM, unbeschichtet	45	0,001	45	0,003	45	0,005	45	0,010
			VHM, beschichtet	85	0,001	85	0,003	85	0,005	85	0,010
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	VHM, unbeschichtet	40	0,001	40	0,003	40	0,005	40	0,010
			VHM, beschichtet	80	0,001	80	0,003	80	0,005	80	0,010
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	65	0,001	65	0,003	65	0,005	65	0,010
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	50	0,001	50	0,002	50	0,004	50	0,008
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	30	0,001	30	0,001	30	0,003	30	0,006
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	VHM, unbeschichtet	30	0,001	30	0,002	30	0,004	30	0,006
			VHM, beschichtet	50	0,001	50	0,002	50	0,004	50	0,006
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	VHM, unbeschichtet	20	0,001	20	0,002	20	0,004	20	0,006
			VHM, beschichtet	50	0,001	50	0,002	50	0,004	50	0,006
12.0	Federstähle	< 1500	VHM, unbeschichtet	45	0,001	45	0,003	45	0,005	45	0,010
			VHM, beschichtet	85	0,001	85	0,003	85	0,005	85	0,010



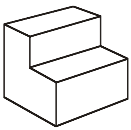


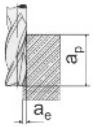
Durchmesser [mm]															KSS
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0			
v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	
100	0,032	100	0,054	100	0,063	100	0,072	100	0,080	100	0,089	100	0,107	Emuls.
190	0,032	190	0,054	190	0,063	190	0,072	190	0,080	190	0,089	190	0,107	Emuls.
90	0,032	90	0,054	90	0,063	90	0,072	90	0,080	90	0,089	90	0,107	Emuls.
170	0,032	170	0,054	170	0,063	170	0,072	170	0,080	170	0,089	170	0,107	Emuls.
90	0,032	90	0,054	90	0,063	90	0,072	90	0,080	90	0,089	90	0,107	Emuls.
170	0,032	170	0,054	170	0,063	170	0,072	170	0,080	170	0,089	170	0,107	Emuls.
75	0,023	75	0,036	75	0,045	75	0,054	75	0,063	75	0,080	75	0,100	Emuls.
140	0,023	140	0,036	140	0,045	140	0,054	140	0,063	140	0,080	140	0,100	Emuls.
90	0,032	90	0,054	90	0,063	90	0,072	90	0,080	90	0,089	90	0,107	Emuls.
170	0,032	170	0,054	170	0,063	170	0,072	170	0,080	170	0,089	170	0,107	Emuls.
85	0,032	85	0,054	85	0,063	85	0,072	85	0,080	85	0,089	85	0,107	Emuls.
160	0,032	160	0,054	160	0,063	160	0,072	160	0,080	160	0,089	160	0,107	Emuls.
75	0,023	75	0,036	75	0,045	75	0,054	75	0,063	75	0,080	75	0,100	Emuls.
140	0,023	140	0,036	140	0,045	140	0,054	140	0,063	140	0,080	140	0,100	Emuls.
70	0,023	70	0,036	70	0,045	70	0,054	70	0,063	70	0,080	70	0,100	Emuls.
120	0,023	120	0,036	120	0,045	120	0,054	120	0,063	120	0,080	120	0,100	Emuls.
60	0,020	60	0,030	60	0,040	60	0,050	60	0,060	60	0,070	60	0,080	Emuls.
95	0,020	95	0,030	95	0,040	95	0,050	95	0,060	95	0,070	95	0,080	Emuls.
90	0,032	90	0,054	90	0,063	90	0,072	90	0,080	90	0,089	90	0,107	Emuls.
170	0,032	170	0,054	170	0,063	170	0,072	170	0,080	170	0,089	170	0,107	Emuls.
70	0,023	70	0,036	70	0,045	70	0,054	70	0,063	70	0,080	70	0,100	Emuls.
120	0,023	120	0,036	120	0,045	120	0,054	120	0,063	120	0,080	120	0,100	Emuls.
60	0,020	60	0,030	60	0,040	60	0,050	60	0,060	60	0,070	60	0,080	Emuls.
95	0,020	95	0,030	95	0,040	95	0,050	95	0,060	95	0,070	95	0,080	Emuls.
70	0,023	70	0,036	70	0,045	70	0,054	70	0,063	70	0,080	70	0,100	Emuls.
120	0,023	120	0,036	120	0,045	120	0,054	120	0,063	120	0,080	120	0,100	Emuls.
60	0,020	60	0,030	60	0,040	60	0,050	60	0,060	60	0,070	60	0,080	Emuls.
95	0,020	95	0,030	95	0,040	95	0,050	95	0,060	95	0,070	95	0,080	Emuls.
70	0,023	70	0,036	70	0,045	70	0,054	70	0,063	70	0,080	70	0,100	Emuls.
120	0,023	120	0,036	120	0,045	120	0,054	120	0,063	120	0,080	120	0,100	Emuls.
60	0,020	60	0,030	60	0,040	60	0,050	60	0,060	60	0,070	60	0,080	Emuls.
95	0,020	95	0,030	95	0,040	95	0,050	95	0,060	95	0,070	95	0,080	Emuls.
45	0,020	45	0,030	45	0,040	45	0,050	45	0,060	45	0,070	45	0,080	Emuls.
85	0,020	85	0,030	85	0,040	85	0,050	85	0,060	85	0,070	85	0,080	Emuls.
40	0,020	40	0,030	40	0,040	40	0,050	40	0,060	40	0,070	40	0,080	Emuls.
80	0,020	80	0,030	80	0,040	80	0,050	80	0,060	80	0,070	80	0,080	Emuls.
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
65	0,020	65	0,030	65	0,040	65	0,050	65	0,060	65	0,070	65	0,080	ohne
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
50	0,016	50	0,023	50	0,030	50	0,038	50	0,045	50	0,050	50	0,055	ohne
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
30	0,012	30	0,018	30	0,025	30	0,030	30	0,038	30	0,045	30	0,050	ohne
30	0,008	30	0,025	30	0,032	30	0,030	30	0,054	30	0,070	30	0,105	Emuls.
50	0,008	50	0,025	50	0,032	50	0,030	50	0,054	50	0,070	50	0,018	Emuls.
20	0,008	20	0,020	20	0,032	20	0,030	20	0,054	20	0,070	20	0,105	Emuls.
50	0,008	50	0,020	50	0,032	50	0,030	50	0,054	50	0,070	50	0,105	Emuls.
45	0,020	45	0,030	45	0,040	45	0,050	45	0,060	45	0,070	45	0,080	Emuls.
85	0,020	85	0,030	85	0,040	85	0,050	85	0,060	85	0,070	85	0,080	Emuls.

Tabelle 8.28 (Forts.) GARANT-Schaftfräser VHM (unbeschichtet, beschichtet) – Schlichten Kontur

f_z für a_e = 0,1 x D und a_p = 1,5 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schneidstoff/ Beschichtung	Durchmesser [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	VHM, unbeschichtet	60	0,001	60	0,003	60	0,006	60	0,011
			VHM, beschichtet	110	0,001	110	0,003	110	0,006	110	0,011
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	VHM, unbeschichtet	60	0,001	60	0,003	60	0,006	60	0,011
			VHM, beschichtet	110	0,001	110	0,003	110	0,006	110	0,011
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	VHM, unbeschichtet	50	0,001	50	0,003	50	0,005	50	0,010
			VHM, beschichtet	90	0,001	90	0,003	90	0,005	90	0,010
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	VHM, unbeschichtet	35	0,001	35	0,003	35	0,005	35	0,010
			VHM, beschichtet	75	0,001	75	0,003	75	0,005	75	0,010
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	VHM, unbeschichtet	20	0,001	20	0,002	20	0,004	20	0,008
			VHM, beschichtet	50	0,001	50	0,002	50	0,004	50	0,008
15.0	Gusseisen	< 180 HB	VHM, unbeschichtet	90	0,002	90	0,003	90	0,007	90	0,014
			VHM, beschichtet	150	0,002	150	0,003	150	0,007	150	0,014
15.1	Gusseisen	> 180 HB	VHM, unbeschichtet	80	0,002	80	0,003	80	0,007	80	0,014
			VHM, beschichtet	120	0,002	120	0,003	120	0,007	120	0,014
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	VHM, unbeschichtet	70	0,002	70	0,003	70	0,007	70	0,014
			VHM, beschichtet	100	0,002	100	0,003	100	0,007	100	0,014
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	VHM, unbeschichtet	60	0,002	60	0,003	60	0,007	60	0,014
			VHM, beschichtet	90	0,002	90	0,003	90	0,007	90	0,014
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	VHM, unbeschichtet	30	0,001	30	0,002	30	0,004	30	0,008
			VHM, beschichtet	70	0,001	70	0,002	70	0,004	70	0,008
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	VHM, unbeschichtet	25	0,001	25	0,002	25	0,004	25	0,008
			VHM, beschichtet	60	0,001	60	0,002	60	0,004	60	0,008
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	VHM, unbeschichtet	400	0,002	400	0,003	400	0,006	400	0,012
			VHM, beschichtet	800	0,002	800	0,003	800	0,006	800	0,012
17.1	Al-Leg., kurzspanend		VHM, unbeschichtet	300	0,002	300	0,003	300	0,006	300	0,012
			VHM, beschichtet	600	0,002	600	0,003	600	0,006	600	0,012
17.2	Alu.-Gussleg. > 10% Si		VHM, unbeschichtet	250	0,002	250	0,003	250	0,006	250	0,012
			VHM, beschichtet	400	0,002	400	0,003	400	0,006	400	0,012
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	VHM, unbeschichtet	200	0,002	200	0,003	200	0,006	200	0,012
			VHM, beschichtet	350	0,002	350	0,003	350	0,006	350	0,012
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	VHM, unbeschichtet	180	0,002	180	0,003	180	0,006	180	0,012
			VHM, beschichtet	320	0,002	320	0,003	320	0,006	320	0,012
18.2	Messing, langspanend	< 600	VHM, unbeschichtet	180	0,002	180	0,003	180	0,006	180	0,012
			VHM, beschichtet	320	0,002	320	0,003	320	0,006	320	0,012
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	VHM, unbeschichtet	180	0,002	180	0,003	180	0,006	180	0,012
			VHM, beschichtet	320	0,002	320	0,003	320	0,006	320	0,012
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	VHM, unbeschichtet	150	0,002	150	0,003	150	0,006	150	0,012
			VHM, beschichtet	280	0,002	280	0,003	280	0,006	280	0,012
18.5	Bronze, langspanend	< 850	VHM, unbeschichtet	150	0,002	150	0,003	150	0,006	150	0,012
			VHM, beschichtet	280	0,002	280	0,003	280	0,006	280	0,012
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	VHM, unbeschichtet	120	0,002	120	0,003	120	0,006	120	0,012
			VHM, beschichtet	220	0,002	220	0,003	220	0,006	220	0,012
19.0	Graphit		VHM, unbeschichtet	90	0,002	90	0,003	90	0,007	90	0,014
			VHM, beschichtet	150	0,002	150	0,003	150	0,007	150	0,014
20.0	Thermoplast		VHM, unbeschichtet	150	0,002	150	0,003	150	0,006	150	0,012
			VHM, beschichtet	280	0,002	280	0,003	280	0,006	280	0,012
20.1	Duroplast		VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
20.2	GFK und CFK		VHM, unbeschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	–	–	–	–	–	–	–	–





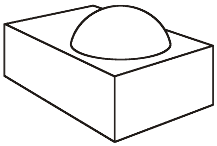
Durchmesser [mm]															KSS
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0			
v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	
60	0,023	60	0,036	60	0,045	60	0,054	60	0,063	60	0,085	60	0,115	Emuls.
110	0,023	110	0,036	110	0,045	110	0,054	110	0,063	110	0,085	110	0,115	Emuls.
60	0,023	60	0,036	60	0,045	60	0,054	60	0,063	60	0,085	60	0,115	Emuls.
110	0,023	110	0,036	110	0,045	110	0,054	110	0,063	110	0,085	110	0,115	Emuls.
50	0,020	50	0,030	50	0,040	50	0,050	50	0,060	50	0,085	50	0,100	Emuls.
90	0,020	90	0,030	90	0,040	90	0,050	90	0,060	90	0,085	90	0,100	Emuls.
35	0,020	35	0,030	35	0,040	35	0,050	35	0,060	35	0,085	35	0,100	Emuls.
75	0,020	75	0,030	75	0,040	75	0,050	75	0,060	75	0,085	75	0,100	Emuls.
20	0,006	20	0,020	20	0,032	20	0,030	20	0,054	20	0,070	20	0,105	Emuls.
50	0,006	50	0,020	50	0,032	50	0,030	50	0,054	50	0,070	50	0,105	Emuls.
90	0,020	90	0,027	90	0,054	90	0,072	90	0,089	90	0,107	90	0,125	ohne
150	0,020	150	0,027	150	0,054	150	0,072	150	0,089	150	0,107	150	0,125	ohne
80	0,020	80	0,027	80	0,054	80	0,072	80	0,089	80	0,107	80	0,125	ohne
120	0,020	120	0,027	120	0,054	120	0,072	120	0,089	120	0,107	120	0,125	ohne
70	0,020	70	0,027	70	0,054	70	0,072	70	0,089	70	0,107	70	0,125	ohne
100	0,020	100	0,027	100	0,054	100	0,072	100	0,089	100	0,107	100	0,125	ohne
60	0,020	60	0,027	60	0,054	60	0,072	60	0,089	60	0,107	60	0,125	Emuls.
90	0,020	90	0,027	90	0,054	90	0,072	90	0,089	90	0,107	90	0,125	Emuls.
30	0,006	30	0,020	30	0,032	30	0,030	30	0,054	30	0,070	30	0,105	Emuls.
70	0,006	70	0,020	70	0,032	70	0,030	70	0,054	70	0,070	70	0,105	Emuls.
25	0,006	25	0,020	25	0,032	25	0,030	25	0,054	25	0,070	25	0,105	Emuls.
60	0,006	60	0,020	60	0,032	60	0,030	60	0,054	60	0,070	60	0,105	Emuls.
400	0,024	400	0,031	400	0,047	400	0,063	400	0,079	400	0,101	400	0,126	Emuls.
800	0,024	800	0,031	800	0,047	800	0,063	800	0,079	800	0,101	800	0,126	Emuls.
300	0,024	300	0,031	300	0,047	300	0,063	300	0,079	300	0,101	300	0,126	Emuls.
600	0,024	600	0,031	600	0,047	600	0,063	600	0,079	600	0,101	600	0,126	Emuls.
250	0,024	250	0,031	250	0,047	250	0,063	250	0,079	250	0,101	250	0,126	Emuls.
400	0,024	400	0,031	400	0,047	400	0,063	400	0,079	400	0,101	400	0,126	Emuls.
200	0,024	200	0,031	200	0,047	200	0,063	200	0,079	200	0,101	200	0,126	Emuls.
350	0,024	350	0,031	350	0,047	350	0,063	350	0,079	350	0,101	350	0,126	Emuls.
180	0,024	180	0,031	180	0,047	180	0,063	180	0,079	180	0,101	180	0,126	ohne
320	0,024	320	0,031	320	0,047	320	0,063	320	0,079	320	0,101	320	0,126	ohne
180	0,024	180	0,031	180	0,047	180	0,063	180	0,079	180	0,101	180	0,126	ohne
320	0,024	320	0,031	320	0,047	320	0,063	320	0,079	320	0,101	320	0,126	ohne
180	0,024	180	0,031	180	0,047	180	0,063	180	0,079	180	0,101	180	0,126	ohne
320	0,024	320	0,031	320	0,047	320	0,063	320	0,079	320	0,101	320	0,126	ohne
150	0,024	150	0,031	150	0,047	150	0,063	150	0,079	150	0,101	150	0,126	ohne
280	0,024	280	0,031	280	0,047	280	0,063	280	0,079	280	0,101	280	0,126	ohne
150	0,024	150	0,031	150	0,047	150	0,063	150	0,079	150	0,101	150	0,126	Emuls.
280	0,024	280	0,031	280	0,047	280	0,063	280	0,079	280	0,101	280	0,126	Emuls.
120	0,024	120	0,031	120	0,047	120	0,063	120	0,079	120	0,101	120	0,126	Emuls.
220	0,024	220	0,031	220	0,047	220	0,063	220	0,079	220	0,101	220	0,126	Emuls.
90	0,020	90	0,027	90	0,054	90	0,072	90	0,089	90	0,107	90	0,125	ohne
150	0,020	150	0,027	150	0,054	150	0,072	150	0,089	130	0,107	150	0,125	ohne
150	0,024	150	0,031	150	0,047	150	0,063	150	0,079	150	0,101	150	0,126	tr./Luft
280	0,024	280	0,031	280	0,047	280	0,063	280	0,079	280	0,101	280	0,126	tr./Luft
80	0,024	80	0,031	80	0,047	80	0,063	80	0,079	80	0,101	80	0,126	tr./Luft
150	0,024	150	0,031	150	0,047	150	0,063	150	0,079	150	0,101	150	0,126	tr./Luft
80	0,024	80	0,031	80	0,047	80	0,063	80	0,079	80	0,101	80	0,126	tr./Luft
150	0,024	150	0,031	150	0,047	150	0,063	150	0,079	150	0,101	150	0,126	tr./Luft

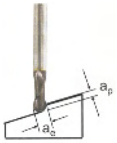
Tabelle 8.29 GARANT-Schaftfräser VHM (unbeschichtet, beschichtet) – Schlichten Kopieren

(Schnittdaten für HSC Bearbeitung entnehmen Sie bitte den entsprechenden Tabellen)

f_z für a_e = 0,03 x D und a_p = 0,03 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schneidstoff/ Beschichtung	Durchmesser [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baust.	< 500	VHM, unbeschichtet	100	0,002	100	0,004	100	0,009	100	0,018
			VHM, beschichtet	190	0,002	190	0,004	190	0,009	190	0,018
1.1	allg. Baust.	500–850	VHM, unbeschichtet	90	0,002	90	0,004	90	0,009	90	0,018
			VHM, beschichtet	170	0,002	170	0,004	170	0,009	170	0,018
2.0	Automatenst.	< 850	VHM, unbeschichtet	90	0,002	90	0,004	90	0,009	90	0,018
			VHM, beschichtet	170	0,002	170	0,004	170	0,009	170	0,018
2.1	Automatenst.	850 – 1000	VHM, unbeschichtet	75	0,002	75	0,003	75	0,006	75	0,013
			VHM, beschichtet	140	0,002	140	0,003	140	0,006	140	0,013
3.0	unleg. Vergü.-St.	< 700	VHM, unbeschichtet	90	0,002	90	0,004	90	0,009	90	0,018
			VHM, beschichtet	170	0,002	170	0,004	170	0,009	170	0,018
3.1	unleg. Vergü.-St.	750 – 850	VHM, unbeschichtet	85	0,002	85	0,004	85	0,009	85	0,018
			VHM, beschichtet	160	0,002	160	0,004	160	0,009	160	0,018
3.2	unleg. Vergü.-St.	850 – 1000	VHM, unbeschichtet	75	0,002	75	0,003	75	0,006	75	0,013
			VHM, beschichtet	140	0,002	140	0,003	140	0,006	140	0,013
4.0	leg. Vergü.-St.	850 – 1000	VHM, unbeschichtet	70	0,002	70	0,003	70	0,006	70	0,013
			VHM, beschichtet	120	0,002	120	0,003	120	0,006	120	0,013
4.1	leg. Vergü.-St.	1000 – 1200	VHM, unbeschichtet	60	0,001	60	0,003	60	0,006	60	0,011
			VHM, beschichtet	95	0,001	95	0,003	95	0,006	95	0,011
5.0	unleg. Einsatzst.	< 750	VHM, unbeschichtet	90	0,002	90	0,004	90	0,009	90	0,018
			VHM, beschichtet	170	0,002	170	0,004	170	0,009	170	0,018
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	VHM, unbeschichtet	70	0,002	70	0,003	70	0,006	70	0,013
			VHM, beschichtet	120	0,002	120	0,003	120	0,006	120	0,013
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	VHM, unbeschichtet	60	0,001	60	0,003	60	0,006	60	0,011
			VHM, beschichtet	95	0,001	95	0,003	95	0,006	95	0,011
7.0	Nitrierstähle	< 1000	VHM, unbeschichtet	70	0,002	70	0,003	70	0,006	70	0,013
			VHM, beschichtet	120	0,002	120	0,003	120	0,006	120	0,013
7.1	Nitrierstähle	> 1000	VHM, unbeschichtet	60	0,001	60	0,003	60	0,006	60	0,011
			VHM, beschichtet	95	0,001	95	0,003	95	0,006	95	0,011
8.0	Werkzeugstähle	< 850	VHM, unbeschichtet	70	0,002	70	0,003	70	0,006	70	0,013
			VHM, beschichtet	120	0,002	120	0,003	120	0,006	120	0,013
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	VHM, unbeschichtet	60	0,001	60	0,003	60	0,006	60	0,011
			VHM, beschichtet	95	0,001	95	0,003	95	0,006	95	0,011
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	VHM, unbeschichtet	45	0,001	45	0,003	45	0,006	45	0,011
			VHM, beschichtet	85	0,001	85	0,003	85	0,006	85	0,011
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	VHM, unbeschichtet	40	0,001	40	0,003	40	0,006	40	0,011
			VHM, beschichtet	80	0,001	80	0,003	80	0,006	80	0,011
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	VHM, unbeschichtet	25	0,001	25	0,003	25	0,006	25	0,011
			VHM, beschichtet	65	0,001	65	0,003	65	0,006	65	0,011
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	50	0,001	50	0,002	50	0,005	50	0,009
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM, beschichtet	30	0,001	30	0,001	30	0,003	30	0,007
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	VHM, unbeschichtet	30	0,001	30	0,002	30	0,005	30	0,009
			VHM, beschichtet	50	0,001	50	0,002	50	0,005	50	0,009
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	VHM, unbeschichtet	20	0,001	20	0,002	20	0,005	20	0,009
			VHM, beschichtet	50	0,001	50	0,002	50	0,005	50	0,009
12.0	Federstähle	< 1500	VHM, unbeschichtet	45	0,0015	45	0,0028	45	0,0056	45	0,0113
			VHM, beschichtet	85	0,0015	85	0,0028	85	0,0056	85	0,0113





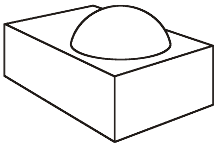
Durchmesser [mm]															KSS
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0			
v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	
100	0,035	100	0,061	100	0,071	100	0,081	100	0,090	100	0,100	100	0,120	Emuls.
190	0,035	190	0,061	190	0,071	190	0,081	190	0,090	190	0,100	190	0,120	Emuls.
90	0,035	90	0,061	90	0,071	90	0,081	90	0,090	90	0,100	90	0,120	Emuls.
170	0,035	170	0,061	170	0,071	170	0,081	170	0,090	170	0,100	170	0,120	Emuls.
90	0,035	90	0,061	90	0,071	90	0,081	90	0,090	90	0,100	90	0,120	Emuls.
170	0,035	170	0,061	170	0,071	170	0,081	170	0,090	170	0,100	170	0,120	Emuls.
75	0,025	75	0,041	75	0,051	75	0,061	75	0,071	75	0,090	75	0,113	Emuls.
140	0,025	140	0,041	140	0,051	140	0,061	140	0,071	140	0,090	140	0,113	Emuls.
90	0,035	90	0,061	90	0,071	90	0,081	90	0,090	90	0,100	90	0,120	Emuls.
170	0,035	170	0,061	170	0,071	170	0,081	170	0,090	170	0,100	170	0,120	Emuls.
85	0,035	85	0,061	85	0,071	85	0,081	85	0,090	85	0,100	85	0,120	Emuls.
160	0,035	160	0,061	160	0,071	160	0,081	160	0,090	160	0,100	160	0,120	Emuls.
75	0,025	75	0,041	75	0,051	75	0,061	75	0,071	75	0,090	75	0,113	Emuls.
140	0,025	140	0,041	140	0,051	140	0,061	140	0,071	140	0,090	140	0,113	Emuls.
70	0,025	70	0,041	70	0,051	70	0,061	70	0,071	70	0,090	70	0,113	Emuls.
120	0,025	120	0,041	120	0,051	120	0,061	120	0,071	120	0,090	120	0,113	Emuls.
60	0,023	60	0,034	60	0,045	60	0,056	60	0,068	60	0,079	60	0,090	Emuls.
95	0,023	95	0,034	95	0,045	95	0,056	95	0,068	95	0,079	95	0,090	Emuls.
90	0,035	90	0,061	90	0,071	90	0,081	90	0,090	90	0,100	90	0,120	Emuls.
170	0,035	170	0,061	170	0,071	170	0,081	170	0,090	170	0,100	170	0,120	Emuls.
70	0,025	70	0,041	70	0,051	70	0,061	70	0,071	70	0,090	70	0,113	Emuls.
120	0,025	120	0,041	120	0,051	120	0,061	120	0,071	120	0,090	120	0,113	Emuls.
60	0,023	60	0,034	60	0,045	60	0,056	60	0,068	60	0,079	60	0,090	Emuls.
95	0,023	95	0,034	95	0,045	95	0,056	95	0,068	95	0,079	95	0,090	Emuls.
70	0,025	70	0,041	70	0,051	70	0,061	70	0,071	70	0,090	70	0,113	Emuls.
120	0,025	120	0,041	120	0,051	120	0,061	120	0,071	120	0,090	120	0,113	Emuls.
60	0,023	60	0,034	60	0,045	60	0,056	60	0,068	60	0,079	60	0,090	Emuls.
95	0,023	95	0,034	95	0,045	95	0,056	95	0,068	95	0,079	95	0,090	Emuls.
70	0,025	70	0,041	70	0,051	70	0,061	70	0,071	70	0,090	70	0,113	Emuls.
120	0,025	120	0,041	120	0,051	120	0,061	120	0,071	120	0,090	120	0,113	Emuls.
60	0,023	60	0,034	60	0,045	60	0,056	60	0,068	60	0,079	60	0,090	Emuls.
95	0,023	95	0,034	95	0,045	95	0,056	95	0,068	95	0,079	95	0,090	Emuls.
45	0,023	45	0,034	45	0,045	45	0,056	45	0,068	45	0,079	45	0,090	Emuls.
85	0,023	85	0,034	85	0,045	85	0,056	85	0,068	85	0,079	85	0,090	Emuls.
40	0,023	40	0,034	40	0,045	40	0,056	40	0,068	40	0,079	40	0,090	Emuls.
80	0,023	80	0,034	80	0,045	80	0,056	80	0,068	80	0,079	80	0,090	Emuls.
25	0,023	25	0,034	25	0,045	25	0,056	25	0,068	25	0,079	25	0,090	ohne
65	0,023	65	0,034	65	0,045	65	0,056	65	0,068	65	0,079	65	0,090	ohne
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
50	0,018	50	0,026	50	0,034	50	0,043	50	0,051	50	0,056	50	0,062	ohne
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
30	0,014	30	0,020	30	0,028	30	0,034	30	0,043	30	0,051	30	0,056	ohne
30	0,007	30	0,028	30	0,036	30	0,034	30	0,061	30	0,079	30	0,118	Emuls.
50	0,007	50	0,028	50	0,036	50	0,034	50	0,061	50	0,079	50	0,118	Emuls.
20	0,007	20	0,023	20	0,036	20	0,034	20	0,061	20	0,079	20	0,118	Emuls.
50	0,007	50	0,023	50	0,036	50	0,034	50	0,061	50	0,079	50	0,118	Emuls.
45	0,0225	45	0,0338	45	0,045	45	0,0563	45	0,0675	45	0,0788	45	0,0900	Emuls.
85	0,0225	85	0,0338	85	0,045	85	0,0563	85	0,0675	85	0,0788	85	0,0900	Emuls.

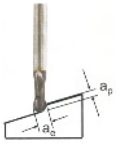
Tabelle 8.29 (Forts.) GARANT-Schaftfräser VHM (unbeschichtet, beschichtet) – Schlichten Kopieren

(Schnittdaten für HSC Bearbeitung entnehmen Sie bitte den entsprechenden Tabellen)

f_z für a_e = 0,03 x D und a_p = 0,03 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schneidstoff/ Beschichtung	Durchmesser [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	VHM, unbeschichtet	60	0,002	60	0,003	60	0,006	60	0,013
			VHM, beschichtet	110	0,002	110	0,003	110	0,006	110	0,013
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	VHM, unbeschichtet	60	0,002	60	0,003	60	0,006	60	0,013
			VHM, beschichtet	110	0,002	110	0,003	110	0,006	110	0,013
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	VHM, unbeschichtet	50	0,001	50	0,003	50	0,006	50	0,011
			VHM, beschichtet	90	0,001	90	0,003	90	0,006	90	0,011
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	VHM, unbeschichtet	35	0,001	35	0,003	35	0,006	35	0,011
			VHM, beschichtet	75	0,001	75	0,003	75	0,006	75	0,011
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	VHM, unbeschichtet	20	0,001	20	0,002	20	0,005	20	0,009
			VHM, beschichtet	50	0,001	50	0,002	50	0,005	50	0,009
15.0	Gusseisen	< 180 HB	VHM, unbeschichtet	90	0,002	90	0,004	90	0,008	90	0,015
			VHM, beschichtet	150	0,002	150	0,004	150	0,008	150	0,015
15.1	Gusseisen	> 180 HB	VHM, unbeschichtet	80	0,002	80	0,004	80	0,008	80	0,015
			VHM, beschichtet	120	0,002	120	0,004	120	0,008	120	0,015
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	VHM, unbeschichtet	70	0,002	70	0,004	70	0,008	70	0,015
			VHM, beschichtet	100	0,002	100	0,004	100	0,008	100	0,015
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	VHM, unbeschichtet	60	0,002	60	0,004	60	0,008	60	0,015
			VHM, beschichtet	90	0,002	90	0,004	90	0,008	90	0,015
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	VHM, unbeschichtet	30	0,001	30	0,002	30	0,005	30	0,009
			VHM, beschichtet	70	0,001	70	0,002	70	0,005	70	0,009
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	VHM, unbeschichtet	25	0,001	25	0,002	25	0,005	25	0,009
			VHM, beschichtet	60	0,001	60	0,002	60	0,005	60	0,009
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	VHM, unbeschichtet	400	0,002	400	0,003	400	0,007	400	0,013
			VHM, beschichtet	800	0,002	800	0,003	800	0,007	800	0,013
17.1	Al-Leg., kurzspanend		VHM, unbeschichtet	300	0,002	300	0,003	300	0,007	300	0,013
			VHM, beschichtet	600	0,002	600	0,003	600	0,007	600	0,013
17.2	Alu.-Gussleg. > 10% Si		VHM, unbeschichtet	250	0,002	250	0,003	250	0,007	250	0,013
			VHM, beschichtet	400	0,002	400	0,003	400	0,007	400	0,013
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	VHM, unbeschichtet	200	0,002	200	0,003	200	0,007	200	0,013
			VHM, beschichtet	350	0,002	350	0,003	350	0,007	350	0,013
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	VHM, unbeschichtet	180	0,002	180	0,003	180	0,007	180	0,013
			VHM, beschichtet	320	0,002	320	0,003	320	0,007	320	0,013
18.2	Messing, langspanend	< 600	VHM, unbeschichtet	180	0,002	180	0,003	180	0,007	180	0,013
			VHM, beschichtet	320	0,002	320	0,003	320	0,007	320	0,013
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	VHM, unbeschichtet	180	0,002	180	0,003	180	0,007	180	0,013
			VHM, beschichtet	320	0,002	320	0,003	320	0,007	320	0,013
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	VHM, unbeschichtet	150	0,002	150	0,003	150	0,007	150	0,013
			VHM, beschichtet	280	0,002	280	0,003	280	0,007	280	0,013
18.5	Bronze, langspanend	< 850	VHM, unbeschichtet	150	0,002	150	0,003	150	0,007	150	0,013
			VHM, beschichtet	280	0,002	280	0,003	280	0,007	280	0,013
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	VHM, unbeschichtet	120	0,002	120	0,003	120	0,007	120	0,013
			VHM, beschichtet	220	0,002	220	0,003	220	0,007	220	0,013
19.0	Graphit		VHM, unbeschichtet	90	0,002	90	0,004	90	0,008	90	0,015
			VHM, beschichtet	150	0,002	150	0,004	150	0,008	150	0,015
20.0	Thermoplast		VHM, unbeschichtet	100	0,003	100	0,007	100	0,014	100	0,028
			VHM, beschichtet	150	0,003	150	0,007	150	0,014	150	0,028
20.1	Duroplast		VHM, unbeschichtet	90	0,003	90	0,007	90	0,014	90	0,028
			VHM, beschichtet	140	0,003	140	0,007	140	0,014	140	0,028
20.2	GFK und CFK		VHM, unbeschichtet	75	0,002	75	0,004	75	0,008	75	0,016
			VHM, beschichtet	120	0,002	120	0,004	120	0,008	120	0,016

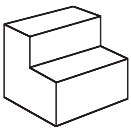


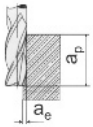


Durchmesser [mm]															KSS
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0			
v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]		
60	0,025	60	0,041	60	0,051	60	0,061	60	0,071	60	0,096	60	0,129		Emuls.
110	0,025	110	0,041	110	0,051	110	0,061	110	0,071	110	0,096	110	0,129		Emuls.
60	0,025	60	0,041	60	0,051	60	0,061	60	0,071	60	0,096	60	0,129		Emuls.
110	0,025	110	0,041	110	0,051	110	0,061	110	0,071	110	0,096	110	0,129		Emuls.
50	0,023	50	0,034	50	0,045	50	0,056	50	0,068	50	0,096	50	0,113		Emuls.
90	0,023	90	0,034	90	0,045	90	0,056	90	0,068	90	0,096	90	0,113		Emuls.
35	0,023	35	0,034	35	0,045	35	0,056	35	0,068	35	0,096	35	0,113		Emuls.
75	0,023	75	0,034	75	0,045	75	0,056	75	0,068	75	0,096	75	0,113		Emuls.
20	0,007	20	0,023	20	0,036	20	0,034	20	0,061	20	0,079	20	0,118		Emuls.
50	0,007	50	0,023	50	0,036	50	0,034	50	0,061	50	0,079	50	0,118		Emuls.
90	0,023	90	0,030	90	0,061	90	0,081	90	0,100	90	0,120	90	0,141		ohne
150	0,023	150	0,030	150	0,061	150	0,081	150	0,100	150	0,120	150	0,141		ohne
80	0,023	80	0,030	80	0,061	80	0,081	80	0,100	80	0,120	80	0,141		ohne
120	0,023	120	0,030	120	0,061	120	0,081	120	0,100	120	0,120	120	0,141		ohne
70	0,023	70	0,030	70	0,061	70	0,081	70	0,100	70	0,120	70	0,141		ohne
100	0,023	100	0,030	100	0,061	100	0,081	100	0,100	100	0,120	100	0,141		ohne
60	0,023	60	0,030	60	0,061	60	0,081	60	0,100	60	0,120	60	0,141		Emuls.
90	0,023	90	0,030	90	0,061	90	0,081	90	0,100	90	0,120	90	0,141		Emuls.
30	0,007	30	0,023	30	0,036	30	0,034	30	0,061	30	0,079	30	0,118		Emuls.
70	0,007	70	0,023	70	0,036	70	0,034	70	0,061	70	0,079	70	0,118		Emuls.
25	0,007	25	0,023	25	0,036	25	0,034	25	0,061	25	0,079	25	0,118		Emuls.
60	0,007	60	0,023	60	0,036	60	0,034	60	0,061	60	0,079	60	0,118		Emuls.
400	0,026	400	0,035	400	0,053	400	0,071	400	0,089	400	0,114	400	0,142		Emuls.
800	0,026	800	0,035	800	0,053	800	0,071	800	0,089	800	0,114	800	0,142		Emuls.
300	0,026	300	0,035	300	0,053	300	0,071	300	0,089	300	0,114	300	0,142		Emuls.
6400	0,026	600	0,035	600	0,053	600	0,071	600	0,089	600	0,114	600	0,142		Emuls.
250	0,026	250	0,035	250	0,053	250	0,071	250	0,089	250	0,114	250	0,142		Emuls.
400	0,026	400	0,035	400	0,053	400	0,071	400	0,089	400	0,114	400	0,142		Emuls.
200	0,026	200	0,035	200	0,053	200	0,071	200	0,089	200	0,114	200	0,142		Emuls.
350	0,026	350	0,035	350	0,053	350	0,071	350	0,089	350	0,114	350	0,142		Emuls.
180	0,026	180	0,035	180	0,053	180	0,071	180	0,089	180	0,114	180	0,142		ohne
320	0,026	320	0,035	320	0,053	320	0,071	320	0,089	320	0,114	320	0,142		ohne
180	0,026	180	0,035	180	0,053	180	0,071	180	0,089	180	0,114	180	0,142		ohne
320	0,026	320	0,035	320	0,053	320	0,071	320	0,089	320	0,114	320	0,142		ohne
180	0,026	180	0,035	180	0,053	180	0,071	180	0,089	180	0,114	180	0,142		ohne
320	0,026	320	0,035	320	0,053	320	0,071	320	0,089	320	0,114	320	0,142		ohne
150	0,026	150	0,035	150	0,053	150	0,071	150	0,089	150	0,114	150	0,142		ohne
280	0,026	280	0,035	280	0,053	280	0,071	280	0,089	280	0,114	280	0,142		ohne
150	0,026	150	0,035	150	0,053	150	0,071	150	0,089	150	0,114	150	0,142		Emuls.
280	0,026	280	0,035	280	0,053	280	0,071	280	0,089	280	0,114	280	0,142		Emuls.
120	0,026	120	0,035	120	0,053	120	0,071	120	0,089	120	0,114	120	0,142		Emuls.
220	0,026	220	0,035	220	0,053	220	0,071	220	0,089	220	0,114	220	0,142		Emuls.
90	0,023	90	0,030	90	0,061	90	0,081	90	0,100	90	0,120	90	0,141		ohne
150	0,023	150	0,030	150	0,061	150	0,081	150	0,100	130	0,120	150	0,141		ohne
100	0,040	100	0,060	100	0,080	100	0,120	100	0,200	100	0,250	100	0,300		ohne
150	0,040	150	0,060	150	0,080	150	0,120	150	0,200	150	0,250	150	0,300		ohne
90	0,040	90	0,060	90	0,080	90	0,120	90	0,200	90	0,250	90	0,300		ohne
140	0,040	140	0,060	140	0,080	140	0,120	140	0,200	140	0,250	140	0,300		ohne
75	0,035	75	0,055	75	0,070	75	0,095	75	0,115	75	0,140	75	0,155		ohne
120	0,035	120	0,055	120	0,070	120	0,095	120	0,115	120	0,140	120	0,155		ohne

Tabelle 8.30 GARANT-Schaftfräser VHM (beschichtet) – HSC-Schlichten Kontur

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			Durchmesser [mm]					
						4,0			6,0		
						a_p max	a_e max	f_z	a_p max	a_e max	f_z
		[N/mm²]	min.	Start	max.	[mm]	[mm]	[mm/Z]	[mm]	[mm]	[mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500		–		–	–	–	–	–	–
1.1	allg. Baustähle	500 – 850		–		–	–	–	–	–	–
2.0	Automatenstähle	< 850		–		–	–	–	–	–	–
2.1	Automatenstähle	850 – 1000		–		–	–	–	–	–	–
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700		–		–	–	–	–	–	–
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850		–		–	–	–	–	–	–
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	300	**330**	360	2,0	0,12	0,056 – 0,081	3,0	0,15	0,066 – 0,094
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	300	**330**	360	2,0	0,12	0,056 – 0,081	3,0	0,15	0,066 – 0,094
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	280	**310**	340	2,0	0,12	0,056 – 0,081	3,0	0,15	0,066 – 0,094
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	300	**330**	360	2,0	0,12	0,056 – 0,081	3,0	0,15	0,066 – 0,094
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	280	**310**	340	2,0	0,12	0,056 – 0,081	3,0	0,15	0,066 – 0,094
7.0	Nitrierstähle	< 1000	300	**330**	360	2,0	0,12	0,056 – 0,081	3,0	0,15	0,066 – 0,094
7.1	Nitrierstähle	> 1000	280	**310**	340	2,0	0,12	0,056 – 0,081	3,0	0,15	0,066 – 0,094
8.0	Werkzeugstähle	< 850	300	**330**	360	2,0	0,12	0,056 – 0,081	3,0	0,15	0,066 – 0,094
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	280	**310**	340	2,0	0,12	0,056 – 0,081	3,0	0,15	0,066 – 0,094
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	210	**240**	270	2,0	0,10	0,056 – 0,081	3,0	0,15	0,066 – 0,094
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	210	**240**	270	2,0	0,10	0,056 – 0,081	3,0	0,15	0,066 – 0,094
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	160	**200**	240	2,0	0,10	0,056 – 0,081	3,0	0,15	0,066 – 0,094
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	90	**115**	140	2,0	0,07	0,056 – 0,081	3,0	0,12	0,066 – 0,094
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	75	**100**	120	2,0	0,07	0,056 – 0,081	3,0	0,12	0,066 – 0,094
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350		–		–	–	–	–	–	–
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–		–	–	–	–	–	–
12.0	Federstähle	< 1500		–		–	–	–	–	–	–
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700		–		–	–	–	–	–	–
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700		–		–	–	–	–	–	–
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850		–		–	–	–	–	–	–
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100		–		–	–	–	–	–	–
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–		–	–	–	–	–	–
15.0	Gusseisen	< 180 HB		–		–	–	–	–	–	–
15.1	Gusseisen	> 180 HB		–		–	–	–	–	–	–
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	300	**330**	360	2,0	0,12	0,056 – 0,081	3,0	0,15	0,066 – 0,094
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	300	**330**	360	2,0	0,12	0,056 – 0,081	3,0	0,15	0,066 – 0,094
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	210	**240**	270	2,0	0,10	0,056 – 0,081	3,0	0,15	0,066 – 0,094
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	90	**115**	140	2,0	0,07	0,056 – 0,081	3,0	0,12	0,066 – 0,094
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350		–		–	–	–	–	–	–
17.1	Al-Leg., kurzspanend			–		–	–	–	–	–	–
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si			–		–	–	–	–	–	–
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400		–		–	–	–	–	–	–
18.1	Messing, kurzspanend	< 600		–		–	–	–	–	–	–
18.2	Messing, langspanend	< 600		–		–	–	–	–	–	–
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600		–		–	–	–	–	–	–
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850		–		–	–	–	–	–	–
18.5	Bronze, langspanend	< 850		–		–	–	–	–	–	–
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	90	**115**	140	2,0	0,07	0,056 – 0,081	3,0	0,12	0,066 – 0,094
19.0	Graphit			–		–	–	–	–	–	–
20.0	Thermoplast			–		–	–	–	–	–	–
20.1	Duroplast			–		–	–	–	–	–	–
20.2	GFK und CFK			–		–	–	–	–	–	–





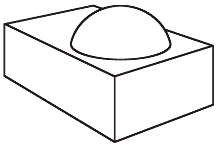
Durchmesser [mm]																	
8,0			10,0			12,0			16,0			20,0					
a_p max [mm]	a_e max [mm]	f_z [mm/Z]	a_p max [mm]	a_e max [mm]	f_z [mm/Z]	a_p max [mm]	a_e max [mm]	f_z [mm/Z]	a_p max [mm]	a_e max [mm]	f_z [mm/Z]	a_p max [mm]	a_e max [mm]	f_z [mm/Z]			
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
4,5	0,20	0,080 – 0,115	6,0	0,25	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,40	0,128 – 0,184			
4,5	0,20	0,080 – 0,115	6,0	0,25	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,40	0,128 – 0,184			
4,5	0,20	0,080 – 0,115	6,0	0,25	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,40	0,128 – 0,184			
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
4,5	0,20	0,080 – 0,115	6,0	0,25	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,40	0,128 – 0,184			
4,5	0,20	0,080 – 0,115	6,0	0,25	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,40	0,128 – 0,184			
4,5	0,20	0,080 – 0,115	6,0	0,25	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,40	0,128 – 0,184			
4,5	0,20	0,080 – 0,115	6,0	0,25	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,40	0,128 – 0,184			
4,5	0,20	0,080 – 0,115	6,0	0,25	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,40	0,128 – 0,184			
4,5	0,20	0,080 – 0,115	6,0	0,25	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,40	0,128 – 0,184			
4,5	0,20	0,080 – 0,115	6,0	0,25	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,40	0,128 – 0,184			
4,5	0,20	0,080 – 0,115	6,0	0,25	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,40	0,128 – 0,184			
4,5	0,15	0,080 – 0,115	6,0	0,20	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,35	0,128 – 0,184			
4,5	0,15	0,080 – 0,115	6,0	0,20	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,35	0,128 – 0,184			
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
4,5	0,20	0,080 – 0,115	6,0	0,25	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,40	0,128 – 0,184			
4,5	0,20	0,080 – 0,115	6,0	0,25	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,40	0,128 – 0,184			
4,5	0,20	0,080 – 0,115	6,0	0,25	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,35	0,128 – 0,184			
4,5	0,15	0,080 – 0,115	6,0	0,20	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,35	0,128 – 0,184			
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
4,5	0,15	0,080 – 0,115	6,0	0,20	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,35	0,066 – 0,184			
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			

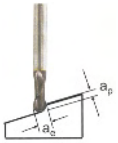
Tabelle 8.31 GARANT-Schaftfräser VHM (beschichtet) – HSC-Schlichten Kopieren

Katalognummer 207000; 207020; 207030; 207070; 207090; 207095; 207175, 207240; 207280; 207320; 207450; 207460

Hinweis:
207070: Korrekturfaktor v_c 0,87
207090: Korrekturfaktor v_c 0,62
207450/207460: Korrekturfaktor v_c 0,5
207280: Korrekturfaktor v_c 0,80
207320: Korrekturfaktor v_c 0,61

Werk-stoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	Durchmesser [mm]									
			v_c [m/min]			0,25			0,50			
						a_p max	a_e max	f_z	a_p max	a_e max	f_z	
		[N/mm²]	min.		max.	[mm]	[mm]	[mm/Z]	[mm]	[mm]	[mm/Z]	
1.0	allg. Baustähle	< 500	550	575	600	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	360	390	410	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
2.0	Automatenstähle	< 850	360	390	600	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	360	380	420	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	360	390	420	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	360	380	430	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	300	280	350	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	260	280	350	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	180	200	310	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	360	390	420	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	360	390	420	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	180	200	310	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
7.0	Nitrierstähle	< 1000	260	280	350	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
7.1	Nitrierstähle	> 1000	180	200	310	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
8.0	Werkzeugstähle	< 850	360	390	420	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	260	280	310	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	180	200	240	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	260	280	310	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	130	150	180	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	110	145	170	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	90	120	160	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	180	200	240	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	130	150	180	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
12.0	Federstähle	< 1500	180	200	240	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	180	200	350	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	180	200	220	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	180	200	220	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	180	200	240	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	120	140	180	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
15.0	Gusseisen	< 180 HB	550	575	600	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
15.1	Gusseisen	> 180 HB	550	575	600	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	540	565	580	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	540	565	580	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850		–		–	–	–	–	–	–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200		–		–	–	–	–	–	–	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	700	800	1000	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
17.1	Al-Leg., kurzspanend		500	600	700	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		300	400	500	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	800	850	900	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	800	850	900	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
18.2	Messing, langspanend	< 600	800	850	900	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	780	820	850	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	780	820	850	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,006	
18.5	Bronze, langspanend	< 850		–		–	–	–	–	–	–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200		–		–	–	–	–	–	–	
19.0	Graphit		300	370	450	0,007	0,005	0,005 – 0,007	0,02	0,01	0,008 – 0,010	
20.0	Thermoplaste		700	800	900	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,010	
20.1	Duroplaste		550	600	650	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,010	
20.2	GFK und CFK		300	400	450	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,01	0,01	0,005 – 0,010	





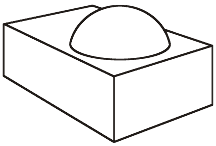
Durchmesser [mm]																
	1			2			4			6						
	a_p max [mm]	a_e max [mm]	f_z [mm/Z]	a_p max [mm]	a_e max [mm]	f_z [mm/Z]	a_p max [mm]	a_e max [mm]	f_z [mm/Z]	a_p max [mm]	a_e max [mm]	f_z [mm/Z]				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,029 – 0,038	0,18	0,18	0,040 – 0,053				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,029 – 0,038	0,18	0,18	0,040 – 0,053				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,029 – 0,038	0,18	0,18	0,040 – 0,053				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,029 – 0,038	0,18	0,18	0,040 – 0,053				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,029 – 0,038	0,18	0,18	0,040 – 0,053				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,040 – 0,053				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,040 – 0,0538				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,040 – 0,053				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058				
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–				
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058				
	0,02	0,02	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058				
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–				
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–				
	0,03	0,02	0,010 – 0,012	0,06	0,06	0,020 – 0,022	0,12	0,12	0,025 – 0,040	0,18	0,18	0,050 – 0,080				
	0,02	0,02	0,010 – 0,012	0,06	0,06	0,012 – 0,024	0,12	0,12	0,032 – 0,045	0,18	0,18	0,050 – 0,075				
	0,02	0,02	0,010 – 0,012	0,06	0,06	0,012 – 0,024	0,12	0,12	0,032 – 0,045	0,18	0,18	0,050 – 0,075				
	0,02	0,02	0,010 – 0,012	0,06	0,06	0,012 – 0,024	0,12	0,12	0,032 – 0,045	0,18	0,18	0,050 – 0,075				

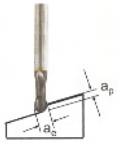
Tabelle 8.31 (Forts.) GARANT-Schaftfräser VHM (beschichtet) – HSC-Schlichten Kopieren

Katalognummer 207000; 207020; 207030; 207070; 207090; 207095; 207175, 207240; 207280; 207320; 207450; 207460

Hinweis:
207070: Korrekturfaktor v_c 0,87
207090: Korrekturfaktor v_c 0,62
207450/207460: Korrekturfaktor v_c 0,5
207280: Korrekturfaktor v_c 0,80
207320: Korrekturfaktor v_c 0,61

Werk-stoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]	Durchmesser [mm]					
				8			10		
				a_p max	a_e max	f_z	a_p max	a_e max	f_z
		[N/mm²]	min. – max.	[mm]	[mm]	[mm/Z]	[mm]	[mm]	[mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	550 – 575 – 600	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	360 – 390 – 410	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
2.0	Automatenstähle	< 850	360 – 390 – 600	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	360 – 380 – 420	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	360 – 390 – 420	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	360 – 380 – 430	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	260 – 280 – 350	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	260 – 280 – 350	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	180 – 200 – 310	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	360 – 390 – 420	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	360 – 390 – 420	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	180 – 200 – 310	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
7.0	Nitrierstähle	< 1000	260 – 280 – 350	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
7.1	Nitrierstähle	> 1000	180 – 200 – 310	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
8.0	Werkzeugstähle	< 850	360 – 390 – 420	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	260 – 280 – 310	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	180 – 200 – 240	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	260 – 280 – 310	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	130 – 150 – 180	0,240	0,240	0,048 – 0,062	0,300	0,300	0,056 – 0,074
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	110 – 145 – 170	0,240	0,240	0,048 – 0,062	0,300	0,300	0,056 – 0,074
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	90 – 120 – 160	0,240	0,240	0,048 – 0,062	0,300	0,300	0,056 – 0,074
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	180 – 200 – 240	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	130 – 150 – 180	0,240	0,240	0,052 – 0,062	0,300	0,300	0,056 – 0,074
12.0	Federstähle	< 1500	180 – 200 – 240	0,240	0,240	0,048 – 0,069	0,300	0,300	0,056 – 0,074
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	180 – 200 – 350	0,240	0,240	0,048 – 0,062	0,300	0,300	0,062 – 0,081
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	180 – 200 – 220	0,240	0,240	0,048 – 0,069	0,300	0,300	0,056 – 0,074
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	180 – 200 – 220	0,240	0,240	0,048 – 0,062	0,300	0,300	0,056 – 0,074
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	180 – 200 – 240	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	120 – 140 – 180	0,240	0,240	0,048 – 0,062	0,300	0,300	0,056 – 0,074
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	550 – 575 – 600	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	550 – 575 – 600	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	540 – 565 – 580	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	540 – 565 – 580	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–	–	–	–	–	–	–
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	700 – 800 – 1000	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
17.1	Al-Leg., kurzspanend		700 – 800 – 900	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		550 – 575 – 650	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	800 – 850 – 900	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	800 – 850 – 900	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
18.2	Messing, langspanend	< 600	800 – 850 – 900	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	780 – 820 – 850	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	780 – 820 – 850	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–	–	–	–	–	–	–
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–
19.0	Graphit		300 – 370 – 450	0,240	0,240	0,090 – 0,120	0,300	0,300	0,090 – 0,120
20.0	Thermoplaste		700 – 800 – 900	0,240	0,240	0,075 – 0,090	0,300	0,300	0,100 – 0,130
20.1	Duroplaste		550 – 600 – 650	0,240	0,240	0,075 – 0,090	0,300	0,300	0,100 – 0,130
20.2	GFK und CFK		300 – 400 – 450	0,240	0,240	0,075 – 0,090	0,300	0,300	0,100 – 0,130

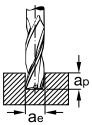




Durchmesser [mm]												
12				16				20				
a_p max [mm]	a_e max [mm]	f_z [mm/Z]		a_p max [mm]	a_e max [mm]	f_z [mm/Z]		a_p max [mm]	a_e max [mm]	f_z [mm/Z]		
0,360	0,360	0,073	0,096	0,480	0,480	0,102	0,133	0,600	0,600	0,120	0,157	
0,360	0,360	0,073	0,096	0,480	0,480	0,102	0,133	0,600	0,600	0,120	0,157	
0,360	0,360	0,073	0,096	0,480	0,480	0,102	0,133	0,600	0,600	0,120	0,157	
0,360	0,360	0,073	0,096	0,480	0,480	0,102	0,133	0,600	0,600	0,120	0,157	
0,360	0,360	0,073	0,096	0,480	0,480	0,102	0,133	0,600	0,600	0,120	0,157	
0,360	0,360	0,073	0,096	0,480	0,480	0,102	0,133	0,600	0,600	0,120	0,157	
0,360	0,360	0,073	0,096	0,480	0,480	0,102	0,133	0,600	0,600	0,120	0,157	
0,360	0,360	0,073	0,096	0,480	0,480	0,102	0,133	0,600	0,600	0,120	0,157	
0,360	0,360	0,073	0,096	0,480	0,480	0,102	0,133	0,600	0,600	0,120	0,157	
0,360	0,360	0,073	0,096	0,480	0,480	0,102	0,133	0,600	0,600	0,120	0,157	
0,360	0,360	0,073	0,096	0,480	0,480	0,102	0,133	0,600	0,600	0,120	0,157	
0,360	0,360	0,073	0,096	0,480	0,480	0,102	0,133	0,600	0,600	0,120	0,157	
0,360	0,360	0,073	0,096	0,480	0,480	0,102	0,133	0,600	0,600	0,120	0,157	
0,360	0,360	0,073	0,096	0,480	0,480	0,102	0,133	0,600	0,600	0,120	0,157	
0,360	0,360	0,073	0,096	0,480	0,480	0,102	0,133	0,600	0,600	0,120	0,157	
0,360	0,360	0,073	0,096	0,480	0,480	0,102	0,133	0,600	0,600	0,120	0,157	
0,360	0,360	0,066	0,087	0,480	0,480	0,092	0,121	0,600	0,600	0,109	0,143	
0,360	0,360	0,066	0,087	0,480	0,480	0,092	0,121	0,600	0,600	0,109	0,143	
0,360	0,360	0,066	0,087	0,480	0,480	0,092	0,121	0,600	0,600	0,109	0,143	
0,360	0,360	0,073	0,096	0,480	0,480	0,102	0,133	0,600	0,600	0,120	0,157	
0,360	0,360	0,066	0,087	0,480	0,480	0,092	0,121	0,600	0,600	0,109	0,143	
0,360	0,360	0,073	0,087	0,480	0,480	0,092	0,121	0,600	0,600	0,109	0,143	
0,360	0,360	0,073	0,096	0,480	0,480	0,102	0,133	0,600	0,600	0,120	0,157	
0,360	0,360	0,066	0,087	0,480	0,480	0,092	0,121	0,600	0,600	0,109	0,143	
0,360	0,360	0,066	0,087	0,480	0,480	0,092	0,121	0,600	0,600	0,109	0,143	
0,360	0,360	0,073	0,096	0,480	0,480	0,102	0,133	0,600	0,600	0,120	0,157	
0,360	0,360	0,066	0,087	0,480	0,480	0,092	0,121	0,600	0,600	0,109	0,143	
0,360	0,360	0,073	0,096	0,480	0,480	0,102	0,133	0,600	0,600	0,120	0,157	
0,360	0,360	0,073	0,096	0,480	0,480	0,102	0,133	0,600	0,600	0,120	0,157	
0,360	0,360	0,073	0,096	0,480	0,480	0,102	0,133	0,600	0,600	0,120	0,157	
–	–	–		–	–	–		–	–	–		
–	–	–		–	–	–		–	–	–		
0,360	0,360	0,073	0,096	0,480	0,480	0,102	0,133	0,600	0,600	0,120	0,157	
0,360	0,360	0,073	0,096	0,480	0,480	0,102	0,133	0,600	0,600	0,120	0,157	
0,360	0,360	0,073	0,096	0,480	0,480	0,102	0,133	0,600	0,600	0,120	0,157	
0,360	0,360	0,073	0,096	0,480	0,480	0,102	0,133	0,600	0,600	0,120	0,157	
0,360	0,360	0,073	0,096	0,480	0,480	0,102	0,133	0,600	0,600	0,120	0,157	
0,360	0,360	0,073	0,096	0,480	0,480	0,102	0,133	0,600	0,600	0,120	0,157	
0,360	0,360	0,073	0,096	0,480	0,480	0,102	0,133	0,600	0,600	0,120	0,157	
0,360	0,360	0,073	0,096	0,480	0,480	0,102	0,133	0,600	0,600	0,120	0,157	
–	–	–		–	–	–		–	–	–		
–	–	–		–	–	–		–	–	–		
0,360	0,360	0,120	0,150	0,480	0,480	0,150	0,200	0,600	0,600	0,200	0,240	
0,360	0,360	0,125	0,145	0,480	0,480	0,140	0,155	0,600	0,600	0,150	0,175	
0,360	0,360	0,125	0,145	0,480	0,480	0,140	0,155	0,600	0,600	0,150	0,175	
0,360	0,360	0,125	0,145	0,480	0,480	0,140	0,155	0,600	0,600	0,150	0,175	

Tabelle 8.32 GARANT VHM-Schaftfräser mit ZOX-Beschichtung HPC Schruppen Vollnut/Tasche

Katalognummer 202248; 202255; 202548; 202549; 202553; 205410; 205410; 205420

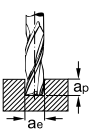




Hinweis: f_z für a_e = 1,0 x D und ≤ Ø 4 a_p 0,5xD / > Ø 4 a_p 1,0xD
für 202549 Korrekturfaktor v_c: 0,85

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] Min	Start	Max	bis Ø 4 f_z [mm/Z]	> Ø 4 bis Ø 8 f_z [mm/Z]	> Ø 8 bis Ø 12 f_z [mm/Z]	> Ø 12 bis Ø 16 f_z [mm/Z]	> Ø 16 bis Ø 20 f_z [mm/Z]	> Ø 20 bis Ø 25 f_z [mm/Z]	> Ø 25 bis Ø 32 f_z [mm/Z]
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	400 –	500	– 600	0,035	0,060	0,070	0,090	0,120	0,140	0,180
17.1	Al-Leg., kurzspanend		390 –	480	– 580	0,035	0,060	0,070	0,090	0,120	0,140	0,180
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		190 –	240	– 290	0,030	0,050	0,070	0,090	0,120	0,140	0,180
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	110 –	135	– 160	0,020	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	200 –	240	– 280	0,020	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.2	Messing, langspanend	< 600	140 –	180	– 210	0,020	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	130 –	170	– 200	0,020	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.4	Bronze, kurzspanend	600 – 850	110 –	150	– 190	0,020	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.5	Bronze, langspanend	< 850	110 –	150	– 190	0,020	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	110 –	150	– 190	0,020	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180

Katalognummer 202253; 202258; 202551



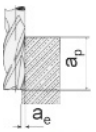


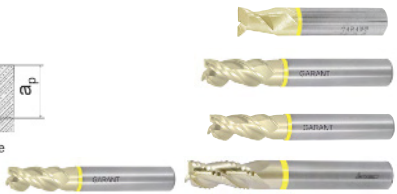
Hinweis: f_z für a_e = 1,0 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] Min	Start	Max	bis Ø 8 f_z [mm/Z]	> Ø 8 bis Ø 12 f_z [mm/Z]	> Ø 12 bis Ø 16 f_z [mm/Z]	> Ø 16 bis Ø 20 f_z [mm/Z]	> Ø 20 bis Ø 25 f_z [mm/Z]	> Ø 25 bis Ø 32 f_z [mm/Z]
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	220 –	250	– 280	0,060	0,070	0,090	0,120	0,140	0,180
17.1	Al-Leg., kurzspanend		210 –	240	– 270	0,060	0,070	0,090	0,120	0,140	0,180
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		100 –	120	– 140	0,050	0,070	0,090	0,120	0,140	0,180
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	60 –	70	– 80	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	100 –	120	– 140	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.2	Messing, langspanend	< 600	70 –	90	– 110	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	60 –	80	– 100	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.4	Bronze, kurzspanend	600 – 850	60 –	75	– 90	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.5	Bronze, langspanend	< 850	60 –	75	– 90	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	60 –	75	– 90	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180

Tabelle 8.33 GARANT – VHM-Schaftfräser mit ZOX-Beschichtung HPC Schruppen Kontur (Umfang)

Katalognummer 202248; 202255; 202548; 202549; 202553; 205410; 205420; 206260

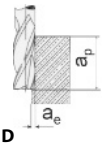




Hinweis: f_z für $a_{e\,max}$ = 0,3 x D und a_p = 1,0 x D
für 202549 Korrekturfaktor v_c: 0,85

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			bis ∅ 4	> ∅ 4 bis ∅ 8	> ∅ 8 bis ∅ 12	> ∅ 12 bis ∅ 16	> ∅ 16 bis ∅ 20	> ∅ 20 bis ∅ 25	> ∅ 25 bis ∅ 32
		[N/mm²]	Min	Start	Max	f_z [mm/Z]	f_z [mm/Z]	f_z [mm/Z]	f_z [mm/Z]	f_z [mm/Z]	f_z [mm/Z]	f_z [mm/Z]
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	400 –	**500**	– 600	0,046	0,078	0,090	0,117	0,156	0,182	0,234
17.1	Al-Leg., kurzspanend		390 –	**480**	– 580	0,045	0,080	0,090	0,120	0,160	0,182	0,234
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		190 –	**240**	– 290	0,039	0,065	0,090	0,120	0,160	0,182	0,234
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	110 –	**135**	– 160	0,026	0,052	0,078	0,104	0,156	0,182	0,234
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	200 –	**240**	– 280	0,026	0,052	0,078	0,104	0,156	0,182	0,234
18.2	Messing, langspanend	< 600	140 –	**180**	– 210	0,026	0,052	0,078	0,104	0,156	0,182	0,234
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	130 –	**170**	– 200	0,026	0,052	0,078	0,104	0,156	0,182	0,234
18.4	Bronze, kurzspanend	600 – 850	110 –	**150**	– 190	0,026	0,052	0,078	0,104	0,156	0,182	0,234
18.5	Bronze, langspanend	< 850	110 –	**150**	– 190	0,026	0,052	0,078	0,104	0,156	0,182	0,234
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	110 –	**150**	– 190	0,026	0,052	0,078	0,104	0,156	0,182	0,234

Katalognummer 202253; 202258; 202551



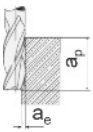


Hinweis: f_z für $a_{e\,max}$ = 0,3 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			bis ∅ 8	> ∅ 8 bis ∅ 12	> ∅ 12 bis ∅ 16	> ∅ 16 bis ∅ 20	> ∅ 20 bis ∅ 25	> ∅ 25 bis ∅ 32
		[N/mm²]	Min	Start	Max	f_z [mm/Z]	f_z [mm/Z]	f_z [mm/Z]	f_z [mm/Z]	f_z [mm/Z]	f_z [mm/Z]
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	220 –	**250**	– 280	0,078	0,090	0,117	0,156	0,182	0,234
17.1	Al-Leg., kurzspanend		210 –	**240**	– 270	0,080	0,090	0,120	0,160	0,182	0,234
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		100 –	**120**	– 140	0,065	0,090	0,120	0,160	0,182	0,234
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	60 –	70	– 80	0,052	0,078	0,104	0,156	0,182	0,234
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	100 –	**120**	– 140	0,052	0,078	0,104	0,156	0,182	0,234
18.2	Messing, langspanend	< 600	70 –	**90**	– 110	0,052	0,078	0,104	0,156	0,182	0,234
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	60 –	**80**	– 100	0,052	0,078	0,104	0,156	0,182	0,234
18.4	Bronze, kurzspanend	600 – 850	60 –	**75**	– 90	0,052	0,078	0,104	0,156	0,182	0,234
18.5	Bronze, langspanend	< 850	60 –	**75**	– 90	0,052	0,078	0,104	0,156	0,182	0,234
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	60 –	**75**	– 90	0,052	0,078	0,104	0,156	0,182	0,234

Tabelle 8.34 GARANT – VHM-Schaftfräser mit ZOX-Beschichtung HPC Schruppen Kontur (Umfang)

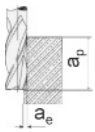
Katalognummer 203170; 203175; 203177





Hinweis: f_z für $a_{e\,max}$ = 0,05 x D und $a_{p\,max}$ = 2,0 x D
für 203175 Korrekturfaktor v_c 0,6

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] Min	Start	Max	> ∅ 2 bis ∅ 4 f_z [mm/Z]	> ∅ 4 bis ∅ 8 f_z [mm/Z]	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	400	**460**	520	0,020	0,040	
17.1	Al-Leg.,kurzspanend		360	**400**	440	0,020	0,040	
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		180	**210**	230	0,0015	0,020	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	110	**120**	150	0,0015	0,020	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	160	**180**	220	0,0015	0,020	
18.2	Messing, langspanend	< 600	130	**150**	170	0,0015	0,020	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	120	**140**	160	0,0015	0,020	
18.4	Bronze, kurzspanend	600 – 850	110	**130**	150	0,0015	0,020	
18.5	Bronze, langspanend	< 850	110	**120**	150	0,0015	0,020	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	110	**120**	150	0,0015	0,020	



	> ∅ 8 bis ∅ 12 f_z [mm/Z]	> ∅ 12 bis ∅ 16 f_z [mm/Z]	> ∅ 16 bis ∅ 25 f_z [mm/Z]
	0,050	0,060	0,070
	0,050	0,060	0,070
	0,030	0,050	0,060
	0,030	0,050	0,060
	0,030	0,050	0,060
	0,030	0,050	0,060
	0,030	0,050	0,060
	0,030	0,050	0,060
	0,030	0,050	0,060
	0,030	0,050	0,060



Tabelle 8.35 GARANT VHM-Schruppfräser überlang HPC (TiAlN beschichtet)

Katalognummer 205590

Vollnut Fräsen

Hinweis: a_e = 1,0 x D und a_p = 1 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	∅6 f_z [mm/Z]	∅8 f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	110	130	140	0,028	0,040
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	90	115	130	0,028	0,040
2.0	Automatenstähle	< 850	90	115	130	0,028	0,040
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	85	100	110	0,028	0,040
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	90	110	130	0,028	0,040
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	80	95	110	0,028	0,040
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	75	95	110	0,028	0,040
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	75	95	110	0,028	0,040
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	70	85	100	0,028	0,040
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	90	110	130	0,028	0,040
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	80	95	110	0,028	0,040
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	70	85	100	0,028	0,040
8.0	Werkzeugstähle	< 850	75	95	110	0,028	0,040
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	75	95	110	0,028	0,040
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	60	80	100	0,028	0,040
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	30	50	70	0,014	0,020
13.3	rostfr. St.-martensitisch	> 1100	25	40	55	0,014	0,020
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	60	70	85	0,028	0,040
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	55	70	80	0,028	0,040
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	55	70	80	0,028	0,040
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	55	70	80	0,028	0,040

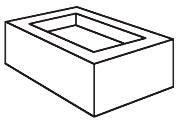
Schlicht- und Umfangsfräsen

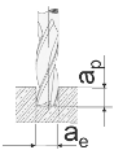
$a_{e\,max}$ = 0,3 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	∅6 f_z [mm/Z]	∅8 f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	110	130	140	0,030	0,050
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	90	115	130	0,030	0,050
2.0	Automatenstähle	< 850	90	115	130	0,030	0,050
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	85	100	110	0,030	0,050
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	90	110	130	0,030	0,050
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	80	95	110	0,030	0,050
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	75	95	110	0,030	0,050
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	75	95	110	0,030	0,050
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	70	85	100	0,030	0,050
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	90	110	130	0,030	0,050
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	80	95	110	0,030	0,050
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	70	85	100	0,030	0,050
8.0	Werkzeugstähle	< 850	75	95	110	0,030	0,050
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	75	95	110	0,030	0,050
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	60	80	100	0,030	0,050
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	30	50	70	0,015	0,026
13.3	rostfr. St.-martensitisch	> 1100	25	40	55	0,015	0,026
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	60	70	85	0,030	0,050
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	55	70	80	0,030	0,050
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	55	70	80	0,030	0,050
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	55	70	80	0,030	0,050

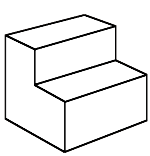


∅ 10 f_z [mm/Z]	∅ 12 f_z [mm/Z]	∅ 16 f_z [mm/Z]	∅ 20 f_z [mm/Z]
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,025	0,030	0,040	0,050
0,025	0,030	0,040	0,050
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100





∅ 10 f_z [mm/Z]	∅ 12 f_z [mm/Z]	∅ 16 f_z [mm/Z]	∅ 20 f_z [mm/Z]
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,030	0,035	0,045	0,060
0,030	0,035	0,045	0,060
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120



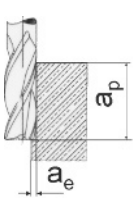


Tabelle 8.36 GARANT VHM-Stirntorusfräser HPC (TiAlN beschichtet)

Kopieren und Zeilenfräsen

Katalognummer 206272

Hinweis: f_z für a_e = 1 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ 6		∅ 8	
		[N/mm²]	min.	Start	max.	a_p max [mm]	f_z [mm/Z]	a_p max [mm]	f_z [mm/Z]
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	140	155	170	0,4	0,106	0,5	0,158
2.0	Automatenstähle	< 850	140	155	170	0,4	0,106	0,5	0,158
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	130	145	160	0,4	0,106	0,5	0,158
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	140	155	170	0,4	0,106	0,5	0,158
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	130	145	160	0,4	0,106	0,5	0,158
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	125	140	155	0,4	0,106	0,5	0,158
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	125	140	155	0,4	0,106	0,5	0,158
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	120	130	140	0,4	0,106	0,5	0,158
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	140	155	170	0,4	0,106	0,5	0,158
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	130	145	160	0,4	0,106	0,5	0,158
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	120	130	140	0,4	0,106	0,5	0,158
7.0	Nitrierstähle	< 1000	125	140	155	0,4	0,106	0,5	0,158
7.1	Nitrierstähle	> 1000	120	130	140	0,4	0,106	0,5	0,158
8.0	Werkzeugstähle	< 850	130	145	160	0,4	0,106	0,5	0,158
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	125	140	155	0,4	0,106	0,5	0,158
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	120	130	140	0,4	0,102	0,5	0,150
9.0	Schnellarbeitsst.	853 – 1200	125	140	155	0,4	0,106	0,5	0,158
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	120	130	140	0,4	0,102	0,5	0,150
12.0	Federstähle	< 1500	120	130	140	0,4	0,102	0,5	0,150

Katalognummer 206274

Hinweis: f_z für a_e = 1 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ 6		∅ 8	
		[N/mm²]	min.	Start	max.	a_p max [mm]	f_z [mm/Z]	a_p max [mm]	f_z [mm/Z]
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	135	150	165	0,4	0,085	0,5	0,127
2.0	Automatenstähle	< 850	135	150	165	0,4	0,085	0,5	0,127
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	125	140	155	0,4	0,085	0,5	0,127
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	135	150	165	0,4	0,085	0,5	0,127
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	125	140	155	0,4	0,085	0,5	0,127
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	120	135	150	0,4	0,085	0,5	0,127
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	120	135	150	0,4	0,085	0,5	0,127
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	115	125	135	0,4	0,085	0,5	0,127
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	135	150	165	0,4	0,085	0,5	0,127
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	125	135	155	0,4	0,085	0,5	0,127
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	115	125	135	0,4	0,085	0,5	0,127
7.0	Nitrierstähle	< 1000	120	135	150	0,4	0,085	0,5	0,127
7.1	Nitrierstähle	> 1000	115	125	135	0,4	0,085	0,5	0,127
8.0	Werkzeugstähle	< 850	125	135	155	0,4	0,085	0,5	0,127
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	120	135	150	0,4	0,085	0,5	0,127
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	115	125	135	0,4	0,081	0,5	0,120
9.0	Schnellarbeitsst.	853 – 1200	120	135	150	0,4	0,085	0,5	0,127
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	115	125	135	0,4	0,081	0,5	0,120
12.0	Federstähle	< 1500	115	125	135	0,4	0,081	0,5	0,120



∅ 10		∅ 12		∅ 16		Kühl-Schmier-Stoff
a_p max [mm]	f_z [mm/Z]	a_p max [mm]	f_z [mm/Z]	a_p max [mm]	f_z [mm/Z]	
0,7	0,216	0,8	0,266	1,0	0,344	Emulsion
0,7	0,216	0,8	0,266	1,0	0,344	Emulsion
0,7	0,216	0,8	0,266	1,0	0,344	Emulsion
0,7	0,216	0,8	0,266	1,0	0,344	Emulsion
0,7	0,216	0,8	0,266	1,0	0,344	Emulsion
0,7	0,216	0,8	0,266	1,0	0,344	Emulsion
0,7	0,216	0,8	0,266	1,0	0,344	Emulsion
0,7	0,216	0,8	0,266	1,0	0,344	Emulsion
0,7	0,216	0,8	0,266	1,0	0,344	Emulsion
0,7	0,216	0,8	0,266	1,0	0,344	Emulsion
0,7	0,216	0,8	0,266	1,0	0,344	Emulsion
0,7	0,216	0,8	0,266	1,0	0,344	Emulsion
0,7	0,216	0,8	0,266	1,0	0,344	Emulsion
0,7	0,216	0,8	0,266	1,0	0,344	Emulsion
0,7	0,216	0,8	0,266	1,0	0,344	Emulsion
0,7	0,204	0,8	0,253	1,0	0,327	Emulsion
0,7	0,216	0,8	0,266	1,0	0,344	Emulsion
0,7	0,204	0,8	0,253	1,0	0,327	Emulsion
0,7	0,204	0,8	0,253	1,0	0,327	Emulsion



∅ 10		∅ 12		Kühl-Schmier-Stoff
a_p max [mm]	f_z [mm/Z]	a_p max [mm]	f_z [mm/Z]	
0,7	0,172	0,8	0,213	Emulsion
0,7	0,172	0,8	0,213	Emulsion
0,7	0,172	0,8	0,213	Emulsion
0,7	0,172	0,8	0,213	Emulsion
0,7	0,172	0,8	0,213	Emulsion
0,7	0,172	0,8	0,213	Emulsion
0,7	0,172	0,8	0,213	Emulsion
0,7	0,172	0,8	0,213	Emulsion
0,7	0,172	0,8	0,213	Emulsion
0,7	0,172	0,8	0,213	Emulsion
0,7	0,172	0,8	0,213	Emulsion
0,7	0,172	0,8	0,213	Emulsion
0,7	0,172	0,8	0,213	Emulsion
0,7	0,172	0,8	0,213	Emulsion
0,7	0,172	0,8	0,213	Emulsion
0,7	0,164	0,8	0,190	Emulsion
0,7	0,172	0,8	0,213	Emulsion
0,7	0,164	0,8	0,190	Emulsion
0,7	0,164	0,8	0,190	Emulsion

Tabelle 8.37 GARANT-Entgrater, Vor- und Rückwärtsviertelkreisfräser (VHM)

Katalognummer 208170; 208180

Hinweis **Werte gelten für Einsatz- bzw. Außendurchmesser der Werkzeuge**

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min. – Start – max.	∅ 6 f_z [mm/Z]	∅ 8 f_z [mm/Z]	
1.0	allg. Baustähle	< 500	45 – 65 – 75	0,014	0,018	
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	45 – 65 – 75	0,014	0,018	
2.0	Automatenstähle	< 850	45 – 65 – 75	0,014	0,018	
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	30 – 39 – 45	0,014	0,018	
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	45 – 65 – 75	0,014	0,018	
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	30 – 39 – 45	0,010	0,012	
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	30 – 39 – 45	0,010	0,012	
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	30 – 39 – 45	0,010	0,012	
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	45 – 65 – 75	0,014	0,018	
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	30 – 39 – 45	0,010	0,012	
7.0	Nitrierstähle	< 1000	30 – 39 – 45	0,010	0,012	
8.0	Werkzeugstähle	< 850	30 – 39 – 45	0,010	0,012	
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	30 – 39 – 45	0,010	0,012	
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	<700	22 – 37 – 40	0,010	0,012	
13.1	rostfr. St.-austenitisch	<700	20 – 35 – 40	0,010	0,012	
13.2	rostfr. St.-austenitisch	<700	20 – 35 – 40	0,010	0,012	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	22 – 36 – 45	0,014	0,018	
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	22 – 36 – 45	0,014	0,018	
15.2	Gusseisen (GG, GT)	> 180 HB	22 – 36 – 45	0,014	0,018	
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	22 – 36 – 45	0,014	0,018	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	150 – 230 – 300	0,015	0,020	
17.1	Al-Leg.; kurzspanend		75 – 115 – 150	0,015	0,020	
17.2	Al-Gussleg. >10% Si		40 – 70 – 120	0,015	0,020	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	38 – 60 – 75	0,014	0,018	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	38 – 60 – 75	0,014	0,018	
18.2	Messing, langspanend	< 600	38 – 60 – 75	0,014	0,018	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	38 – 60 – 75	0,014	0,018	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	38 – 58 – 75	0,014	0,018	
18.5	Bronze, langspanend	< 850	38 – 58 – 75	0,014	0,018	
20.0	Thermoplast		38 – 60 – 75	0,014	0,018	
20.1	Duroplast		35 – 50 – 70	0,014	0,018	

	∅ 10 f_z [mm/Z]	∅ 12 f_z [mm/Z]
	0,022	0,026
	0,022	0,026
	0,022	0,026
	0,022	0,026
	0,022	0,026
	0,014	0,017
	0,014	0,017
	0,014	0,017
	0,022	0,026
	0,014	0,017
	0,014	0,017
	0,014	0,017
	0,014	0,017
	0,014	0,017
	0,014	0,017
	0,014	0,017
	0,022	0,026
	0,022	0,026
	0,022	0,026
	0,022	0,026
	0,025	0,030
	0,025	0,030
	0,025	0,030
	0,022	0,026
	0,022	0,026
	0,022	0,026
	0,022	0,026
	0,022	0,026
	0,022	0,026
	0,022	0,026



Tabelle 8.38 GARANT Präzisions-Microfräser (VHM mit TiAlN)

Katalognummer 201641

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c für Faktor 1,00 [m/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	–
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	220
2.0	Automatenstähle	< 850	220
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	220
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	220
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	220
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	210
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	210
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	190
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	220
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	220
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	190
7.0	Nitrierstähle	< 1000	210
7.1	Nitrierstähle	> 1000	190
8.0	Werkzeugstähle	< 850	220
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	210
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	190
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	210
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	120
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	72
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	55
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	190
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	120
12.0	Federstähle	< 1500	190
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	95
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	95
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	95
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	75
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	82
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	–
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	–
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	–
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	–
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	82
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	82
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		–
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	360
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	360
18.2	Messing, langspanend	< 600	360
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	360
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	360
18.5	Bronze, langspanend	< 850	360
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	360
19.0	Graphit		–
20.0	Thermoplaste		360
20.1	Duroplaste		360
20.2	GFK und CFK		–

Größe	v_c-Faktor	v_c für 10.2 60-67 HRC	Vollnut	Kontur
			 $a_e = 1 \times D$ $a_p = 0,05 \times D$	 $a_e = 0,1 \times D$ $a_p = 0,1 \times D$
			Zahnvorschub	Zahnvorschub
Dc x L4		[m/min]	f_z [mm/Z]	f_z [mm/Z]
0,2x0,5	1,00	55	0,0020	0,0025
0,2x1	0,90	50	0,0018	0,0023
0,2x1,5	0,81	45	0,0016	0,0020
0,3x1	1,00	55	0,0024	0,0030
0,3x2	0,90	50	0,0022	0,0027
0,3x3	0,81	45	0,0019	0,0024
0,3x6	0,73	40	0,0017	0,0022
0,3x9	0,66	36	0,0016	0,0020
0,4x2	0,90	50	0,0023	0,0029
0,4x3	0,81	45	0,0021	0,0026
0,4x4	0,73	40	0,0018	0,0022
0,4x5	0,66	36	0,0015	0,0019
0,4x8	0,59	32	0,0013	0,0016
0,4x12	0,48	27	0,0011	0,0014
0,5x2	0,95	52	0,0030	0,0038
0,5x4	0,77	42	0,0023	0,0029
0,5x6	0,54	30	0,0017	0,0021
0,5x8	0,49	27	0,0014	0,0018
0,5x10	0,41	23	0,0012	0,0015
0,5x15	0,34	19	0,0010	0,0013
0,6x2	1,00	55	0,0042	0,0052
0,6x4	0,90	50	0,0034	0,0042
0,6x6	0,81	45	0,0030	0,0038
0,6x8	0,73	40	0,0026	0,0032
0,6x10	0,62	34	0,0022	0,0027
0,6x12	0,53	29	0,0018	0,0023
0,6x18	0,45	25	0,0016	0,0020
0,7x2	1,00	55	0,0046	0,0057
0,7x4	0,95	52	0,0041	0,0051
0,7x6	0,86	47	0,0037	0,0046
0,7x8	0,77	42	0,0031	0,0039
0,7x10	0,66	36	0,0027	0,0033
0,8x4	1,00	55	0,0050	0,0062
0,8x6	0,95	52	0,0045	0,0056
0,8x8	0,90	50	0,0040	0,0050
0,8x10	0,81	45	0,0036	0,0045
0,8x12	0,73	40	0,0033	0,0041
0,8x16	0,63	35	0,0028	0,0035
0,8x24	0,52	28	0,0024	0,0029



Größe	v_c-Faktor	v_c für 10.2 60-67 HRC	Vollnut	Kontur
			$a_e = 1 \times D$ $a_p = 0{,}05 \times D$	$a_e = 0{,}1 \times D$ $a_p = 0{,}1 \times D$
			Zahnvorschub	Zahnvorschub
Dc x L4		[m/min]	f_z [mm/Z]	f_z [mm/Z]
0,9x4	1,00	55	0,0052	0,0065
0,9x6	0,95	52	0,0047	0,0059
0,9x8	0,90	50	0,0042	0,0053
0,9x10	0,81	45	0,0038	0,0047
0,9x15	0,73	40	0,0032	0,0040
1x4	0,95	52	0,0054	0,0068
1x6	0,86	47	0,0049	0,0061
1x8	0,77	42	0,0042	0,0052
1x10	0,69	38	0,0037	0,0047
1x12	0,62	34	0,0034	0,0042
1x14	0,56	31	0,0029	0,0036
1x16	0,48	26	0,0024	0,0030
1x20	0,41	22	0,0021	0,0026
1x25	0,34	19	0,0018	0,0022
1x30	0,29	16	0,0015	0,0019
1,2x6	1,00	55	0,0088	0,0110
1,2x8	0,95	52	0,0079	0,0099
1,2x10	0,90	50	0,0071	0,0089
1,2x12	0,86	47	0,0064	0,0080
1,2x16	0,77	42	0,0058	0,0072
1,2x20	0,69	38	0,0049	0,0061
1,4x6	1,00	55	0,0094	0,0118
1,4x8	0,95	52	0,0085	0,0106
1,4x10	0,90	50	0,0076	0,0096
1,4x12	0,86	47	0,0069	0,0086
1,4x14	0,77	42	0,0062	0,0077
1,4x16	0,69	38	0,0056	0,0070
1,4x22	0,63	34	0,0047	0,0059
1,5x6	0,95	52	0,0090	0,0113
1,5x8	0,90	50	0,0081	0,0101
1,5x10	0,81	45	0,0073	0,0091
1,5x12	0,73	41	0,0065	0,0082
1,5x14	0,66	36	0,0059	0,0074
1,5x16	0,59	33	0,0053	0,0066
1,5x18	0,53	30	0,0045	0,0056
1,5x20	0,48	27	0,0038	0,0048
1,5x25	0,43	24	0,0033	0,0041
1,5x30	0,39	22	0,0028	0,0035
1,5x35	0,35	19	0,0024	0,0029
1,5x40	0,31	17	0,0020	0,0025
1,5x45	0,28	16	0,0017	0,0021

Größe	v_c-Faktor	v_c für 10.2 60-67 HRC	Vollnut	Kontur
			$a_e = 1 \times D$ $a_p = 0{,}05 \times D$	$a_e = 0{,}1 \times D$ $a_p = 0{,}1 \times D$
			Zahnvorschub	Zahnvorschub
Dc x L4		[m/min]	f_z [mm/Z]	f_z [mm/Z]
1,6x6	1,00	55	0,0104	0,0130
1,6x8	0,95	52	0,0094	0,0117
1,6x10	0,90	50	0,0084	0,0105
1,6x12	0,86	47	0,0076	0,0095
1,6x14	0,77	42	0,0068	0,0085
1,6x16	0,69	38	0,0061	0,0077
1,6x18	0,63	34	0,0055	0,0069
1,6x20	0,56	31	0,0047	0,0059
1,6x26	0,48	27	0,0040	0,0050
1,8x6	1,00	55	0,0112	0,0140
1,8x8	0,95	52	0,0101	0,0126
1,8x10	0,90	50	0,0091	0,0113
1,8x12	0,86	47	0,0082	0,0102
1,8x14	0,77	42	0,0073	0,0092
1,8x16	0,69	38	0,0066	0,0083
1,8x18	0,63	34	0,0060	0,0074
1,8x20	0,56	31	0,0054	0,0067
1,8x25	0,48	27	0,0046	0,0057
2x6	0,95	52	0,0105	0,0131
2x8	0,90	50	0,0094	0,0117
2x10	0,81	45	0,0084	0,0105
2x12	0,73	41	0,0076	0,0095
2x14	0,66	36	0,0068	0,0085
2x16	0,59	33	0,0061	0,0077
2x18	0,53	30	0,0055	0,0069
2x20	0,48	27	0,0047	0,0059
2x25	0,43	24	0,0040	0,0050
2x30	0,39	22	0,0034	0,0042
2x35	0,35	19	0,0029	0,0036
2x40	0,31	17	0,0025	0,0031
2x50	0,28	16	0,0021	0,0026
2x60	0,25	14	0,0018	0,0022
2,5x8	1,00	55	0,0128	0,0160
2,5x10	0,95	52	0,0115	0,0144
2,5x12	0,90	50	0,0104	0,0130
2,5x14	0,86	47	0,0093	0,0117
2,5x16	0,81	45	0,0084	0,0105
2,5x18	0,73	40	0,0076	0,0094
2,5x20	0,66	36	0,0068	0,0085
2,5x25	0,59	33	0,0058	0,0072
2,5x30	0,53	29	0,0049	0,0061
2,5x40	0,46	25	0,0042	0,0052
2,5x50	0,38	21	0,0036	0,0044

Tabelle 8.39 GARANT-Micro-Präzisions-Torusfräser (VHM mit TiAlN)

Katalognummer 206142; 206143; 206144; 206150; 206151; 206152; 206153

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c für Faktor 1,00 [m/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	–
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	220
2.0	Automatenstähle	< 850	220
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	220
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	220
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	220
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	210
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	210
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	190
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	220
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	220
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	190
7.0	Nitrierstähle	< 1000	210
7.1	Nitrierstähle	> 1000	190
8.0	Werkzeugstähle	< 850	220
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	210
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	190
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	210
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	120
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	72
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	55
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	190
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	120
12.0	Federstähle	< 1500	190
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	95
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	95
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	95
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	75
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	82
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	–
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	–
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	–
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	–
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	82
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	82
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		–
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	360
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	360
18.2	Messing, langspanend	< 600	360
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	360
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	360
18.5	Bronze, langspanend	< 850	360
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	360
19.0	Graphit		–
20.0	Thermoplaste		360
20.1	Duroplaste		360
20.2	GFK und CFK		–

Größe	v_c-Faktor	v_c für 10.2 60-67 HRC	Kontur	Kopieren
				
			$a_e = 0,1 \times D$ $a_p = 0,1 \times D$	$a_e = 0,05 \times D$ $a_p = 0,05 \times D$
			Zahnvorschub	Zahnvorschub
Dc x L4		[m/min]	f_z [mm/Z]	f_z [mm/Z]
0,4x1	1,00	55	0,0036	0,0048
0,4x1,5	0,95	52	0,0032	0,0043
0,4x2	0,90	50	0,0029	0,0039
0,4x3	0,81	45	0,0026	0,0035
0,4x4	0,73	40	0,0022	0,0030
0,5x1	1,00	55	0,0042	0,0056
0,5x2	0,95	52	0,0038	0,0050
0,5x3	0,86	47	0,0034	0,0045
0,5x4	0,77	42	0,0029	0,0038
0,5x5	0,66	36	0,0025	0,0033
0,5x6	0,54	30	0,0021	0,0028
0,6x2	1,00	55	0,0052	0,0069
0,6x3	0,95	52	0,0047	0,0062
0,6x4	0,90	50	0,0042	0,0056
0,6x6	0,81	45	0,0038	0,0050
0,6x8	0,73	40	0,0032	0,0043
0,7x4	0,95	52	0,0051	0,0068
0,7x6	0,86	47	0,0037	0,0049
0,8x4	1,00	55	0,0062	0,0082
0,8x6	0,95	52	0,0056	0,0074
1x2	1,00	55	0,0075	0,0100
1x4	0,95	52	0,0068	0,0090
1x6	0,86	47	0,0061	0,0081
1x8	0,77	42	0,0052	0,0069
1x10	0,69	38	0,0047	0,0063
1x12	0,62	34	0,0042	0,0056
1x16	0,48	26	0,0030	0,0040
1x20	0,41	23	0,0026	0,0035



Größe	v_c-Faktor	v_c für 10.2 60-67 HRC	Kontur	Kopieren
			$a_e = 0,1 \times D$ $a_p = 0,1 \times D$	$a_e = 0,05 \times D$ $a_p = 0,05 \times D$
			Zahnvorschub	Zahnvorschub
Dc x L4		[m/min]	f_z [mm/Z]	f_z [mm/Z]
1,2x6	1,00	**55**	0,0110	0,0146
1,2x12	0,86	**47**	0,0080	0,0106
1,2x20	0,69	**38**	0,0049	0,0065
1,5x4	1,00	**55**	0,0125	0,0166
1,5x6	0,95	**52**	0,0113	0,0150
1,5x8	0,90	**50**	0,0101	0,0135
1,5x10	0,81	**45**	0,0091	0,0121
1,5x12	0,73	**40**	0,0082	0,0109
1,5x16	0,59	**32**	0,0066	0,0078
1,5x20	0,48	**27**	0,0048	0,0064
2x4	1,00	**55**	0,0145	0,0193
2x6	0,95	**52**	0,0131	0,0174
2x8	0,90	**50**	0,0117	0,0156
2x10	0,81	**45**	0,0105	0,0140
2x12	0,73	**40**	0,0095	0,0126
2x16	0,59	**32**	0,0077	0,0102
2x20	0,48	**27**	0,0059	0,0078
2x26	0,43	**24**	0,0050	0,0067
2,5x10	0,95	**52**	0,0144	0,0192
2,5x12	0,90	**50**	0,0130	0,0173
2,5x30	0,53	**29**	0,0061	0,0081

Tabelle 8.40 GARANT-Micro-Präzisions-Radiuskopierfräser (VHM mit TiAlN)

Katalognummer 207374; 207375

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c für Faktor 1,00 [m/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	–
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	220
2.0	Automatenstähle	< 850	220
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	220
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	220
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	220
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	210
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	210
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	190
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	220
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	220
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	190
7.0	Nitrierstähle	< 1000	210
7.1	Nitrierstähle	> 1000	190
8.0	Werkzeugstähle	< 850	220
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	210
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	190
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	210
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	120
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	72
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	55
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	190
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	120
12.0	Federstähle	< 1500	190
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	95
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	95
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	95
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	75
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	82
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	–
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	–
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	–
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	–
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	82
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	82
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		–
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	360
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	360
18.2	Messing, langspanend	< 600	360
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	360
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	360
18.5	Bronze, langspanend	< 850	360
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	360
19.0	Graphit		–
20.0	Thermoplaste		360
20.1	Duroplaste		360
20.2	GFK und CFK		–

Größe Dc x L4	v_c-Faktor	v_c für 10.2 60-67 HRC [m/min]	Kopieren  $a_e = 0{,}05 \times D$ $a_p = 0{,}05 \times D$ Zahnvorschub f_z [mm/Z]
0,2x0,3	1,00	55	0,0010
0,2x0,5	0,95	52	0,0009
0,2x0,75	0,90	50	0,0008
0,2x1	0,81	45	0,0007
0,2x1,25	0,73	40	0,0006
0,2x1,5	0,66	36	0,0005
0,2x1,75	0,59	33	0,0004
0,2x2	0,53	29	0,0004
0,2x2,5	0,48	26	0,0003
0,2x3	0,41	22	0,0003
0,3x0,5	1,00	55	0,0015
0,3x0,75	0,95	52	0,0014
0,3x1	0,90	50	0,0012
0,3x1,25	0,86	47	0,0011
0,3x1,5	0,81	45	0,0010
0,3x1,75	0,77	43	0,0008
0,3x2	0,74	40	0,0007
0,3x2,25	0,70	38	0,0006
0,3x2,5	0,66	36	0,0005
0,3x2,75	0,63	35	0,0004
0,3x3	0,60	33	0,0004
0,3x3,5	0,57	31	0,0003
0,3x4	0,51	28	0,0003
0,3x4,5	0,46	25	0,0002
0,4x0,5	1,00	55	0,0020
0,4x0,75	0,95	52	0,0018
0,4x1	0,90	50	0,0016
0,4x1,5	0,81	45	0,0015
0,4x2	0,73	40	0,0012
0,4x2,5	0,66	36	0,0011
0,4x3	0,59	33	0,0009
0,4x3,5	0,53	29	0,0008
0,4x4	0,48	26	0,0006
0,4x4,5	0,43	24	0,0005
0,4x5	0,39	21	0,0005
0,4x5,5	0,35	19	0,0004
0,4x6	0,31	17	0,0003
0,5x1	1,00	55	0,0025
0,5x1,5	0,95	52	0,0023
0,5x2	0,90	50	0,0020
0,5x2,5	0,86	47	0,0018
0,5x3	0,81	45	0,0016
0,5x3,5	0,77	43	0,0014
0,5x4	0,74	40	0,0012



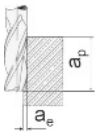
Größe	v_c-Faktor	v_c für 10.2 60-67 HRC	Kopieren	
			 $a_e = 0,05 \times D$ $a_p = 0,05 \times D$	
Dc x L4		[m/min]	Zahnvorschub f_z [mm/Z]	
0,5x4,5	0,70	**38**	0,0010	
0,5x5	0,66	**36**	0,0009	
0,5x5,5	0,63	**35**	0,0007	
0,5x6	0,57	**31**	0,0006	
0,5x7	0,51	**28**	0,0005	
0,5x8	0,46	**25**	0,0004	
0,5x9	0,41	**23**	0,0004	
0,5x10	0,37	**20**	0,0003	
0,6x1	1,00	**55**	0,0030	
0,6x1,5	0,95	**52**	0,0027	
0,6x2	0,90	**50**	0,0024	
0,6x2,5	0,86	**47**	0,0022	
0,6x3	0,81	**45**	0,0020	
0,6x3,5	0,77	**43**	0,0017	
0,6x4	0,74	**40**	0,0014	
0,6x4,5	0,70	**38**	0,0012	
0,6x5	0,66	**36**	0,0010	
0,6x5,5	0,63	**35**	0,0009	
0,6x6	0,60	**33**	0,0007	
0,6x6,5	0,57	**31**	0,0006	
0,6x7	0,54	**30**	0,0005	
0,6x7,5	0,51	**28**	0,0005	
0,6x8	0,49	**27**	0,0004	
0,6x8,5	0,46	**25**	0,0003	
0,6x9	0,44	**24**	0,0003	
0,6x9,5	0,40	**22**	0,0002	
0,6x10	0,36	**20**	0,0002	
0,6x11	0,32	**18**	0,0002	
0,6x12	0,29	**16**	0,0001	
0,8x2	1,00	**55**	0,0035	
0,8x3	0,95	**52**	0,0032	
0,8x4	0,90	**50**	0,0028	
0,8x5	0,86	**47**	0,0026	
0,8x6	0,81	**45**	0,0023	
0,8x7	0,77	**43**	0,0020	
0,8x8	0,74	**40**	0,0017	
0,8x9	0,70	**38**	0,0014	
0,8x10	0,66	**36**	0,0012	
1x2,5	1,00	**55**	0,0040	
1x3	0,96	**53**	0,0036	
1x4	0,92	**51**	0,0032	
1x5	0,88	**49**	0,0029	
1x6	0,85	**47**	0,0026	

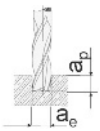
Größe	v_c-Faktor	v_c für 10.2 60-67 HRC	Kopieren	
			 $a_e = 0,05 \times D$ $a_p = 0,05 \times D$	
Dc x L4		[m/min]	Zahnvorschub f_z [mm/Z]	
1x7	0,82	**45**	0,0024	
1x8	0,78	**43**	0,0020	
1x9	0,75	**41**	0,0017	
1x10	0,70	**38**	0,0015	
1x12	0,65	**36**	0,0012	
1x14	0,60	**33**	0,0010	
1x16	0,56	**31**	0,0009	
1,2x6	1,00	**55**	0,0045	
1,2x8	0,95	**52**	0,0041	
1,2x10	0,90	**50**	0,0036	
1,2x12	0,86	**47**	0,0033	
1,2x14	0,81	**45**	0,0030	
1,2x16	0,77	**43**	0,0027	
1,4x8	1,00	**55**	0,0045	
1,4x12	0,95	**52**	0,0041	
1,4x16	0,90	**50**	0,0036	
1,5x3	1,00	**55**	0,0045	
1,5x4	0,95	**52**	0,0041	
1,5x6	0,90	**50**	0,0036	
1,5x8	0,86	**47**	0,0033	
1,5x10	0,81	**45**	0,0028	
1,5x12	0,73	**40**	0,0024	
1,5x14	0,66	**36**	0,0020	
1,5x16	0,59	**33**	0,0017	
1,6x8	1,00	**55**	0,0048	
1,6x12	0,95	**52**	0,0043	
1,6x16	0,90	**50**	0,0039	
1,8x8	1,00	**55**	0,0052	
1,8x12	0,95	**52**	0,0047	
1,8x16	0,90	**50**	0,0042	
2x3	1,00	**55**	0,0055	
2x4	0,95	**52**	0,0050	
2x6	0,90	**50**	0,0045	
2x8	0,86	**47**	0,0040	
2x10	0,81	**45**	0,0036	
2x12	0,77	**42**	0,0032	
2x14	0,74	**40**	0,0028	
2x16	0,70	**38**	0,0023	
2,5x10	1,00	**55**	0,0060	
2,5x15	0,95	**52**	0,0054	

Tabelle 8.41 GARANT Diabolo HPC-Schaftfräser / HPC-Torusfräser (VHM) Hartfräser mit spezieller Beschichtung

Katalognummer 201642; 203210; 203280; 203370; 203380; 206420; 206440; 206460; 206480







f_z für a_e bis 0,07x D bei a_p = max. 1,0–1,5xD f_z für a_e = 1 x D bei a_p = max. 0,25 x D

Katalognummer 201642; 203210; 206420

Hinweis: Für 201642 Korrekturfaktor für f_z-Werte: 0,5

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	Schnittge-schwindigkeit v_c [m/min]		Zahnvorschub f_z [mm/Z] bei Durchmesser [mm]							
		[N/mm²]	201642	203210, 206420	2–6	8	10	12	14	16	18	20
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	120	170	0,020	0,025	0,025	0,035	0,035	0,040	0,040	0,045
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	80	170	0,020	0,025	0,025	0,035	0,035	0,040	0,040	0,045
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	80	145	0,018	0,025	0,025	0,035	0,035	0,040	0,040	0,045
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	50	100	0,016	0,020	0,020	0,025	0,025	0,025	0,030	0,030
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–	170	0,020	0,025	0,025	0,035	0,035	0,040	0,040	0,045
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–	145	0,018	0,025	0,025	0,035	0,035	0,040	0,040	0,041

Katalognummer 203280; 203370; 203380; 206440; 206460; 206480

Hinweis: Für 206440 Korrekturfaktor für v_c: 0,9
Für 206460; 206480 Korrekturfaktor für v_c: 0,8
Für 203370; 203380 Korrekturfaktor für v_c: 0,6

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	Schnittge-schwindigkeit v_c [m/min]			Zahnvorschub f_z [mm/Z] bei Durchmesser [mm]										
		[N/mm²]	Min	Start	Max	bis 3	4–5	6	8	10	12	14	16	18	20	25
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	140	170	200	0,010	0,013	0,017	0,020	0,022	0,025	0,030	0,031	0,035	0,036	0,044
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	140	170	200	0,010	0,013	0,017	0,020	0,022	0,025	0,030	0,031	0,035	0,036	0,044
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	130	145	160	0,009	0,011	0,015	0,018	0,020	0,023	0,027	0,028	0,032	0,033	0,040
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	80	100	120	0,008	0,010	0,014	0,016	0,018	0,021	0,024	0,025	0,029	0,030	0,036
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	140	170	200	0,010	0,013	0,017	0,020	0,022	0,025	0,030	0,031	0,035	0,036	0,044
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	130	145	160	0,009	0,011	0,015	0,018	0,023	0,023	0,026	0,028	0,032	0,033	0,040

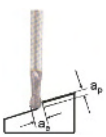
Tabelle 8.42 GARANT Diabolo HPC-Torusfräser und Radiusfräser (VHM mit TiAlN) Hartfräser mit spezieller Beschichtung

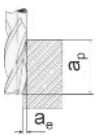
Katalognummer 206160; 206320; 206340; 206370; 207340; 207345; 207360; 207370; 207422; 207470; 207475

Vollradiusfräser

Kopieren:
f_z für a_e = 0,05 x D und a_p = 0,05 x D

Umfang
f_z für a_e = 0,2 x D und a_p = 1,0 x D







Hinweis: **Korrekturfaktor v_c für 207370: 0,9**

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min]			Zahnvorschub f_z [mm/Z] bei Durchmesser [mm]								
		[N/mm²]	Min	Start	Max	bis 2	> 2 bis 4	> 4 bis 6	> 6 bis 8	> 8 bis 10	12	14	16	20
8.2	**Werkzeugstähle**	**1100 – 1400**	160	**200**	240	0,012	0,030	0,038	0,080	0,090	0,095	0,100	0,115	0,130
10.0	**gehärtete Stähle**	**45–55 HRC**	140	**170**	200	0,006	0,025	0,055	0,070	0,080	0,090	0,095	0,100	0,120
10.1	**gehärtete Stähle**	**55–60 HRC**	120	**150**	180	0,006	0,021	0,050	0,065	0,075	0,085	0,090	0,095	0,110
10.2	**gehärtete Stähle**	**60–67 HRC**	90	**110**	130	0,005	0,019	0,048	0,060	0,070	0,080	0,085	0,090	0,100

Tabelle 8.43 GARANT VHM-Schaftfräser MTC (TiAlN beschichtet)

Katalognummer 202976; 202977; 202978; 202982

Vollnut/Tasche

Hinweis: **f_z für a_e = 1,0 x D**

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] 202976; 202977; 202978	202982	Schnitttiefe $a_{p\,max}$ [mm]	
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	160	90	1 x D	
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	160	70	1 x D	
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	135	60	1 x D	
7.1	Nitrierstähle	> 1000	115	60	1 x D	
8.0	Werkzeugstähle	< 850	160	90	1 x D	
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	115	70	1 x D	
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	115	60	1 x D	
10.0	gehärtete Stähle	44 – 55 HRC	60	45	1 x D	
10.1	gehärtete Stähle	55 – 60 HRC	40	30	0,5 x D	
10.2	gehärtete Stähle	60 – 67 HRC	25	20	0,5 x D	
12.0	Federstähle	< 1500	100	60	1 x D	

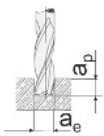
Kontur

Hinweis: **f_z für a_e = 0,3 x D**

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] 202976; 202977; 202978	202982	Schnitttiefe $a_{p\,max}$ [mm]	
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	160	90	1 x D	
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	160	70	1 x D	
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	135	60	1 x D	
7.1	Nitrierstähle	> 1000	115	60	1 x D	
8.0	Werkzeugstähle	< 850	160	90	1 x D	
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	115	70	1 x D	
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	115	60	1 x D	
10.0	gehärtete Stähle	44 – 55 HRC	60	45	1 x D	
10.1	gehärtete Stähle	55 – 60 HRC	40	30	0,5 x D	
10.2	gehärtete Stähle	60 – 67 HRC	25	20	0,5 x D	
12.0	Federstähle	< 1500	100	60	1 x D	



	Zahnvorschub f_z [mm/Z] bei Durchmesser [mm]				
	bis 4	> 4 bis 8	> 8 bis 12	> 12 bis 16	> 16 bis 20
	0,015	0,03	0,04	0,05	0,06
	0,015	0,03	0,04	0,05	0,06
	0,015	0,03	0,04	0,05	0,06
	0,015	0,03	0,04	0,05	0,06
	0,015	0,03	0,04	0,05	0,06
	0,015	0,03	0,04	0,05	0,06
	0,010	0,02	0,03	0,04	0,05
	0,010	0,02	0,03	0,04	0,05
	0,008	0,01	0,02	0,03	0,04
	0,008	0,01	0,02	0,03	0,04
	0,010	0,02	0,03	0,04	0,05



	Zahnvorschub f_z [mm/Z] bei Durchmesser [mm]				
	bis 4	> 4 bis 8	> 8 bis 12	> 12 bis 16	> 16 bis 20
	0,015	0,03	0,04	0,05	0,06
	0,015	0,03	0,04	0,05	0,06
	0,015	0,03	0,04	0,05	0,06
	0,015	0,03	0,04	0,05	0,06
	0,015	0,03	0,04	0,05	0,06
	0,015	0,03	0,04	0,05	0,06
	0,010	0,02	0,03	0,04	0,05
	0,010	0,02	0,03	0,04	0,05
	0,008	0,01	0,02	0,03	0,04
	0,008	0,01	0,02	0,03	0,04
	0,010	0,02	0,03	0,04	0,05

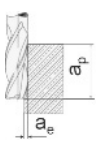


Tabelle 8.44 GARANT VHM-Stirntorusfräser HPC (TiAlN beschichtet)

Katalognummer 206276

Kopieren und Zeilenfräsen

Hinweis: f_z für $a_e = 1 \times D$

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ 6		∅ 8	
		[N/mm²]	min.	Start	max.	a_p max [mm]	f_z [mm/Z]	a_p max [mm]	f_z [mm/Z]
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	115	125	135	0,2	0,086	0,25	0,113
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	115	125	135	0,2	0,086	0,25	0,113
7.1	Nitrierstähle	> 1000	115	125	135	0,2	0,086	0,25	0,113
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	115	125	135	0,2	0,086	0,25	0,113
10.0	gehärtete Stähle	45 – 55 HRC	95	100	105	0,2	0,090	0,25	0,117
10.1	gehärtete Stähle	55 – 60 HRC	85	90	95	0,2	0,088	0,25	0,115
10.2	gehärtete Stähle	60 – 67 HRC	45	50	55	0,2	0,086	0,25	0,113
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	115	125	135	0,2	0,086	0,25	0,113
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1350	95	100	105	0,2	0,086	0,25	0,113
12.0	Federstähle	< 1500	115	125	135	0,2	0,086	0,25	0,113

Katalognummer 206278

Hinweis: f_z für $a_e = 1 \times D$

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ 6		∅ 8	
		[N/mm²]	min.	Start	max.	a_p max [mm]	f_z [mm/Z]	a_p max [mm]	f_z [mm/Z]
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	110	120	130	0,2	0,069	0,25	0,091
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	110	120	130	0,2	0,069	0,25	0,091
7.1	Nitrierstähle	> 1000	110	120	130	0,2	0,069	0,25	0,091
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	110	120	130	0,2	0,069	0,25	0,091
10.0	gehärtete Stähle	45 – 55 HRC	90	95	100	0,2	0,069	0,25	0,091
10.1	gehärtete Stähle	55 – 60 HRC	80	85	90	0,2	0,065	0,25	0,086
10.2	gehärtete Stähle	60 – 67 HRC	40	45	50	0,2	0,062	0,25	0,082
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	110	120	130	0,2	0,069	0,25	0,091
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1350	90	95	100	0,2	0,069	0,25	0,091
12.0	Federstähle	< 1500	110	120	130	0,2	0,069	0,25	0,091

Katalognummer 206277

Hinweis: f_z für $a_e = 1 \times D$

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ 6		∅ 8	
		[N/mm²]	min.	Start	max.	a_p max [mm]	f_z [mm/Z]	a_p max [mm]	f_z [mm/Z]
10.0	gehärtete Stähle	45 – 55 HRC	115	120	125	0,2	0,20	0,25	0,30
10.1	Schnellarbeitsst.	55 – 60 HRC	65	70	75	0,3	0,15	0,25	0,20
10.2	Schnellarbeitsst.	60 – 67 HRC	55	60	65	0,2	0,11	0,25	0,15



∅ 10		∅ 12		∅ 16		Kühl-Schmier-Stoff
a_p max [mm]	f_z [mm/Z]	a_p max [mm]	f_z [mm/Z]	a_p max [mm]	f_z [mm/Z]	
0,3	0,156	0,4	0,174	0,5	0,227	Emulsion
0,3	0,156	0,4	0,174	0,5	0,227	Emulsion
0,3	0,156	0,4	0,174	0,5	0,227	Emulsion
0,3	0,156	0,4	0,174	0,5	0,227	Emulsion
0,3	0,160	0,4	0,178	0,5	0,232	trocken
0,3	0,158	0,4	0,176	0,5	0,229	trocken
0,3	0,156	0,4	0,174	0,5	0,227	trocken
0,3	0,156	0,4	0,174	0,5	0,227	Emulsion
0,3	0,156	0,4	0,174	0,5	0,227	Emulsion
0,3	0,156	0,4	0,174	0,5	0,227	Emulsion



∅ 10		∅ 12		Kühl-Schmier-Stoff
a_p max [mm]	f_z [mm/Z]	a_p max [mm]	f_z [mm/Z]	
0,3	0,125	0,4	0,139	Emulsion
0,3	0,125	0,4	0,139	Emulsion
0,3	0,125	0,4	0,139	Emulsion
0,3	0,125	0,4	0,139	Emulsion
0,3	0,125	0,4	0,139	trocken
0,3	0,116	0,4	0,130	trocken
0,3	0,113	0,4	0,125	trocken
0,3	0,125	0,4	0,139	Emulsion
0,3	0,125	0,4	0,139	Emulsion
0,3	0,125	0,4	0,139	Emulsion

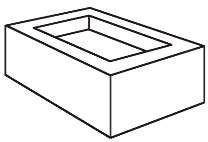


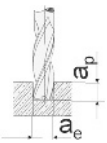
∅ 10		∅ 12		Kühl-Schmier-Stoff
a_p max [mm]	f_z [mm/Z]	a_p max [mm]	f_z [mm/Z]	
0,3	0,30	0,375	0,40	trocken
0,3	0,25	0,375	0,30	trocken
0,3	0,19	0,375	0,23	trocken

Tabelle 8.45 GARANT HPC-Schaft- und Torusfräser (VHM, TiAlN, TiSi beschichtet)

Katalognummer 201644; 202380; 202990; 202995; 203000; 203001; 203002; 203004; 206350







Hinweis. f_z für a_e = 1 x D
Faktor für f_z-Werte beim Besäumen: 1,3

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min]	Schnitttiefe $a_{p\,max}$ [mm]	Zahnvorschub f_z [mm/Z] bei Durchmesser [mm] > 2 bis 4	> 4 bis 8	> 8 bis 12	> 12 bis 16	> 16 bis 25
1.0	allg. Baustähle	< 500	250	1 x D	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	230	1 x D	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
2.0	Automatenstähle	< 850	230	1 x D	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	200	1 x D	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	180	1 x D	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	180	1 x D	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	170	1 x D	0,015	0,030	0,05	0,06	0,08
5.0	unleg. Einsatzst.	< 750	230	1 x D	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12
7.0	Nitrierstähle	< 1000	180	1 x D	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
7.1	Nitrierstähle	> 1000	170	1 x D	0,015	0,030	0,05	0,06	0,08
8.1	Werkzeugstähle	< 700	180	1,5 x D	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
8.2	Werkzeugstähle	< 700	170	1,5 x D	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	120	1 x D	0,012	0,025	0,04	0,05	0,07
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	100	1 x D	0,012	0,025	0,04	0,05	0,07
13.2	rostf. St.-austenitisch	< 850	90	1 x D	0,012	0,025	0,04	0,05	0,07
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	80	1 x D	0,012	0,025	0,04	0,05	0,07
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	30	0,5 x D	0,010	0,020	0,03	0,04	0,05
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	70	1 x D	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	60	1 x D	0,015	0,030	0,05	0,06	0,08
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	280	1 x D	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	350	1 x D	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12
18.2	Messing, langspanend	< 600	300	1 x D	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	280	1 x D	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12
18.5	Bronze, langspanend	< 850	240	1 x D	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12

Tabelle 8.46 GARANT HPC-Torusfräser (VHM, TiAlN beschichtet)

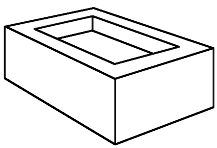
Katalognummer **203005; 203010, 203020**

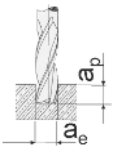






Vollnut/Tasche





Hinweis: f_z **für** a_e **= 1 x D**
Faktor für f_z**-Werte beim Besäumen: 1,2**

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	Schnitt-geschwindigkeit v_c [m/min]			Schnitttiefe $a_{p\,max}$ [mm]	Zahnvorschub f_z [mm/Z] bei Durchmesser [mm]				
		[N/mm²]	203005	203010	203020		bis 4	> 4 bis 8	> 8 bis 12	> 12 bis 16	> 16 bis 20
1.0	allg. Baustähle	< 500	210	100	120	1 x D	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	195	90	110	1 x D	0,020	0,040	0,060	0,080	0,100
2.0	Automatenstähle	< 850	195	90	110	1 x D	0,020	0,040	0,060	0,080	0,100
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	170	80	100	1 x D	0,020	0,040	0,060	0,080	0,100
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	150	70	90	1 x D	0,020	0,040	0,060	0,080	0,100
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	150	70	90	1 x D	0,020	0,040	0,060	0,080	0,100
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	145	65	80	1 x D	0,015	0,030	0,050	0,060	0,080
5.0	unleg. Einsatzst.	< 750	195	90	110	1 x D	0,025	0,045	0,070	0,100	0,120
7.0	Nitrierstähle	< 1000	150	70	90	1 x D	0,020	0,040	0,060	0,080	0,100
7.1	Nitrierstähle	> 1000	145	65	80	1 x D	0,015	0,030	0,050	0,060	0,080
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	150	70	90	1,5 x D	0,020	0,040	0,060	0,080	0,100
8.2	Werkzeugstähle	1100–1400	145	65	80	1,5 x D	0,020	0,040	0,060	0,080	0,100
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	100	50	60	1 x D	0,014	0,030	0,050	0,070	0,080
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	90	45	55	1 x D	0,012	0,025	0,040	0,050	0,070
13.2	rostf. St.-austenitisch	< 850	85	45	55	1 x D	0,012	0,025	0,040	0,050	0,070
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	75	40	45	1 x D	0,012	0,025	0,040	0,050	0,070
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	30	20	25	0,5 x D	0,010	0,028	0,018	0,040	0,050
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	40	20	25	1 x D	0,012	0,040	0,025	0,050	0,070
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	50	30	35	1 x D	0,012	0,032	0,020	0,045	0,060

Tabelle 8.47 GARANT VHM-Schruppfräser mit 45°-Spirale MTC (TiAlN beschichtet)

Katalognummer 205712

Schruppen Vollnut/Tasche

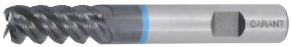
Hinweis: **f_z für a_e = 1,0 x D und a_p = 1 x D**

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min. – Start – max.	∅6 z = 4 f_z [mm/Z]	∅8 z = 4 f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	160 – **180** – 200	0,030	0,050
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	150 – **170** – 190	0,030	0,050
2.0	Automatenstähle	< 850	150 – **170** – 190	0,030	0,050
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	150 – **170** – 190	0,028	0,040
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	150 – **170** – 190	0,030	0,050
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	140 – **170** – 190	0,028	0,040
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	120 – **140** – 160	0,018	0,020
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	110 – **140** – 160	0,018	0,020
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	150 – **170** – 200	0,030	0,050
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	150 – **170** – 190	0,028	0,040
8.0	Werkzeugstähle	< 850	150 – **170** – 190	0,028	0,040
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	110 – **140** – 160	0,018	0,020
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	70 – **100** – 120	0,018	0,028
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	70 – **100** – 120	0,018	0,028
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	70 – **100** – 120	0,018	0,028
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	60 – **80** – 100	0,014	0,022

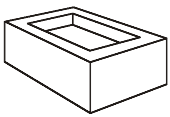
Schlicht- und Umfangsfräsen

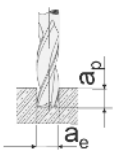
Hinweis: **f_z für a_e = 0,5 x D und a_p = 1xD**

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min. – Start – max.	∅6 z = 4 f_z [mm/Z]	∅8 z = 4 f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	160 – **180** – 200	0,040	0,060
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	150 – **170** – 190	0,040	0,060
2.0	Automatenstähle	< 850	150 – **170** – 190	0,040	0,060
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	150 – **170** – 190	0,030	0,050
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	150 – **170** – 190	0,040	0,060
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	140 – **170** – 190	0,030	0,050
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	120 – **140** – 160	0,030	0,040
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	110 – **140** – 160	0,030	0,040
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	150 – **170** – 200	0,040	0,060
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	150 – **170** – 190	0,030	0,050
8.0	Werkzeugstähle	< 850	150 – **170** – 190	0,030	0,050
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	110 – **140** – 160	0,030	0,040
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	70 – **100** – 120	0,030	0,040
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	70 – **100** – 120	0,030	0,040
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	70 – **100** – 120	0,030	0,040
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	50 – **80** – 100	0,020	0,030

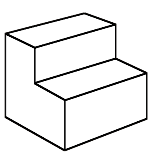


∅ 10 z = 4 f_z [mm/Z]	∅ 12 z = 4 f_z [mm/Z]	∅ 16 z = 5 f_z [mm/Z]	∅ 20 z = 5 f_z [mm/Z]
0,060	0,070	0,090	0,110
0,060	0,070	0,090	0,110
0,060	0,070	0,090	0,110
0,050	0,060	0,080	0,100
0,060	0,070	0,090	0,110
0,050	0,060	0,080	0,100
0,030	0,040	0,050	0,070
0,030	0,040	0,050	0,070
0,060	0,070	0,090	0,110
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,030	0,040	0,050	0,070
0,030	0,040	0,050	0,070
0,030	0,040	0,050	0,070
0,030	0,040	0,050	0,070
0,025	0,030	0,040	0,050





∅ 10 z = 4 f_z [mm/Z]	∅ 12 z = 4 f_z [mm/Z]	∅ 16 z = 5 f_z [mm/Z]	∅ 20 z = 5 f_z [mm/Z]
0,070	0,080	0,100	0,120
0,070	0,080	0,100	0,120
0,070	0,080	0,100	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,070	0,080	0,100	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,050	0,060	0,070	0,090
0,050	0,060	0,070	0,090
0,070	0,080	0,100	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,050	0,060	0,070	0,090
0,050	0,060	0,070	0,090
0,050	0,060	0,070	0,090
0,050	0,060	0,070	0,090
0,040	0,050	0,060	0,080



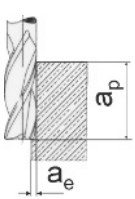


Tabelle 8.48 GARANT VHM-Vollradiusfräser HPC (TiAlN beschichtet)

Katalognummer 207477; 207478

HSC Schlichten Kopieren

Hinweis: **f_z für a_e = 0,05 x D und a_p = 0,05 x D**

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	∅2 f_z [mm/Z]	∅4 f_z [mm/Z]	∅6 f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	230	250	270	0,007	0,013	0,019
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	210	230	250	0,007	0,013	0,019
2.0	Automatenstähle	< 850	210	230	250	0,007	0,013	0,019
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	180	200	220	0,007	0,013	0,019
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	210	230	250	0,007	0,013	0,019
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	180	200	220	0,007	0,013	0,019
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	140	160	180	0,007	0,013	0,019
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	140	160	180	0,007	0,013	0,019
4.1	leg. Vergütungsst.	850 – 1000		–		–	–	–
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	210	230	250	0,007	0,013	0,019
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	180	200	220	0,007	0,013	0,019
6.1	leg. Einsatzst.	< 1000		–		–	–	–
7.0	Nitrierstähle	< 1000	140	160	180	0,007	0,013	0,019
7.1	Nitrierstähle	> 1000		–		–	–	–
8.0	Werkzeugstähle	< 850	180	200	220	0,007	0,013	0,019
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	140	160	180	0,007	0,013	0,019
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400		–		–	–	–
9.0	Schnellarbeitsstelle	830 – 1200		–		–	–	–
10.0	gehärtete Stähle	45 – 55 HRC		–		–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55 – 60 HRC		–		–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60 – 67 HRC		–		–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350		–		–	–	–
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–		–	–	–
12.0	Federstähle	< 1500		–		–	–	–
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	85	95	105	0,007	0,013	0,019
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	85	95	105	0,007	0,013	0,019
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	85	95	105	0,007	0,013	0,019
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	75	85	95	0,007	0,013	0,019





∅ 8 f_z [mm/Z]	∅ 10 f_z [mm/Z]	∅ 12 f_z [mm/Z]	∅ 16 f_z [mm/Z]	∅ 20 f_z [mm/Z]	Kühl-Schmier-Stoff
0,028	0,036	0,051	0,068	0,084	Emulsion
0,028	0,036	0,051	0,068	0,084	Emulsion
0,028	0,036	0,051	0,068	0,084	Emulsion
0,028	0,036	0,051	0,068	0,084	Emulsion
0,028	0,036	0,051	0,068	0,084	Emulsion
0,028	0,036	0,051	0,068	0,084	Emulsion
0,028	0,036	0,051	0,068	0,084	Emulsion
0,028	0,036	0,051	0,068	0,084	Emulsion
–	–	–	–	–	–
0,028	0,036	0,051	0,068	0,084	Emulsion
0,028	0,036	0,051	0,068	0,084	Emulsion
–	–	–	–	–	–
0,028	0,036	0,051	0,068	0,084	Emulsion
–	–	–	–	–	–
0,028	0,036	0,051	0,068	0,084	Emulsion
0,028	0,036	0,051	0,068	0,084	Emulsion
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
0,028	0,036	0,051	0,068	0,084	Emulsion
0,028	0,036	0,051	0,068	0,084	Emulsion
0,028	0,036	0,051	0,068	0,084	Emulsion
0,028	0,036	0,051	0,068	0,084	Emulsion

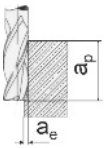
Tabelle 8.49 GARANT VHM-Schaftfräser MTC (TiAlN beschichtet)

Katalognummer 203078

Schruppen Kontur (Besäumen)

Hinweis: f_z für $a_{e\ max}$ = 0,5 x D und $a_{p\ max}$ = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	∅ 6 bis ∅ 8 f_z f_z (mm/Z)	
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	100	120	130	0,025	
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	100	120	130	0,025	
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	100	120	130	0,025	
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	80	100	110	0,025	
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–		–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB		–		–	
15.1	Gusseisen (GG)	< 180 HB		–		–	
15.2	Gusseisen (GG)	< 180 HB		–		–	
15.3	Gusseisen (GG)	< 260 HB		–		–	
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	60	80	100	0,040	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	60	80	100	0,040	





	> ∅ 8 bis ∅ 12 f_z f_z (mm/Z)	> ∅ 12 bis ∅ 16 f_z f_z (mm/Z)	> ∅ 16 bis ∅ 20 f_z f_z (mm/Z)	Kühl-Schmier-Stoff
	0,040	0,050	0,070	Emulsion
	0,040	0,050	0,070	Emulsion
	0,040	0,050	0,070	Emulsion
	0,040	0,050	0,070	Emulsion
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	0,060	0,080	0,100	Emulsion
	0,060	0,080	0,100	Emulsion

Tabelle 8.50 GARANT VHM-Schruppfräser MTC mit 45°-Spirale (TiAlN beschichtet)

Katalognummer 205713

Schruppen und Vollnut/Tasche

Hinweis: **f_z für a_e = 1,0 x D und $a_{p\ max}$ = 0,5 x D**

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	∅6 z = 4 f_z [mm/Z]	∅8 z = 4 f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	100	120	140	0,030	0,050
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	90	105	120	0,030	0,050
2.0	Automatenstähle	< 850	90	105	120	0,030	0,050
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	80	105	120	0,028	0,040
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	90	105	120	0,030	0,050
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	80	105	120	0,028	0,040
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	55	70	80	0,018	0,020
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	55	70	80	0,018	0,020
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	90	105	120	0,030	0,050
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	80	100	120	0,028	0,040
8.0	Werkzeugstähle	< 850	80	100	120	0,028	0,040
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	55	70	80	0,018	0,020
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	40	50	60	0,015	0,020
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	70	90	110	0,030	0,050
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	70	90	100	0,030	0,050
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	70	90	110	0,030	0,050
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	65	85	100	0,030	0,050
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	40	55	70	0,018	0,022
16.1	Titan, Titanlegierungen	> 850 – 1200	40	50	60	0,015	0,020

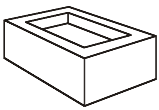
Schlicht und Umfangsfräsen

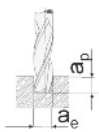
Hinweis: **f_z für a_e = 0,5 x D und $a_{p\ max}$ = 1,0 x D**

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	∅6 z = 4 f_z [mm/Z]	∅8 z = 4 f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	100	120	140	0,040	0,060
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	90	105	120	0,040	0,060
2.0	Automatenstähle	< 850	90	105	120	0,040	0,060
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	80	105	120	0,030	0,050
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	90	105	120	0,040	0,060
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	80	100	120	0,030	0,050
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	55	70	80	0,030	0,040
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	55	70	80	0,030	0,040
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	90	105	120	0,040	0,060
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	80	100	120	0,030	0,050
8.0	Werkzeugstähle	< 850	80	100	120	0,030	0,050
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	55	70	80	0,030	0,040
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	40	50	60	0,020	0,025
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	70	90	110	0,040	0,060
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	70	90	100	0,040	0,060
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	70	90	110	0,040	0,060
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	65	85	100	0,040	0,060
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	40	55	70	0,022	0,028
16.1	Titan, Titanlegierungen	> 850 – 1200	40	50	60	0,020	0,025

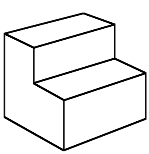


∅ 10 z = 4 f_z [mm/Z]	∅ 12 z = 4 f_z [mm/Z]	∅ 16 z = 4 f_z [mm/Z]	∅ 20 z = 4 f_z [mm/Z]	∅ 25 z = 4 f_z [mm/Z]
0,060	0,070	0,090	0,110	0,110
0,060	0,070	0,090	0,110	0,110
0,060	0,070	0,090	0,110	0,110
0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
0,060	0,070	0,090	0,110	0,110
0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
0,030	0,040	0,050	0,070	0,070
0,030	0,040	0,050	0,070	0,070
0,060	0,070	0,090	0,110	0,110
0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
0,030	0,040	0,050	0,070	0,070
0,025	0,035	0,045	0,055	0,055
0,060	0,070	0,090	0,110	0,110
0,060	0,070	0,090	0,110	0,110
0,060	0,070	0,090	0,110	0,110
0,060	0,070	0,090	0,110	0,110
0,028	0,040	0,050	0,060	0,060
0,025	0,035	0,045	0,055	0,055





∅ 10 z = 4 f_z [mm/Z]	∅ 12 z = 4 f_z [mm/Z]	∅ 16 z = 4 f_z [mm/Z]	∅ 20 z = 4 f_z [mm/Z]	∅ 25 z = 4 f_z [mm/Z]
0,070	0,080	0,100	0,120	0,120
0,070	0,080	0,100	0,120	0,120
0,070	0,080	0,100	0,120	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
0,070	0,080	0,100	0,120	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
0,050	0,060	0,070	0,090	0,090
0,050	0,060	0,070	0,090	0,090
0,070	0,080	0,100	0,120	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
0,050	0,060	0,070	0,090	0,090
0,030	0,040	0,050	0,060	0,060
0,070	0,080	0,100	0,120	0,120
0,070	0,080	0,100	0,120	0,120
0,070	0,080	0,100	0,120	0,120
0,070	0,080	0,100	0,120	0,120
0,035	0,045	0,055	0,065	0,065
0,030	0,040	0,050	0,060	0,060



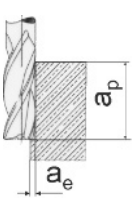


Tabelle 8.51 GARANT VHM-Stirntorusfräser HPC (TiAlN beschichtet)

Katalognummer 206279

Kopieren und Zeilenfräsen

Hinweis: f_z für a_e = 1 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ 6		∅ 8	
		[N/mm²]	min.	Start	max.	a_p max [mm]	f_z [mm/Z]	a_p max [mm]	f_z [mm/Z]
16.0	Titan, Titanlegierungen	<850	40	45	50	0,32	0,250	0,42	0,350
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	40	45	50	0,32	0,250	0,42	0,350

Tabelle 8.52 GARANT VHM-Torusfräser HPC (TiAlN beschichtet)

Katalognummer 206355

Kopieren

f_z für a_e = 0,05 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			a_p	∅ 4 f_z	∅ 5 f_z	∅ 6 f_z
		[N/mm²]	min.	Start	max.		f_z (mm/Z)	f_z (mm/Z)	f_z (mm/Z)
1.0	allg. Baustähle	< 500	230	250	270	0,05 x D	0,016	0,024	0,030
5.0	unleg. Einsatzst.	< 750	210	230	250	0,05 x D	0,016	0,024	0,030
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	100	120	150	0,05 x D	0,016	0,024	0,030
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	90	100	140	0,05 x D	0,014	0,020	0,025
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	70	90	110	0,05 x D	0,014	0,020	0,025
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	65	80	100	0,05 x D	0,012	0,018	0,020
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	25	30	35	0,05 x D	0,080	0,014	0,016
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	50	55	60	0,05 x D	0,016	0,024	0,030
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	50	55	60	0,05 x D	0,016	0,024	0,030

Umfangsfräsen

f_z für a_p = 0,3 x D

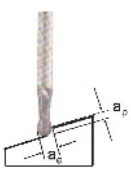
Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			a_p	∅ 4 f_z	∅ 5 f_z	∅ 6 f_z
		[N/mm²]	min.	Start	max.		f_z (mm/Z)	f_z (mm/Z)	f_z (mm/Z)
1.0	allg. Baustähle	< 500	230	250	270	0,5 x D	0,014	0,018	0,022
5.0	unleg. Einsatzst.	< 750	210	230	250	0,5 x D	0,014	0,018	0,022
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	100	120	150	0,5 x D	0,014	0,018	0,022
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	90	100	140	0,5 x D	0,012	0,016	0,020
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	70	90	110	0,5 x D	0,012	0,016	0,020
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	65	80	100	0,5 x D	0,010	0,012	0,016
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	25	30	35	0,2 x D	0,070	0,090	0,012
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	50	55	60	0,5 x D	0,014	0,018	0,022
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	50	55	60	0,5 x D	0,014	0,018	0,022



∅ 10		∅ 12		Kühl-Schmier-Stoff
a_p max [mm]	f_z [mm/Z]	a_p max [mm]	f_z [mm/Z]	
0,53	0,500	0,63	0,650	Emulsion
0,53	0,500	0,63	0,650	Emulsion



∅ 8 f_z f_z (mm/Z)	∅ 10 f_z f_z (mm/Z)	∅ 12 f_z f_z (mm/Z)	∅ 16 f_z f_z (mm/Z)	∅ 20 f_z f_z (mm/Z)
0,032	0,043	0,060	0,072	0,096
0,032	0,043	0,060	0,072	0,096
0,032	0,043	0,060	0,072	0,096
0,028	0,040	0,055	0,070	0,090
0,028	0,040	0,055	0,070	0,090
0,025	0,035	0,050	0,065	0,085
0,020	0,028	0,040	0,055	0,075
0,032	0,035	0,048	0,060	0,077
0,032	0,035	0,048	0,060	0,077



∅ 8 f_z f_z (mm/Z)	∅ 10 f_z f_z (mm/Z)	∅ 12 f_z f_z (mm/Z)	∅ 16 f_z f_z (mm/Z)	∅ 20 f_z f_z (mm/Z)
0,024	0,032	0,044	0,054	0,070
0,024	0,032	0,044	0,054	0,070
0,024	0,032	0,044	0,054	0,070
0,022	0,030	0,040	0,050	0,065
0,022	0,030	0,040	0,050	0,065
0,020	0,025	0,035	0,045	0,060
0,014	0,020	0,028	0,035	0,050
0,024	0,030	0,030	0,040	0,058
0,024	0,029	0,036	0,045	0,058

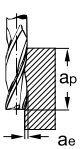
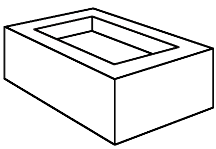


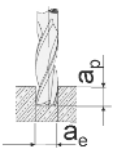
Tabelle 8.53 GARANT VHM-Schruppfräser MTC

Katalognummer 202390



Schruppen Vollnut/Tasche



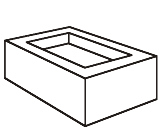


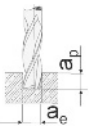
Hinweis. **f_z für a_e = 1 x D**
Faktor für f_z-Werte beim Besäumen: 1,2

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min]	Schnitttiefe $a_{p\,max}$ [mm]	Zahnvorschub f_z [mm/Z] bei Durchmesser [mm] 1 bis 1.5	> 1,5 bis 4	> 4 bis 8	> 8 bis 12	> 12 bis 16	> 16 bis 20
1.0	allg. Baustähle	< 500	250	1 x D	0,015	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	220	1 x D	0,010	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
2.0	Automatenstähle	< 850	220	1 x D	0,010	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	200	1 x D	0,010	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	190	1 x D	0,010	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	190	1 x D	0,010	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	170	1 x D	0,008	0,015	0,030	0,05	0,06	0,08
5.0	unleg. Einsatzst.	< 750	220	1 x D	0,010	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
7.0	Nitrierstähle	< 1000	190	1 x D	0,010	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
7.1	Nitrierstähle	> 1000	170	1 x D	0,008	0,015	0,030	0,05	0,06	0,08
8.1	Werkzeugstähle	850–1100	190	1 x D	0,010	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
8.2	Werkzeugstähle	1100–1400	170	1 x D	0,010	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	130	1 x D	0,006	0,012	0,025	0,04	0,05	0,07
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	120	1 x D	0,006	0,012	0,025	0,04	0,05	0,07
13.2	rostf. St.-austenitisch	< 850	130	1 x D	0,006	0,012	0,025	0,04	0,05	0,07
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	100	1 x D	0,006	0,012	0,025	0,04	0,05	0,07
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	30	0,5 x D	0,005	0,010	0,020	0,03	0,04	0,05
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	200	1 x D	0,015	0,012	0,025	0,04	0,05	0,07
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	160	1 x D	0,010	0,012	0,025	0,04	0,05	0,07
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	190	1 x D	0,010	0,012	0,025	0,04	0,05	0,07
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	170	1 x D	0,010	0,012	0,025	0,04	0,05	0,07
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	80	1 x D	0,010	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	60	1 x D	0,008	0,015	0,030	0,05	0,06	0,08
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	280	1 x D	0,015	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	350	1 x D	0,015	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12
18.2	Messing, langspanend	< 600	300	1 x D	0,015	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	280	1 x D	0,015	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12
18.5	Bronze, langspanend	< 850	240	1 x D	0,015	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12

Tabelle 8.54 GARANT VHM-Schruppfräser HPC (TiAlN beschichtet)

Katalognummer 203031; 203033, 203041; 203043; 203081







Hinweis: **für 203031; 203033:** f_z **für** $a_{e\,max} = 1{,}0 \times D$ **und** $a_{p\,max} = 1{,}5 \times D$
für 203041; 203043; 203081: f_z **für** $a_{e\,max} = 1{,}0 \times D$ **und** $a_{p\,max} = 1{,}0 \times D$

Faktor für f_z-Werte beim Besäumen: 1,3

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	Schnittge-schwindigkeit	Zahnvorschub f_z [mm/Z] bei Durchmesser [mm]					
			v_c		> 4	> 8	> 12	> 16	> 20
		[N/mm²]	[m/min]	bis 4	bis 8	bis 12	bis 16	bis 20	bis 25
1.0	allg. Baustähle	< 500	250	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12	0,14
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	230	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10	0,12
2.0	Automatenstähle	< 850	260	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12	0,14
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	180	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10	0,12
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	190	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10	0,12
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	180	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10	0,12
5.0	unleg. Einsatzst.	< 750	200	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12	0,14
7.0	Nitrierstähle	< 1000	190	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10	0,12
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	180	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10	0,12
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	90	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10	0,12
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	80	0,015	0,028	0,04	0,06	0,08	0,10
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	70	0,015	0,028	0,04	0,06	0,08	0,10
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	50	0,012	0,025	0,04	0,05	0,07	0,09
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	200	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12	0,14
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	120	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10	0,12
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	190	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10	0,12
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	150	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10	0,12

Tabelle 8.55 GARANT VHM-Schruppfräser MTC (TiAlN beschichtet)

Katalognummer 203046; 205718

Schruppen und Vollnut/Tasche

Hinweis: **für 203046; f_z für a_e = 1,0 x D und a_p = 0,7 x D Korrekturfaktor f_z 1,3**
für 205718; f_z für a_e = 1,0 x D und a_p = 0,75 x D (für Ø 6); a_p = 1,0 x D (ab Ø 8)

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	∅6 z=4 f_z [mm/Z]	∅8 z=4 f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	100	125	140	0,022	0,030
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	80	95	120	0,022	0,030
2.0	Automatenstähle	< 850	80	95	120	0,022	0,030
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	80	90	110	0,022	0,030
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	70	90	110	0,022	0,030
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	70	85	100	0,022	0,030
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	60	80	100	0,022	0,030
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	60	80	100	0,022	0,030
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	60	70	90	0,022	0,030
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	80	95	120	0,022	0,030
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	70	85	100	0,022	0,030
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	60	70	90	0,022	0,030
8.0	Werkzeugstähle	< 850	70	90	110	0,022	0,030
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	60	80	100	0,022	0,030
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	60	70	90	0,022	0,030
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	40	50	60	0,022	0,030
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	40	50	60	0,022	0,030
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	40	50	60	0,022	0,030
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	25	35	50	0,022	0,030
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	80	95	120	0,022	0,030
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	60	85	110	0,022	0,030
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	60	85	110	0,022	0,030
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	60	85	110	0,022	0,030

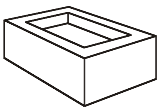
Schlicht und Umfangsfräsen

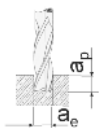
Hinweis: **f_z für a_e = 0,3 x D und $a_{p\,max}$ = 1,0 x D**
für 203046: Korrekturfaktor f_z 1,4

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	∅6 z=4 f_z [mm/Z]	∅8 z=4 f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	100	125	140	0,024	0,040
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	80	95	120	0,024	0,040
2.0	Automatenstähle	< 850	80	90	120	0,024	0,040
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	80	90	110	0,024	0,040
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	70	90	110	0,024	0,040
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	70	85	100	0,024	0,040
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	60	80	100	0,024	0,040
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	60	80	100	0,024	0,040
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	60	70	90	0,024	0,040
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	80	95	120	0,024	0,040
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	70	85	100	0,024	0,040
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	60	70	90	0,024	0,040
8.0	Werkzeugstähle	< 850	70	90	110	0,024	0,040
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	60	80	100	0,024	0,040
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	60	70	90	0,024	0,040
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	40	50	60	0,024	0,040
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	40	50	60	0,024	0,040
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	40	50	60	0,024	0,040
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	25	35	50	0,024	0,040
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	80	95	120	0,024	0,040
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	60	85	110	0,024	0,040
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	60	85	110	0,024	0,040
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	60	85	110	0,024	0,040

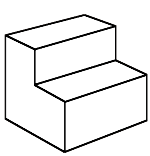


∅ 10 z = 4 f_z [mm/Z]	∅ 12 z = 4 f_z [mm/Z]	∅ 16 z = 5 f_z [mm/Z]	∅ 20 z = 5 f_z [mm/Z]
0,040	0,050	0,065	0,080
0,040	0,050	0,065	0,080
0,040	0,050	0,065	0,080
0,040	0,050	0,065	0,080
0,040	0,050	0,065	0,080
0,040	0,050	0,065	0,080
0,040	0,050	0,065	0,080
0,040	0,050	0,065	0,080
0,040	0,050	0,065	0,080
0,040	0,050	0,065	0,080
0,040	0,050	0,065	0,080
0,040	0,050	0,065	0,080
0,040	0,050	0,065	0,080
0,040	0,050	0,065	0,080
0,040	0,050	0,065	0,080
0,040	0,050	0,065	0,080
0,040	0,050	0,065	0,080
0,040	0,050	0,065	0,080
0,040	0,050	0,065	0,080
0,040	0,050	0,065	0,080
0,040	0,050	0,065	0,080
0,040	0,050	0,065	0,080
0,040	0,050	0,065	0,080
0,040	0,050	0,065	0,080





∅ 10 z = 4 f_z [mm/Z]	∅ 12 z = 4 f_z [mm/Z]	∅ 16 z = 4 f_z [mm/Z]	∅ 20 z = 5 f_z [mm/Z]
0,048	0,056	0,072	0,096
0,048	0,056	0,072	0,096
0,048	0,056	0,072	0,096
0,048	0,056	0,072	0,096
0,048	0,056	0,072	0,096
0,048	0,056	0,072	0,096
0,048	0,056	0,072	0,096
0,048	0,056	0,072	0,096
0,048	0,056	0,072	0,096
0,048	0,056	0,072	0,096
0,048	0,056	0,072	0,096
0,048	0,056	0,072	0,096
0,048	0,056	0,072	0,096
0,048	0,056	0,072	0,096
0,048	0,056	0,072	0,096
0,048	0,056	0,072	0,096
0,048	0,056	0,072	0,096
0,048	0,056	0,072	0,096
0,048	0,056	0,072	0,096
0,048	0,056	0,072	0,096
0,048	0,056	0,072	0,096
0,048	0,056	0,072	0,096
0,048	0,056	0,072	0,096
0,048	0,056	0,072	0,096



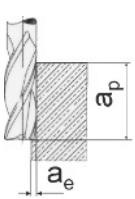
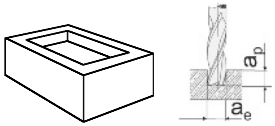


Tabelle 8.56 GARANT VHM-Schruppfräser MTC (TiAlN beschichtet)

Katalognummer **203050; 203060; 203065**



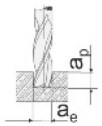


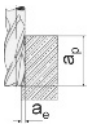
Hinweis: f_z **für** a_e **= 1,0 x D und** $a_{p\,max}$ **= 1,5 x D**
Faktor für f_z**-Werte beim Besäumen: 1,3**

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	Schnittgeschwindigkeit v_c	Zahnvorschub f_z [mm/Z] bei Durchmesser [mm]				
				3	5	10	14	18
		[N/mm²]	[m/min]	bis 4	bis 8	bis 12	bis 16	bis 20
1.0	allg. Baustähle	< 500	230 – **250** – 270	0,055	0,065	0,080	0,120	0,140
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	210 – **230** – 250	0,045	0,055	0,070	0,100	0,120
2.0	Automatenstähle	< 850	240 – **260** – 280	0,055	0,065	0,080	0,120	0,140
2.1	Automatenstähle	850–1000	220 – **240** – 260	0,045	0,055	0,070	0,100	0,120
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	180 – **200** – 220	0,045	0,055	0,070	0,100	0,120
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	180 – **200** – 220	0,045	0,055	0,070	0,100	0,120
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	170 – **190** – 210	0,045	0,055	0,070	0,100	0,120
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	160 – **180** – 200	0,045	0,055	0,070	0,100	0,120
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	150 – **170** – 190	0,040	0,050	0,060	0,080	0,100
5.0	unleg. Einsatzst.	< 750	210 – **230** – 250	0,045	0,055	0,070	0,100	0,120
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	180 – **200** – 220	0,045	0,055	0,070	0,100	0,120
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	170 – **190** – 210	0,040	0,050	0,060	0,100	0,100
7.0	Nitrierstähle	< 1000	170 – **190** – 210	0,045	0,055	0,070	0,100	0,120
7.1	Nitrierstähle	> 1000	160 – **170** – 180	0,040	0,050	0,060	0,080	0,100
8.0	Werkzeugstähle	<850	160 – **185** – 200	0,045	0,055	0,070	0,100	0,120
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	160 – **180** – 190	0,045	0,055	0,070	0,100	0,120
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	140 – **150** – 170	0,045	0,055	0,070	0,100	0,120
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	130 – **140** – 150	0,040	0,050	0,070	0,100	0,120
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	120 – **130** – 140	0,040	0,050	0,060	0,080	0,100
12.0	Federstähle	< 1500	100 – **110** – 120	0,015	0,030	0,050	0,060	0,080
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	80 – **90** – 100	0,045	0,055	0,070	0,100	0,120
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	70 – **80** – 90	0,045	0,055	0,070	0,100	0,120
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	60 – **70** – 80	0,045	0,055	0,070	0,100	0,120
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	40 – **50** – 60	0,045	0,055	0,070	0,100	0,120
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	180 – **200** – 220	0,055	0,065	0,080	0,120	0,140
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	160 – **180** – 200	0,055	0,065	0,080	0,120	0,140
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	150 – **170** – 190	0,055	0,065	0,080	0,120	0,140
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	130 – **150** – 170	0,055	0,065	0,080	0,120	0,140

Tabelle 8.57 GARANT VHM-Schruppfräser MTC (TiAlN beschichtet)

Katalognummer 203070







f_z für a_e = 1,0 x D und $a_{p\,max}$ = 0,7 x D

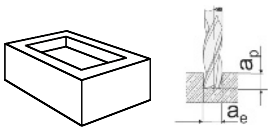
f_z für a_e = 0,3 x D und $a_{p\,max}$ = 1,5 x D

Hinweis: Faktor für f_z-Werte beim Besäumen: 1,3

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	Schnittgeschwindigkeit v_c	Zahnvorschub f_z [mm/Z] bei Durchmesser [mm]				
				3 bis 4	5 bis 8	10 bis 12	14 bis 16	18 bis 20
		[N/mm²]	[m/min]					
1.0	allg. Baustähle	< 500	80 – **100** – 120	0,028	0,050	0,050	0,070	0,080
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	70 – **90** – 110	0,025	0,050	0,050	0,070	0,080
2.0	Automatenstähle	< 850	80 – **100** – 120	0,028	0,040	0,050	0,060	0,070
2.1	Automatenstähle	< 850	70 – **90** – 110	0,025	0,040	0,050	0,060	0,070
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	70 – **90** – 110	0,025	0,030	0,040	0,050	0,060
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	70 – **85** – 100	0,025	0,030	0,040	0,050	0,060
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	60 – **80** – 100	0,025	0,030	0,040	0,050	0,060
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	60 – **80** – 100	0,020	0,030	0,040	0,050	0,060
5.0	unleg. Einsatzst.	< 750	70 – **90** – 110	0,028	0,040	0,050	0,060	0,070
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	70 – **90** – 110	0,020	0,030	0,040	0,050	0,060
7.0	Nitrierstähle	< 1000	70 – **90** – 110	0,020	0,030	0,040	0,050	0,060
8.0	Werkzeugstähle	<850	70 – **85** – 100	0,020	0,030	0,040	0,050	0,060
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	60 – **80** – 100	0,020	0,030	0,040	0,050	0,060
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	60 – **80** – 100	0,020	0,030	0,040	0,050	0,060
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	70 – **60** – 80	0,020	0,030	0,040	0,050	0,060
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	40 – **50** – 60	0,020	0,030	0,040	0,050	0,060
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	30 – **40** – 50	0,020	0,030	0,040	0,050	0,060
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	20 – **30** – 40	0,020	0,030	0,040	0,050	0,060
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	90 – **110** – 130	0,025	0,050	0,050	0,070	0,080
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	80 – **100** – 120	0,025	0,050	0,050	0,070	0,080
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	80 – **100** – 120	0,025	0,050	0,050	0,070	0,080
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	80 – **95** – 115	0,025	0,050	0,050	0,070	0,080

Tabelle 8.58 GARANT VHM-Schruppfräser MTC mit Innenkühlung (TiAlN beschichtet)

Katalognummer 203075



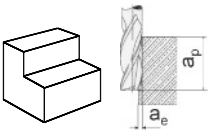


Vollnut: f_z für a_e = 1,0 x D und $a_{p\ max}$ = 1,5 x D
Hinweis: Faktor für f_z-Werte beim Besäumen: 1,2

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	Schnittgeschwindigkeit v_c	Zahnvorschub f_z [mm/Z] bei Durchmesser [mm]				
				3	5	10	14	18
		[N/mm²]	[m/min]	bis 4	bis 8	bis 12	bis 16	bis 20
1.0	allg. Baustähle	< 500	230 – **250** – 270	0,035	0,065	0,065	0,090	0,105
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	210 – **230** – 250	0,030	0,065	0,065	0,090	0,105
2.0	Automatenstähle	< 850	210 – **230** – 250	0,030	0,065	0,065	0,090	0,105
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	180 – **200** – 220	0,045	0,055	0,070	0,090	0,110
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	210 – **230** – 250	0,030	0,065	0,065	0,090	0,105
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	180 – **200** – 220	0,045	0,055	0,070	0,090	0,110
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	160 – **180** – 200	0,026	0,040	0,050	0,065	0,080
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	160 – **180** – 200	0,026	0,040	0,050	0,065	0,080
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 12000	130 – **150** – 170	0,026	0,040	0,050	0,065	0,080
5.0	unleg. Einsatzst.	< 750	210 – **230** – 250	0,030	0,065	0,065	0,090	0,105
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	180 – **200** – 220	0,045	0,055	0,070	0,090	0,110
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	130 – **150** – 170	0,026	0,040	0,050	0,065	0,080
7.0	Nitrierstähle	< 1000	170 – **190** – 210	0,026	0,040	0,050	0,065	0,080
7.1	Nitrierstähle	> 1000	140 – **150** – 160	0,026	0,040	0,050	0,065	0,080
8.0	Werkzeugstähle	<850	180 – **200** – 220	0,045	0,055	0,070	0,090	0,110
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	170 – **180** – 190	0,026	0,040	0,050	0,065	0,080
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	140 – **150** – 160	0,026	0,040	0,050	0,065	0,080
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	140 – **150** – 160	0,026	0,040	0,050	0,065	0,080
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	140 – **150** – 160	0,026	0,040	0,050	0,065	0,080
12.0	Federstähle	< 1500	140 – **150** – 160	0,026	0,040	0,050	0,065	0,080
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	80 – **100** – 120	0,026	0,040	0,050	0,065	0,080
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	70 – **90** – 110	0,026	0,040	0,050	0,065	0,080
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	60 – **80** – 100	0,026	0,040	0,050	0,065	0,080
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	40 – **60** – 80	0,026	0,040	0,050	0,065	0,080
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	150 – **170** – 190	0,030	0,065	0,065	0,090	0,105
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	140 – **160** – 180	0,030	0,065	0,065	0,090	0,105
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	150 – **170** – 190	0,030	0,065	0,065	0,090	0,105
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	140 – **160** – 180	0,030	0,065	0,065	0,090	0,105

Tabelle 8.59 GARANT VHM-Hochgenauigkeitsfräser (TiAlN beschichtet)

Katalognummer 203530; 203535, 203540





Hinweis: f_z für $a_{e\,max}$ = 0,05 x D und $a_{p\,max}$ = 2,0 x D
für 203540 Korrekturfaktor v_c 0,8

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] Min	Start	Max	bis ∅ 8 f_z [mm/Z]	> ∅ 8 bis ∅ 12 f_z [mm/Z]	> ∅ 12 bis ∅ 16 f_z [mm/Z]	> ∅ 16 bis ∅ 20 f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	220	250	270	0,046	0,070	0,100	0,120
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	180	200	220	0,040	0,060	0,080	0,100
2.0	Automatenstähle	< 850	180	200	220	0,045	0,070	0,100	0,120
2.1	Automatenstähle	< 850	160	175	200	0,040	0,060	0,080	0,100
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	180	200	220	0,040	0,060	0,080	0,100
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	160	175	200	0,040	0,060	0,080	0,100
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	120	145	160	0,040	0,060	0,080	0,100
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	120	145	160	0,040	0,060	0,080	0,100
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 12000	100	120	140	0,030	0,050	0,060	0,080
5.0	unleg. Einsatzst.	< 750	180	200	220	0,040	0,060	0,080	0,100
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	160	175	200	0,040	0,060	0,080	0,100
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	100	120	140	0,030	0,050	0,060	0,080
7.0	Nitrierstähle	< 1000	120	145	160	0,040	0,060	0,080	0,100
7.1	Nitrierstähle	> 1000	100	120	140	0,030	0,050	0,060	0,080
8.0	Werkzeugstähle	<850	160	175	200	0,040	0,060	0,080	0,100
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	120	145	160	0,040	0,060	0,080	0,100
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	100	120	140	0,030	0,050	0,060	0,080
10.0	gehärtete Stähle	44–55 HRC	40	50	55	0,025	0,040	0,050	0,070
12.0	Federstähle	< 1500	100	120	140	0,025	0,040	0,050	0,070
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	80	100	120	0,025	0,040	0,050	0,070
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	80	100	120	0,025	0,040	0,050	0,070
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	80	100	120	0,025	0,040	0,050	0,070
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	70	80	100	0,025	0,040	0,050	0,070
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	200	220	250	0,045	0,070	0,100	0,120
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	190	210	230	0,045	0,070	0,100	0,120
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	200	220	240	0,040	0,060	0,080	0,100
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	190	210	230	0,040	0,060	0,080	0,100

Tabelle 8.60 GARANT VHM-Schruppfräser mit 45°-Spirale MTC (TiAlN beschichtet)

Katalognummer 205710; 205714

Schruppen Vollnut Tasche

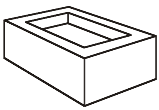
Hinweis: **f_z für a_e = 1,0 x D und a_p = 1 x D**

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	∅6 f_z [mm/Z]	∅8 f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	170	190	220	0,028	0,040
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	150	170	200	0,028	0,040
2.0	Automatenstähle	< 850	150	170	200	0,028	0,040
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	150	170	190	0,028	0,040
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	150	180	200	0,028	0,040
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	140	170	190	0,028	0,040
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	120	140	160	0,028	0,040
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	100	140	170	0,028	0,040
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	100	120	160	0,028	0,040
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	140	170	190	0,028	0,040
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	100	140	180	0,028	0,040
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	100	120	140	0,028	0,040
8.0	Werkzeugstähle	< 850	120	160	200	0,028	0,040
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	100	140	180	0,028	0,040
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	80	120	150	0,028	0,040
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	45	65	85	0,020	0,030
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	35	60	85	0,020	0,030
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	35	60	85	0,020	0,030
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	30	45	60	0,020	0,030
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	110	130	150	0,028	0,040
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	100	120	140	0,028	0,040
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	100	120	140	0,028	0,040
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	100	120	140	0,028	0,040
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	35	50	60	0,020	0,030
16.1	Titan, Titanlegierungen	> 850 – 1200	30	40	50	0,020	0,030





∅ 10 f_z [mm/Z]	∅ 12 f_z [mm/Z]	∅ 16 f_z [mm/Z]	∅ 20 f_z [mm/Z]	∅ 25 f_z [mm/Z]
0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
0,040	0,050	0,060	0,080	0,080
0,040	0,050	0,060	0,080	0,080
0,040	0,050	0,060	0,080	0,080
0,040	0,050	0,060	0,080	0,080
0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
0,040	0,050	0,060	0,080	0,080
0,040	0,050	0,060	0,080	0,080



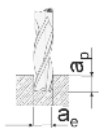


Tabelle 8.61 GARANT VHM-Schruppfräser MTC mit 45°-Spirale (TiAlN beschichtet)

Katalognummer 205710; 205714

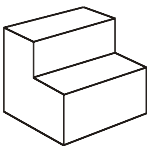
Schlicht- und Umfangsfräsen

Hinweis: **f_z für a_e = 0,5 x D und a_p = 1,0 x D**

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min. – Start – max.	∅6 f_z [mm/Z]	∅8 f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	170 – **190** – 220	0,030	0,050
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	150 – **170** – 200	0,030	0,050
2.0	Automatenstähle	< 850	150 – **170** – 200	0,030	0,050
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	150 – **170** – 190	0,030	0,050
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	150 – **180** – 200	0,030	0,050
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	140 – **170** – 190	0,030	0,050
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	120 – **140** – 160	0,030	0,050
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	100 – **140** – 170	0,030	0,050
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	100 – **120** – 160	0,030	0,050
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	140 – **170** – 190	0,030	0,050
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	100 – **140** – 180	0,030	0,050
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	100 – **120** – 140	0,030	0,050
8.0	Werkzeugstähle	< 850	120 – **160** – 200	0,030	0,050
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	100 – **140** – 180	0,030	0,050
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	80 – **120** – 150	0,030	0,050
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	45 – **65** – 85	0,030	0,040
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	35 – **60** – 85	0,030	0,040
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	35 – **60** – 85	0,030	0,040
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	30 – **45** – 60	0,030	0,040
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	110 – **130** – 150	0,030	0,050
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	100 – **120** – 140	0,030	0,050
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	100 – **120** – 140	0,030	0,050
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	100 – **120** – 140	0,030	0,050
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	35 – **50** – 60	0,030	0,040
16.1	Titan, Titanlegierungen	> 850 – 1200	30 – **40** – 50	0,030	0,040



∅ 10 f_z [mm/Z]	∅ 12 f_z [mm/Z]	∅ 16 f_z [mm/Z]	∅ 20 f_z [mm/Z]	∅ 25 f_z [mm/Z]
0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100	0,100



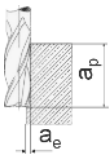


Tabelle 8.62 GARANT VHM-Schruppfräser mit Kühlkanalsystem MTC (TiAlN beschichtet)

Katalognummer 205716

Schruppen und Vollnut/Tasche

f_z für a_e = 1,0 x D und für Ø 6 a_p = 1,0 x D/ab Ø 8 a_p = 1,5 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	Ø 6 z = 4 f_z [mm/Z]	Ø 8 z = 4 f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	230	265	290	0,026	0,040
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	185	240	265	0,028	0,040
2.0	Automatenstähle	< 850	185	240	265	0,028	0,040
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	175	210	230	0,028	0,040
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	175	210	230	0,028	0,040
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	160	195	220	0,028	0,040
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	150	185	210	0,028	0,040
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	115	175	230	0,028	0,040
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	115	160	210	0,028	0,040
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	160	195	220	0,028	0,040
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	115	160	210	0,028	0,040
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	115	160	210	0,028	0,040
8.0	Werkzeugstähle	< 850	140	185	230	0,028	0,040
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	115	160	210	0,028	0,040
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	95	140	175	0,028	0,040
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	30	35	40	0,020	0,030
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	50	75	100	0,020	0,030
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	40	70	100	0,020	0,030
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	40	70	100	0,020	0,030
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	35	50	70	0,028	0,030
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	125	145	175	0,028	0,030
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	125	145	175	0,028	0,040
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	115	140	160	0,028	0,040
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	115	140	160	0,028	0,040
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	40	60	70	0,028	0,040
16.1	Titan, Titanlegierungen	> 850 – 1200	35	45	60	0,020	0,030

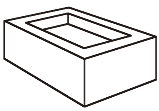
Schlicht und Umfangsfräsen

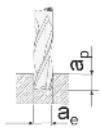
Hinweis: f_z für a_e = 0,5 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	Ø 6 z = 4 f_z [mm/Z]	Ø 8 z = 4 f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	230	265	290	0,030	0,050
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	185	240	265	0,030	0,050
2.0	Automatenstähle	< 850	185	240	265	0,030	0,050
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	175	210	230	0,030	0,050
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	175	210	230	0,030	0,050
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	160	195	220	0,030	0,050
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	150	185	210	0,030	0,050
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	115	175	230	0,030	0,050
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	115	160	210	0,030	0,050
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	160	195	220	0,030	0,050
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	115	160	210	0,030	0,050
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	115	160	210	0,030	0,050
8.0	Werkzeugstähle	< 850	140	185	230	0,030	0,050
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	115	160	210	0,030	0,040
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	95	140	175	0,028	0,050
10.0	gehärtete Stähle	44–55 HRC	30	35	40	0,030	0,040
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	50	75	100	0,030	0,040
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	40	70	100	0,030	0,040
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	40	70	100	0,030	0,040
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	35	50	70	0,030	0,050
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	125	145	175	0,030	0,050
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	125	145	175	0,030	0,050
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	115	140	160	0,030	0,050
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	115	140	160	0,030	0,040
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	40	60	70	0,030	0,040
16.1	Titan, Titanlegierungen	> 850 – 1200	35	45	60	0,030	0,030

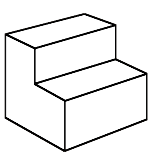


∅ 10 z = 4 f_z [mm/Z]	∅ 12 z = 4 f_z [mm/Z]	∅ 16 z = 5 f_z [mm/Z]	∅ 20 z = 5 f_z [mm/Z]
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,040	0,050	0,060	0,080
0,050	0,060	0,080	0,100
0,040	0,050	0,060	0,080
0,040	0,050	0,060	0,080
0,040	0,050	0,060	0,080
0,040	0,050	0,060	0,080
0,040	0,050	0,060	0,080
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,040	0,050	0,060	0,080





∅ 10 z = 4 f_z [mm/Z]	∅ 12 z = 4 f_z [mm/Z]	∅ 16 z = 5 f_z [mm/Z]	∅ 20 z = 5 f_z [mm/Z]
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,050	0,060	0,080	0,100
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,060	0,070	0,090	0,120
0,050	0,060	0,080	0,100



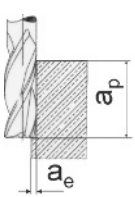


Tabelle 8.63 GARANT VHM-Hochleistungs-Schlitzfräser (TiAlN-beschichtet)

Katalognummer 208025



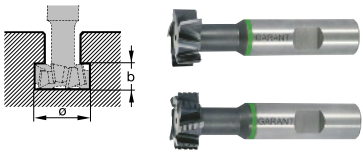
Hinweis: Werte für a_p = 0,25 bis 0,3 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	∅ 10,5 z = 6 f_z [mm/Z]	∅ 13,5 z = 8 f_z [mm/Z]	∅ 16,5 z = 10 f_z [mm/Z]	∅ 19,5 z = 10 f_z [mm/Z]	∅ 22,5 z = 10 f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	66 –	70 –	74	0,035	0,035	0,035	0,038	0,038
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	61 –	66 –	69	0,035	0,035	0,035	0,038	0,038
2.0	Automatenstähle	< 850	61 –	66 –	69	0,035	0,035	0,035	0,038	0,038
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	58 –	68 –	70	0,035	0,035	0,035	0,038	0,038
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	61 –	66 –	69	0,035	0,035	0,035	0,038	0,038
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	58 –	65 –	69	0,035	0,035	0,035	0,038	0,038
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	58 –	63 –	68	0,032	0,035	0,035	0,035	0,035
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	58 –	63 –	68	0,032	0,032	0,032	0,035	0,035
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	58 –	63 –	68	0,030	0,030	0,030	0,033	0,033
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	61 –	67 –	69	0,035	0,035	0,035	0,038	0,038
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	58 –	63 –	68	0,032	0,032	0,032	0,035	0,035
7.0	Nitrierstähle	< 1000	–			–	–	–	–	–
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	58 –	63 –	68	0,030	0,030	0,030	0,033	0,033
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	55 –	60 –	67	0,030	0,030	0,030	0,033	0,033
13.0	rostf. St.-geschwefelt	< 700	50 –	55 –	60	0,025	0,025	0,025	0,028	0,028
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	40 –	45 –	50	0,025	0,025	0,025	0,028	0,028
13.2	rostf. St.-austenitisch	< 850	35 –	40 –	45	0,025	0,025	0,025	0,028	0,028

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	∅ 25,5 z = 6 f_z [mm/Z]	∅ 28,5 z = 8 f_z [mm/Z]	∅ 32,5 z = 10 f_z [mm/Z]	∅ 38,5 z = 10 f_z [mm/Z]	∅ 45,5 z = 10 f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	66 –	70 –	74	0,038	0,040	0,040	0,040	0,040
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	61 –	66 –	69	0,038	0,040	0,040	0,040	0,040
2.0	Automatenstähle	< 850	61 –	66 –	69	0,038	0,040	0,040	0,040	0,040
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	58 –	68 –	70	0,038	0,040	0,040	0,040	0,040
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	61 –	66 –	69	0,038	0,040	0,040	0,040	0,040
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	58 –	65 –	69	0,038	0,040	0,040	0,040	0,040
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	58 –	63 –	68	0,035	0,037	0,037	0,037	0,037
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	58 –	63 –	68	0,035	0,037	0,037	0,037	0,037
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	58 –	63 –	68	0,033	0,035	0,035	0,035	0,035
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	61 –	67 –	69	0,038	0,040	0,040	0,040	0,040
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	58 –	63 –	68	0,035	0,037	0,037	0,037	0,037
7.0	Nitrierstähle	< 1000	–			–	–	–	–	–
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	58 –	63 –	68	0,033	0,035	0,035	0,035	0,035
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	55 –	60 –	67	0,033	0,035	0,035	0,035	0,035
13.0	rostf. St.-geschwefelt	< 700	50 –	55 –	60	0,028	0,030	0,030	0,030	0,030
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	40 –	45 –	50	0,028	0,030	0,030	0,030	0,030
13.2	rostf. St.-austenitisch	< 850	35 –	40 –	45	0,028	0,030	0,030	0,030	0,030

Tabelle 8.64 GARANT T-Nutfräser Typ N und Typ NF – VHM (TiAlN beschichtet)

Katalognummer **208032; 208034**



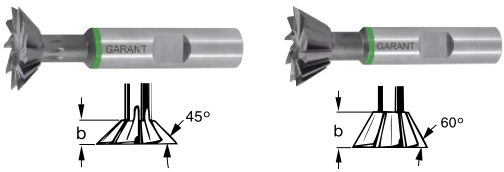
Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ 12,5x6 z = 6 f_z	∅ 16x8 z = 6 f_z	∅ 18x8 z = 6 f_z	∅ 21x9 z = 6 f_z	∅ 25x11 z = 6 f_z	∅ 28x12 z = 6 f_z
		[N/mm²]	min.	Start	max.	[mm/Z]	[mm/Z]	[mm/Z]	[mm/Z]	[mm/Z]	[mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	85 –	105 –	120	0,033	0,034	0,034	0,034	0,034	0,035
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	85 –	105 –	120	0,033	0,034	0,034	0,034	0,034	0,035
2.0	Automatenstähle	< 850	85 –	105 –	120	0,033	0,034	0,034	0,034	0,034	0,035
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	75 –	100 –	120	0,033	0,034	0,034	0,034	0,034	0,035
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	75 –	100 –	120	0,033	0,034	0,034	0,034	0,034	0,035
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	65 –	90 –	95	0,033	0,034	0,034	0,034	0,034	0,035
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	65 –	95 –	100	0,030	0,031	0,031	0,031	0,031	0,032
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	65 –	95 –	100	0,030	0,031	0,031	0,031	0,031	0,032
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	65 –	95 –	100	0,028	0,029	0,029	0,029	0,029	0,030
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	65 –	90 –	95	0,033	0,034	0,034	0,034	0,034	0,035
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	65 –	90 –	95	0,030	0,031	0,031	0,031	0,031	0,032
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	60 –	80 –	90	0,028	0,029	0,029	0,029	0,029	0,030
7.0	Nitrierstähle	< 1000	65 –	90 –	95	0,030	0,031	0,031	0,031	0,031	0,032
7.1	Nitrierstähle	> 1000	60 –	80 –	90	0,028	0,029	0,029	0,029	0,029	0,030
8.0	Werkzeugstähle	< 850	60 –	80 –	90	0,030	0,031	0,031	0,031	0,031	0,032
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	60 –	80 –	90	0,028	0,029	0,029	0,029	0,029	0,030

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ 32x14 z = 6 f_z
		[N/mm²]	min.	Start	max.	[mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	85 –	105 –	120	0,045
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	85 –	105 –	120	0,045
2.0	Automatenstähle	< 850	85 –	105 –	120	0,045
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	75 –	100 –	120	0,045
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	75 –	100 –	120	0,045
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	65 –	90 –	95	0,045
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	65 –	95 –	100	0,042
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	65 –	95 –	100	0,042
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	65 –	95 –	100	0,040
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	65 –	90 –	95	0,045
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	65 –	90 –	95	0,042
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	60 –	80 –	90	0,040
7.0	Nitrierstähle	< 1000	65 –	90 –	95	0,042
7.1	Nitrierstähle	> 1000	60 –	80 –	90	0,040
8.0	Werkzeugstähle	< 850	60 –	80 –	90	0,042
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	60 –	80 –	90	0,040

Hinweis: Bis zum vollen Eingriff des Fräsers mit 50 % des Vorschubes fahren.

Tabelle 8.65 GARANT Winkelfräser Form C 45°/60° – VHM (TiAlN beschichtet)

Katalognummer **208035; 208037**



Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	∅16 z=6 f_z [mm/Z]	∅20 z=8 f_z [mm/Z]	∅22 z=8 f_z [mm/Z]	∅25 z=8 f_z [mm/Z]	∅28 z=9 f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	85	105	120	0,042	0,042	0,043	0,045	0,045
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	85	105	120	0,042	0,042	0,043	0,045	0,045
2.0	Automatenstähle	< 850	85	105	120	0,042	0,042	0,043	0,045	0,045
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	75	100	120	0,042	0,042	0,043	0,045	0,045
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	75	100	120	0,042	0,042	0,043	0,045	0,045
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	70	90	110	0,042	0,042	0,043	0,045	0,045
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	65	95	100	0,038	0,038	0,039	0,041	0,041
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	65	95	100	0,038	0,038	0,039	0,041	0,041
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	65	95	100	0,036	0,036	0,037	0,039	0,039
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	65	90	95	0,042	0,042	0,043	0,045	0,045
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	65	90	95	0,038	0,038	0,039	0,041	0,041
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	60	80	90	0,036	0,036	0,037	0,039	0,039
7.0	Nitrierstähle	< 1000	65	90	95	0,038	0,038	0,039	0,041	0,041
7.1	Nitrierstähle	> 1000	60	80	90	0,036	0,036	0,037	0,039	0,039
8.0	Werkzeugstähle	< 850	60	80	90	0,038	0,038	0,039	0,041	0,041
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	60	80	90	0,036	0,036	0,037	0,039	0,039

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	∅32 z=9 f_z [mm/Z]	∅38 z=9 f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	85	105	120	0,045	0,045
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	85	105	120	0,045	0,045
2.0	Automatenstähle	< 850	85	105	120	0,045	0,045
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	75	100	120	0,045	0,045
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	75	100	120	0,045	0,045
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	70	90	110	0,045	0,045
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	65	95	100	0,041	0,041
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	65	95	100	0,041	0,041
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	65	95	100	0,039	0,039
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	65	90	95	0,045	0,045
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	65	90	95	0,041	0,041
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	60	80	90	0,039	0,039
7.0	Nitrierstähle	< 1000	65	90	95	0,041	0,041
7.1	Nitrierstähle	> 1000	60	80	90	0,039	0,039
8.0	Werkzeugstähle	< 850	60	80	90	0,041	0,041
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	60	80	90	0,039	0,039

Hinweis: Bis zum vollen Eingriff des Fräsers mit 50 % des Vorschubes fahren.

Tabelle 8.66 GARANT Winkelfräser Form D 45°/60° – VHM (TiAlN beschichtet)

Katalognummer **208036; 208038**





Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min. – Start – max.	∅16 z=6 f_z [mm/Z]	∅20 z=8 f_z [mm/Z]	∅22 z=8 f_z [mm/Z]	∅25 z=8 f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	85 – **105** – 120	0,030	0,031	0,032	0,033
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	85 – **105** – 120	0,030	0,031	0,032	0,033
2.0	Automatenstähle	< 850	85 – **105** – 120	0,030	0,031	0,032	0,033
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	75 – **100** – 120	0,030	0,031	0,032	0,033
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	75 – **100** – 120	0,030	0,031	0,032	0,033
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	70 – **90** – 110	0,030	0,031	0,032	0,033
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	65 – **95** – 100	0,028	0,028	0,029	0,029
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	65 – **95** – 100	0,028	0,028	0,029	0,029
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	65 – **95** – 100	0,026	0,026	0,027	0,027
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	65 – **90** – 100	0,030	0,031	0,032	0,033
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	65 – **90** – 100	0,028	0,028	0,029	0,029
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	60 – **80** – 90	0,026	0,026	0,027	0,027
7.0	Nitrierstähle	< 1000	65 – **90** – 95	0,028	0,028	0,029	0,029
7.1	Nitrierstähle	> 1000	60 – **80** – 90	0,026	0,026	0,027	0,027
8.0	Werkzeugstähle	< 850	60 – **80** – 90	0,028	0,028	0,029	0,029
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	60 – **80** – 90	0,026	0,026	0,027	0,027

HInweis: Bis zum vollen Eingriff des Fräsers mit 50% des Vorschubes fahren.

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min. – Start – max.	∅28 z=10 f_z [mm/Z]	∅32 z=10 f_z [mm/Z]	∅38 z=10 f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	85 – **105** – 120	0,034	0,035	0,036
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	85 – **105** – 120	0,034	0,035	0,036
2.0	Automatenstähle	< 850	85 – **105** – 120	0,034	0,035	0,036
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	75 – **100** – 120	0,034	0,035	0,036
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	75 – **100** – 120	0,034	0,035	0,036
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	70 – **90** – 110	0,034	0,035	0,036
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	65 – **95** – 100	0,030	0,030	0,031
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	65 – **95** – 100	0,030	0,030	0,031
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	65 – **95** – 100	0,028	0,028	0,029
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	65 – **90** – 100	0,034	0,035	0,036
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	65 – **90** – 100	0,030	0,030	0,031
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	60 – **80** – 90	0,028	0,028	0,029
7.0	Nitrierstähle	< 1000	65 – **90** – 95	0,030	0,030	0,031
7.1	Nitrierstähle	> 1000	60 – **80** – 90	0,028	0,028	0,029
8.0	Werkzeugstähle	< 850	60 – **80** – 90	0,030	0,030	0,031
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	60 – **80** – 90	0,028	0,028	0,029

Hinweis: Bis zum vollen Eingriff des Fräsers mit 50% des Vorschubes fahren.

Tabelle 8.67 GARANT VHM-Schaftfräser

Katalognummer 209310; 209315

Vollnut Tasche

f_z für a_e = 1,0 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	∅ 1,5 f_z [mm/Z]	∅ 2–3 f_z [mm/Z]
19.0	Graphit		–			–	–
20.0.1	PMMA		160	**180**	200	0,004	0,008
20.0.2	PE-HD		120	**140**	160	0,004	0,008
20.0.3	PA 66		120	**140**	160	0,004	0,008
20.0.4	PEEK		110	**130**	150	0,004	0,008
20.1.1	PF 31		120	**140**	160	0,004	0,008
20.2.1	AFK Aramid		–			–	–
20.2.2	PVDF GF20		–			–	–
20.2.3	POM GF25		–			–	–
20.2.4	PA 66 GF30		–			–	–
20.2.5	PEEK GF30		–			–	–
20.2.6	PTFE CF25		–			–	–
20.2.7	PEEK CF30		–			–	–
20.2.8	Hybride		–			–	–
20.2.9	Honeycomb Sandwich		–			–	–
20.2.10	MMC		–			–	–
20.2.11	CFK/GFK		–			–	–





∅ 4–5 f_z [mm/Z]	∅ 6 f_z [mm/Z]	∅ 8 f_z [mm/Z]	∅ 10 f_z [mm/Z]	∅ 12 f_z [mm/Z]	KSS
–	–	–	–	–	–
0,015	0,025	0,003	0,04	0,05	Emulsion/Luft
0,015	0,025	0,003	0,04	0,05	Emulsion/Luft
0,015	0,025	0,003	0,04	0,05	Emulsion/Luft
0,015	0,025	0,003	0,04	0,05	Emulsion/Luft
0,015	0,025	0,003	0,04	0,05	Emulsion/Luft
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–

Tabelle 8.68 GARANT VHM-Schaftfräser

Katalognummer 209320; 209322

Vollnut Tasche

f_z für a_e = 1,0 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	∅ 4–5 f_z [mm/Z]	∅ 6 f_z [mm/Z]
19.0	Graphit		–			–	–
20.0.1	PMMA		160	**180**	200	0,015	0,025
20.0.2	PE-HD		120	**140**	160	0,015	0,025
20.0.3	PA 66		120	**140**	160	0,015	0,025
20.0.4	PEEK		110	**130**	150	0,015	0,025
20.1.1	PF 31		120	**140**	160	0,015	0,025
20.2.1	AFK Aramid		–			–	–
20.2.2	PVDF GF20		–			–	–
20.2.3	POM GF25		–			–	–
20.2.4	PA 66 GF30		–			–	–
20.2.5	PEEK GF30		–			–	–
20.2.6	PTFE CF25		–			–	–
20.2.7	PEEK CF30		–			–	–
20.2.8	Hybride		–			–	–
20.2.9	Honeycomb Sandwich		–			–	–
20.2.10	MMC		–			–	–
20.2.11	CFK/GFK		–			–	–

Kontur

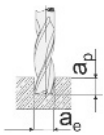
f_z für a_e = 0,5 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	∅ 4–5 f_z [mm/Z]	∅ 6 f_z [mm/Z]
19.0	Graphit		–			–	–
20.0.1	PMMA		160	**180**	200	0,02	0,03
20.0.2	PE-HD		120	**140**	160	0,02	0,03
20.0.3	PA 66		120	**140**	160	0,02	0,03
20.0.4	PEEK		110	**130**	150	0,02	0,03
20.1.1	PF 31		120	**140**	160	0,02	0,03
20.2.1	AFK Aramid		–			–	–
20.2.2	PVDF GF20		–			–	–
20.2.3	POM GF25		–			–	–
20.2.4	PA 66 GF30		–			–	–
20.2.5	PEEK GF30		–			–	–
20.2.6	PTFE CF25		–			–	–
20.2.7	PEEK CF30		–			–	–
20.2.8	Hybride		–			–	–
20.2.9	Honeycomb Sandwich		–			–	–
20.2.10	MMC		–			–	–
20.2.11	CFK/GFK		–			–	–





∅ 8 f_z [mm/Z]	∅ 10 f_z [mm/Z]	∅ 12–14 f_z [mm/Z]	∅ 16 f_z [mm/Z]	∅ 20 f_z [mm/Z]	KSS
–	–	–	–	–	–
0,03	0,04	0,05	0,065	0,085	Emulsion/Luft
0,03	0,04	0,05	0,065	0,085	Emulsion/Luft
0,03	0,04	0,05	0,065	0,085	Emulsion/Luft
0,03	0,04	0,05	0,065	0,085	Emulsion/Luft
0,03	0,04	0,05	0,065	0,085	Emulsion/Luft
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–



∅ 8 f_z [mm/Z]	∅ 10 f_z [mm/Z]	∅ 12–14 f_z [mm/Z]	∅ 16 f_z [mm/Z]	∅ 20 f_z [mm/Z]	KSS
–	–	–	–	–	–
0,04	0,05	0,07	0,09	0,12	Emulsion/Luft
0,04	0,05	0,07	0,09	0,12	Emulsion/Luft
0,04	0,05	0,07	0,09	0,12	Emulsion/Luft
0,04	0,05	0,07	0,09	0,12	Emulsion/Luft
0,03	0,05	0,07	0,09	0,12	Emulsion/Luft
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–

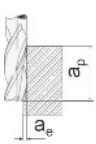


Tabelle 8.69 GARANT VHM-Router

Katalognummer 209410; 209415; 209420; 209425; 209430; 209435; 209440; 209445; 209460

Kontur

f_z für a_e = 0,5 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	∅4 f [mm/U]	∅5 f [mm/U]	∅6 f [mm/U]
19.0	Graphit			–		–	–	–
20.0.1	PMMA			–		–	–	–
20.0.2	PE-HD			–		–	–	–
20.0.3	PA 66			–		–	–	–
20.0.4	PEEK			–		–	–	–
20.1.1	PF 31			–		–	–	–
20.2.1	AFK Aramid			–		–	–	–
20.2.2	PVDF GF20		100	**120**	140	0,10	0,12	0,18
20.2.3	POM GF25		100	**120**	140	0,10	0,12	0,18
20.2.4	PA 66 GF30		80	**100**	120	0,10	0,12	0,18
20.2.5	PEEK GF30		80	**100**	120	0,10	0,12	0,18
20.2.6	PTFE CF25		120	**140**	160	0,07	0,09	0,12
20.2.7	PEEK CF30		110	**130**	150	0,07	0,09	0,12
20.2.8	Hybride			–		–	–	–
20.2.9	Honeycomb Sandwich		300	**350**	370	0,10	0,12	0,18
20.2.10	MMC			–		–	–	–
20.2.11	CFK/GFK		100	**120**	140	0,07	0,09	0,12

∅ 8 f [mm/U]	∅ 10 f [mm/U]	∅ 12 f [mm/U]	∅ 16 f [mm/U]	∅ 20 f [mm/U]	KSS
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
0,22	0,30	0,38	0,44	0,50	Luft
0,22	0,30	0,38	0,44	0,50	Luft
0,22	0,30	0,38	0,44	0,50	Luft
0,22	0,30	0,38	0,44	0,50	–
0,16	0,20	0,24	0,27	0,30	Luft
0,16	0,20	0,24	0,27	0,30	Luft
–	–	–	–	–	–
0,22	0,30	0,38	0,44	0,50	Luft
–	–	–	–	–	–
0,16	0,20	0,24	0,27	0,30	Luft



Tabelle 8.70 GARANT VHM-Fräser für Honeycomb

Katalognummer 209480



Vollnut/Tasche

f_z für a_e = 1,0 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	∅ 12 f [mm/Z]	∅ 16 f [mm/Z]	KSS
19.0	Graphit			–		–	–	–
20.0.1	PMMA			–		–	–	–
20.0.2	PE-HD			–		–	–	–
20.0.3	PA 66			–		–	–	–
20.0.4	PEEK			–		–	–	–
20.1.1	PF 31			–		–	–	
20.2.1	AFK Aramid			–		–	–	–
20.2.2	PVDF GF20			–		–	–	–
20.2.3	POM GF25			–		–	–	–
20.2.4	PA 66 GF30			–		–	–	–
20.2.5	PEEK GF30			–		–	–	–
20.2.6	PTFE CF25			–		–	–	–
20.2.7	PEEK CF30			–		–	–	–
20.2.8	Hybride			–		–	–	–
20.2.9	Honeycomb Sandwich		320	**350**	370	0,06	0,07	Luft
20.2.10	MMC			–		–	–	–
20.2.11	CFK/GFK			–		–	–	–

Tabelle 8.71 GARANT VHM-Fräser



Katalognummer 209510

Kontur

f_z für a_e = 0,5 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c			∅ 4	∅ 5	∅ 6	∅ 8
				[m/min]		f	f	f	f
		[N/mm²]	min.	Start	max.	[mm/U]	[mm/U]	[mm/U]	[mm/U]
19.0	Graphit			–		–	–	–	–
20.0.1	PMMA			–		–	–	–	–
20.0.2	PE-HD			–		–	–	–	–
20.0.3	PA 66			–		–	–	–	–
20.0.4	PEEK			–		–	–	–	–
20.1.1	PF 31			–		–	–	–	–
20.2.1	AFK Aramid		90	**110**	130	0,05	0,06	0,08	0,10
20.2.2	PVDF GF20			–		–	–	–	–
20.2.3	POM GF25			–		–	–	–	–
20.2.4	PA 66 GF30			–		–	–	–	–
20.2.5	PEEK GF30			–		–	–	–	–
20.2.6	PTFE CF25			–		–	–	–	–
20.2.7	PEEK CF30			–		–	–	–	–
20.2.8	Hybride			–		–	–	–	–
20.2.9	Honeycomb Sandwich			–		–	–	–	–
20.2.10	MMC			–		–	–	–	–
20.2.11	CFK/GFK			–		–	–	–	–

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c			∅ 10	∅ 12	∅ 16	∅ 20	KSS
				[m/min]		f	f	f	f	
		[N/mm²]	min.	Start	max.	[mm/U]	[mm/U]	[mm/U]	[mm/U]	[mm/U]
19.0	Graphit			–		–	–	–	–	–
20.0.1	PMMA			–		–	–	–	–	–
20.0.2	PE-HD			–		–	–	–	–	–
20.0.3	PA 66			–		–	–	–	–	–
20.0.4	PEEK			–		–	–	–	–	–
20.1.1	PF 31			–		–	–	–	–	–
20.2.1	AFK Aramid		90	**110**	130	0,12	0,14	0,18	0,25	Luft
20.2.2	PVDF GF20			–		–	–	–	–	–
20.2.3	POM GF25			–		–	–	–	–	–
20.2.4	PA 66 GF30			–		–	–	–	–	–
20.2.5	PEEK GF30			–		–	–	–	–	–
20.2.6	PTFE CF25			–		–	–	–	–	–
20.2.7	PEEK CF30			–		–	–	–	–	–
20.2.8	Hybride			–		–	–	–	–	–
20.2.9	Honeycomb Sandwich			–		–	–	–	–	–
20.2.10	MMC			–		–	–	–	–	–
20.2.11	CFK/GFK			–		–	–	–	–	–

Tabelle 8.72 GARANT VHM-Router (Diamantbeschichtung)

Katalognummer 209512

Kontur

f_z für a_e = 0,5 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	∅ 4–5 f_z [mm/U]	∅ 6 f_z [mm/U]
19.0	Graphit		320	**340**	360	0,210	0,280
20.0.1	PMMA			–		–	–
20.0.2	PE-HD			–		–	–
20.0.3	PA 66			–		–	–
20.0.4	PEEK			–		–	–
20.1.1	PF 31			–		–	–
20.2.1	AFK Aramid			–		–	–
20.2.2	PVDF GF20		180	**200**	220	0,210	0,280
20.2.3	POM GF25		170	**190**	210	0,210	0,280
20.2.4	PA 66 GF30		150	**170**	190	0,210	0,280
20.2.5	PEEK GF30		130	**150**	170	0,210	0,280
20.2.6	PTFE CF25		180	**200**	220	0,210	0,280
20.2.7	PEEK CF30		160	**180**	200	0,210	0,280
20.2.8	Hybride			–		–	–
20.2.9	Honeycomb Sandwich		320	**350**	370	0,210	0,280
20.2.10	MMC			–		–	–
20.2.11	CFK/GFK		170	**190**	210	0,210	0,280



∅ 8 f_z [mm/U]	∅ 10–12 f_z [mm/U]	∅ 16 f_z [mm/U]	∅ 20 f_z [mm/U]	KSS
0,350	0,420	0,490	0,560	Luft
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
0,350	0,420	0,490	0,560	Emulsion
0,350	0,420	0,490	0,560	Emulsion
0,350	0,420	0,490	0,560	Emulsion
0,350	0,420	0,490	0,560	Emulsion
0,350	0,420	0,490	0,560	Emulsion
0,350	0,420	0,490	0,560	Emulsion
–	–	–	–	–
0,350	0,420	0,490	0,560	Emulsion
–	–	–	–	–
0,350	0,420	0,490	0,560	Luft

Tabelle 8.73 GARANT VHM-Fräser (Diamantbeschichtung)

Katalognummer 209515; 209517; 209518; 209520

Kontur

f_z für a_e = 0,5 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min. – Start – max.	∅ 6 f_z [mm/Z]	∅ 8 f_z [mm/Z]
19.0	Graphit		310 – **340** – 370	0,06	0,07
20.0.1	PMMA		–	–	–
20.0.2	PE-HD		–	–	–
20.0.3	PA 66		–	–	–
20.0.4	PEEK		–	–	–
20.1.1	PF 31		–	–	–
20.2.1	AFK Aramid		–	–	–
20.2.2	PVDF GF20		180 – **200** – 220	0,06	0,07
20.2.3	POM GF25		170 – **190** – 210	0,06	0,07
20.2.4	PA 66 GF30		150 – **170** – 190	0,06	0,07
20.2.5	PEEK GF30		130 – **150** – 170	0,06	0,07
20.2.6	PTFE CF25		180 – **200** – 220	0,06	0,07
20.2.7	PEEK CF30		160 – **180** – 200	0,06	0,07
20.2.8	Hybride		–	–	–
20.2.9	Honeycomb Sandwich		330 – **350** – 370	0,06	0,07
20.2.10	MMC		–	–	–
20.2.11	CFK/GFK		170 – **190** – 210	0,06	0,07

∅ 10 f_z [mm/Z]	∅ 12 f_z [mm/Z]	KSS
0,08	0,10	Luft
–	–	–
–	–	–
–	–	–
–	–	–
–	–	–
–	–	–
0,08	0,10	Luft
0,08	0,10	Luft
0,08	0,10	Luft
0,08	0,10	Luft
0,08	0,10	Luft
0,08	0,10	Luft
–	–	–
0,08	0,10	Luft
–	–	–
0,08	0,10	Luft



Tabelle 8.74 GARANT VHM-Fräser (Diamantbeschichtung)

Katalognummer 209525; 209527; 209535; 209538

Vollnut/Tasche

f_z für a_e = 1,0 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	∅ 4–5 f_z [mm/Z]	∅ 6 f_z [mm/Z]
19.0	Graphit		310	**340**	370	0,03	0,04
20.0.1	PMMA			–		–	–
20.0.2	PE-HD			–		–	–
20.0.3	PA 66			–		–	–
20.0.4	PEEK			–		–	–
20.1.1	PF 31			–		–	–
20.2.1	AFK Aramid			–		–	–
20.2.2	PVDF GF20		180	**200**	220	0,03	0,04
20.2.3	POM GF25		170	**190**	210	0,03	0,04
20.2.4	PA 66 GF30		150	**170**	160	0,03	0,04
20.2.5	PEEK GF30		132	**150**	170	0,03	0,04
20.2.6	PTFE CF25		180	**200**	220	0,03	0,04
20.2.7	PEEK CF30		160	**180**	200	0,03	0,04
20.2.8	Hybride			–		–	–
20.2.9	Honeycomb Sandwich		330	**350**	370	0,03	0,04
20.2.10	MMC			–		–	–
20.2.11	CFK/GFK		170	**190**	210	0,03	0,04

∅ 8 f_z [mm/Z]	∅ 10–12 f_z [mm/Z]	∅ 16 f_z [mm/Z]	∅ 20 f_z [mm/Z]	KSS
0,05	0,06	0,07	0,08	Luft
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
0,05	0,06	0,07	0,08	Emission/Luft
0,05	0,06	0,07	0,08	Emission/Luft
0,05	0,06	0,07	0,08	Emission/Luft
0,05	0,06	0,07	0,08	Emission/Luft
0,05	0,06	0,07	0,08	Emission/Luft
0,05	0,06	0,07	0,08	Emission/Luft
–	–	–	–	–
0,05	0,06	0,07	0,08	Luft
–	–	–	–	–
0,05	0,06	0,07	0,08	Luft



Tabelle 8.75 GARANT PKD-Fräser mit Innenkühlung

Katalognummer 209610; 209615; 209620; 209625; 209626; 209627; 209628; 209629; 209630; 209631

Vollnut/Tasche

f_z für a_e = 1,0 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	∅3 f_z [mm/Z]	∅4 f_z [mm/Z]	∅5 f_z [mm/Z]
19.0	Graphit		1300	**1400**	1500	0,05	0,07	0,09
20.0.1	PMMA		900	**1000**	1100	0,05	0,07	0,09
20.0.2	PE-HD		800	**900**	1000	0,05	0,07	0,09
20.0.3	PA 66		800	**900**	1000	0,05	0,07	0,09
20.0.4	PEEK		700	**800**	900	0,05	0,07	0,09
20.1.1	PF 31		400	**500**	600	0,05	0,07	0,09
20.2.1	AFK Aramid		–			–	–	–
20.2.2	PVDF GF20		1100	**1200**	1300	0,05	0,07	0,09
20.2.3	POM GF25		1100	**1200**	1300	0,05	0,07	0,09
20.2.4	PA 66 GF30		900	**1000**	1100	0,05	0,07	0,09
20.2.5	PEEK GF30		900	**1000**	1100	0,03	0,07	0,09
20.2.6	PTFE CF25		900	**1000**	1100	0,05	0,07	0,09
20.2.7	PEEK CF30		700	**800**	900	0,05	0,07	0,09
20.2.8	Hybride		–			–	–	–
20.2.9	Honeycomb Sandwich		–			–	–	–
20.2.10	MMC		350	**400**	450	0,01	0,01	0,02
20.2.11	CFK/GFK		450	**500**	550	0,01	0,01	0,02



∅ 6 f_z [mm/Z]	∅ 8 f_z [mm/Z]	∅ 10 f_z [mm/Z]	∅ 12 f_z [mm/Z]	∅ 16 f_z [mm/Z]	KSS
0,10	0,11	0,12	0,14	0,15	Luft
0,10	0,11	0,12	0,14	0,15	Emission/Luft
0,10	0,11	0,12	0,14	0,15	Emission/Luft
0,10	0,11	0,12	0,14	0,15	Emission/Luft
0,10	0,11	0,12	0,14	0,15	Emission/Luft
0,10	0,11	0,12	0,14	0,15	Emission/Luft
–	–	–	–	–	–
0,10	0,11	0,12	0,14	0,15	Emission/Luft
0,10	0,11	0,12	0,14	0,15	Emission/Luft
0,10	0,11	0,12	0,14	0,15	Emission/Luft
0,10	0,11	0,12	0,14	0,15	Emission/Luft
0,10	0,11	0,12	0,14	0,15	Emission/Luft
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
0,03	0,04	0,06	0,08	0,10	Emission/Luft
0,03	0,04	0,06	0,08	0,10	Luft

Tabelle 8.76 GARANT PKD-Torusfräser mit Innenkühlung

Katalognummer 209635; 209640; 209641; 209642; 209643; 209644; 209645; 209646; 209647

Kontur

f_z für a_e = 0,2 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	∅3 f_z [mm/Z]	∅4 f_z [mm/Z]	∅5 f_z [mm/Z]
19.0	Graphit		1300	1400	1500	0,06	0,06	0,08
20.0.1	PMMA		900	1000	1100	0,03	0,03	0,04
20.0.2	PE-HD		800	900	1000	0,03	0,03	0,04
20.0.3	PA 66		800	900	1000	0,03	0,03	0,04
20.0.4	PEEK		700	800	900	0,03	0,03	0,04
20.1.1	PF 31		400	500	600	0,03	0,03	0,04
20.2.1	AFK Aramid		–			–	–	–
20.2.2	PVDF GF20		1100	1200	1300	0,03	0,03	0,04
20.2.3	POM GF25		1100	1200	1300	0,03	0,03	0,04
20.2.4	PA 66 GF30		900	1000	1100	0,03	0,03	0,04
20.2.5	PEEK GF30		900	1000	1100	0,03	0,03	0,04
20.2.6	PTFE CF25		900	1000	1100	0,03	0,04	0,04
20.2.7	PEEK CF30		700	800	900	0,03	0,04	0,04
20.2.8	Hybride		–			–	–	–
20.2.9	Honeycomb Sandwich		–			–	–	–
20.2.10	MMC		350	400	450	0,03	0,04	0,04
20.2.11	CFK/GFK		450	500	550	0,03	0,04	0,04

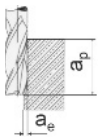
Kopieren

f_z für a_e = 0,05 x D und a_p = 0,05 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	∅3 f_z [mm/Z]	∅4 f_z [mm/Z]	∅5 f_z [mm/Z]
19.0	Graphit		1300	1400	1500	0,10	0,10	0,12
20.0.1	PMMA		900	1000	1100	0,05	0,05	0,07
20.0.2	PE-HD		800	900	1000	0,05	0,05	0,07
20.0.3	PA 66		800	900	1000	0,05	0,05	0,07
20.0.4	PEEK		700	800	900	0,05	0,05	0,07
20.1.1	PF 31		400	500	600	0,05	0,05	0,07
20.2.1	AFK Aramid		–			–	–	–
20.2.2	PVDF GF20		1100	1200	1300	0,05	0,05	0,07
20.2.3	POM GF25		1100	1200	1300	0,05	0,05	0,07
20.2.4	PA 66 GF30		900	1000	1100	0,05	0,05	0,07
20.2.5	PEEK GF30		900	1000	1100	0,05	0,05	0,07
20.2.6	PTFE CF25		900	1000	1100	0,05	0,05	0,07
20.2.7	PEEK CF30		700	800	900	0,05	0,05	0,07
20.2.8	Hybride		–			–	–	–
20.2.9	Honeycomb Sandwich		–			–	–	–
20.2.10	MMC		350	400	450	0,05	0,05	0,07
20.2.11	CFK/GFK		450	500	550	0,05	0,05	0,07



∅ 6 f_z [mm/Z]	∅ 8 f_z [mm/Z]	∅ 10 f_z [mm/Z]	∅ 12 f_z [mm/Z]	KSS
0,07	0,09	0,10	0,10	Luft
0,04	0,05	0,06	0,06	Emulsion
0,04	0,05	0,06	0,06	Emulsion
0,04	0,05	0,06	0,06	Emulsion
0,04	0,05	0,06	0,06	Emulsion
0,04	0,05	0,06	0,06	Emulsion
–	–	–	–	–
0,04	0,05	0,06	0,06	Emulsion
0,04	0,05	0,06	0,06	Emulsion
0,04	0,05	0,06	0,06	Emulsion
0,05	0,06	0,07	0,08	Emulsion
0,04	0,05	0,06	0,06	Emulsion
0,04	0,05	0,06	0,06	Emulsion
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
0,04	0,05	0,06	0,06	Emulsion
0,04	0,05	0,06	0,06	Luft



∅ 6 f_z [mm/Z]	∅ 8 f_z [mm/Z]	∅ 10 f_z [mm/Z]	∅ 12 f_z [mm/Z]	KSS
0,12	0,14	0,14	0,14	Luft
0,07	0,08	0,09	0,09	Emulsion
0,07	0,08	0,09	0,09	Emulsion
0,07	0,08	0,09	0,09	Emulsion
0,07	0,08	0,09	0,09	Emulsion
0,07	0,08	0,09	0,09	Emulsion
–	–	–	–	–
0,07	0,08	0,09	0,09	Emulsion
0,07	0,08	0,09	0,09	Emulsion
0,07	0,08	0,09	0,09	Emulsion
0,07	0,08	0,09	0,09	Emulsion
0,07	0,08	0,09	0,09	Emulsion
0,07	0,08	0,09	0,09	Emulsion
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
0,07	0,08	0,09	0,09	Emulsion
0,07	0,08	0,09	0,09	Luft



Tabelle 8.77 GARANT PKD-Vollradiusfräser mit Innenkühlung

Katalognummer 209655; 209660; 209661; 209662; 209663; 209664; 209665; 209666

Kontur

f_z für a_e = 0,2 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	∅3 f_z [mm/Z]	∅4 f_z [mm/Z]	∅5 f_z [mm/Z]
19.0	Graphit		1300	1400	1500	0,06	0,06	0,08
20.0.1	PMMA		900	1000	1100	0,03	0,03	0,04
20.0.2	PE-HD		800	900	1000	0,03	0,03	0,04
20.0.3	PA 66		800	900	1000	0,03	0,03	0,04
20.0.4	PEEK		700	800	900	0,03	0,03	0,04
20.1.1	PF 31		400	500	600	0,03	0,03	0,04
20.2.1	AFK Aramid			–		–	–	–
20.2.2	PVDF GF20		1100	1200	1300	0,03	0,03	0,04
20.2.3	POM GF25		1100	1200	1300	0,03	0,03	0,04
20.2.4	PA 66 GF30		900	1000	1100	0,03	0,03	0,04
20.2.5	PEEK GF30		900	1000	1100	0,03	0,03	0,04
20.2.6	PTFE CF25		900	1000	1100	0,03	0,04	0,04
20.2.7	PEEK CF30		700	800	900	0,03	0,04	0,04
20.2.8	Hybride			–		–	–	–
20.2.9	Honeycomb Sandwich			–		–	–	–
20.2.10	MMC		350	400	450	0,03	0,04	0,04
20.2.11	CFK/GFK		450	500	550	0,03	0,04	0,04

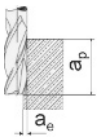
Kopieren

f_z für a_e = 0,05 x D und a_p = 0,05 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	∅3 f_z [mm/Z]	∅4 f_z [mm/Z]	∅5 f_z [mm/Z]
19.0	Graphit		1300	1400	1500	0,10	0,10	0,12
20.0.1	PMMA		900	1000	1100	0,05	0,05	0,07
20.0.2	PE-HD		800	900	1000	0,05	0,05	0,07
20.0.3	PA 66		800	900	1000	0,05	0,05	0,07
20.0.4	PEEK		700	800	900	0,05	0,05	0,07
20.1.1	PF 31		400	500	600	0,05	0,05	0,07
20.2.1	AFK Aramid			–		–	–	–
20.2.2	PVDF GF20		1100	1200	1300	0,05	0,05	0,07
20.2.3	POM GF25		1100	1200	1300	0,05	0,05	0,07
20.2.4	PA 66 GF30		900	1000	1100	0,05	0,05	0,07
20.2.5	PEEK GF30		900	1000	1100	0,05	0,05	0,07
20.2.6	PTFE CF25		900	1000	1100	0,05	0,05	0,07
20.2.7	PEEK CF30		700	800	900	0,05	0,05	0,07
20.2.8	Hybride			–		–	–	–
20.2.9	Honeycomb Sandwich			–		–	–	–
20.2.10	MMC		350	400	450	0,05	0,05	0,07
20.2.11	CFK/GFK		450	500	550	0,05	0,05	0,07



∅ 6 f_z [mm/Z]	∅ 8 f_z [mm/Z]	∅ 10 f_z [mm/Z]	∅ 12 f_z [mm/Z]	∅ 16 f_z [mm/Z]	KSS
0,08	0,09	0,10	0,10	0,11	Luft
0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	Emulsion
0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	Emulsion
0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	Emulsion
0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	Emulsion
0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	Emulsion
–	–	–	–	–	–
0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	Emulsion
0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	Emulsion
0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	Emulsion
0,05	0,06	0,07	0,08	0,08	Emulsion
0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	Emulsion
0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	Emulsion
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	Emulsion
0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	Luft



∅ 6 f_z [mm/Z]	∅ 8 f_z [mm/Z]	∅ 10 f_z [mm/Z]	∅ 12 f_z [mm/Z]	∅ 16 f_z [mm/Z]	KSS
0,12	0,14	0,14	0,14	0,15	Luft
0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	Emulsion
0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	Emulsion
0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	Emulsion
0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	Emulsion
0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	Emulsion
–	–	–	–	–	–
0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	Emulsion
0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	Emulsion
0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	Emulsion
0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	Emulsion
0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	Emulsion
0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	Emulsion
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	Emulsion
0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	Luft



Tabelle 8.78 GARANT VHM-Präzisions-Microfräser (Diamantbeschichtung)

Katalognummer 209710

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c für Faktor 1,00 [m/min]
19.0	Graphit		340
20.0.1	PMMA		–
20.0.2	PE-HD		–
20.0.3	PA 66		–
20.0.4	PEEK		–
20.1.1	PF 31		–
20.2.1	AFK Aramid		–
20.2.2	PVDF GF20		200
20.2.3	POM GF25		190
20.2.4	PA 66 GF30		170
20.2.5	PEEK GF30		150
20.2.6	PTFE CF25		200
20.2.7	PEEK CF30		180
20.2.8	Hybride		–
20.2.9	Honeycomb Sandwich		350
20.2.10	MMC		–
20.2.11	CFK/GFK		190

Größe	v_c-Faktor	v_c für 19.0 Graphit	Vollnut	Kontur
			 $a_e = 1 \times D$ $a_p = 0{,}05 \times D$	 $a_e = 0{,}1 \times D$ $a_p = 0{,}1 \times D$
			Zahnvorschub	Zahnvorschub
Dc x L4		[m/min]	f_z [mm/Z]	f_z [mm/Z]
0,2x1,5	0,81	275	0,0026	0,0034
0,3x3	0,81	275	0,0031	0,0041
0,3x6	0,73	248	0,0028	0,0037
0,3x9	0,66	224	0,0025	0,0033
0,4x3	0,81	275	0,0033	0,0044
0,4x4	0,73	248	0,0028	0,0037
0,4x5	0,66	214	0,0024	0,0032
0,4x8	0,59	201	0,0020	0,0027
0,4x12	0,49	167	0,0017	0,0023
0,5x4	0,77	262	0,0037	0,0049
0,5x6	0,54	184	0,0027	0,0036
0,5x8	0,49	167	0,0023	0,0030
0,5x10	0,42	143	0,0019	0,0026
0,5x15	0,34	116	0,0017	0,0022
0,6x4	0,90	306	0,0054	0,0071
0,6x6	0,81	275	0,0049	0,0065
0,6x8	0,73	248	0,0041	0,0054
0,6x10	0,62	211	0,0035	0,0046
0,6x12	0,53	180	0,0030	0,0039
0,6x18	0,45	153	0,0025	0,0033
0,8x4	1,00	340	0,0079	0,0105
0,8x6	0,95	323	0,0071	0,0095
0,8x8	0,90	306	0,0064	0,0085
0,8x10	0,81	275	0,0058	0,0077
0,8x12	0,73	248	0,0052	0,0069
0,8x16	0,63	214	0,0044	0,0059
0,8x24	0,52	177	0,0038	0,0050
1x4	0,95	323	0,0087	0,0116
1x6	0,86	292	0,0078	0,0104
1x8	0,77	262	0,0067	0,0088
1x10	0,69	235	0,0060	0,0080
1x12	0,62	211	0,0054	0,0072
1x14	0,56	190	0,0046	0,0061
1x16	0,48	163	0,0039	0,0052
1x20	0,41	139	0,0033	0,0044
1x25	0,35	119	0,0028	0,0037
1x30	0,29	99	0,0024	0,0032



Größe	v_c-Faktor	v_c für 19 Graphit	Vollnut	Kontur
			a_e = 1 x D a_p = 0,05 x D	a_e = 0,1 x D a_p = 0,1 x D
			Zahnvorschub	Zahnvorschub
Dc x L4		[m/min]	f_z [mm/Z]	f_z [mm/Z]
1,2x6	1,00	**340**	0,0141	0,0187
1,2x8	0,95	**323**	0,0127	0,0168
1,2x10	0,90	**306**	0,0114	0,0151
1,2x12	0,86	**292**	0,0103	0,0136
1,2x16	0,77	**262**	0,0092	0,0123
1,2x20	0,69	**235**	0,0079	0,0104
1,4x6	1,00	**340**	0,0151	0,0201
1,4x8	0,95	**323**	0,0136	0,0181
1,4x10	0,90	**306**	0,0122	0,0162
1,4x12	0,86	**292**	0,0110	0,0146
1,4x14	0,77	**262**	0,0099	0,0132
1,4x16	0,69	**235**	0,0089	0,0118
1,4x22	0,63	**214**	0,0076	0,0101
1,5x6	0,95	**323**	0,0145	0,0192
1,5x8	0,90	**306**	0,0129	0,0172
1,5x10	0,81	**275**	0,0116	0,0155
1,5x12	0,73	**248**	0,0105	0,0139
1,5x14	0,66	**224**	0,0094	0,0125
1,5x16	0,59	**201**	0,0085	0,0113
1,5x18	0,53	**180**	0,0072	0,0096
1,5x20	0,48	**163**	0,0061	0,0081
1,5x25	0,43	**146**	0,0052	0,0069
1,5x30	0,39	**133**	0,0044	0,0059
1,5x35	0,35	**119**	0,0038	0,0050
1,5x40	0,32	**109**	0,0032	0,0042
1,5x45	0,29	**99**	0,0027	0,0036
1,6x6	1,00	**340**	0,0166	0,0221
1,6x8	0,95	**323**	0,0150	0,0199
1,6x10	0,90	**306**	0,0135	0,0179
1,6x12	0,86	**292**	0,0121	0,0161
1,6x14	0,77	**262**	0,0109	0,0145
1,6x16	0,69	**235**	0,0098	0,0130
1,6x18	0,63	**214**	0,0088	0,0117
1,6x20	0,56	**190**	0,0075	0,0100
1,6x26	0,48	**163**	0,0064	0,0085

Größe	v_c-Faktor	v_c für 19 Graphit	Vollnut	Kontur
			a_e = 1 x D a_p = 0,05 x D	a_e = 0,1 x D a_p = 0,1 x D
			Zahnvorschub	Zahnvorschub
Dc x L4		[m/min]	f_z [mm/Z]	f_z [mm/Z]
1,8x6	1,00	**340**	0,0179	0,0238
1,8x8	0,95	**323**	0,0161	0,0214
1,8x10	0,90	**306**	0,0145	0,0193
1,8x12	0,86	**292**	0,0131	0,0174
1,8x14	0,78	**262**	0,0118	0,0156
1,8x16	0,69	**235**	0,0106	0,0141
1,8x18	0,63	**214**	0,0095	0,0126
1,8x20	0,56	**190**	0,0086	0,0114
1,8x25	0,48	**163**	0,0073	0,0097
2x6	0,95	**323**	0,0168	0,0223
2x8	0,90	**306**	0,0150	0,0199
2x10	0,81	**275**	0,0135	0,0179
2x12	0,73	**248**	0,0121	0,0161
2x14	0,66	**223**	0,0109	0,0145
2x16	0,59	**201**	0,0098	0,0130
2x18	0,53	**180**	0,0088	0,0117
2x20	0,48	**163**	0,0075	0,0100
2x25	0,43	**146**	0,0064	0,0085
2x30	0,39	**133**	0,0054	0,0072
2x35	0,35	**119**	0,0046	0,0061
2x40	0,32	**109**	0,0039	0,0052
2x50	0,28	**95**	0,0033	0,0044
2x60	0,25	**85**	0,0028	0,0038
2,5x8	1,00	**340**	0,0205	0,0272
2,5x10	0,95	**323**	0,0184	0,0245
2,5x12	0,90	**306**	0,0166	0,0220
2,5x14	0,86	**292**	0,0149	0,0198
2,5x16	0,81	**275**	0,0134	0,0178
2,5x18	0,73	**248**	0,0121	0,0161
2,5x20	0,66	**224**	0,0109	0,0145
2,5x25	0,59	**201**	0,0093	0,0123
2,5x30	0,53	**180**	0,0079	0,0104
2,5x40	0,46	**156**	0,0067	0,0089
2,5x50	0,38	**129**	0,0057	0,0075

Tabelle 8.79 GARANT VHM-Schaftfräser (Diamantbeschichtung)

Katalognummer 209711

Vollnut/Tasche

f_z für a_e = 1,0 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	∅ 3–5 f_z [mm/Z]	∅ 6 f_z [mm/Z]	∅ 8 f_z [mm/Z]
19.0	Graphit		320	**340**	360	0,03	0,04	0,05
20.0.1	PMMA			–		–	–	–
20.0.2	PE-HD			–		–	–	–
20.0.3	PA 66			–		–	–	–
20.0.4	PEEK			–		–	–	–
20.1.1	PF 31			–		–	–	–
20.2.1	AFK Aramid			–		–	–	–
20.2.2	PVDF GF20		180	**200**	220	0,03	0,04	0,05
20.2.3	POM GF25		170	**190**	210	0,03	0,04	0,05
20.2.4	PA 66 GF30		150	**170**	190	0,03	0,04	0,05
20.2.5	PEEK GF30		130	**150**	170	0,03	0,04	0,05
20.2.6	PTFE CF25		180	**200**	220	0,03	0,04	0,05
20.2.7	PEEK CF30		160	**180**	200	0,03	0,04	0,05
20.2.8	Hybride			–		–	–	–
20.2.9	Honeycomb Sandwich		320	**350**	370	0,03	0,04	0,05
20.2.10	MMC			–		–	–	–
20.2.11	CFK/GFK		170	**190**	210	0,03	0,04	0,05



∅ 10–12 f_z [mm/Z]	∅ 16 f_z [mm/Z]	∅ 20 f_z [mm/Z]	KSS
0,06	0,07	0,08	Luft
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
0,06	0,07	0,08	Emulsion
0,06	0,07	0,08	Emulsion
0,06	0,07	0,08	Emulsion
0,06	0,07	0,08	Emulsion
0,06	0,07	0,08	Emulsion
0,06	0,07	0,08	Emulsion
–	–	–	–
0,06	0,07	0,08	Emulsion
–	–	–	–
0,06	0,07	0,08	Luft

Tabelle 8.80 GARANT VHM-Schaftfräser (Diamantbeschichtung)

Katalognummer 209713

Vollnut/Tasche

f_z für a_e = 1,0 x D und a_p = 1,0 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min. – Start – max.	∅ 6 f_z [mm/Z]	∅ 8 f_z [mm/Z]
19.0	Graphit		320 – **340** – 360	0,04	0,05
20.0.1	PMMA		–	–	–
20.0.2	PE-HD		–	–	–
20.0.3	PA 66		–	–	–
20.0.4	PEEK		–	–	–
20.1.1	PF 31		–	–	–
20.2.1	AFK Aramid		–	–	–
20.2.2	PVDF GF20		180 – **200** – 220	0,04	0,05
20.2.3	POM GF25		170 – **190** – 210	0,04	0,05
20.2.4	PA 66 GF30		150 – **170** – 190	0,04	0,05
20.2.5	PEEK GF30		130 – **150** – 170	0,04	0,05
20.2.6	PTFE CF25		180 – **200** – 220	0,04	0,05
20.2.7	PEEK CF30		160 – **180** – 200	0,04	0,05
20.2.8	Hybride		–	–	–
20.2.9	Honeycomb Sandwich		320 – **350** – 370	0,04	0,05
20.2.10	MMC		–	–	–
20.2.11	CFK/GFK		170 – **190** – 210	0,04	0,05



∅ 10–12 f_z [mm/Z]	∅ 16 f_z [mm/Z]	∅ 20 f_z [mm/Z]	KSS
0,06	0,07	0,08	Luft
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
0,06	0,07	0,08	Emulsion
0,06	0,07	0,08	Emulsion
0,06	0,07	0,08	Emulsion
0,06	0,07	0,08	Emulsion
0,06	0,07	0,08	Emulsion
0,06	0,07	0,08	Emulsion
–	–	–	–
0,06	0,07	0,08	Emulsion
–	–	–	–
0,06	0,07	0,08	Luft

Tabelle 8.81 GARANT VHM-Präzisions-Microtorusfräser (Diamantbeschichtung)

Katalognummer 209715; 209720; 209725; 209730

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c für Faktor 1,00 [m/min]
19.0	Graphit		340
20.0.1	PMMA		–
20.0.2	PE-HD		–
20.0.3	PA 66		–
20.0.4	PEEK		–
20.1.1	PF 31		–
20.2.1	AFK Aramid		–
20.2.2	PVDF GF20		200
20.2.3	POM GF25		190
20.2.4	PA 66 GF30		170
20.2.5	PEEK GF30		150
20.2.6	PTFE CF25		200
20.2.7	PEEK CF30		180
20.2.8	Hybride		–
20.2.9	Honeycomb Sandwich		350
20.2.10	MMC		–
20.2.11	CFK/GFK		190

Größe De x L4	v_c-Faktor	v_c für 19.0 Graphit [m/min]	Kontur  a_e = 0,1 x D a_p = 0,1 x D Zahnvorschub f_z [mm/Z]	Kopieren  a_e = 0,05 x D a_p = 0,05 x D Zahnvorschub f_z [mm/Z]
0,4x2	0,90	306	0,0044	0,0062
0,4x3	0,81	275	0,0039	0,0056
0,4x4	0,73	248	0,0033	0,0048
0,5x2	0,95	323	0,0057	0,0081
0,5x3	0,86	292	0,0051	0,0072
0,5x4	0,77	262	0,0043	0,0052
0,5x5	0,66	224	0,0037	0,0052
0,5x6	0,54	184	0,0031	0,0045
0,6x2	1,00	340	0,0078	0,0111
0,6x3	0,95	323	0,0070	0,0100
0,6x4	0,90	306	0,0063	0,0090
0,6x6	0,81	275	0,0057	0,0081
0,6x8	0,73	248	0,0048	0,0069
0,7x4	0,95	52	0,0077	0,0109
0,7x6	0,86	47	0,0056	0,0079
0,8x4	1,00	340	0,0093	0,0132
0,8x6	0,95	323	0,0084	0,0119
1x2	1,00	340	0,0113	0,0160
1x4	0,95	323	0,0101	0,0144
1x6	0,86	292	0,0091	0,0129
1x8	0,77	262	0,0077	0,0110
1x10	0,69	235	0,0071	0,0100
1x12	0,62	211	0,0063	0,0089
1x16	0,48	163	0,0045	0,0064
1x20	0,41	139	0,0039	0,0055

Größe	v_c-Faktor	v_c für 19 Graphit	Kontur	Kopieren
			a_e = 0,1 x D a_p = 0,1 x D	a_e = 0,05 x D a_p = 0,05 x D
			Zahnvorschub	Zahnvorschub
De x L4		[m/min]	f_z [mm/Z]	f_z [mm/Z]
1,2x6	1,00	**340**	0,0165	0,0234
1,2x12	0,86	**292**	0,0120	0,0170
1,2x20	0,69	**235**	0,0074	0,0104
1,5x4	1,00	**340**	0,0188	0,0266
1,5x6	0,95	**323**	0,0169	0,0240
1,5x8	0,90	**306**	0,0152	0,0216
1,5x10	0,81	**275**	0,0137	0,0194
1,5x12	0,73	**248**	0,0123	0,0175
1,5x16	0,59	**201**	0,0099	0,0141
1,5x20	0,48	**163**	0,0072	0,0102
2x4	1,00	**340**	0,0218	0,0309
2x6	0,95	**323**	0,0196	0,0278
2x8	0,90	**306**	0,0176	0,0250
2x10	0,81	**275**	0,0158	0,0224
2x12	0,73	**248**	0,0143	0,0202
2x16	0,59	**201**	0,0116	0,0164
2x20	0,48	**163**	0,0089	0,0126
2x26	0,43	**146**	0,0075	0,0107
2,5x10	0,95	**340**	0,0216	0,0307
2,5x12	0,90	**306**	0,0195	0,0277
2,5x30	0,53	**180**	0,0092	0,0130



Tabelle 8.82 GARANT VHM-Torusfräser (Diamantbeschichtung)

Katalognummer 209750

Kontur

f_z für a_e = 0,5 x D und a_p = 0,1 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min. – Start – max.	∅1 f_z [mm/Z]	∅1,2 f_z [mm/Z]	∅1,5 f_z [mm/Z]
19.0	Graphit		320 – **340** – 360	0,011	0,017	0,020
20.0.1	PMMA		–	–	–	–
20.0.2	PE-HD		–	–	–	–
20.0.3	PA 66		–	–	–	–
20.0.4	PEEK		–	–	–	–
20.1.1	PF 31		–	–	–	–
20.2.1	AFK Aramid		–	–	–	–
20.2.2	PVDF GF20		180 – **200** – 220	0,011	0,017	0,020
20.2.3	POM GF25		170 – **190** – 210	0,011	0,017	0,020
20.2.4	PA 66 GF30		150 – **170** – 190	0,011	0,017	0,020
20.2.5	PEEK GF30		130 – **150** – 170	0,011	0,017	0,020
20.2.6	PTFE CF25		180 – **200** – 220	0,011	0,017	0,020
20.2.7	PEEK CF30		160 – **180** – 200	0,011	0,017	0,020
20.2.8	Hybride		–	–	–	–
20.2.9	Honeycomb Sandwich		320 – **350** – 370	0,011	0,017	0,020
20.2.10	MMC		–	–	–	–
20.2.11	CFK/GFK		170 – **190** – 210	0,011	0,017	0,020

Kopieren

f_z für a_e = 0,05 x D und a_p = 0,05 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min. – Start – max.	∅1 f_z [mm/Z]	∅1,2 f_z [mm/Z]	∅1,5 f_z [mm/Z]
19.0	Graphit		320 – **340** – 360	0,016	0,023	0,028
20.0.1	PMMA		–	–	–	–
20.0.2	PE-HD		–	–	–	–
20.0.3	PA 66		–	–	–	–
20.0.4	PEEK		–	–	–	–
20.1.1	PF 31		–	–	–	–
20.2.1	AFK Aramid		–	–	–	–
20.2.2	PVDF GF20		180 – **200** – 220	0,016	0,023	0,028
20.2.3	POM GF25		170 – **190** – 210	0,016	0,023	0,028
20.2.4	PA 66 GF30		150 – **170** – 190	0,016	0,023	0,028
20.2.5	PEEK GF30		130 – **150** – 170	0,016	0,023	0,028
20.2.6	PTFE CF25		180 – **200** – 220	0,016	0,023	0,028
20.2.7	PEEK CF30		160 – **180** – 200	0,016	0,023	0,028
20.2.8	Hybride		–	–	–	–
20.2.9	Honeycomb Sandwich		320 – **350** – 370	0,016	0,023	0,028
20.2.10	MMC		–	–	–	–
20.2.11	CFK/GFK		170 – **190** – 210	0,016	0,023	0,028



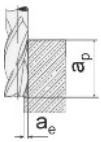
∅ 2 f_z [mm/Z]	∅ 3 f_z [mm/Z]	∅ 4 f_z [mm/Z]	∅ 6 f_z [mm/Z]	∅ 8 f_z [mm/Z]	∅ 10 f_z [mm/Z]	KSS
0,022	0,024	0,026	0,035	0,080	0,095	Luft
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
0,022	0,024	0,026	0,035	0,080	0,095	Emulsion
0,022	0,024	0,026	0,035	0,080	0,095	Emulsion
0,022	0,024	0,026	0,035	0,080	0,095	Emulsion
0,022	0,024	0,026	0,035	0,080	0,095	Emulsion
0,022	0,024	0,026	0,035	0,080	0,095	Emulsion
0,022	0,024	0,026	0,035	0,080	0,095	Emulsion
–	–	–	–	–	–	–
0,022	0,024	0,026	0,035	0,080	0,095	Emulsion
–	–	–	–	–	–	–
0,022	0,024	0,026	0,035	0,080	0,095	Luft

∅ 2 f_z [mm/Z]	∅ 3 f_z [mm/Z]	∅ 4 f_z [mm/Z]	∅ 6 f_z [mm/Z]	∅ 8 f_z [mm/Z]	∅ 10 f_z [mm/Z]	KSS
0,031	0,032	0,034	0,040	0,085	0,100	Luft
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
0,031	0,032	0,034	0,040	0,085	0,100	Emulsion
0,031	0,032	0,034	0,040	0,085	0,100	Emulsion
0,031	0,032	0,034	0,040	0,085	0,100	Emulsion
0,031	0,032	0,034	0,040	0,085	0,100	Emulsion
0,031	0,032	0,034	0,040	0,085	0,100	Emulsion
0,031	0,032	0,034	0,040	0,085	0,100	Emulsion
–	–	–	–	–	–	–
0,031	0,032	0,034	0,040	0,085	0,100	Emulsion
–	–	–	–	–	–	–
0,031	0,032	0,034	0,040	0,085	0,100	Luft

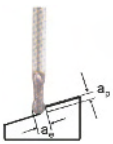
Tabelle 8.83 GARANT VHM-Torusfräser (Diamantbeschichtung)

Katalognummer **209755; 209758; 209760**

Kontur
f_z für a_e = 0,2 x D und a_p = 1,0 x D



Kopieren
f_z für a_e = 0,05 x D und a_p = 0,05 x D



Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min. – Start – max.	∅ 3–4 f_z [mm/Z]	∅ 5–6 f_z [mm/Z]
19.0	Graphit		320 – **340** – 360	0,020	0,052
20.0.1	PMMA		–	–	–
20.0.2	PE-HD		–	–	–
20.0.3	PA 66		–	–	–
20.0.4	PEEK		–	–	–
20.1.1	PF 31		–	–	–
20.2.1	AFK Aramid		–	–	–
20.2.2	PVDF GF20		180 – **200** – 220	0,020	0,52
20.2.3	POM GF25		170 – **190** – 210	0,020	0,52
20.2.4	PA 66 GF30		150 – **170** – 190	0,020	0,52
20.2.5	PEEK GF30		130 – **150** – 170	0,020	0,052
20.2.6	PTFE CF25		180 – **200** – 220	0,020	0,52
20.2.7	PEEK CF30		160 – **180** – 200	0,020	0,52
20.2.8	Hybride		–	–	–
20.2.9	Honeycomb Sandwich		320 – **350** – 370	0,020	0,52
20.2.10	MMC		–	–	–
20.2.11	CFK/GFK		170 – **190** – 210	0,020	0,52

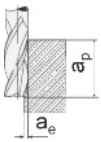


∅ 8 f_z [mm/Z]	∅ 10 f_z [mm/Z]	∅ 12 f_z [mm/Z]	KSS
0,078	0,091	0,105	Luft
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
0,078	0,091	0,105	Emulsion
0,078	0,091	0,105	Emulsion
0,078	0,091	0,105	Emulsion
0,078	0,091	0,105	Emulsion
0,078	0,091	0,105	Emulsion
0,078	0,091	0,105	Emulsion
–	–	–	–
0,078	0,091	0,105	Emulsion
–	–	–	–
0,078	0,091	0,105	Luft

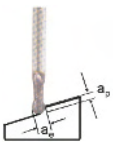
Tabelle 8.84 GARANT VHM-Vollradiusfräser (Diamantbeschichtung)

Katalognummer 209775; 209780; 209782

Kontur
f_z für a_e = 0,2 x D und a_p = 1,0 x D



Kopieren
f_z für a_e = 0,05 x D und a_p = 0,05 x D



Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c [m/min] min.	Start	max.	∅ 1–1,6 f_z [mm/Z]	∅ 1,8–2,5 f_z [mm/Z]	∅ 3–4 f_z [mm/Z]	∅ 5–6 f_z [mm/Z]
19.0	Graphit		320	**340**	360	0,011	0,022	0,023	0,050
20.0.1	PMMA			–		–	–	–	–
20.0.2	PE-HD			–		–	–	–	–
20.0.3	PA 66			–		–	–	–	–
20.0.4	PEEK			–		–	–	–	–
20.1.1	PF 31			–		–	–	–	–
20.2.1	AFK Aramid			–		–	–	–	–
20.2.2	PVDF GF20		180	**200**	220	0,011	0,022	0,023	0,050
20.2.3	POM GF25		170	**190**	210	0,011	0,022	0,023	0,050
20.2.4	PA 66 GF30		150	**170**	190	0,011	0,022	0,023	0,050
20.2.5	PEEK GF30		130	**150**	170	0,011	0,022	0,023	0,050
20.2.6	PTFE CF25		180	**200**	220	0,011	0,022	0,023	0,050
20.2.7	PEEK CF30		160	**180**	200	0,011	0,022	0,023	0,050
20.2.8	Hybride			–		–	–	–	–
20.2.9	Honeycomb Sandwich		320	**350**	370	0,011	0,022	0,023	0,050
20.2.10	MMC			–		–	–	–	–
20.2.11	CFK/GFK		170	**190**	210	0,011	0,022	0,023	0,050



∅ 8 f_z [mm/Z]	∅ 10 f_z [mm/Z]	∅ 12 f_z [mm/Z]	∅ 14 f_z [mm/Z]	∅ 16 f_z [mm/Z]	∅ 20 f_z [mm/Z]	KSS
0,075	0,090	0,105	0,110	0,115	0,130	Luft
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
0,075	0,090	0,105	0,110	0,115	0,130	Emulsion
0,075	0,090	0,105	0,110	0,115	0,130	Emulsion
0,075	0,090	0,105	0,110	0,115	0,130	Emulsion
0,075	0,090	0,105	0,110	0,115	0,130	Emulsion
0,075	0,090	0,105	0,110	0,115	0,130	Emulsion
0,075	0,090	0,105	0,110	0,115	0,130	Emulsion
–	–	–	–	–	–	–
0,075	0,090	0,105	0,110	0,115	0,130	Emulsion
–	–	–	–	–	–	–
0,075	0,090	0,105	0,110	0,115	0,130	Luft

Tabelle 8.85 GARANT VHM-Kugelfräser (Diamantbeschichtung)

Katalognummer 209785

Kopieren

f_z für a_e = 0,05 x D und a_p = 0,05 x D

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	v_c [m/min]			∅ 1–2	∅ 3–4	∅ 5–6
		[N/mm²]	min.	Start	max.	f_z [mm/Z]	f_z [mm/Z]	f_z [mm/Z]
19.0	Graphit		320	**340**	360	0,007	0,025	0,078
20.0.1	PMMA			–		–	–	–
20.0.2	PE-HD			–		–	–	–
20.0.3	PA 66			–		–	–	–
20.0.4	PEEK			–		–	–	–
20.1.1	PF 31			–		–	–	–
20.2.1	AFK Aramid			–		–	–	–
20.2.2	PVDF GF20		180	**200**	220	0,007	0,025	0,078
20.2.3	POM GF25		170	**190**	210	0,007	0,025	0,078
20.2.4	PA 66 GF30		150	**170**	190	0,007	0,025	0,078
20.2.5	PEEK GF30		130	**150**	170	0,007	0,025	0,078
20.2.6	PTFE CF25		180	**200**	220	0,007	0,025	0,078
20.2.7	PEEK CF30		160	**180**	200	0,007	0,025	0,078
20.2.8	Hybride			–		–	–	–
20.2.9	Honeycomb Sandwich		320	**350**	370	0,007	0,025	0,078
20.2.10	MMC			–		–	–	–
20.2.11	CFK/GFK		170	**190**	210	0,007	0,025	0,078



∅ 8 f_z [mm/Z]	∅ 10 f_z [mm/Z]	∅ 12 f_z [mm/Z]	KSS
0,078	0,091	0,105	Luft
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
0,078	0,091	0,105	Luft
0,078	0,091	0,105	Luft
0,078	0,091	0,105	Luft
0,078	0,091	0,105	Luft
0,078	0,091	0,105	Luft
0,078	0,091	0,105	Luft
–	–	–	–
0,078	0,091	0,105	Luft
–	–	–	–
0,078	0,091	0,105	Luft

Tabelle 8.86 GARANT VHM-Micro-Präzisions-Radiuskopierfräser (Diamantbeschichtung)

Katalognummer 209790; 209795

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	v_c für Faktor 1,00 [m/min]
19.0	Graphit		340
20.0.1	PMMA		–
20.0.2	PE-HD		–
20.0.3	PA 66		–
20.0.4	PEEK		–
20.1.1	PF 31		–
20.2.1	AFK Aramid		–
20.2.2	PVDF GF20		200
20.2.3	POM GF25		190
20.2.4	PA 66 GF30		170
20.2.5	PEEK GF30		150
20.2.6	PTFE CF25		200
20.2.7	PEEK CF30		180
20.2.8	Hybride		–
20.2.9	Honeycomb Sandwich		350
20.2.10	MMC		–
20.2.11	CFK/GFK		190

Größe Dc x L4	v_c-Faktor	v_c für 19.0 Graphit [m/min]	Kopieren  $a_e = 0{,}05 \times D$ $a_p = 0{,}05 \times D$ Zahnvorschub f_z [mm/Z]
0,2x1	0,81	**275**	0,0025
0,2x2	0,53	**180**	0,0024
0,2x2,5	0,48	**163**	0,0021
0,2x3	0,41	**139**	0,0021
0,3x1	0,90	**306**	0,0036
0,3x1,5	0,81	**275**	0,0035
0,3x2	0,74	**252**	0,0028
0,3x3	0,60	**204**	0,0020
0,3x4	0,51	**173**	0,0018
0,4x1	0,90	**306**	0,0048
0,4x2	0,73	**248**	0,0043
0,4x2,5	0,66	**224**	0,0041
0,4x3	0,59	**201**	0,0036
0,4x4	0,48	**163**	0,0030
0,4x5	0,39	**133**	0,0027
0,4x6	0,31	**105**	0,0021
0,5x1	1,00	**340**	0,0050
0,5x2	0,90	**306**	0,0046
0,5x3	0,81	**275**	0,0035
0,5x4	0,74	**252**	0,0028
0,5x5	0,66	**224**	0,0022
0,5x6	0,57	**194**	0,0021
0,5x8	0,46	**156**	0,0020
0,5x10	0,37	**126**	0,0015



Größe	v_c-Faktor	v_c für 19 Graphit	Vollnut		Größe	v_c-Faktor	v_c für 19 Graphit	Vollnut	
									
			$a_e = 0,05 \times D$ $a_p = 0,05 \times D$					$a_e = 0,05 \times D$ $a_p = 0,05 \times D$	
			Zahnvorschub					Zahnvorschub	
Dc x L4		[m/min]	f_z [mm/Z]		Dc x L4		[m/min]	f_z [mm/Z]	
0,6x1	1,00	**340**	0,0060		1,2x6	1,00	**340**	0,0135	
0,6x2	0,90	**306**	0,0060		1,2x8	0,95	**323**	0,0131	
0,6x3	0,81	**275**	0,0056		1,2x10	0,90	**306**	0,0130	
0,6x4	0,74	**252**	0,0053		1,2x12	0,86	**292**	0,0122	
0,6x5	0,66	**224**	0,0045		1,2x14	0,81	**275**	0,0114	
0,6x6	0,60	**204**	0,0029		1,2x16	0,77	**262**	0,0108	
0,6x7	0,54	**184**	0,0022		1,4x8	1,00	**340**	0,0135	
0,6x8	0,49	**167**	0,0018		1,4x12	0,95	**323**	0,0122	
0,6x9	0,44	**150**	0,0017		1,4x16	0,90	**306**	0,0109	
0,6x10	0,36	**122**	0,0016		1,5x3	1,00	**340**	0,0225	
0,6x11	0,32	**109**	0,0014		1,5x4	0,95	**323**	0,0226	
0,6x12	0,29	**99**	0,0010		1,5x6	0,90	**306**	0,0209	
0,8x2	1,00	**340**	0,0070		1,5x8	0,86	**292**	0,0198	
0,8x3	0,95	**323**	0,0064		1,5x10	0,81	**275**	0,0182	
0,8x4	0,90	**306**	0,0056		1,5x12	0,73	**248**	0,0168	
0,8x5	0,86	**292**	0,0052		1,5x14	0,66	**224**	0,0150	
0,8x6	0,81	**275**	0,0046		1,5x16	0,59	**201**	0,0136	
0,8x8	0,75	**252**	0,0034		1,6x8	1,00	**340**	0,0240	
0,8x9	0,70	**238**	0,0028		1,6x12	0,95	**323**	0,0215	
0,8x10	0,66	**224**	0,0020		1,6x16	0,90	**306**	0,0156	
1x3	0,96	**326**	0,0108		1,8x8	1,00	**340**	0,0260	
1x4	0,92	**313**	0,0106		1,8x12	0,95	**323**	0,0250	
1x5	0,88	**299**	0,0102		1,8x16	0,90	**306**	0,0168	
1x6	0,85	**289**	0,0099		2x3	1,00	**340**	0,0275	
1x7	0,82	**279**	0,0096		2x4	0,95	**323**	0,0250	
1x8	0,78	**265**	0,0085		2x6	0,90	**306**	0,0270	
1x9	0,75	**255**	0,0085		2x8	0,86	**292**	0,0240	
1x10	0,70	**238**	0,0083		2x10	0,81	**275**	0,0216	
1x12	0,65	**221**	0,0078		2x12	0,77	**262**	0,0192	
1x14	0,60	**204**	0,0070		2x14	0,74	**252**	0,0168	
1x16	0,56	**190**	0,0072		2x16	0,70	**238**	0,0173	
					2,5x10	1,00	**340**	0,0330	
					2,5x15	0,95	**323**	0,0297	

Tabelle 8.87.1 GARANT-TopCut-Fräsersystem mit VHM-Fräsköpfen

Katalognummer 210550 bis 210580 mit 210200; 210210; 210230
Hinweis: Für die Halter 210550; 210575; 210580 gelten die angegebenen Schnittwerte für v_c und f_z.
Für die Halter 210555; 210565 gelten die Korrekturfaktoren $v_c = 0{,}9$ und $f_z = 0{,}9$.
Für die Halter 210560; 210570 gelten die Korrekturfaktoren $v_c = 0{,}7$ und $f_z = 0{,}7$.

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Sorte	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] Trocken min.	Start	max.	Nass min.	Start	max.
1.0	allg. Baustähle	< 500	HB730	140	180	220	130	160	190
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	HB730	140	170	200	120	150	180
2.0	Automatenstähle	< 850	HB730	150	190	230	140	170	200
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	HB730	140	180	220	130	160	190
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	HB730	110	140	170	100	130	160
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	HB730	110	140	170	100	130	160
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	HB730	100	130	160	100	120	140
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	HB730	100	120	140	90	110	130
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	HB730	90	110	130	80	100	120
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	HB730	130	160	190	110	140	170
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	HB730	110	140	170	100	130	160
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	HB730	100	120	140	90	110	130
7.0	Nitrierstähle	< 1000	HB730	110	140	170	100	130	160
7.1	Nitrierstähle	> 1000	HB730	100	120	140	90	110	130
8.0	Werkzeugstähle	< 850	HB730	90	110	130	80	100	120
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	HB730	80	100	120	70	90	110
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	HB730	80	100	120	70	90	110
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	–		–			–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–		–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–		–			–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	HB730	60	80	100	60	70	80
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	HB730	60	80	100	60	70	80
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	HB730	60	70	80	50	60	70
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	HB730	50	60	70	40	50	60
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	HB730	40	50	60	40	50	60
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–		–			–	
15.0	Gusseisen	< 180 HB	HB730	120	150	180	110	140	170
15.1	Gusseisen	> 180 HB	HB730	100	120	140	90	110	130
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	HB730	110	140	170	100	130	160
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	HB730	90	110	130	80	100	120
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–		–			–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–		–			–	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–		–			–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–		–			–	
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		–		–			–	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–		–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	HB730	210	260	310	180	230	280
18.2	Messing, langspanend	< 600	HB730	180	220	260	160	200	240
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	HB730	170	210	250	150	190	230
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	HB730	140	170	200	120	150	180
18.5	Bronze, langspanend	< 850	HB730	140	180	220	130	160	190
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	HB730	130	160	190	110	140	170
19.0	Graphit		–		–			–	
20.0	Thermoplast		–		–			–	
20.1	Duroplast		–		–			–	
20.2	GFK und CFK		–		–			–	



Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]															
a_e = (0,5 ... 1) x D					a_e = 0,3 x D					a_e = 0,1 x D				
$a_{p\,max}$ für Fräsen in Stahl ≤ 900 N/mm² [mm]					$a_{p\,max}$ für Fräsen in Stahl ≤ 900 N/mm² [mm]					$a_{p\,max}$ für Fräsen in Stahl ≤ 900 N/mm² [mm]				
6	7	11	13	17	6	7	11	13	17	6	7	11	13	17
Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20	Ø 25
0,060	0,080	0,095	0,115	0,135	0,072	0,097	0,120	0,143	0,167	0,086	0,116	0,144	0,172	0,200
0,055	0,073	0,087	0,105	0,124	0,066	0,089	0,110	0,131	0,153	0,079	0,107	0,132	0,157	0,184
0,060	0,080	0,095	0,115	0,135	0,072	0,097	0,120	0,143	0,167	0,086	0,116	0,144	0,172	0,200
0,050	0,067	0,079	0,096	0,113	0,060	0,081	0,100	0,119	0,139	0,072	0,097	0,120	0,143	0,167
0,060	0,080	0,095	0,115	0,135	0,072	0,097	0,120	0,143	0,167	0,086	0,116	0,144	0,172	0,200
0,050	0,067	0,079	0,096	0,113	0,060	0,081	0,100	0,119	0,139	0,072	0,097	0,120	0,143	0,167
0,045	0,060	0,071	0,086	0,101	0,054	0,073	0,090	0,107	0,125	0,065	0,.087	0,108	0,129	0,150
0,055	0,073	0,087	0,105	0,124	0,066	0,089	0,110	0,131	0,153	0,079	0,107	0,132	0,157	0,184
0,045	0,060	0,071	0,086	0,101	0,054	0,073	0,090	0,107	0,125	0,065	0,.087	0,108	0,129	0,150
0,060	0,080	0,095	0,115	0,135	0,072	0,097	0,120	0,143	0,167	0,086	0,116	0,144	0,172	0,200
0,050	0,067	0,079	0,096	0,113	0,060	0,081	0,100	0,119	0,139	0,072	0,097	0,120	0,143	0,167
0,040	0,053	0,063	0,077	0,090	0,048	0,065	0,080	0,095	0,111	0,058	0,.078	0,096	0,114	0,134
0,050	0,067	0,079	0,096	0,113	0,060	0,081	0,100	0,119	0,139	0,072	0,097	0,120	0,143	0,167
0,040	0,053	0,063	0,077	0,090	0,048	0,065	0,080	0,095	0,111	0,058	0,.078	0,096	0,114	0,134
0,035	0,047	0,055	0,067	0,079	0,042	0,057	0,070	0,083	0,097	0,050	0,068	0,084	0,100	0,117
0,030	0,040	0,048	0,058	0,068	0,036	0,049	0,060	0,072	0,084	0,043	0,058	0,072	0,086	0,100
0,025	0,033	0,040	0,048	0,056	0,030	0,040	0,050	0,060	0,070	0,036	0,049	0,060	0,072	0,084
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,035	0,047	0,055	0,067	0,079	0,042	0,057	0,070	0,083	0,097	0,050	0,068	0,084	0,100	0,117
0,035	0,047	0,055	0,067	0,079	0,042	0,057	0,070	0,083	0,097	0,050	0,068	0,084	0,100	0,117
0,035	0,047	0,055	0,067	0,079	0,042	0,057	0,070	0,083	0,097	0,050	0,068	0,084	0,100	0,117
0,030	0,040	0,048	0,058	0,068	0,036	0,049	0,060	0,072	0,084	0,043	0,058	0,072	0,086	0,100
0,025	0,033	0,040	0,048	0,056	0,030	0,040	0,050	0,060	0,070	0,036	0,049	0,060	0,072	0,084
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,055	0,073	0,087	0,105	0,124	0,066	0,089	0,110	0,131	0,153	0,079	0,107	0,132	0,157	0,184
0,050	0,067	0,079	0,096	0,113	0,060	0,081	0,100	0,119	0,139	0,072	0,097	0,120	0,143	0,167
0,050	0,067	0,079	0,096	0,113	0,060	0,081	0,100	0,119	0,139	0,072	0,097	0,120	0,143	0,167
0,045	0,060	0,071	0,086	0,101	0,054	0,073	0,090	0,107	0,125	0,065	0,087	0,108	0,129	0,150
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,055	0,073	0,087	0,105	0,124	0,066	0,089	0,110	0,131	0,153	0,079	0,107	0,132	0,157	0,184
0,055	0,073	0,087	0,105	0,124	0,066	0,089	0,110	0,131	0,153	0,079	0,107	0,132	0,157	0,184
0,050	0,067	0,079	0,096	0,113	0,060	0,081	0,100	0,119	0,139	0,072	0,097	0,120	0,143	0,167
0,045	0,060	0,071	0,086	0,101	0,054	0,073	0,090	0,107	0,125	0,065	0,087	0,108	0,129	0,150
0,050	0,067	0,079	0,096	0,113	0,060	0,081	0,100	0,119	0,139	0,072	0,097	0,120	0,143	0,167
0,055	0,073	0,087	0,105	0,124	0,066	0,089	0,110	0,131	0,153	0,079	0,107	0,132	0,157	0,184
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabelle 8.87.2 GARANT-TopCut-Fräsersystem mit VHM-Schrupp-Fräsköpfen HPC

Katalognummer 210550 bis 210580 mit 210250
Hinweis: Für die Halter 210550; 210575; 210580 gelten die angegebenen Schnittwerte für v_c und f_z.
Für die Halter 210555; 210565 gelten die Korrekturfaktoren $v_c = 0{,}9$ und $f_z = 0{,}9$.
Für die Halter 210560; 210570 gelten die Korrekturfaktoren $v_c = 0{,}7$ und $f_z = 0{,}7$.

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Sorte	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] Trocken min.	Trocken Start	Trocken max.	Nass min.	Nass Start	Nass max.
1.0	allg. Baustähle	< 500	HB730	180	230	280	170	210	250
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	HB730	170	210	250	150	190	230
2.0	Automatenstähle	< 850	HB730	190	240	290	180	220	260
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	HB730	180	220	260	160	200	240
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	HB730	140	180	220	130	160	190
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	HB730	140	170	200	120	150	180
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	HB730	130	160	190	110	140	170
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	HB730	120	150	180	110	140	170
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	HB730	110	140	170	100	130	160
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	HB730	160	200	240	140	180	220
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	HB730	140	170	200	120	150	180
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	HB730	120	150	180	110	140	170
7.0	Nitrierstähle	< 1000	HB730	140	180	220	130	160	190
7.1	Nitrierstähle	> 1000	HB730	120	150	180	110	140	170
8.0	Werkzeugstähle	< 850	HB730	110	140	170	100	130	160
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	HB730	100	130	160	100	120	140
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	HB730	100	120	140	90	110	130
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	–		–			–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–		–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–		–			–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	HB730	80	100	120	70	90	110
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	HB730	80	100	120	70	90	110
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	HB730	70	90	110	60	80	100
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	HB730	60	70	80	50	60	70
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	HB730	50	60	70	40	50	60
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–		–			–	
15.0	Gusseisen	< 180 HB	HB730	150	190	230	140	170	200
15.1	Gusseisen	> 180 HB	HB730	120	150	180	110	140	170
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	HB730	140	180	220	130	160	190
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	HB730	110	140	170	100	130	160
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–		–			–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–		–			–	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–		–			–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–		–			–	
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		–		–			–	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–		–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	HB730	260	320	380	230	290	350
18.2	Messing, langspanend	< 600	HB730	220	280	340	200	250	300
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	HB730	210	260	310	180	230	280
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	HB730	170	210	250	150	190	230
18.5	Bronze, langspanend	< 850	HB730	180	230	280	170	210	250
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	HB730	160	200	240	140	180	220
19.0	Graphit		–		–			–	
20.0	Thermoplast		–		–			–	
20.1	Duroplast		–		–			–	
20.2	GFK und CFK		–		–			–	



Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]															
a_e = (0,5 ... 1) x D					a_e = 0,3 x D					a_e = 0,1 x D				
$a_{p\,max}$ für Fräsen in Stahl ≤ 900 N/mm² [mm]					$a_{p\,max}$ für Fräsen in Stahl ≤ 900 N/mm² [mm]					$a_{p\,max}$ für Fräsen in Stahl ≤ 900 N/mm² [mm]				
6	7	11	13	17	6	7	11	13	17	6	7	11	13	17
Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20	Ø 25
0,060	0,080	0,095	0,115	0,135	0,072	0,097	0,120	0,143	0,167	0,086	0,116	0,144	0,172	0,200
0,055	0,073	0,087	0,105	0,124	0,066	0,089	0,110	0,131	0,153	0,079	0,107	0,132	0,157	0,184
0,060	0,080	0,095	0,115	0,135	0,072	0,097	0,120	0,143	0,167	0,086	0,116	0,144	0,172	0,200
0,050	0,067	0,079	0,096	0,113	0,060	0,081	0,100	0,119	0,139	0,072	0,097	0,120	0,143	0,167
0,060	0,080	0,095	0,115	0,135	0,072	0,097	0,120	0,143	0,167	0,086	0,116	0,144	0,172	0,200
0,050	0,067	0,079	0,096	0,113	0,060	0,081	0,100	0,119	0,139	0,072	0,097	0,120	0,143	0,167
0,045	0,060	0,071	0,086	0,101	0,054	0,073	0,090	0,107	0,125	0,065	0,.087	0,108	0,129	0,150
0,055	0,073	0,087	0,105	0,124	0,066	0,089	0,110	0,131	0,153	0,079	0,107	0,132	0,157	0,184
0,045	0,060	0,071	0,086	0,101	0,054	0,073	0,090	0,107	0,125	0,065	0,087	0,108	0,129	0,150
0,060	0,080	0,095	0,115	0,135	0,072	0,097	0,120	0,143	0,167	0,086	0,116	0,144	0,172	0,200
0,050	0,067	0,079	0,096	0,113	0,060	0,081	0,100	0,119	0,139	0,072	0,097	0,120	0,143	0,167
0,040	0,053	0,063	0,077	0,090	0,048	0,065	0,080	0,095	0,111	0,058	0,.78	0,096	0,114	0,134
0,050	0,067	0,079	0,096	0,113	0,060	0,081	0,100	0,119	0,139	0,072	0,097	0,120	0,143	0,167
0,040	0,053	0,063	0,077	0,090	0,048	0,065	0,080	0,095	0,111	0,058	0,078	0,096	0,114	0,134
0,035	0,047	0,055	0,067	0,079	0,042	0,057	0,070	0,083	0,097	0,050	0,068	0,084	0,100	0,117
0,030	0,040	0,048	0,058	0,068	0,036	0,049	0,060	0,072	0,084	0,043	0,058	0,072	0,086	0,100
0,025	0,033	0,040	0,048	0,056	0,030	0,040	0,050	0,060	0,070	0,036	0,049	0,060	0,072	0,084
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,035	0,047	0,055	0,067	0,079	0,042	0,057	0,070	0,083	0,097	0,050	0,068	0,084	0,100	0,117
0,035	0,047	0,055	0,067	0,079	0,042	0,057	0,070	0,083	0,097	0,050	0,068	0,084	0,100	0,117
0,035	0,047	0,055	0,067	0,079	0,042	0,057	0,070	0,083	0,097	0,050	0,068	0,084	0,100	0,117
0,030	0,040	0,048	0,058	0,068	0,036	0,049	0,060	0,072	0,084	0,043	0,085	0,072	0,086	0,100
0,025	0,033	0,040	0,048	0,056	0,030	0,040	0,050	0,060	0,070	0,036	0,049	0,060	0,072	0,084
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,055	0,073	0,087	0,105	0,124	0,066	0,089	0,110	0,131	0,153	0,079	0,107	0,132	0,157	0,184
0,050	0,067	0,079	0,096	0,113	0,060	0,081	0,100	0,119	0,139	0,072	0,097	0,120	0,143	0,167
0,050	0,067	0,079	0,096	0,113	0,060	0,081	0,100	0,119	0,139	0,072	0,097	0,120	0,143	0,167
0,045	0,060	0,071	0,086	0,101	0,054	0,073	0,090	0,107	0,125	0,065	0,087	0,108	0,129	0,150
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,055	0,073	0,087	0,105	0,124	0,066	0,089	0,110	0,131	0,153	0,079	0,107	0,132	0,157	0,184
0,055	0,073	0,087	0,105	0,124	0,066	0,089	0,110	0,131	0,153	0,079	0,107	0,132	0,157	0,184
0,050	0,067	0,079	0,096	0,113	0,060	0,081	0,100	0,119	0,139	0,072	0,097	0,120	0,143	0,167
0,045	0,060	0,071	0,086	0,101	0,054	0,073	0,090	0,107	0,125	0,065	0,087	0,108	0,129	0,150
0,050	0,067	0,079	0,096	0,113	0,060	0,081	0,100	0,119	0,139	0,072	0,097	0,120	0,143	0,167
0,055	0,073	0,087	0,105	0,124	0,066	0,089	0,110	0,131	0,153	0,079	0,107	0,132	0,157	0,184
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabelle 8.87.3 GARANT-TopCut-Fräsersystem mit VHM-Schrupp-Schlicht-Fräsköpfen

Katalognummer 210550 bis 210580 mit 210270
Hinweis: Für die Halter 210550; 210575; 210580 gelten die angegebenen Schnittwerte für v_c und f_z.
Für die Halter 210555; 210565 gelten die Korrekturfaktoren $v_c = 0{,}9$ und $f_z = 0{,}9$.
Für die Halter 210560; 210570 gelten die Korrekturfaktoren $v_c = 0{,}7$ und $f_z = 0{,}7$.

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Sorte	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] Trocken min.	Start	max.	Nass min.	Start	max.
1.0	allg. Baustähle	< 500	HB730	180	230	280	200	250	300
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	HB730	170	210	250	180	230	280
2.0	Automatenstähle	< 850	HB730	190	240	290	210	260	310
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	HB730	180	220	260	190	240	290
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	HB730	140	180	220	160	200	240
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	HB730	140	170	200	150	190	230
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	HB730	130	160	190	140	180	220
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	HB730	120	150	180	140	170	200
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	HB730	110	140	170	120	150	180
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	HB730	160	200	240	180	220	260
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	HB730	140	170	200	150	190	230
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	HB730	120	150	180	140	170	200
7.0	Nitrierstähle	< 1000	HB730	140	180	220	160	200	240
7.1	Nitrierstähle	> 1000	HB730	120	150	180	140	170	200
8.0	Werkzeugstähle	< 850	HB730	110	140	170	120	150	180
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	HB730	100	130	160	110	140	170
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	HB730	100	120	140	100	130	160
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	–		–			–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–		–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–		–			–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	HB730	80	100	120	90	110	130
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	HB730	80	100	120	90	110	130
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	HB730	70	90	110	80	100	120
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	HB730	60	70	80	60	80	100
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	HB730	50	60	70	60	70	80
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–		–			–	
15.0	Gusseisen	< 180 HB	HB730	150	190	220	170	210	250
15.1	Gusseisen	> 180 HB	HB730	120	150	180	140	170	200
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	HB730	140	180	220	160	200	240
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	HB730	110	140	170	120	150	180
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–		–			–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–		–			–	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–		–			–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–		–			–	
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		–		–			–	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–		–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	HB730	260	320	380	280	350	420
18.2	Messing, langspanend	< 600	HB730	220	280	340	250	310	370
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	HB730	210	260	310	230	290	350
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	HB730	170	210	250	180	230	280
18.5	Bronze, langspanend	< 850	HB730	180	230	280	200	250	300
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	HB730	160	200	240	180	220	260
19.0	Graphit		–		–			–	
20.0	Thermoplast		–		–			–	
20.1	Duroplast		–		–			–	
20.2	GFK und CFK		–		–			–	



Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]							
a_e = 0,3 x D				a_e = 0,1 x D			
$a_{p\ max}$ für Fräsen in Stahl ≤ 900 N/mm² [mm]				$a_{p\ max}$ für Fräsen in Stahl ≤ 900 N/mm² [mm]			
6	7	10	13	6	7	10	13
Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20	Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20
0,060	0,080	0,096	0,120	0,072	0,096	0,115	0,144
0,055	0,073	0,088	0,110	0,066	0,088	0,106	0,132
0,060	0,080	0,096	0,120	0,072	0,096	0,115	0,144
0,050	0,067	0,080	0,100	0,060	0,080	0,096	0,120
0,060	0,080	0,096	0,120	0,072	0,096	0,115	0,144
0,050	0,067	0,080	0,100	0,060	0,080	0,096	0,120
0,045	0,060	0,072	0,090	0,054	0,072	0,086	0,108
0,055	0,073	0,088	0,110	0,066	0,088	0,106	0,132
0,045	0,060	0,072	0,090	0,054	0,072	0,086	0,108
0,060	0,080	0,096	0,120	0,072	0,096	0,115	0,144
0,050	0,067	0,080	0,100	0,060	0,080	0,096	0,120
0,040	0,053	0,064	0,080	0,048	0,064	0,077	0,096
0,050	0,067	0,080	0,100	0,060	0,080	0,096	0,120
0,040	0,053	0,064	0,080	0,048	0,064	0,077	0,096
0,035	0,047	0,056	0,070	0,042	0,056	0,067	0,084
0,030	0,040	0,048	0,060	0,036	0,048	0,058	0,072
0,025	0,033	0,040	0,050	0,030	0,040	0,048	0,060
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
0,035	0,047	0,056	0,070	0,042	0,056	0,067	0,084
0,035	0,047	0,056	0,070	0,042	0,056	0,067	0,084
0,035	0,047	0,056	0,070	0,042	0,056	0,067	0,084
0,030	0,040	0,048	0,060	0,036	0,048	0,058	0,072
0,025	0,033	0,040	0,050	0,030	0,040	0,048	0,060
–	–	–	–	–	–	–	–
0,055	0,073	0,088	0,110	0,066	0,088	0,106	0,132
0,050	0,067	0,080	0,100	0,060	0,080	0,096	0,120
0,050	0,067	0,080	0,100	0,060	0,080	0,096	0,120
0,045	0,060	0,072	0,090	0,054	0,072	0,086	0,108
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
0,055	0,073	0,088	0,110	0,066	0,088	0,106	0,132
0,055	0,073	0,088	0,110	0,066	0,088	0,106	0,132
0,050	0,067	0,080	0,100	0,060	0,080	0,096	0,120
0,045	0,060	0,072	0,090	0,054	0,072	0,086	0,108
0,050	0,067	0,080	0,100	0,060	0,080	0,096	0,120
0,055	0,073	0,088	0,110	0,066	0,088	0,106	0,132
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–

Tabelle 8.87.4 GARANT-TopCut-Fräsersystem mit VHM-Schrupp-Schlicht-Fräsköpfen

Katalognummer 210550 bis 210580 mit 210280
Hinweis: Für die Halter 210550; 210575; 210580 gelten die angegebenen Schnittwerte für v_c und f_z.
Für die Halter 210555; 210565 gelten die Korrekturfaktoren $v_c = 0{,}9$ und $f_z = 0{,}9$.
Für die Halter 210560; 210570 gelten die Korrekturfaktoren $v_c = 0{,}7$ und $f_z = 0{,}7$.

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Sorte	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] Trocken min.	Trocken Start	Trocken max.	Nass min.	Nass Start	Nass max.
1.0	allg. Baustähle	< 500	HB730	180	230	280	200	250	300
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	HB730	170	210	250	180	230	280
2.0	Automatenstähle	< 850	HB730	190	240	290	210	260	310
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	HB730	180	220	260	190	240	290
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	HB730	140	180	220	160	200	240
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	HB730	140	170	200	150	190	230
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	HB730	130	160	190	140	180	220
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	HB730	120	150	180	140	170	200
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	HB730	110	140	170	120	150	180
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	HB730	160	200	240	180	220	260
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	HB730	140	170	200	150	190	230
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	HB730	120	150	180	140	170	200
7.0	Nitrierstähle	< 1000	HB730	140	180	220	160	200	240
7.1	Nitrierstähle	> 1000	HB730	120	150	180	140	180	220
8.0	Werkzeugstähle	< 850	HB730	110	140	170	120	150	180
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	HB730	100	130	160	110	140	170
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	HB730	100	120	140	100	130	160
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	–		–			–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–		–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–		–			–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	HB730	80	100	120	90	110	130
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	HB730	80	100	120	90	110	130
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	HB730	70	90	110	80	100	120
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	HB730	60	70	80	60	80	100
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	HB730	50	60	70	60	70	80
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–		–			–	
15.0	Gusseisen	< 180 HB	HB730	150	190	320	170	210	250
15.1	Gusseisen	> 180 HB	HB730	120	150	180	140	170	200
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	HB730	140	180	220	160	200	240
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	HB730	110	140	170	120	150	180
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–		–			–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–		–			–	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–		–			–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–		–			–	
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		–		–			–	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–		–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	HB730	260	320	380	280	350	420
18.2	Messing, langspanend	< 600	HB730	220	280	340	250	310	370
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	HB730	210	260	310	230	290	350
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	HB730	170	210	250	180	230	280
18.5	Bronze, langspanend	< 850	HB730	180	230	280	200	250	300
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	HB730	160	200	240	180	220	260
19.0	Graphit		–		–			–	
20.0	Thermoplast		–		–			–	
20.1	Duroplast		–		–			–	
20.2	GFK und CFK		–		–			–	



Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]							
a_e = 0,3 x D				a_e = 0,1 x D			
$a_{p\,max}$ für Fräsen in Stahl ≤ 900 N/mm² [mm]				$a_{p\,max}$ für Fräsen in Stahl ≤ 900 N/mm² [mm]			
11	13	18	22	11	13	18	22
Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20	Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20
0,060	0,080	0,096	0,120	0,072	0,096	0,115	0,144
0,055	0,073	0,088	0,110	0,066	0,088	0,106	0,132
0,060	0,080	0,096	0,120	0,072	0,096	0,115	0,144
0,050	0,067	0,080	0,100	0,060	0,080	0,096	0,120
0,060	0,080	0,096	0,120	0,072	0,096	0,115	0,144
0,050	0,067	0,080	0,100	0,060	0,080	0,096	0,120
0,045	0,060	0,072	0,090	0,054	0,072	0,086	0,108
0,055	0,073	0,088	0,110	0,066	0,088	0,106	0,132
0,045	0,060	0,072	0,090	0,054	0,072	0,086	0,108
0,060	0,080	0,096	0,120	0,072	0,096	0,115	0,144
0,050	0,067	0,080	0,100	0,060	0,080	0,096	0,120
0,040	0,053	0,064	0,080	0,048	0,064	0,077	0,096
0,050	0,067	0,080	0,100	0,060	0,080	0,096	0,120
0,040	0,053	0,064	0,080	0,048	0,064	0,077	0,096
0,035	0,047	0,056	0,070	0,042	0,056	0,067	0,084
0,030	0,040	0,048	0,060	0,036	0,048	0,058	0,072
0,025	0,033	0,040	0,050	0,030	0,040	0,048	0,060
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
0,035	0,047	0,056	0,070	0,042	0,056	0,067	0,084
0,035	0,047	0,056	0,070	0,042	0,056	0,067	0,084
0,035	0,047	0,056	0,070	0,042	0,056	0,067	0,084
0,030	0,040	0,048	0,060	0,036	0,048	0,058	0,072
0,025	0,033	0,040	0,050	0,030	0,040	0,048	0,060
–	–	–	–	–	–	–	–
0,055	0,073	0,088	0,110	0,066	0,088	0,106	0,132
0,050	0,067	0,080	0,100	0,060	0,080	0,096	0,120
0,050	0,067	0,080	0,100	0,060	0,080	0,096	0,120
0,045	0,060	0,072	0,090	0,054	0,072	0,086	0,108
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
0,055	0,073	0,088	0,110	0,066	0,088	0,106	0,132
0,055	0,073	0,088	0,110	0,066	0,088	0,106	0,132
0,050	0,067	0,080	0,100	0,060	0,080	0,096	0,120
0,045	0,060	0,072	0,090	0,054	0,072	0,086	0,108
0,050	0,067	0,080	0,100	0,060	0,080	0,096	0,120
0,055	0,073	0,088	0,110	0,066	0,088	0,106	0,132
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–

Tabelle 8.87.5 GARANT-TopCut-Fräsersystem mit VHM-Stirntorus-Fräsköpfen HPC

Katalognummer 210550 bis 210580 mit 210300; 210310
Hinweis: Für die Halter 210550; 210575; 210580 gelten die angegebenen Schnittwerte für v_c und f_z.
Für die Halter 210555; 210565 gelten die Korrekturfaktoren $v_c = 0{,}9$ und $f_z = 0{,}9$.
Für die Halter 210560; 210570 gelten die Korrekturfaktoren $v_c = 0{,}7$ und $f_z = 0{,}7$.

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Sorte	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] Trocken min.	Trocken Start	Trocken max.	Nass min.	Nass Start	Nass max.
1.0	allg. Baustähle	< 500	HB730	170	210	250	180	230	280
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	HB730	150	190	230	170	210	250
2.0	Automatenstähle	< 850	HB730	180	220	260	190	240	290
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	HB730	160	200	240	180	220	260
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	HB730	130	160	190	140	180	220
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	HB730	120	150	180	140	170	200
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	HB730	110	140	170	120	150	180
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	HB730	110	140	170	120	150	180
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	HB730	100	130	160	110	140	170
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	HB730	140	180	220	160	200	240
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	HB730	120	150	180	140	170	200
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	HB730	110	140	170	120	150	180
7.0	Nitrierstähle	< 1000	HB730	130	160	190	140	180	220
7.1	Nitrierstähle	> 1000	HB730	110	140	170	120	150	180
8.0	Werkzeugstähle	< 850	HB730	100	130	160	110	140	170
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	HB730	100	120	140	100	130	160
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	HB730	90	110	130	100	120	140
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	–		–			–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	HB730	40	50	60	50	60	70
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–		–			–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	HB730	70	90	110	80	100	120
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	HB730	70	90	110	80	100	120
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	HB730	60	80	100	70	90	110
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	HB730	50	60	70	60	70	80
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	HB730	40	50	60	50	60	70
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–		–			–	
15.0	Gusseisen	< 180 HB	HB730	140	170	200	150	190	230
15.1	Gusseisen	> 180 HB	HB730	110	140	170	120	150	180
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	HB730	130	160	190	140	180	220
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	HB730	100	130	160	110	140	170
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–		–			–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–		–			–	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–		–			–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–		–			–	
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		–		–			–	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–		–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600	–		–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–		–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–		–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–		–			–	
19.0	Graphit		–		–			–	
20.0	Thermoplast		–		–			–	
20.1	Duroplast		–		–			–	
20.2	GFK und CFK		–		–			–	





Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]															
a_e = (0,5 ... 1) x D					a_e = 0,3 x D					a_e = 0,1 x D				
$a_{p\,max}$ für Fräsen in Stahl ≤ 900 N/mm² [mm]					$a_{p\,max}$ für Fräsen in Stahl ≤ 900 N/mm² [mm]					$a_{p\,max}$ für Fräsen in Stahl ≤ 900 N/mm² [mm]				
0,5	0,6	0,8	1,0	1,25	0,5	0,6	0,8	1,0	1,25	0,5	0,6	0,8	1,0	1,25
Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20	Ø 25
0,370	0,550	0,720	0,970	1,200	0,481	0,715	0,936	1,261	1,560	0,625	0,930	1,217	1,639	2,028
0,339	0,504	0,660	0,889	1,100	0,441	0,655	0,858	1,156	1,430	0,573	0,852	1,115	1,503	1,859
0,370	0,550	0,720	0,970	1,200	0,481	0,715	0,936	1,261	1,560	0,625	0,930	1,217	1,639	2,028
0,308	0,458	0,600	0,808	1,000	0,401	0,596	0,780	1,051	1,300	0,521	0,775	1,014	1,366	1,690
0,370	0,550	0,720	0,970	1,200	0,481	0,715	0,936	1,261	1,560	0,625	0,930	1,217	1,639	2,028
0,308	0,458	0,600	0,808	1,000	0,401	0,596	0,780	1,051	1,300	0,521	0,775	1,014	1,366	1,690
0,278	0,413	0,540	0,728	0,900	0,361	0,536	0,702	0,946	1,170	0,469	0,697	0,913	1,229	1,521
0,339	0,504	0,660	0,889	1,100	0,441	0,655	0,858	1,156	1,430	0,573	0,852	1,115	1,503	1,859
0,278	0,413	0,540	0,728	0,900	0,361	0,536	0,702	0,946	1,170	0,469	0,697	0,913	1,229	1,521
0,370	0,550	0,720	0,970	1,200	0,481	0,715	0,936	1,261	1,560	0,625	0,930	1,217	1,639	2,028
0,308	0,458	0,600	0,808	1,000	0,401	0,596	0,780	1,051	1,300	0,521	0,775	1,014	1,366	1,690
0,247	0,367	0,480	0,647	0,800	0,321	0,477	0,624	0,841	1,040	0,417	0,620	0,811	1,093	1,352
0,308	0,458	0,600	0,808	1,000	0,401	0,596	0,780	1,051	1,300	0,521	0,775	1,014	1,366	1,690
0,247	0,367	0,480	0,647	0,800	0,321	0,477	0,624	0,841	1,040	0,417	0,620	0,811	1,093	1,352
0,216	0,321	0,420	0,566	0,700	0,281	0,417	0,546	0,736	0,910	0,365	0,542	0,710	0,956	1,183
0,185	0,275	0,360	0,485	0,600	0,241	0,358	0,468	0,631	0,780	0,313	0,465	0,608	0,820	1,014
0,154	0,229	0,300	0,404	0,500	0,200	0,298	0,390	0,525	0,650	0,261	0,387	0,507	0,683	0,845
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,261	0,387	0,507	0,683	0,845
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,216	0,321	0,420	0,566	0,700	0,281	0,417	0,546	0,736	0,910	0,365	0,542	0,710	0,956	1,183
0,216	0,321	0,420	0,566	0,700	0,281	0,417	0,546	0,736	0,910	0,365	0,542	0,710	0,956	1,183
0,216	0,321	0,420	0,566	0,700	0,281	0,417	0,546	0,736	0,910	0,365	0,542	0,710	0,956	1,183
0,185	0,275	0,360	0,485	0,600	0,241	0,358	0,468	0,631	0,780	0,313	0,465	0,608	0,820	1,014
0,154	0,229	0,300	0,404	0,500	0,200	0,298	0,390	0,525	0,650	0,261	0,387	0,507	0,683	0,845
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,339	0,504	0,660	0,889	1,100	0,441	0,655	0,858	1,156	1,430	0,573	0,852	1,115	1,503	1,859
0,308	0,458	0,600	0,808	1,000	0,401	0,596	0,780	1,051	1,300	0,521	0,775	1,014	1,366	1,690
0,308	0,458	0,600	0,808	1,000	0,401	0,596	0,780	1,051	1,300	0,521	0,775	1,014	1,366	1,690
0,278	0,413	0,540	0,728	0,900	0,361	0,536	0,702	0,946	1,170	0,469	0,697	0,913	1,229	1,521
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabelle 8.87.6 GARANT-TopCut-Fräsersystem mit VHM-Schlicht-Fräsköpfen HPC

Katalognummer 210550 bis 210580 mit 210330; 210340
Hinweis: Für die Halter 210550; 210575; 210580 gelten die angegebenen Schnittwerte für v_c und f_z.
Für die Halter 210555; 210565 gelten die Korrekturfaktoren $v_c = 0{,}9$ und $f_z = 0{,}9$.
Für die Halter 210560; 210570 gelten die Korrekturfaktoren $v_c = 0{,}7$ und $f_z = 0{,}7$.

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Sorte	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] Trocken min.	Start	max.	Nass min.	Start	max.
1.0	allg. Baustähle	< 500	HB730	220	280	340	250	310	370
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	HB730	200	250	300	220	280	340
2.0	Automatenstähle	< 850	HB730	230	290	350	260	320	380
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	HB730	210	260	310	230	290	350
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	HB730	180	220	260	190	240	290
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	HB730	160	200	240	180	220	260
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	HB730	150	190	230	170	210	250
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	HB730	140	180	220	160	200	240
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	HB730	140	170	200	150	190	230
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	HB730	190	240	290	210	260	310
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	HB730	160	200	240	180	220	260
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	HB730	140	180	220	160	200	240
7.0	Nitrierstähle	< 1000	HB730	180	220	260	190	240	290
7.1	Nitrierstähle	> 1000	HB730	140	180	220	160	200	240
8.0	Werkzeugstähle	< 850	HB730	140	170	200	150	190	230
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	HB730	130	160	190	140	180	220
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	HB730	110	140	170	120	150	180
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	–		–			–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–		–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–		–			–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	HB730	100	120	140	100	130	160
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	HB730	100	120	140	100	130	160
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	HB730	90	110	130	100	120	140
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	HB730	60	80	100	70	90	110
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	HB730	60	70	80	60	80	100
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–		–			–	
15.0	Gusseisen	< 180 HB	HB730	180	230	280	200	250	300
15.1	Gusseisen	> 180 HB	HB730	140	180	220	160	200	240
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	HB730	180	220	260	190	240	290
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	HB730	140	170	200	150	190	230
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–		–			–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–		–			–	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–		–			–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–		–			–	
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		–		–			–	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–		–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	HB730	260	320	380	280	350	420
18.2	Messing, langspanend	< 600	HB730	220	280	340	250	310	370
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	HB730	210	260	310	230	290	350
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	HB730	170	210	250	180	230	280
18.5	Bronze, langspanend	< 850	HB730	180	230	280	200	250	300
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	HB730	160	200	240	180	220	260
19.0	Graphit		–		–			–	
20.0	Thermoplast		–		–			–	
20.1	Duroplast		–		–			–	
20.2	GFK und CFK		–		–			–	



Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]							
$a_e = 0,3 \times D$				$a_e = 0,1 \times D$			
$a_{p\,max}$ für Fräsen in Stahl ≤ 900 N/mm² [mm]				$a_{p\,max}$ für Fräsen in Stahl ≤ 900 N/mm² [mm]			
11	13	18	23	11	13	18	23
Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20	Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20
0,060	0,075	0,095	0,125	0,072	0,090	0,114	0,150
0,055	0,069	0,087	0,115	0,066	0,083	0,105	0,138
0,060	0,075	0,095	0,125	0,072	0,090	0,114	0,150
0,050	0,063	0,079	0,104	0,060	0,075	0,095	0,125
0,060	0,075	0,095	0,125	0,072	0,090	0,114	0,150
0,050	0,063	0,079	0,104	0,060	0,075	0,095	0,125
0,045	0,056	0,071	0,094	0,054	0,068	0,086	0,113
0,055	0,069	0,087	0,115	0,066	0,083	0,105	0,138
0,045	0,056	0,071	0,094	0,054	0,068	0,086	0,113
0,060	0,075	0,095	0,125	0,072	0,090	0,114	0,150
0,050	0,063	0,079	0,104	0,060	0,075	0,095	0,125
0,040	0,050	0,063	0,084	0,048	0,060	0,076	0,100
0,050	0,063	0,079	0,104	0,060	0,075	0,095	0,125
0,040	0,050	0,063	0,084	0,048	0,060	0,076	0,100
0,035	0,044	0,055	0,073	0,042	0,053	0,067	0,088
0,030	0,038	0,048	0,063	0,036	0,045	0,057	0,075
0,025	0,031	0,040	0,052	0,030	0,038	0,048	0,063
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
0,035	0,044	0,055	0,073	0,042	0,053	0,067	0,088
0,035	0,044	0,055	0,073	0,042	0,053	0,067	0,088
0,035	0,044	0,055	0,073	0,042	0,053	0,067	0,088
0,030	0,038	0,048	0,063	0,036	0,045	0,057	0,075
0,025	0,031	0,040	0,052	0,030	0,038	0,048	0,063
–	–	–	–	–	–	–	–
0,055	0,069	0,087	0,115	0,066	0,083	0,105	0,138
0,050	0,063	0,079	0,104	0,060	0,075	0,095	0,125
0,050	0,063	0,079	0,104	0,060	0,075	0,095	0,125
0,045	0,056	0,071	0,094	0,054	0,068	0,086	0,113
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
0,055	0,069	0,087	0,115	0,066	0,083	0,105	0,138
0,055	0,069	0,087	0,115	0,066	0,083	0,105	0,138
0,050	0,063	0,079	0,104	0,060	0,075	0,095	0,125
0,045	0,056	0,071	0,094	0,054	0,068	0,086	0,113
0,050	0,063	0,079	0,104	0,060	0,075	0,095	0,125
0,055	0,069	0,087	0,115	0,066	0,083	0,105	0,138
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–

Tabelle 8.87.7 GARANT-TopCut-Fräsersystem mit VHM-Fräsköpfen für Aluminiumbearbeitung

Katalognummer **210550 bis 210580 mit 210350**
Hinweis: **Für die Halter 210550; 210575; 210580 gelten die angegebenen Schnittwerte für v_c und f_z.**
Für die Halter 210555; 210565 gelten die Korrekturfaktoren v_c = 0,9 und f_z = 0,9.
Für die Halter 210560; 210570 gelten die Korrekturfaktoren v_c = 0,7 und f_z = 0,7.

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Sorte	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] Trocken			Nass		
				min.	Start	max.	min.	Start	max.
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	HU730	400	**500**	600	440	**550**	660
17.1	Al-Leg., kurzspanend		HU730	360	**450**	540	400	**500**	600
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		HU730	320	**400**	480	350	**440**	530
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	HU730	200	**250**	300	220	**280**	340
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	HU730	260	**320**	380	280	**350**	420
18.2	Messing, langspanend	< 600	HU730	220	**280**	340	250	**310**	370
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	HU730	210	**260**	310	230	**290**	350
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	HU730	170	**210**	250	180	**230**	280
18.5	Bronze, langspanend	< 850	HU730	180	**230**	280	200	**250**	300
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	HU730	160	**200**	240	180	**220**	260
19.0	Graphit		–		–			–	
20.0	Thermoplast		–		–			–	
20.1	Duroplast		–		–			–	
20.2	GFK und CFK		–		–			–	



Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]											
a_e = (0,5 ... 1) x D				a_e = 0,3 x D				a_e = 0,1 x D			
$a_{p\,max}$ für Fräsen in ALU [mm]				$a_{p\,max}$ für Fräsen in ALU [mm]				$a_{p\,max}$ für Fräsen in ALU [mm]			
4	4,8	6,4	8	4	4,8	6,4	8	4	4,8	6,4	8
Ø 10	**Ø 12**	**Ø 16**	**Ø 20**	**Ø 10**	**Ø 12**	**Ø 16**	**Ø 20**	**Ø 10**	**Ø 12**	**Ø 16**	**Ø 20**
0,075	0,100	0,130	0,160	0,100	0,130	0,165	0,205	0,135	0,180	0,235	0,285
0,080	0,105	0,135	0,165	0,105	0,135	0,175	0,215	0,145	0,190	0,245	0,300
0,070	0,090	0,120	0,150	0,090	0,120	0,155	0,190	0,130	0,170	0,220	0,270
0,050	0,065	0,085	0,105	0,065	0,085	0,110	0,135	0,090	0,120	0,155	0,190
0,045	0,060	0,080	0,095	0,060	0,080	0,100	0,125	0,085	0,110	0,140	0,175
0,045	0,060	0,080	0,095	0,060	0,080	0,100	0,125	0,085	0,110	0,140	0,175
0,040	0,055	0,070	0,090	0,055	0,070	0,090	0,115	0,075	0,100	0,130	0,160
0,040	0,050	0,065	0,080	0,050	0,065	0,085	0,100	0,070	0,090	0,115	0,145
0,040	0,055	0,070	0,090	0,055	0,070	0,090	0,115	0,075	0,100	0,130	0,160
0,045	0,060	0,080	0,095	0,060	0,080	0,100	0,125	0,085	0,110	0,140	0,175
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabelle 8.87.8 GARANT-TopCut-Fräsersystem mit VHM-Kopier-Fräsköpfen HPC

Katalognummer 210550 bis 210580 mit 210360; 210370
Hinweis: Für die Halter 210550; 210575; 210580 gelten die angegebenen Schnittwerte für v_c und f_z.
Für die Halter 210555; 210565 gelten die Korrekturfaktoren $v_c = 0{,}9$ und $f_z = 0{,}9$.
Für die Halter 210560; 210570 gelten die Korrekturfaktoren $v_c = 0{,}7$ und $f_z = 0{,}7$.

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Sorte	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] Trocken min.	Trocken Start	Trocken max.	Nass min.	Nass Start	Nass max.
1.0	allg. Baustähle	< 500	HB730	180	230	280	200	250	300
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	HB730	170	210	250	180	230	280
2.0	Automatenstähle	< 850	HB730	190	240	290	210	260	310
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	HB730	180	220	260	190	240	290
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	HB730	140	180	220	160	200	240
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	HB730	140	170	200	150	190	230
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	HB730	130	160	190	140	180	220
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	HB730	120	150	180	140	170	200
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	HB730	110	140	170	120	150	180
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	HB730	160	200	240	180	220	260
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	HB730	140	170	200	150	190	230
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	HB730	120	150	180	140	170	200
7.0	Nitrierstähle	< 1000	HB730	140	180	220	160	200	240
7.1	Nitrierstähle	> 1000	HB730	120	150	180	140	170	220
8.0	Werkzeugstähle	< 850	HB730	110	140	170	120	150	180
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	HB730	100	130	160	110	140	170
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	HB730	100	120	140	100	130	160
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	–		–			–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	HB730	50	60	70	60	70	80
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	HB730	40	50	60	50	60	70
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–		–			–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	HB730	80	100	120	90	110	130
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	HB730	80	100	120	90	110	130
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	HB730	70	90	110	80	100	120
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	HB730	60	70	80	60	80	100
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	HB730	50	60	70	60	70	80
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–		–			–	
15.0	Gusseisen	< 180 HB	HB730	150	190	220	170	210	250
15.1	Gusseisen	> 180 HB	HB730	120	150	180	140	170	200
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	HB730	140	180	220	160	200	240
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	HB730	110	140	170	120	150	180
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–		–			–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–		–			–	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	HB730	400	500	600	440	550	660
17.1	Al-Leg., kurzspanend		HB730	360	450	540	400	500	600
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		HB730	320	400	480	350	440	530
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	HB730	200	250	300	220	280	340
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	HB730	260	320	380	280	350	420
18.2	Messing, langspanend	< 600	HB730	220	280	340	250	310	370
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	HB730	210	260	310	230	290	350
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	HB730	170	210	250	180	230	280
18.5	Bronze, langspanend	< 850	HB730	180	230	280	200	250	300
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	HB730	160	200	240	180	220	260





Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]											
a_e = (0,5 ... 1) x D				a_e = 0,3 x D				a_e = 0,1 x D			
$a_{p\,max}$ für Fräsen in Stahl ≤ 900 N/mm² [mm]				$a_{p\,max}$ für Fräsen in Stahl ≤ 900 N/mm² [mm]				$a_{p\,max}$ für Fräsen in Stahl 60 HRC [mm]			
(210360)				(210360)				(210370)			
3	3,6	4,8	6	3	3,6	4,8	6	0,3	0,4	0,5	0,6
Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20	Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20	Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20
0,055	0,075	0,095	0,115	0,070	0,095	0,120	0,145	0,085	0,115	0,145	0,175
0,050	0,070	0,085	0,105	0,065	0,085	0,110	0,135	0,080	0,105	0,135	0,160
0,055	0,075	0,095	0,115	0,070	0,095	0,120	0,145	0,085	0,115	0,145	0,175
0,045	0,065	0,080	0,095	0,060	0,080	0,100	0,120	0,070	0,095	0,120	0,145
0,055	0,075	0,095	0,115	0,070	0,095	0,120	0,145	0,085	0,115	0,145	0,175
0,045	0,065	0,080	0,095	0,060	0,080	0,100	0,120	0,070	0,095	0,120	0,145
0,040	0,055	0,070	0,085	0,055	0,070	0,090	0,110	0,065	0,085	0,110	0,130
0,050	0,070	0,085	0,105	0,065	0,085	0,110	0,135	0,080	0,105	0,135	0,160
0,040	0,055	0,070	0,085	0,055	0,070	0,090	0,110	0,065	0,085	0,110	0,130
0,055	0,075	0,095	0,115	0,070	0,095	0,120	0,145	0,085	0,115	0,145	0,175
0,045	0,065	0,080	0,095	0,060	0,080	0,100	0,120	0,070	0,095	0,120	0,145
0,035	0,050	0,065	0,075	0,045	0,065	0,080	0,095	0,055	0,075	0,095	0,115
0,045	0,065	0,080	0,095	0,060	0,080	0,100	0,120	0,070	0,095	0,120	0,145
0,035	0,050	0,065	0,075	0,045	0,065	0,080	0,095	0,055	0,075	0,095	0,115
0,030	0,045	0,055	0,065	0,040	0,055	0,070	0,085	0,050	0,065	0,085	0,100
0,030	0,040	0,050	0,060	0,035	0,050	0,060	0,075	0,045	0,060	0,075	0,090
0,025	0,030	0,040	0,050	0,030	0,040	0,050	0,060	0,035	0,050	0,060	0,075
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	0,035	0,050	0,060	0,075
–	–	–	–	–	–	–	–	0,030	0,040	0,050	0,060
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,030	0,045	0,055	0,065	0,040	0,055	0,070	0,085	0,050	0,065	0,085	0,100
0,030	0,045	0,055	0,065	0,040	0,055	0,070	0,085	0,050	0,065	0,085	0,100
0,030	0,045	0,055	0,065	0,040	0,055	0,070	0,085	0,050	0,065	0,085	0,100
0,030	0,040	0,050	0,060	0,035	0,050	0,060	0,075	0,045	0,060	0,075	0,090
0,025	0,030	0,040	0,050	0,030	0,040	0,050	0,060	0,035	0,050	0,060	0,075
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,050	0,070	0,085	0,105	0,065	0,085	0,110	0,135	0,080	0,105	0,135	0,160
0,045	0,065	0,080	0,095	0,060	0,080	0,100	0,120	0,070	0,095	0,120	0,145
0,045	0,065	0,080	0,095	0,060	0,080	0,100	0,120	0,070	0,095	0,120	0,145
0,040	0,055	0,070	0,085	0,055	0,070	0,090	0,110	0,065	0,085	0,110	0,130
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,085	0,115	0,145	0,175	0,105	0,145	0,180	0,220	0,130	0,175	0,220	0,265
0,085	0,120	0,150	0,180	0,110	0,150	0,190	0,230	0,135	0,180	0,230	0,275
0,080	0,105	0,135	0,165	0,100	0,135	0,170	0,205	0,120	0,165	0,205	0,250
0,055	0,075	0,095	0,115	0,070	0,095	0,120	0,145	0,085	0,115	0,145	0,175
0,050	0,070	0,085	0,105	0,065	0,085	0,110	0,135	0,080	0,105	0,135	0,160
0,050	0,070	0,085	0,105	0,065	0,085	0,110	0,135	0,080	0,105	0,135	0,160
0,045	0,065	0,080	0,095	0,060	0,080	0,100	0,120	0,070	0,095	0,120	0,145
0,040	0,055	0,070	0,085	0,055	0,070	0,090	0,110	0,065	0,085	0,110	0,130
0,045	0,065	0,080	0,095	0,060	0,080	0,100	0,120	0,070	0,095	0,120	0,145
0,050	0,070	0,085	0,105	0,065	0,085	0,110	0,135	0,080	0,105	0,135	0,160

Tabelle 8.87.9 GARANT-TopCut-Fräsersystem mit VHM-Fräsköpfen zum Vor-, Rückwärtssenken und Fasen

Katalognummer 210550 bis 210580 mit 210380

Hinweis: Für die Halter 210550; 210575; 210580 gelten die angegebenen Schnittwerte für v_c und f_z.
Für die Halter 210555; 210565 gelten die Korrekturfaktoren $v_c = 0{,}9$ und $f_z = 0{,}9$.
Für die Halter 210560; 210570 gelten die Korrekturfaktoren $v_c = 0{,}7$ und $f_z = 0{,}7$.

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Sorte	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] Trocken min.	Trocken Start	Trocken max.	Nass min.	Nass Start	Nass max.
1.0	allg. Baustähle	< 500	HB730	180	230	280	200	250	300
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	HB730	170	210	250	180	230	280
2.0	Automatenstähle	< 850	HB730	190	240	290	210	260	310
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	HB730	180	220	260	190	240	290
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	HB730	140	180	220	160	200	240
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	HB730	140	170	200	150	190	230
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	HB730	130	160	190	140	180	220
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	HB730	120	150	180	140	170	200
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	HB730	110	140	170	120	150	180
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	HB730	160	200	240	180	220	260
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	HB730	140	170	200	150	190	230
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	HB730	120	150	180	140	170	200
7.0	Nitrierstähle	< 1000	HB730	140	180	220	160	200	240
7.1	Nitrierstähle	> 1000	HB730	120	150	180	140	180	220
8.0	Werkzeugstähle	< 850	HB730	110	140	170	120	150	180
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	HB730	100	130	160	110	140	170
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	HB730	100	120	140	100	130	160
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	–		–			–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	HB730	50	60	70	60	70	80
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	HB730	40	50	60	50	60	70
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–		–			–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	HB730	80	100	120	90	110	130
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	HB730	80	100	120	90	110	130
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	HB730	70	90	110	80	100	120
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	HB730	60	70	80	60	80	100
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	HB730	50	60	70	60	70	80
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–		–			–	
15.0	Gusseisen	< 180 HB	HB730	150	190	230	170	210	250
15.1	Gusseisen	> 180 HB	HB730	120	150	180	140	170	200
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	HB730	140	180	220	160	200	240
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	HB730	110	140	170	120	150	180
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–		–			–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–		–			–	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	HB730	400	500	600	440	550	660
17.1	Al-Leg., kurzspanend		HB730	360	450	540	400	500	600
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		HB730	320	400	480	350	440	530
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	HB730	200	250	300	220	280	340
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	HB730	260	320	380	280	350	420
18.2	Messing, langspanend	< 600	HB730	220	280	340	250	310	370
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	HB730	210	260	310	230	290	350
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	HB730	170	210	250	180	230	280
18.5	Bronze, langspanend	< 850	HB730	180	230	280	200	250	300
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	HB730	160	200	240	180	220	260



Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]	
$a_e = 0,3 \times D$	
$a_{p\,max}$ für Fräsen in Stahl ≤ 900 N/mm² [mm]	
1,8	
Ø 16	
0,120	
0,110	
0,120	
0,100	
0,120	
0,100	
0,090	
0,110	
0,090	
0,120	
0,100	
0,080	
0,100	
0,080	
0,070	
0,060	
0,050	
–	
0,050	
0,040	
–	
–	
–	
0,070	
0,070	
0,070	
0,060	
0,050	
–	
0,110	
0,100	
0,100	
0,090	
–	
–	
0,180	
0,190	
0,170	
0,120	
0,110	
0,110	
0,100	
0,090	
0,100	
0,110	

Tabelle 8.87.10 GARANT-TopCut-Fräsersystem mit VHM-Fräsköpfen zum Vorwärtssenken und Fasen

Katalognummer 210550 bis 210580 mit 210390

Hinweis: Für die Halter 210550; 210575; 210580 gelten die angegebenen Schnittwerte für v_c und f_z.
Für die Halter 210555; 210565 gelten die Korrekturfaktoren $v_c = 0{,}9$ und $f_z = 0{,}9$.
Für die Halter 210560; 210570 gelten die Korrekturfaktoren $v_c = 0{,}7$ und $f_z = 0{,}7$.

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Sorte	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] Trocken min.	Trocken Start	Trocken max.	Nass min.	Nass Start	Nass max.
1.0	allg. Baustähle	< 500	HB730	180	**230**	280	200	**250**	300
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	HB730	170	**210**	250	180	**230**	280
2.0	Automatenstähle	< 850	HB730	190	**240**	290	210	**260**	310
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	HB730	180	**220**	260	190	**240**	290
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	HB730	140	**180**	220	160	**200**	240
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	HB730	140	**170**	200	150	**190**	230
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	HB730	130	**160**	190	140	**180**	220
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	HB730	120	**150**	180	140	**170**	200
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	HB730	110	**140**	170	120	**150**	180
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	HB730	160	**200**	240	180	**220**	260
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	HB730	140	**170**	200	150	**190**	230
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	HB730	120	**150**	180	140	**170**	200
7.0	Nitrierstähle	< 1000	HB730	140	**180**	220	160	**200**	240
7.1	Nitrierstähle	> 1000	HB730	120	**150**	180	140	**170**	200
8.0	Werkzeugstähle	< 850	HB730	110	**140**	170	120	**150**	180
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	HB730	100	**130**	160	110	**140**	170
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	HB730	100	**120**	140	100	**130**	160
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	–		–			–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	HB730	50	**60**	70	60	**70**	80
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	HB730	40	**50**	60	50	**60**	70
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–		–			–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	HB730	80	**100**	120	90	**110**	130
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	HB730	80	**100**	120	90	**110**	130
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	HB730	70	**90**	110	80	**100**	120
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	HB730	60	**70**	80	60	**80**	100
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	HB730	50	**60**	70	60	**70**	80
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–		–			–	
15.0	Gusseisen	< 180 HB	HB730	150	**190**	230	170	**210**	250
15.1	Gusseisen	> 180 HB	HB730	120	**150**	180	140	**170**	200
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	HB730	140	**180**	220	160	**200**	240
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	HB730	110	**140**	170	120	**150**	180
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–		–			–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–		–			–	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	HB730	400	**500**	600	440	**550**	660
17.1	Al-Leg., kurzspanend		HB730	360	**450**	540	400	**500**	600
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		HB730	320	**400**	480	350	**440**	530
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	HB730	200	**250**	300	220	**280**	340
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	HB730	260	**320**	380	280	**350**	420
18.2	Messing, langspanend	< 600	HB730	220	**280**	340	250	**310**	370
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	HB730	210	**260**	310	230	**290**	350
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	HB730	170	**210**	250	180	**230**	280
18.5	Bronze, langspanend	< 850	HB730	180	**230**	280	200	**250**	300
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	HB730	160	**200**	240	180	**220**	260



Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z] $a_e = 0,3 \times D$ $a_{p\,max}$ für Fräsen in Stahl ≤ 900 N/mm² [mm]			
3	4	6	8
Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20
0,070	0,090	0,120	0,140
0,065	0,085	0,110	0,130
0,070	0,090	0,120	0,140
0,060	0,075	0,100	0,115
0,070	0,090	0,120	0,140
0,060	0,075	0,100	0,115
0,055	0,070	0,090	0,105
0,065	0,085	0,110	0,130
0,055	0,070	0,090	0,105
0,070	0,090	0,120	0,140
0,060	0,075	0,100	0,115
0,045	0,060	0,080	0,095
0,060	0,075	0,100	0,115
0,045	0,060	0,080	0,095
0,040	0,055	0,070	0,080
0,035	0,045	0,060	0,070
0,030	0,040	0,050	0,060
0,000	0,000	0,000	0,000
0,030	0,040	0,050	0,060
0,025	0,030	0,040	0,045
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
0,040	0,055	0,070	0,080
0,040	0,055	0,070	0,080
0,040	0,055	0,070	0,080
0,035	0,045	0,060	0,070
0,030	0,040	0,050	0,060
–	–	–	–
0,065	0,085	0,110	0,130
0,060	0,075	0,100	0,115
0,060	0,075	0,100	0,115
0,055	0,070	0,090	0,105
–	–	–	–
–	–	–	–
0,105	0,135	0,180	0,210
0,110	0,145	0,190	0,220
0,100	0,130	0,170	0,200
0,070	0,090	0,120	0,140
0,065	0,085	0,110	0,130
0,065	0,085	0,110	0,130
0,060	0,075	0,100	0,115
0,055	0,070	0,090	0,105
0,060	0,075	0,100	0,115
0,065	0,085	0,110	0,130

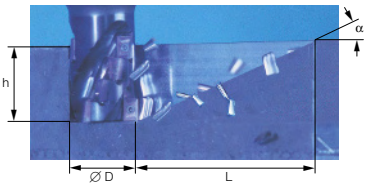
Tabelle 8.88 GARANT-Tauch- und Kopierfräser für Werkzeug- und Formenbau (Schrägeintauchen)

Katalognummer 211806; 211811; 211813; 211847; 211851; 211870; 211872; 212070; 212090; 212100; 212105; 212110;212125; 212135; 212145; 212155; 212165; 212170; 212900; 212905; 212910; 213300; 213370; 213375; 214395; 214400; 215155; 215157; 215160; 215560; 215565; 215570; 215575; 215605; 215609; 215615; 215620; 215705; 215710; 215715; 215800; 215850

Schrägeintauchen (Ramping)

Katalognummer	Wendeplatte	Durchmesser	8	10	12	14	15	16	18	19	20	24	25
211806; 211811; 211813	VCG.2205	Winkel α											
		L für α max [mm]											
		h max [mm]											
211847; 211851	VDGT11T2	Winkel α						16			12,5		9
		L für α max [mm]						19,2			24,8		34,7
		h max [mm]						5,5			5,5		5,5
211870	XDHW..	Winkel α		7,4	5,4			11,9			8		5,7
		L für α max [mm]		23,2	31,7			28,6			42,4		60,2
		h max [mm]		3	3			6			6		6
211872	XDHW..	Winkel α		5,5	4			9,1			6,1		4,2
		L für α max [mm]		31,3	42,9			37,6			55,9		81,2
		h max [mm]		3	3			6			6		6
212070	RDHX0501	Winkel α	5	10	8	7	6,5	6	5		4		
		L für α max [mm]	28,6	14,2	17,8	20,4	21,9	23,8	285,6		35,8		
		h max [mm]	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5		2,5		
212090; 212100	RD..0702	Winkel α					7	6,5	5,5		5		4,5
		L für α max [mm]					28,5	30,7	36,3		40,0		44,5
		h max [mm]					3,5	3,5	3,5		3,5		3,5
212105; 212110; 212125; 212135	RD..1003	Winkel α									7		9
		L für α max [mm]									40,7		31,6
		h max [mm]									5		5
212145; 212155	RD..12T3	Winkel α										9,5	
		L für α max [mm]										35,9	
		h max [mm]										6	
212165; 212170	RD..1604	Winkel α											
		L für α max [mm]											
		h, max [mm]											
212900; 212905; 212910	XDLW..	Winkel α [°]									2,5		3,2
		L für α max [mm]									80,2		80,5
		h max [mm]									3,5		4,5
213300	OF..0504	Winkel α [°]											
		L für α max [mm]											
		h max [mm]											
213370; 213375	HNGJ0805	Winkel α [°]											
		L für α max [mm]											
		h max [mm]											
214395; 214400	SD..0903	Winkel α [°]						28,5			19,5		13,5
		L für α max [mm]						7,4			11,3		16,7
		h max [mm]						4			4		4
215155; 215157; 215160	APMT1805	Winkel α [°]											3,7
		L für α max [mm]											139,2
		h max [mm]											9
215560; 215565; 215570; 215575	APMT1335	Winkel α [°]				6,9	6,3	6,3	6,1	4,5	4,4	3	2,9
		L für α max [mm]				74,4	81,5	81,5	84,2	114,4	117,0	171,7	177,7
		h max [mm]				9	9	9	9	9	9	9	9
215605; 215609; 215615; 215620	APMT0602	Winkel α [°]		4,9	3,3	2,6		2	1,6		1,3		1
		L für α max [mm]		47,1	68,6	87,2		116,9	140,1		171,4		237,7
		h max [mm]		4	4	4		4	4		4		4
215705; 215710; 215715	AP..1604..PD..	Winkel α [°]											3,5
		L für α max [mm]											245,0
		h max [mm]											15
215800; 215850	AP..1003	Winkel α [°]		5	5	4,5		4,5	3		2,3		1,7
		L für α max [mm]		91,4	91,4	101,6		101,6	152,6		199,2		269,5
		h max [mm]		8	8	8		8	8		8		8

(*) abweichend zur Tabelle gilt für
212900 25/2: Winkel α [°] 3,2 / L für α max [mm] 80,5
212905 25/2: Winkel α [°] 3,2 / L für α max [mm] 80,5
212910 50/4: Winkel α [°] 0,9 / L für α max [mm] 381,9



30	32	35	40	42	48	50	52	63	66	80	100	125	160
	6 104,7 11			5 125,7 11			4 157,3 11		3 209,9 11	2,5 251,9 11			
		7 81,2 10		5,3 107,6 10									
		5,3 108,0 10		4,0 144,7 10									
4 50,1 3,5	3,5 57,2 3,5	3,5 57,2 3,5											
	7 40,7 5	6 47,6 5		5 63,5 5			4 81,7 5						
	8,5 40,1 6	8 42,7 6		6,5 52,7 6	8,5 40,1 6		4 85,8 6		2,7 127,2 6	2 171,8 6	1,5 229,1 6	1 343,7 6	1 343,7 6
	15 30,9 8						9 53,5 8		6 76,1 8	5 101,6 8	3 152,6 8	2 229,1 8	2 229,1 8
	1,8 143,2 4,5	1,6 161,1 4,5	1,2 214,8 4,5	1,1 234,4 4,5		0,8 429,7 6	0,8 429,7 6	0,6 572,9 6					
	7,7 25,9 3,5		5,6 35,7 3,5			4,2 47,7 3,5		3,2 62,6 3,5		2,5 80,2 3,5	1,8 111,4 3,5	1,5 133,7 3,5	1,5 133,7 3,5
						1,5 148,9 3,9		1,2 186,2 3,9		0,9 248,3 3,9	0,7 319,2 3,9	0,5 446,9 3,9	0,4 558,6 3,9
	9,5 23,9 4		7 32,6 4			5,5 41,5 4		4,2 54,5 4		3,2 71,5 4	2,5 91,5 4	1,95 116,6 4	
	2,6 198,2 9		1,8 286,4 9			1,3 396,6 9	1,2 429,7 9	0,7 736,6 9	0,7 736,6 9	0,6 859,4 9	0,5 1031,3 9	0,4 1289,1 9	0,3 1718,9 9
	1,9 271,3 9		1,2 429,7 9			0,9 572,9 9		0,6 859,4 9		0,5 1031,3 9	0,4 1289,1 9		
	0,7 344,7 4		0,5 503,4 4										
	2 429,0 15		1,5 572,0 15			1 859,0 15	1 859,0 15	0,7 1227,0 15	0,7 1227,0 15	0,6 1432,0 15	0,4 2148,0 15	0,3 2864,0 15	0,26 3437,0 15
	1,2 381,9 8		0,9 509,3 8			0,7 654,8 8		0,5 916,7 8		0,4 1145,9 8	0,3 1527,9 8		

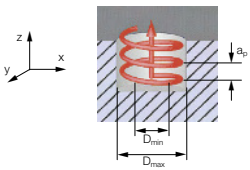
Tabelle 8.89 GARANT-Tauch- und Kopierfräser für Werkzeug- und Formenbau (Zirkular Eintauchen)

Katalognummer **211806; 211811; 211813; 211847; 211851; 211870; 211872; 212070; 212090; 212100; 212105; 212110; 212125; 212135; 212145; 212155; 212165; 212170; 212900; 212905; 212910; 213300; 213370; 213375; 214395; 214400; 215155; 215157; 215160; 215560; 215565; 215570; 215575; 215605; 215609; 215615; 215620; 215705; 215710; 215715; 215800; 215850**

Zirkular Eintauchen (Helical interpolation ramping)

Katalognummer	Wendeplatte	Durchmesser	8	10	12	14	15	16	18	19	20	24	25
211806; 211811 211813	VCG.2205	von (D, min) [mm]											
		bei a_p [mm]											
		bis (D, max) [mm]											
		bei a_p [mm]											
211847; 211851	VDGT11T2	von (D, min) [mm]						24			32		42
		bei a_p [mm]						2			2		2
		bis (D, max) [mm]						30			38		48
		bei a_p [mm]						2			2		2
211870	XDHW..	von (D, min) [mm]		13,5	17,3			19,4			27,3		37,2
		bei a_p [mm]		1,4	1,6			2,2			3,2		3,8
		bis (D, max) [mm]		18	22			30			38		48
		bei a_p [mm]		1,4	1,6			2,2			3,2		3,8
211872	XDHW..	von (D, min) [mm]		13,5	17,3			19,2			27		37
		bei a_p [mm]		1,1	1,2			1,6			2,4		2,8
		bis (D, max) [mm]		18	21,9			29,9			37,8		47,8
		bei a_p [mm]		1,1	1,2			1,6			2,4		2,8
212070	RDHX0501	von (D, min) [mm]	8,6	12,6	16,6	20	22	24	28		32		
		bei a_p [mm]	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5		0,5		
		bis (D, max) [mm]	13,3	17	21	26	28	30	34		38		
		bei a_p [mm]	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5		0,5		
212090; 212100	RD..0702	von (D, min) [mm]					19	21	25		29		38,5
		bei a_p [mm]					0,6	0,6	0,6		0,8		0,8
		bis (D, max) [mm]					22	29	33		37		47,5
		bei a_p [mm]					0,6	0,6	0,6		0,8		0,8
212105; 212110; 212125; 212135	RD..1003	von (D, min) [mm]									24,5		33,5
		bei a_p [mm]									0,8		1,2
		bis (D, max) [mm]									35,4		46,5
		bei a_p [mm]									0,8		1,2
212145; 212155	RD..12T3	von (D, min) [mm]										29,3	
		bei a_p [mm]										1	
		bis (D, max) [mm]										43,6	
		bei a_p [mm]										1	
212185; 212170	RD..1604	von (D, min) [mm]											
		bei a_p [mm]											
		bis (D, max) [mm]											
		bei a_p [mm]											
212900; 212905; 212910	XDLW..	von (D, min) [mm]									26,7		36,9
		bei a_p [mm]									0,85		0,85
		bis (D, max) [mm]									39,0		49,0
		bei a_p [mm]									0,85		0,85
213300	OF..0504	von (D, min) [mm]											
		bei a_p [mm]											
		bis (D, max) [mm]											
		bei a_p [mm]											
213370; 213375	HNGJ0805	von (D, min) [mm]											
		bei a_p [mm]											
		bis (D, max) [mm]											
		bei a_p [mm]											
214395; 214400	SD..0903	von (D, min) [mm]						36,5			44,5		54,5
		bei a_p [mm]						1,5			1,5		1,5
		bis (D, max) [mm]						39			47		57
		bei a_p [mm]						1,5			1,5		1,5
215155; 215157; 215160	APMT1805	von (D, min) [mm]											31,3
		bei a_p [mm]											1
		bis (D, max) [mm]											47
		bei a_p [mm]											1
215560; 215565; 215570; 215575	APMT1335	von (D, min) [mm]				16,1	18,9	19,4	23,2	26,6	27,1	36,6	37,1
		bei a_p [mm]				0,8	1,1	1,2	1,7	1,7	1,7	1,9	1,9
		bis (D, max) [mm]				27,1	30,6	31,1	35,1	38,5	39,1	48,7	49,1
		bei a_p [mm]				0,8	1,1	1,2	1,7	1,7	1,7	1,9	1,9
215605; 215609; 215615; 215620	APMT0602	von (D, min) [mm]		12,6	16,3	20,3		24,3	28,3		32,3		42,3
		bei a_p [mm]		0,7	0,8	0,9		0,9	0,9		0,9		0,9
		bis (D, max) [mm]		19,3	23,3	27,3		31,3	35,3		39,3		49,3
		bei a_p [mm]		0,7	0,8	0,9		0,9	0,9		0,9		0,9
215705; 215710; 215715	AP..1604..PD..	von (D, min) [mm]											34,3
		bei a_p [mm]											1,5
		bis (D, max) [mm]											49
		bei a_p [mm]											1,5
215800; 215850	AP..1003	von (D, min) [mm]	Diese Durchmesser nicht zum Bohrzirkularfräsen verwenden.					20	24		28		37
		bei a_p [mm]						0,9	1,4		1,8		2,1
		bis (D, max) [mm]						31	35		38		48
		bei a_p [mm]						3,5	4		4,3		3,9

(*) abweichend zur Tabelle gilt für
212900 25/2: von (D, min) [mm] 34,3 / bis (D, max) [mm] 49,0 /bei a_p [mm] 1,15
212910 50/4: von (D, min) [mm] 79,1 / bis (D, max) [mm] 98,9 /bei a_p [mm] 1,8
212910 52/4: von (D, min) [mm] 83,1 / bis (D, max) [mm] 102,9 /bei a_p [mm] 1,8
212910 63/5: von (D, min) [mm] 105,1 / bis (D, max) [mm] 124,9 /bei a_p [mm] 1,8



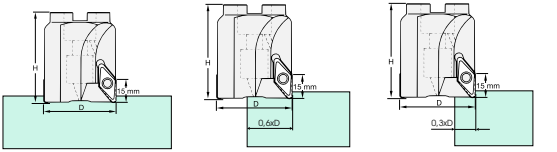
30	32	35	40	42	48	50	52	63	66	80	100	125	160
	50 4			70 4			90 4		118 4	156 4			
	62 4			82 4			100 4		128 4	156 4			
		50,2 5,9		64,1 6,5									
		68 5,9		82 6,5									
		49,8 4,3		63,8 4,7									
		67,9 4,3		81,9 4,7									
48,5 0,8	52,5 0,8	58,5 0,8											
57,5 0,8	52,5 0,8	67,5 0,8											
	47,5 1,2	53,5 1,2		67,5 1,2			87,5 1,2						
	60,5 1,2	66,5 1,2		80,5 1,2			100,5 1,2						
	44 1,5	50 1,5		64 1,5	76 1,5		84 1,5		112 1,5	140 1,5	180 1,5	230 1,5	
	59,9 1,5	65,9 1,5		79,9 1,5	91,9 1,5		99,9 1,5		127,9 1,5	155,9 1,5	195,9 1,5	245,9 1,5	
							77,4 2		105,4 2	133,4 2	173 2	223,4 2	
							98,3 2		126,6 2	154,6 2	194,6 2	244,6 2	
	48,4 1,15	54,5 1,15	64,5 1,15	68,5 1,15		84,5 1,15	88,4 1,15	110,4 1,15					
	63,0 1,15	69,0 1,15	79,0 1,15	83,0 1,15		98,9 1,15	103 1,15	125 1,15					
	60 5		76 5			95 5		121 5		156 5	196 5	245 5	
	79 5		95 5			115 5		140 5		175 5	215 5	265 5	
						108,0 3,9		133,9 3,9		167,9 3,9	208,0 3,9	258,0 3,9	327,9 3,9
						105,1 3,9		131,0 3,9		165,0 3,9	205,1 3,9	255,1 3,9	325,0 3,9
	68,5 1,5		84,5 1,5			104,5 1,5		130,5 1,5		164,5 1,5	204,5 1,5	254,5 1,5	
	71 1,5		87 1,5			107 1,5		133 1,5		167 1,5	207 1,5	257 1,5	
	45,4 1		61,4 1			81,4 0,9	85,4 0,9	107,4 0,8	113,4 0,8	141,5 0,8	181,5 0,85	231,5 0,85	301,5 0,85
	62,5 1		78,5 1			98,5 0,9	102,5 0,9	124,5 0,8	130,5 0,8	158,5 0,8	198,5 0,85	248,5 0,85	318,5 0,85
	51 1,9		67 1,8			87 1,8		113 1,7		147 1,8	187 2,1		
	63,1 1,9		79,1 1,8			99,1 1,8		125,1 1,7		159,1 1,8	19,1 2,1		
	56,3 0,9		72,3 0,8										
	48 1,5		79,3 0,8										
	45,4 1		66 1,5			84 1,5	88 1,5	110 1,5	116 1,5	144 1,5	184 1,5	234 1,5	304 1,5
	63 1,5		79 1,5			99 1,5	103 1,5	125 1,5	131 1,5	159 1,5	199 1,5	249 1,5	319 1,5
	51 2,1		67 1,8			87 2,0		113 1,9		147 1,9	187 1,7		
	62 3,4		78 2,5			99 2,7		124 2,3		158 2,1	198 1,9		

Tabelle 8.90 GARANT-Tauchfräser für NE-Metalle und Kunststoffe (Innenkühlung)

Katalognummer 211806; 211811; 211813







Für Wendeplatte VCG. 22..

Grobzerspanung (Schruppen) a_p max = 15 mm

Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min]			Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]								
						a_e = 1,0 x D			a_e = 0,6 x D			a_e = 0,3 x D		
		[N/mm²]	min.	Start	max.	min.	Start	max.	min.	Start	max.	min.	Start	max.
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	1700	**1900**	2100	0,20	**0,25**	0,30	0,30	**0,35**	0,40	0,40	**0,45**	0,50
17.1	Al-Leg., kurzspanend		1700	**1900**	2100	0,20	**0,25**	0,30	0,30	**0,35**	0,40	0,40	**0,45**	0,50
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		300	**500**	700	0,18	**0,23**	0,28	0,28	**0,33**	0,38	0,38	**0,43**	0,48
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	200	**400**	600	0,10	**0,15**	0,20	0,20	**0,25**	0,30	0,30	**0,35**	0,40
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	200	**400**	600	0,10	**0,15**	0,20	0,20	**0,25**	0,30	0,30	**0,35**	0,40
18.2	Messing, langspanend	< 600	200	**400**	600	0,10	**0,15**	0,20	0,20	**0,25**	0,30	0,30	**0,35**	0,40
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	200	**400**	600	0,10	**0,15**	0,20	0,20	**0,25**	0,30	0,30	**0,35**	0,40
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	200	**400**	600	0,10	**0,15**	0,20	0,20	**0,25**	0,30	0,30	**0,35**	0,40
18.5	Bronze, langspanend	< 850	200	**400**	600	0,10	**0,15**	0,20	0,20	**0,25**	0,30	0,30	**0,35**	0,40
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	200	**400**	600	0,10	**0,15**	0,20	0,20	**0,25**	0,30	0,30	**0,35**	0,40
19.0	Graphit		75	**100**	125	0,20	**0,25**	0,30	0,30	**0,35**	0,40	0,40	**0,45**	0,50
20.0	Thermoplast		300	**600**	1000	0,20	**0,25**	0,30	0,30	**0,35**	0,40	0,40	**0,45**	0,50
20.1	Duroplast		200	**500**	900	0,20	**0,25**	0,30	0,30	**0,35**	0,40	0,40	**0,45**	0,50
20.2	GFK und CFK		200	**400**	600	0,20	**0,25**	0,30	0,30	**0,35**	0,40	0,40	**0,45**	0,50

Mittlere Zerspanung (Vorschlichten) a_p max = 4 mm

Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min]			Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]								
						a_e = 1,0 x D			a_e = 0,6 x D			a_e = 0,3 x D		
		[N/mm²]	min.	Start	max.	min.	Start	max.	min.	Start	max.	min.	Start	max.
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	1700	**1900**	2100	0,25	**0,30**	0,35	0,30	**0,40**	0,45	0,40	**0,50**	0,55
17.1	Al-Leg., kurzspanend		1700	**1900**	2100	0,25	**0,30**	0,35	0,30	**0,40**	0,45	0,40	**0,50**	0,55
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		300	**500**	700	0,27	**0,27**	0,32	0,32	**0,37**	0,42	0,42	**0,47**	0,52
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	200	**400**	600	0,15	**0,20**	0,25	0,25	**0,30**	0,35	0,30	**0,40**	0,45
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	200	**400**	600	0,15	**0,20**	0,25	0,25	**0,30**	0,35	0,30	**0,40**	0,45
18.2	Messing, langspanend	< 600	200	**400**	600	0,15	**0,20**	0,25	0,25	**0,30**	0,35	0,30	**0,40**	0,45
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	200	**400**	600	0,15	**0,20**	0,25	0,25	**0,30**	0,35	0,30	**0,40**	0,45
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	200	**400**	600	0,15	**0,20**	0,25	0,25	**0,30**	0,35	0,30	**0,40**	0,45
18.5	Bronze, langspanend	< 850	200	**400**	600	0,15	**0,20**	0,25	0,25	**0,30**	0,35	0,30	**0,40**	0,45
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	200	**400**	600	0,15	**0,20**	0,25	0,25	**0,30**	0,35	0,30	**0,40**	0,45
19.0	Graphit		75	**100**	125	0,25	**0,30**	0,35	0,30	**0,40**	0,45	0,40	**0,50**	0,55
20.0	Thermoplast		300	**600**	1000	0,25	**0,30**	0,35	0,30	**0,40**	0,45	0,40	**0,50**	0,55
20.1	Duroplast		200	**500**	900	0,25	**0,30**	0,35	0,30	**0,40**	0,45	0,40	**0,50**	0,55
20.2	GFK und CFK		200	**400**	600	0,25	**0,30**	0,35	0,30	**0,40**	0,45	0,40	**0,50**	0,55

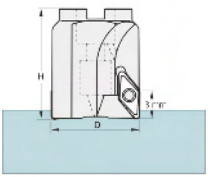
Feinbearbeitung (Schlichten) a_p max = 1,5 mm

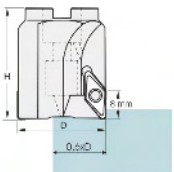
Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min]			Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]								
						a_e = 1,0 x D			a_e = 0,6 x D			a_e = 0,3 x D		
		[N/mm²]	min.	Start	max.	min.	Start	max.	min.	Start	max.	min.	Start	max.
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	1700	**1900**	2100	0,30	**0,35**	0,40	0,40	**0,45**	0,50	0,50	**0,55**	0,60
17.1	Al-Leg., kurzspanend		1700	**1900**	2100	0,30	**0,35**	0,40	0,40	**0,45**	0,50	0,50	**0,55**	0,60
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		300	**500**	700	0,28	**0,33**	0,38	0,38	**0,43**	0,48	0,48	**0,53**	0,58
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	200	**400**	600	0,23	**0,28**	0,33	0,33	**0,38**	0,43	0,43	**0,48**	0,53
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	200	**400**	600	0,23	**0,28**	0,33	0,33	**0,38**	0,43	0,43	**0,48**	0,53
18.2	Messing, langspanend	< 600	200	**400**	600	0,23	**0,28**	0,33	0,33	**0,38**	0,43	0,43	**0,48**	0,53
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	200	**400**	600	0,23	**0,28**	0,33	0,33	**0,38**	0,43	0,43	**0,48**	0,53
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	200	**400**	600	0,23	**0,28**	0,33	0,33	**0,38**	0,43	0,43	**0,48**	0,53
18.5	Bronze, langspanend	< 850	200	**400**	600	0,23	**0,28**	0,33	0,33	**0,38**	0,43	0,43	**0,48**	0,53
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	200	**400**	600	0,23	**0,28**	0,33	0,33	**0,38**	0,43	0,43	**0,48**	0,53
19.0	Graphit		75	**100**	125	0,30	**0,35**	0,40	0,40	**0,45**	0,50	0,50	**0,55**	0,60
20.0	Thermoplast		300	**600**	1000	0,30	**0,35**	0,40	0,40	**0,45**	0,50	0,50	**0,55**	0,60
20.1	Duroplast		200	**500**	900	0,30	**0,35**	0,40	0,40	**0,45**	0,50	0,50	**0,55**	0,60
20.2	GFK und CFK		200	**400**	600	0,30	**0,35**	0,40	0,40	**0,45**	0,50	0,50	**0,55**	0,60

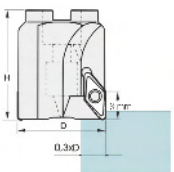
Hinweis:
Startwerte sind **fett** gedruckt. Die angegebenen Schnittdaten sind sehr stark von den äußeren Bedingungen, wie Stabilität der Werkzeug- und Werkstückspannung, Material und Maschine abhängig. Sie stellen Richtwerte bei optimalen Bedingungen dar.

Katalognummer 211847; 211851







Für Wendeplatte VDGT 11..

Grobzerspanung (Schruppen) a_p max = 8 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min]			Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]											
						a_e = 1,0 x D			a_e = 0,6 x D			a_e = 0,3 x D		
		[N/mm²]	min.	Start	max.	min.	Start	max.	min.	Start	max.	min.	Start	max.
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	1700	**1900**	2100	0,12	**0,17**	0,22	0,15	**0,20**	0,25	0,25	**0,30**	0,35
17.1	Al-Leg., kurzspanend		1700	**1900**	2100	0,12	**0,17**	0,22	0,15	**0,20**	0,25	0,25	**0,30**	0,35
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		300	**500**	700	0,10	**0,15**	0,20	0,13	**0,18**	0,23	0,23	**0,28**	0,33
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	200	**400**	600	0,08	**0,13**	0,18	0,10	**0,16**	0,20	0,20	**0,26**	0,30
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	200	**400**	600	0,08	**0,13**	0,18	0,10	**0,16**	0,20	0,20	**0,26**	0,30
18.2	Messing, langspanend	< 600	200	**400**	600	0,08	**0,13**	0,18	0,10	**0,16**	0,20	0,20	**0,26**	0,30
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	200	**400**	600	0,08	**0,13**	0,18	0,10	**0,16**	0,20	0,20	**0,26**	0,30
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	200	**400**	600	0,08	**0,13**	0,18	0,10	**0,16**	0,20	0,20	**0,26**	0,30
18.5	Bronze, langspanend	< 850	200	**400**	600	0,08	**0,13**	0,18	0,10	**0,16**	0,20	0,20	**0,26**	0,30
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	200	**400**	600	0,08	**0,13**	0,18	0,10	**0,16**	0,20	0,20	**0,26**	0,30
19.0	Graphit		75	**100**	125	0,12	**0,17**	0,22	0,15	**0,20**	0,25	0,25	**0,30**	0,35
20.0	Thermoplast		300	**600**	1000	0,12	**0,17**	0,22	0,15	**0,20**	0,25	0,25	**0,30**	0,35
20.1	Duroplast		200	**500**	900	0,12	**0,17**	0,22	0,15	**0,20**	0,25	0,25	**0,30**	0,35
20.2	GFK und CFK		200	**400**	600	0,12	**0,17**	0,22	0,15	**0,20**	0,25	0,25	**0,30**	0,35

Mittlere Zerspanung (Vorschlichten) a_p max = 2 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min]			Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]											
						a_e = 1,0 x D			a_e = 0,6 x D			a_e = 0,3 x D		
		[N/mm²]	min.	Start	max.	min.	Start	max.	min.	Start	max.	min.	Start	max.
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	1700	**1900**	2100	0,15	**0,20**	0,25	0,20	**0,25**	0,30	0,30	**0,35**	0,40
17.1	Al-Leg., kurzspanend		1700	**1900**	2100	0,15	**0,20**	0,25	0,20	**0,25**	0,30	0,30	**0,35**	0,40
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		300	**500**	700	0,13	**0,18**	0,23	0,18	**0,23**	0,28	0,28	**0,33**	0,38
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	200	**400**	600	0,10	**0,16**	0,20	0,15	**0,20**	0,25	0,25	**0,30**	0,35
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	200	**400**	600	0,10	**0,16**	0,20	0,15	**0,20**	0,25	0,25	**0,30**	0,35
18.2	Messing, langspanend	< 600	200	**400**	600	0,10	**0,16**	0,20	0,15	**0,20**	0,25	0,25	**0,30**	0,35
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	200	**400**	600	0,10	**0,16**	0,20	0,15	**0,20**	0,25	0,25	**0,30**	0,35
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	200	**400**	600	0,10	**0,16**	0,20	0,15	**0,20**	0,25	0,25	**0,30**	0,35
18.5	Bronze, langspanend	< 850	200	**400**	600	0,10	**0,16**	0,20	0,15	**0,20**	0,25	0,25	**0,30**	0,35
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	200	**400**	600	0,10	**0,16**	0,20	0,15	**0,20**	0,25	0,25	**0,30**	0,35
19.0	Graphit		75	**100**	125	0,15	**0,20**	0,25	0,20	**0,25**	0,30	0,30	**0,35**	0,40
20.0	Thermoplast		300	**600**	1000	0,15	**0,20**	0,25	0,20	**0,25**	0,30	0,30	**0,35**	0,40
20.1	Duroplast		200	**500**	900	0,15	**0,20**	0,25	0,20	**0,25**	0,30	0,30	**0,35**	0,40
20.2	GFK und CFK		200	**400**	600	0,15	**0,20**	0,25	0,20	**0,25**	0,30	0,30	**0,35**	0,40

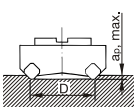
Feinbearbeitung (Schlichten) a_p max = 1 mm

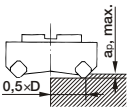
Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min]			Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]											
						a_e = 1,0 x D			a_e = 0,6 x D			a_e = 0,3 x D		
		[N/mm²]	min.	Start	max.	min.	Start	max.	min.	Start	max.	min.	Start	max.
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	1700	**1900**	2100	0,20	**0,25**	0,30	0,25	**0,30**	0,35	0,30	**0,40**	0,45
17.1	Al-Leg., kurzspanend		1700	**1900**	2100	0,20	**0,25**	0,30	0,25	**0,30**	0,35	0,30	**0,40**	0,45
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		300	**500**	700	0,18	**0,23**	0,28	0,23	**0,28**	0,33	0,33	**0,38**	0,43
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	200	**400**	600	0,15	**0,20**	0,25	0,20	**0,25**	0,30	0,30	**0,35**	0,40
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	200	**400**	600	0,15	**0,20**	0,25	0,20	**0,25**	0,30	0,30	**0,35**	0,40
18.2	Messing, langspanend	< 600	200	**400**	600	0,15	**0,20**	0,25	0,20	**0,25**	0,30	0,30	**0,35**	0,40
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	200	**400**	600	0,15	**0,20**	0,25	0,20	**0,25**	0,30	0,30	**0,35**	0,40
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	200	**400**	600	0,15	**0,20**	0,25	0,20	**0,25**	0,30	0,30	**0,35**	0,40
18.5	Bronze, langspanend	< 850	200	**400**	600	0,15	**0,20**	0,25	0,20	**0,25**	0,30	0,30	**0,35**	0,40
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	200	**400**	600	0,15	**0,20**	0,25	0,20	**0,25**	0,30	0,30	**0,35**	0,40
19.0	Graphit		75	**100**	125	0,20	**0,25**	0,30	0,25	**0,30**	0,35	0,30	**0,40**	0,45
20.0	Thermoplast		300	**600**	1000	0,20	**0,25**	0,30	0,25	**0,30**	0,35	0,30	**0,40**	0,45
20.1	Duroplast		200	**500**	900	0,20	**0,25**	0,30	0,25	**0,30**	0,35	0,30	**0,40**	0,45
20.2	GFK und CFK		200	**400**	600	0,20	**0,25**	0,30	0,25	**0,30**	0,35	0,30	**0,40**	0,45

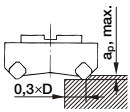
Tabelle 8.91 GARANT-90°- und 95°-Rhombische Fräser HPC

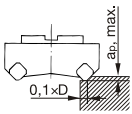
Katalognummer **211870; 211872 für Wendeplatte XDHW**
für Wendeplatte XDHW 040110; $a_{p\,max}$ **= 1,0 mm**
für Wendeplatte XDHW 060210; $a_{p\,max}$ **= 1,5 mm**
für Wendeplatte XDHW 10T310; $a_{p\,max}$ **= 2,0 mm**

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	1. Wahl	Trocken v_c [m/min] min.	Start	max.	2. Wahl UNI/HB7535 Trocken v_c [m/min] min.	Start	max.
1.0	allg. Baustähle	< 500	ST1400/HB7720	200	270	350	200	240	280
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST1400/HB7720	190	240	300	180	205	230
2.0	Automatenstähle	< 850	ST1400/HB7720	200	270	350	180	205	230
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	HART/HB7705	150	200	270	140	180	220
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST1400/HB7720	190	240	300	180	205	230
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST1400/HB7720	150	200	270	140	180	220
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	HART/HB7705	150	200	270	140	150	180
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	HART/HB7705	150	200	270	180	205	230
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	HART/HB7705	120	160	220	140	180	180
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST1400/HB7720	190	240	300	140	180	220
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	HART/HB7705	150	200	270	100	130	180
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	HART/HB7705	120	160	220		–	
7.0	Nitrierstähle	< 1000	HART/HB7705	150	200	270		–	
7.1	Nitrierstähle	> 1000	HART/HB7705	120	160	220		–	
8.0	Werkzeugstähle	< 850	ST1400/HB7720	130	170	240	100	130	180
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST1400/HB7720	130	170	240		–	
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST1400/HB7720	100	150	180		–	
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	ST1400/HB7720	100	130	180		–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	ST1400/HB7720	100	130	180		–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	HART/HB7705	120	160	220		–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	HART/HB7705	100	130	180		–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–		–			–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	–		–			–	
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	ST1400/HB7720		–		160	190	230
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	ST1400/HB7720		–		150	200	270
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	ST1400/HB7720		–		130	170	230
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	ST1400/HB7720		–		80	120	170
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	HART/7705	30	50	100		–	
15.0	Gusseisen	< 180 HB	ST1400/HB7720	180	240	300		–	
15.1	Gusseisen	> 180 HB	ST1400/HB7720	180	220	280		–	
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	ST1400/HB7720	160	190	220		–	
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	ST1400/HB7720	150	180	200		–	
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	HART/HB7705	40	60	80		–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	HART/HB7705	30	45	60		–	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–		–			–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–		–			–	
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		–		–			–	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	ST1400/HB7720	460	580	660		–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	ST1400/HB7720	410	500	580		–	
18.2	Messing, langspanend	< 600	–		–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	ST1400/HB7720	410	500	580		–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	ST1400/HB7720	370	450	520		–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–		–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–		–			–	
19.0	Graphit		–		–			–	
20.0	Thermoplast		–		–			–	
20.1	Duroplast		–		–			–	
20.2	GFK und CFK		–		–			–	

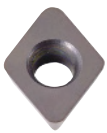








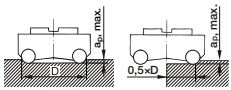




Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]																
bis a_e = (0,5 ... 1) x D					bis a_e = 0,3 x D					bis a_e = 0,1 x D						
min.			Start		max.	min.			Start		max.	min.			Start		max.
0,10	–		**0,20**	–	0,40	0,12	–		**0,25**	–	0,45	0,15	–		**0,30**	–	0,60
0,10	–		**0,20**	–	0,40	0,12	–		**0,25**	–	0,45	0,15	–		**0,30**	–	0,60
0,10	–		**0,20**	–	0,40	0,12	–		**0,25**	–	0,45	0,15	–		**0,30**	–	0,60
0,10	–		**0,20**	–	0,40	0,12	–		**0,25**	–	0,45	0,15	–		**0,30**	–	0,60
0,10	–		**0,20**	–	0,40	0,12	–		**0,25**	–	0,45	0,15	–		**0,30**	–	0,60
0,10	–		**0,20**	–	0,40	0,12	–		**0,25**	–	0,45	0,15	–		**0,30**	–	0,60
0,10	–		**0,20**	–	0,40	0,12	–		**0,25**	–	0,45	0,15	–		**0,30**	–	0,60
0,10	–		**0,25**	–	0,40	0,12	–		**0,25**	–	0,45	0,15	–		**0,30**	–	0,60
0,10	–		**0,25**	–	0,40	0,12	–		**0,25**	–	0,45	0,15	–		**0,30**	–	0,60
0,10	–		**0,20**	–	0,40	0,12	–		**0,25**	–	0,45	0,15	–		**0,30**	–	0,60
0,10	–		**0,25**	–	0,40	0,12	–		**0,25**	–	0,45	0,15	–		**0,30**	–	0,60
0,10	–		**0,25**	–	0,40	0,12	–		**0,25**	–	0,45	0,15	–		**0,30**	–	0,60
0,10	–		**0,20**	–	0,40	0,12	–		**0,25**	–	0,45	0,15	–		**0,30**	–	0,60
0,10	–		**0,20**	–	0,40	0,12	–		**0,25**	–	0,45	0,15	–		**0,30**	–	0,60
0,10	–		**0,20**	–	0,40	0,12	–		**0,25**	–	0,45	0,15	–		**0,30**	–	0,60
0,10	–		**0,20**	–	0,40	0,12	–		**0,25**	–	0,45	0,15	–		**0,30**	–	0,60
0,10	–		**0,20**	–	0,40	0,12	–		**0,25**	–	0,45	0,15	–		**0,30**	–	0,60
0,06	–		**0,16**	–	0,25	0,07	–		**0,14**	–	0,28	0,09	–		**0,20**	–	0,37
0,10	–		**0,20**	–	0,40	0,12	–		**0,25**	–	0,45	0,15	–		**0,30**	–	0,60
0,10	–		**0,20**	–	0,40	0,12	–		**0,25**	–	0,45	0,15	–		**0,30**	–	0,60
0,10	–		**0,20**	–	0,40	0,12	–		**0,25**	–	0,45	0,15	–		**0,30**	–	0,60
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
0,10	–		**0,20**	–	0,40	0,12	–		**0,25**	–	0,45	0,15	–		**0,30**	–	0,60
0,10	–		**0,20**	–	0,40	0,12	–		**0,25**	–	0,45	0,15	–		**0,30**	–	0,60
0,10	–		**0,20**	–	0,40	0,12	–		**0,25**	–	0,45	0,15	–		**0,30**	–	0,60
0,10	–		**0,20**	–	0,40	0,12	–		**0,25**	–	0,45	0,15	–		**0,30**	–	0,60
0,10	–		**0,20**	–	0,40	0,12	–		**0,25**	–	0,45	0,15	–		**0,30**	–	0,60
0,10	–		**0,20**	–	0,40	0,12	–		**0,25**	–	0,45	0,15	–		**0,30**	–	0,60
0,10	–		**0,20**	–	0,40	0,12	–		**0,25**	–	0,45	0,15	–		**0,30**	–	0,60
0,10	–		**0,20**	–	0,40	0,12	–		**0,25**	–	0,45	0,15	–		**0,30**	–	0,60
0,10	–		**0,20**	–	0,40	0,12	–		**0,25**	–	0,45	0,15	–		**0,30**	–	0,60
0,10	–		**0,20**	–	0,40	0,12	–		**0,25**	–	0,45	0,15	–		**0,30**	–	0,60
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
0,06	–		**0,14**	–	0,25	0,07	–		**0,14**	–	0,28	0,09	–		**0,20**	–	0,37
0,06	–		**0,14**	–	0,25	0,07	–		**0,14**	–	0,28	0,09	–		**0,20**	–	0,37
			–						–						–		
0,06	–		**0,14**	–	0,25	0,07	–		**0,14**	–	0,28	0,09	–		**0,20**	–	0,37
0,06	–		**0,14**	–	0,25	0,07	–		**0,14**	–	0,28	0,09	–		**0,20**	–	0,37
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		

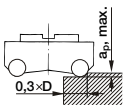
Tabelle 8.92 GARANT-Kopierfräser Universal (runde Wendeplatten)

Katalognummer **212070** **für Wendenplatte RDHX0501** a_p **max = 1,1 mm**
212090; 212100 **für Wendenplatte RD..0702** a_p **max = 1,5 mm**
212105; 212110; 212125; 212135 **für Wendenplatte RD..1003** a_p **max = 2,5 mm**
212145; 212155 **für Wendenplatte RD..12T3** a_p **max = 4,0 mm**
212165; 212170 **für Wendenplatte RD..1604** a_p **max = 5,0 mm**

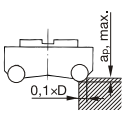


Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	1. Wahl		a_e = (0,5 ... 1) x D							
				KSS	RD..05. v_c	RD..07. v_c	RD..10. RD..12. v_c	RD..16. v_c	RD..05. f_z	RD..07. f_z	RD..10. RD..12. f_z	RD..16. f_z
		[N/mm²]			[m/min]	[m/min]	[m/min]	[m/min]	[m/min]	[m/min]	[m/min]	[m/min]
1.0	allg. Baustähle	< 500	ST500/HB7735	trocken	275	310	280	250	0,08	0,12	0,18	0,32
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST900/HB7735	trocken	250	300	280	240	0,08	0,12	0,18	0,32
2.0	Automatenstähle	< 850	ST900/HB7735	trocken	275	310	280	250	0,08	0,12	0,18	0,32
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	ST900/HB7735	trocken	250	180	180	170	0,08	0,12	0,18	0,32
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST900/HB7735	trocken	335	200	200	180	0,08	0,12	0,18	0,32
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST900/HB7735	trocken	250	180	185	170	0,08	0,12	0,18	0,32
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST900/HB7735	trocken	210	175	175	160	0,08	0,12	0,18	0,32
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST900/HB7735	trocken	185	175	175	160	0,08	0,12	0,18	0,32
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	ST900/HB7735	trocken	160	160	160	150	0,08	0,12	0,18	0,32
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST900/HB7735	trocken	275	310	280	250	0,08	0,12	0,18	0,32
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	ST900/HB7735	trocken	185	200	200	180	0,08	0,12	0,18	0,32
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	ST900/HB7735	trocken	160	145	145	125	0,08	0,12	0,18	0,32
7.0	Nitrierstähle	< 1000	ST900/HB7735	trocken	–	160	160	140	0,08	0,12	0,18	0,32
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST900/HB7735	trocken	–	140	140	120	0,08	0,12	0,18	0,32
8.0	Werkzeugstähle	< 850	ST900/HB7735	trocken	185	160	160	140	0,08	0,12	0,18	0,32
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST900/HB7735	trocken	160	140	140	130	0,08	0,12	0,18	0,32
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST900/HB7735	trocken	130	130	130	110	0,05	0,08	0,13	0,23
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	ST900/HB7735	trocken	–	100	100	90	0,05	0,08	0,13	0,23
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	HART/CBN725	trocken	165	100	100	140	0,05	0,08	0,13	0,23
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	HART/CBN725	trocken	145	100	100	130	0,05	0,08	0,13	0,23
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	HART/CBN725	trocken	120	100	100	100	0,05	0,08	0,13	0,23
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	HART/HB7505	trocken	130	150	125	130	0,05	0,08	0,13	0,23
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	HART/CBN725	trocken	130	100	100	130	0,05	0,08	0,13	0,23
12.0	Federstähle	< 1500	HART/HB7505	trocken	–	150	125	105	0,08	0,12	0,18	0,32
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	INOX/HB7635	Emulsion	200	225	200	165	0,08	0,12	0,18	0,32
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	INOX/HB7635	Emulsion	200	225	200	165	0,08	0,12	0,18	0,32
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	INOX/HB7635	Emulsion	200	225	200	165	0,08	0,12	0,18	0,32
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	INOX/HB7635	Emulsion	180	200	175	145	0,08	0,12	0,18	0,32
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	INOX/HB7635	Emulsion	43	40	40	40	0,05	0,08	0,13	0,23
15.0	Gusseisen	< 180 HB	HART/HB7505	trocken	260	275	240	195	0,08	0,12	0,18	0,32
15.1	Gusseisen	> 180 HB	HART/HB7505	trocken	240	275	240	195	0,08	0,12	0,18	0,32
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	HART/HB7505	trocken	220	265	230	185	0,08	0,12	0,18	0,32
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	HART/HB7505	trocken	175	265	230	185	0,08	0,12	0,18	0,32
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	INOX/HB7535	Emulsion	60	60	60	60	0,05	0,08	0,13	0,23
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	INOX/HB7535	Emulsion	60	60	60	60	0,05	0,08	0,13	0,23
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	ALU/HU7710	Emulsion	–	300	300	250	–	0,20	0,18	0,32
17.1	Al-Leg., kurzspanend		ALU/HU7710	Emulsion	–	250	250	250	–	0,20	0,18	0,32
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		ALU/HU7710	Emulsion	–	250	250	250	–	0,20	0,18	0,32
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.2	Messing, langspanend	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.0	Graphit		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20.0	Thermoplast		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20.1	Duroplast		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20.2	GFK und CFK		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–









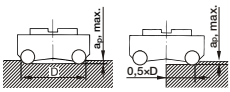
2. Wahl			UNI/HB720			Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]								
Trocken			Nass			a_e = (0,5 ... 1) x D			a_e = 0,3 x D			a_e = 0,1 x D		
v_c [m/min]			v_c [m/min]			RD..10./RD..12. f_z [mm/Z]			RD..10./RD..12. f_z [mm/Z]			RD..10./RD..12. f_z [mm/Z]		
min.	Start	max.	min.	Start	max.	min.	Start	max.	min.	Start	max.	min.	Start	max.
190	**300**	350		–		0,20	**0,35**	0,60	0,25	**0,40**	0,65	0,30	**0,45**	0,70
170	**280**	330		–		0,20	**0,30**	0,50	0,25	**0,42**	0,55	0,27	**0,45**	0,65
190	**300**	350		–		0,20	**0,32**	0,45	0,23	**0,40**	0,52	0,25	**0,40**	0,70
170	**280**	330		–		0,18	**0,10**	0,42	0,20	**0,37**	0,49	0,23	**0,37**	0,55
170	**280**	330		–		0,27	**0,40**	0,65	0,32	**0,43**	0,67	0,36	**0,48**	0,70
160	**250**	280		–		0,24	**0,35**	0,60	0,29	**0,40**	0,63	0,33	**0,44**	0,65
150	**220**	280		–		0,21	**0,32**	0,54	0,25	**0,37**	0,59	0,30	**0,40**	0,68
140	**220**	300		–		0,20	**0,30**	0,50	0,23	**0,37**	0,48	0,26	**0,37**	0,65
130	**200**	270		–		0,17	**0,26**	0,44	0,20	**0,26**	0,40	0,23	**0,33**	0,58
170	**280**	330		–		0,27	**0,40**	0,65	0,32	**0,43**	0,67	0,36	**0,48**	0,70
140	**200**	260		–		0,22	**0,35**	0,50	0,26	**0,38**	0,55	0,31	**0,48**	0,64
130	**190**	250		–		0,19	**0,31**	0,46	0,22	**0,34**	0,50	0,27	**0,42**	0,,58
140	**200**	250		–		0,20	**0,28**	0,42	0,21	**0,32**	0,46	0,23	**0,39**	0,54
130	**180**	230		–		0,18	**0,26**	0,39	0,19	**0,30**	0,43	0,21	**0,35**	0,50
80	**150**	170		–		0,18	**0,26**	0,29	0,19	**0,30**	0,43	0,21	**0,35**	0,50
70	**130**	150		–		0,16	**0,24**	0,26	0,17	**0,27**	0,40	0,18	**0,32**	0,45
70	**120**	140		–		0,15	**0,22**	0,24	0,16	**0,25**	0,38	0,17	**0,30**	0,42
70	**110**	120		–		0,15	**0,22**	0,24	0,16	**0,25**	0,38	0,17	**0,30**	0,42
30	**50**	70		–		0,13	**0,19**	0,21	0,14	**0,23**	0,38	0,15	**0,27**	0,38
20	**40**	60		–		0,12	**0,17**	0,19	0,13	**0,21**	0,30	0,14	**0,25**	0,35
20	**30**	50		–		0,10	**0,15**	0,17	0,11	**0,19**	0,27	0,12	**0,23**	0,30
140	**200**	250		–		0,20	**0,28**	0,42	0,21	**0,32**	0,46	0,23	**0,39**	0,54
120	**170**	230		–		0,18	**0,26**	0,39	0,19	**0,30**	0,43	0,21	**0,35**	0,50
120	**180**	230		–		0,16	**0,24**	0,36	0,17	**0,27**	0,38	0,19	**0,33**	0,46
190	**230**	270		–		0,18	**0,34**	0,40	0,21	**0,38**	0,45	0,23	**0,43**	0,50
170	**210**	250		–		0,17	**0,32**	0,38	0,19	**0,35**	0,43	0,20	**0,40**	0,46
170	**210**	250		–		0,15	**0,29**	0,35	0,17	**0,33**	0,40	0,18	**0,37**	0,43
130	**180**	210		–		0,18	**32**	0,38	0,19	**0,35**	0,45	0,20	**0,40**	0,46
90	**150**	180		–		0,16	**0,28**	0,34	0,18	**0,32**	0,37	0,20	**0,36**	0,42
170	**250**	300		–		0,20	**0,40**	0,60	0,25	**0,45**	0,65	0,30	**0,50**	0,75
160	**230**	280		–		0,20	**0,33**	0,50	0,23	**0,40**	0,53	0,27	**0,45**	0,70
140	**200**	220		–		0,18	**0,30**	0,46	0,20	**0,33**	0,40	0,18	**0,37**	0,43
130	**180**	210		–		0,18	**0,28**	0,38	0,20	**0,35**	0,43	0,20	**0,40**	0,46
	–		28	**35**	55	0,20	**0,24**	0,32	0,22	**0,28**	0,34	0,26	**0,32**	0,38
	–		25	**45**	50	0,18	**0,21**	0,29	0,20	**0,26**	0,30	0,24	**0,28**	0,34
	–		180	**350**	450	0,13	**0,25**	0,35	0,16	**0,28**	0,45	0,20	**0,40**	0,47
	–		160	**300**	420	0,13	**0,22**	0,32	0,15	**0,26**	0,40	0,18	**0,32**	0,44
	–		140	**280**	380	0,10	**0,20**	0,30	0,12	**0,23**	0,35	0,15	**0,28**	0,40
	–		180	**350**	450	0,13	**0,25**	0,25	0,16	**0,28**	0,45	0,20	**0,40**	0,47
	–		160	**400**	440	0,13	**0,22**	0,32	0,15	**0,26**	0,40	0,18	**0,32**	0,44
	–		200	**430**	470	0,20	**0,30**	0,40	0,23	**0,35**	0,45	0,26	**0,38**	0,50
	–		170	**340**	440	0,13	**0,22**	0,32	0,15	**0,26**	0,40	0,18	**0,32**	0,44
	–		160	**320**	420	0,13	**0,20**	0,28	0,15	**0,23**	0,35	0,16	**0,28**	0,40
	–		160	**300**	420	0,20	**0,30**	0,40	0,23	**0,35**	0,45	0,26	**0,38**	0,50
	–		140	**280**	380	0,13	**0,20**	0,28	0,15	**0,23**	0,35	0,16	**0,38**	0,40
70	**100**	130		–		0,20	**0,30**	0,40	0,25	**0,35**	0,45	0,25	**0,40**	0,50
	–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–	

Tabelle 8.93 GARANT Kopier- und Planfräser für Keramik-Wendeschneidplatten

Katalognummer **212500 für Wendeplatte RNGN 120700**

$a_{p\,max}$ = 3 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	1. Wahl	Trocken v_c [m/min] min.	Start	max.
1.0	allg. Baustähle	< 500	–		–	
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	–		–	
2.0	Automatenstähle	< 850	–		–	
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	–		–	
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	–		–	
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	–		–	
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	–		–	
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	–		–	
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	–		–	
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	–		–	
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	–		–	
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	–		–	
7.0	Nitrierstähle	< 1000	–		–	
7.1	Nitrierstähle	> 1000	–		–	
8.0	Werkzeugstähle	< 850	–		–	
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	–		–	
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	–		–	
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	–		–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	HART/KB7205	250	**350**	500
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	HART/KB7205	200	**300**	450
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	HART/KB7205	150	**250**	400
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–		–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–	
12.0	Federstähle	< 1500	–		–	
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	–		–	
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	–		–	
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	–		–	
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	–		–	
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–		–	
15.0	Gusseisen	< 180 HB	–		–	
15.1	Gusseisen	> 180 HB	GG/KU7205	600	**800**	1000
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	–		–	
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	–		–	
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	Ti/KU7415	250	**500**	1000
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	Ti/KU7415	250	**500**	750
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–		–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–		–	
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		–		–	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–		–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–		–	
18.2	Messing, langspanend	< 600	–		–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–		–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–		–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–		–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–		–	
19.0	Graphit		–		–	
20.0	Thermoplast		–		–	
20.1	Duroplast		–		–	
20.2	GFK und CFK		–		–	



Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]															
bis a_e = (0,5 ... 1) x D						bis a_e = 0,3 x D						bis a_e = 0,1 x D			
min.			Start		max.	min.			Start		max.	min.			Start		max.
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
0,02	–	**0,03**	–	0,06		0,02	–	**0,04**	–	0,08		0,03	–	**0,05**	–	0,100	
0,02	–	**0,03**	–	0,06		0,02	–	**0,04**	–	0,08		0,03	–	**0,05**	–	0,085	
0,02	–	**0,03**	–	0,06		0,02	–	**0,04**	–	0,08		0,03	–	**0,05**	–	0,070	
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
0,20	–	**0,30**	–	0,50		0,30	–	**0,40**	–	0,60		0,40	–	**0,50**	–	0,080	
			–						–						–		
			–						–						–		
0,10	–	**0,15**	–	0,25		0,15	–	**0,18**	–	0,25		0,15	–	**0,20**	–	0,30	
0,10	–	**0,15**	–	0,25		0,15	–	**0,18**	–	0,25		0,15	–	**0,20**	–	0,30	
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		
			–						–						–		







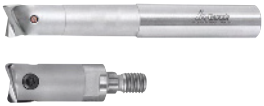




Tabelle 8.94 GARANT-Torusfräser

Katalognummer 212675; 212679

a_p = 0,25 x Eckenradius r_ε





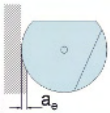


Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min]			Vorschub f_z [mm/Z] für Werkzeugdurchmesser D [mm]					
		[N/mm²]	min.	Start	max.	8	10	12	16	20	25
1.0	allg. Baustähle	< 500	170	200	230	0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	170	200	220	0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3
2.0	Automatenstähle	< 850	190	230	260	0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	180	220	250	0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	180	200	230	0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	180	200	230	0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	150	170	200	0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	110	140	170	0,125	0,15	0,2	0,2	0,2	0,3
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	110	140	170	0,125	0,15	0,2	0,2	0,2	0,3
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	180	200	230	0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	180	200	230	0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	160	180	210	0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3
7.0	Nitrierstähle	< 1000	160	180	210	0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3
7.1	Nitrierstähle	> 1000	160	180	210	0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3
8.0	Werkzeugstähle	< 850	130	150	180	0,125	0,15	0,2	0,25	0,25	0,3
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	110	140	170	0,125	0,15	0,2	0,2	0,2	0,3
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	100	120	140	0,125	0,15	0,2	0,2	0,2	0,3
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	100	120	140	0,125	0,15	0,2	0,2	0,2	0,3
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	70	80	90	0,125	0,15	0,2	0,25	0,25	0,3
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	70	80	90	0,125	0,15	0,2	0,25	0,25	0,3
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	60	70	80	0,125	0,15	0,2	0,25	0,25	0,3
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	110	140	170	0,125	0,15	0,2	0,2	0,2	0,3
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	110	140	170	0,125	0,15	0,2	0,2	0,2	0,3
12.0	Federstähle	< 1500	110	140	170	0,125	0,15	0,2	0,2	0,2	0,25
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	140	160	180	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	120	140	160	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	100	120	140	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	140	160	180	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	30	40	50	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05
15.0	Gusseisen	< 180 HB	200	300	400	0,15	0,2	0,25	0,3	0,3	0,35
15.1	Gusseisen	> 180 HB	180	280	350	0,15	0,2	0,25	0,3	0,3	0,35
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	150	250	350	0,15	0,2	0,25	0,3	0,3	0,35
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	130	150	150	0,15	0,2	0,25	0,3	0,3	0,35
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	60	70	80	0,125	0,15	0,2	0,2	0,2	0,3
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	40	50	60	0,125	0,15	0,2	0,2	0,2	0,3
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	1300	1400	1500	0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3
17.1	Al-Leg., kurzspanend		600	700	800	0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		400	500	600	0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	700	800	900	0,125	0,15	0,2	0,2	0,2	0,3
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	500	600	700	0,125	0,15	0,2	0,2	0,2	0,3
18.2	Messing, langspanend	< 600	500	600	700	0,125	0,15	0,2	0,2	0,2	0,3
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	500	600	700	0,125	0,15	0,2	0,2	0,2	0,3
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	500	600	700	0,125	0,15	0,2	0,2	0,2	0,3
18.5	Bronze, langspanend	< 850	500	600	700	0,125	0,15	0,2	0,2	0,2	0,3
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	390	450	560	0,125	0,15	0,2	0,2	0,2	0,3
19.0	Graphit		170	200	230	0,25	0,3	0,35	0,4	0,4	0,45
20.0	Thermoplast		1300	1400	1500	0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3
20.1	Duroplast		600	700	800	0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3
20.2	GFK und CFK		400	500	600	0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3

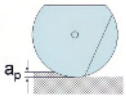

Garant
Kopierfräser Hartmetall

Tabelle 8.95 GARANT-Kopierfräser Universal – Vollradiuskopierfräser

Katalognummer 212800 bis 212820



Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min]			Vorschub f_z [mm/Z] für Werkzeugdurchmesser D [mm]						
		[N/mm²]	min.	Start	max.	8	10	12	16	20	25	32
1.0	allg. Baustähle	< 500	170	200	230	0,1	0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	0,25
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	170	200	220	0,1	0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	0,25
2.0	Automatenstähle	< 850	190	230	260	0,1	0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	0,25
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	180	220	250	0,1	0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	0,25
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	180	200	230	0,1	0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	0,25
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	180	200	230	0,1	0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	0,25
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	150	170	200	0,1	0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	0,25
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	110	140	170	0,1	0,1	0,15	0,15	0,15	0,2	0,25
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	110	140	170	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,2
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	180	200	230	0,1	0,1	0,1	0,15	0,15	0,15	0,2
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	180	200	230	0,1	0,1	0,1	0,15	0,15	0,15	0,2
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	160	180	210	0,1	0,1	0,1	0,15	0,15	0,15	0,2
7.0	Nitrierstähle	< 1000	160	180	210	0,1	0,1	0,1	0,15	0,15	0,15	0,2
7.1	Nitrierstähle	> 1000	160	180	210	0,1	0,1	0,1	0,15	0,15	0,15	0,2
8.0	Werkzeugstähle	< 850	130	150	180	0,1	0,1	0,1	0,15	0,15	0,2	0,25
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	110	140	170	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,2
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	100	120	140	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,2
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	100	120	140	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,2
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	70	80	90	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,15
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	70	80	90	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,15
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	60	70	80	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,15
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	110	140	170	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,15
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	110	140	170	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,15
12.0	Federstähle	< 1500	110	140	170	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,15
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	140	160	180	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,15
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	120	140	160	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,15
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	100	120	140	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,15
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	140	160	180	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,15
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	30	40	50	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06
15.0	Gusseisen	< 180 HB	200	300	400	0,1	0,15	0,15	0,2	0,2	0,25	0,25
15.1	Gusseisen	> 180 HB	180	280	350	0,1	0,15	0,15	0,2	0,2	0,25	0,25
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	150	250	350	0,1	0,15	0,15	0,2	0,2	0,25	0,25
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	130	150	150	0,1	0,15	0,15	0,2	0,2	0,25	0,25
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	60	70	80	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,15
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	40	50	60	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,15
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	1300	1400	1500	0,1	0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	0,25
17.1	Al-Leg., kurzspanend		600	700	800	0,1	0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	0,25
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		400	500	600	0,1	0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	0,25
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	700	800	900	0,1	0,1	0,15	0,15	0,15	0,2	0,25
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	500	600	700	0,1	0,1	0,15	0,15	0,15	0,2	0,25
18.2	Messing, langspanend	< 600	500	600	700	0,1	0,1	0,15	0,15	0,15	0,2	0,25
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	500	600	700	0,1	0,1	0,15	0,15	0,15	0,2	0,25
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	500	600	700	0,1	0,1	0,15	0,15	0,15	0,2	0,25
18.5	Bronze, langspanend	< 850	500	600	700	0,1	0,1	0,15	0,15	0,15	0,2	0,25
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	390	450	560	0,1	0,1	0,15	0,15	0,15	0,2	0,25
19.0	Graphit		200	300	400	0,25	0,3	0,35	0,4	0,4	0,45	0,45
20.0	Thermoplast		1300	1400	1500	0,1	0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	0,25
20.1	Duroplast		600	700	800	0,1	0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	0,25
20.2	GFK und CFK		400	500	600	0,1	0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	0,25





Vorschub f_z [mm/Z] für Werkzeugdurchmesser D [mm]							Schnitttiefe	Eingriffsbreite
8	10	12	16	20	25	32	$a_{p\,max}$ [mm]	$a_{e\,max}$ [mm]
0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3	0,35	D/15	D/15
0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3	0,35	D/15	D/15
0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3	0,35	D/15	D/15
0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3	0,35	D/15	D/15
0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3	0,35	D/15	D/15
0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3	0,35	D/15	D/15
0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3	0,35	D/15	D/15
0,25	0,15	0,2	0,2	0,2	0,3	0,35	D/20	D/20
0,25	0,15	0,2	0,2	0,2	0,3	0,35	D/20	D/20
0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3	0,35	D/15	D/15
0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3	0,35	D/15	D/15
0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3	0,35	D/15	D/15
0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3	0,35	D/15	D/15
0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3	0,35	D/15	D/15
0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3	0,35	D/20	D/20
0,1	0,15	0,15	0,2	0,2	0,25	0,3	D/20	D/20
0,1	0,15	0,15	0,2	0,2	0,25	0,3	D/20	D/20
0,125	0,15	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	D/20	D/20
0,1	0,15	0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	D/20	D/20
0,1	0,15	0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	D/20	D/20
0,1	0,15	0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	D/20	D/20
0,125	0,15	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	D/20	D/20
0,125	0,15	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	D/20	D/20
0,125	0,15	0,2	0,2	0,2	0,25	0,25	D/20	D/20
0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,15	D/20	D/20
0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,15	D/20	D/20
0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,15	D/20	D/20
0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,15	D/20	D/20
0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	D/20	D/20
0,15	0,2	0,25	0,3	0,3	0,7	0,7	D/10	D/10
0,15	0,2	0,25	0,3	0,3	0,7	0,7	D/10	D/10
0,15	0,2	0,25	0,3	0,3	0,7	0,7	D/10	D/10
0,15	0,2	0,25	0,3	0,3	0,7	0,7	D/10	D/10
0,125	0,15	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	D/20	D/20
0,125	0,15	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	D/20	D/20
0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3	0,35	D/10	D/10
0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3	0,35	D/10	D/10
0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3	0,35	D/10	D/10
0,125	0,15	0,2	0,2	0,2	0,3	0,35	D/15	D/15
0,125	0,15	0,2	0,2	0,2	0,3	0,35	D/15	D/15
0,125	0,15	0,2	0,2	0,2	0,3	0,35	D/15	D/15
0,125	0,15	0,2	0,2	0,2	0,3	0,35	D/15	D/15
0,125	0,15	0,2	0,2	0,2	0,3	0,35	D/15	D/15
0,125	0,15	0,2	0,2	0,2	0,3	0,35	D/20	D/20
0,25	0,3	0,35	0,4	0,4	0,45	0,45	D/5	D/5
0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3	0,35	D/10	D/10
0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3	0,35	D/10	D/10
0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3	0,35	D/10	D/10

Berechnung der Schnittdaten

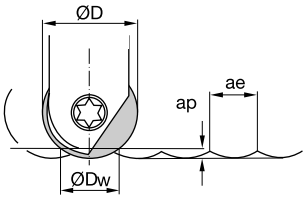
1. Umdrehung

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\Pi \times D_w} \quad \text{(U/min)}$$

$$D_w = 2 \times \sqrt{a_p \times (D - a_p)} \quad \text{(mm)}$$



n	=	Drehzahl U/min
V_c	=	Schnittgeschwindigkeit
D_w	=	effektiver Werkzeugdurchmesser (Wirkdurchmesser)
a_p	=	Schnitttiefe
a_e	=	Eingriffsbreite (mm)
V_f	=	Vorschubgeschwindigkeit (mm/min)
f	=	Vorschub (mm/U)

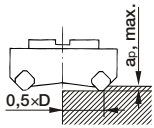


Effektiver Werkzeugdurchmesser

Werkzeugdurchmesser [mm]	Wirkdurchmesser D_w [mm] bei Schnitttiefe a_p												
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
8	1,8	2,5	3,0	3,9	5,3	6,2	–	–	–	–	–	–	–
10	2,0	2,8	3,4	4,4	6,0	7,1	8,0	–	–	–	–	–	–
12	2,2	3,1	3,7	4,8	6,6	7,9	8,9	9,7	–	–	–	–	–
16	2,5	3,6	4,3	5,6	7,7	9,3	10,6	11,6	12,5	–	–	–	–
20	2,8	4,0	4,9	6,2	8,7	10,5	12,0	13,2	14,3	15,2	16,0	–	–
25	3,2	4,5	5,4	7,0	9,8	11,9	13,6	15,0	16,2	17,3	18,3	19,2	20,0
25	3,2	4,5	5,4	7,0	9,8	11,9	13,6	15,0	16,2	17,3	18,3	19,2	20,0
32	3,6	5,0	6,2	7,9	11,1	13,5	15,5	17,2	18,7	20,0	21,2	22,2	23,2

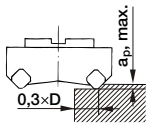
Tabelle 8.96

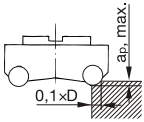
GARANT-Hochleistungsfräser HPC



Katalognummer **212900; 212905; 212910 für Wendeplatte XDLW..**
für Wendeplatte XDLW 0703 $a_{p\,max} = 0{,}85$ mm
für Wendeplatte XDLW 09T3 $a_{p\,max} = 1{,}15$ mm
für Wendeplatte XDLW 1204 $a_{p\,max} = 1{,}8$ mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	1. Wahl	Trocken v_c [m/min]			Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z] bis $a_e = 0{,}5 \times D$		
				min.	Start	max.	WPL XDLW 0703	WPL XDLW 09T3	WPL XDLW 1204
		[N/mm²]							
1.0	allg. Baustähle	< 500	ST900/HB7735	270	300	330	0,60	0,60	0,70
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST900/HB7735	240	265	290	0,52	0,52	0,60
2.0	Automatenstähle	< 850	ST900/HB7735	220	250	280	0,52	0,52	0,60
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	ST1400/HB7720	175	230	250	0,46	0,46	0,60
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST900/HB7735	210	250	280	0,60	0,60	0,70
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST900/HB7735	190	220	250	0,52	0,52	0,60
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/HB7720	160	215	225	0,46	0,46	0,60
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1440/HB7735	155	200	220	0,46	0,46	0,60
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	ST1400/HB7735	135	180	200	0,38	0,38	0,50
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST900/HB7720	210	250	280	0,48	0,48	0,60
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	ST900/HB7720	155	200	220	0,38	0,38	0,50
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	ST1400/HB7720	125	160	175	0,35	0,35	0,40
7.0	Nitrierstähle	< 1000	ST1400/HB7720	155	180	200	0,38	0,38	0,50
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST1400/HB7720	125	160	175	0,35	0,35	0,40
8.0	Werkzeugstähle	< 850	ST900/HB7735	170	200	220	0,48	0,48	0,48
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST1400/HB7720	135	170	190	0,38	0,38	0,50
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST1400/HB7720	115	150	185	0,38	0,38	0,50
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	–		–		–	–	–
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	HART/HB7705	110	140	150	0,31	0,31	0,31
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	HART/HB7705	65	90	100	0,23	0,23	0,23
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	HART/HB7705	45	60	70	0,19	0,19	0,19
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–		–		–	–	–
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–		–	–	–
12.0	Federstähle	< 1500	–		–		–	–	–
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	INOX/HB7535	180	220	235	0,60	0,60	0,60
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	INOX/HB7535	140	180	195	0,48	0,48	0,48
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	INOX/HB7535	120	150	165	0,40	0,40	0,40
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	INOX/HB7535	85	110	120	0,32	0,32	0,32
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–		–		–	–	–
15.0	Gusseisen	< 180 HB	GGG/KU7710	400	600	800	–	–	0,75
15.1	Gusseisen	> 180 HB	GGG/KU7710	400	600	800	–	–	0,75
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	GGG/KU7710	300	400	500	–	–	0,75
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	–		–		–	–	–
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	INOX/HB7535	45	55	60	0,40	0,40	0,40
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	INOX/HB7535	40	45	50	0,30	0,30	0,30
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–		–		–	–	–
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–		–		–	–	–
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		–		–		–	–	–
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–		–		–	–	–
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–		–		–	–	–
18.2	Messing, langspanend	< 600	–		–		–	–	–
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–		–		–	–	–
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–		–		–	–	–
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–		–		–	–	–
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–		–		–	–	–
19.0	Graphit		–		–		–	–	–
20.0	Thermoplast		–		–		–	–	–
20.1	Duroplast		–		–		–	–	–
20.2	GFK und CFK		–		–		–	–	–





Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]					
bis a_e = 0,3 x D			bis a_e = 0,1 x D		
WPL XDLW 0703	WPL XDLW 09T3	WPL XDLW 1204	WPL XDLW 0703	WPL XDLW 09T3	WPL XDLW 1204
1,09	1,09	1,27	1,90	1,90	2,21
0,95	0,95	1,09	1,64	1,64	1,90
0,95	0,95	1,09	1,64	1,64	1,90
0,84	0,84	1,09	1,45	1,45	1,90
1,09	1,09	1,27	1,90	1,90	2,21
0,95	0,95	1,09	1,64	1,64	1,90
0,84	0,84	1,09	1,45	1,45	1,90
0,84	0,84	1,09	1,45	1,45	1,90
0,69	0,69	0,91	1,20	1,20	1,58
0,87	0,87	1,09	1,52	1,52	1,90
0,69	0,69	0,91	1,20	1,20	1,58
0,64	0,64	0,73	1,11	1,11	1,26
0,69	0,69	0,91	1,20	1,20	1,58
0,64	0,64	0,73	1,11	1,11	1,26
0,87	0,87	1,09	1,52	1,52	1,90
0,69	0,69	0,91	1,20	1,20	1,58
0,69	0,69	0,91	1,20	1,20	1,58
–	–	–	–	–	–
0,56	0,56	0,56	0,98	0,98	0,98
0,42	0,42	0,42	0,73	0,73	0,73
0,35	0,35	0,35	0,60	0,60	0,60
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
1,09	1,09	1,27	1,90	1,90	1,90
0,87	0,87	0,87	1,52	1,52	1,52
0,73	0,73	0,73	1,26	1,26	1,26
0,58	0,58	0,58	1,01	1,01	1,01
–	–	–	–	–	–
–	–	0,70	–	–	2,37
–	–	0,70	–	–	2,37
–	–	0,70	–	–	2,37
–	–	–	–	–	–
0,73	0,73	0,73	1,26	1,26	1,26
0,55	0,55	0,55	0,95	0,95	0,95
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–











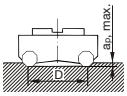
Tabelle 8.97 GARANT 43° Planfräser

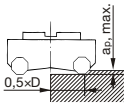
Katalognummer **213300** **für Wendeplatte OF..0504**

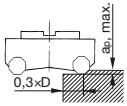
Nutzbare Wendeplattenecken 7: $a_{p\ max}$ = 3,5 mm

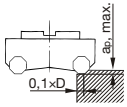
Nutzbare Wendeplattenecken 8: $a_{p\ max}$ = 2,2 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	1. Wahl	Trocken v_c [m/min]			Nass v_c [m/min]			f_z [mm/Z] bis a_e = (0,5 ... 1)xD		
		[N/mm²]		min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
1.0	allg. Baustähle	< 500	ST900/HB7525	240	**280**	320		–		0,15	**0,20**	0,25
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST900/HB7525	220	**260**	300		–		0,15	**0,20**	0,25
2.0	Automatenstähle	< 850	ST900/HB7525	220	**260**	300		–		0,15	**0,20**	0,25
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	ST1400/HB7520	150	**180**	220		–		0,12	**0,18**	0,23
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST900/HB7525	220	**260**	300		–		0,15	**0,20**	0,25
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST900/HB7525	170	**200**	230		–		0,12	**0,18**	0,23
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/HB7520	150	**180**	220		–		0,12	**0,18**	0,23
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/HB7520	150	**180**	210		–		0,12	**0,18**	0,23
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	ST1400/HB7520	110	**140**	160		–		0,10	**0,15**	0,20
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST900/HB7525	220	**260**	300		–		0,15	**0,20**	0,25
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	ST900/HB7725	140	**170**	200		–		0,12	**0,18**	0,23
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	ST1400/HB7720	110	**140**	160		–		0,10	**0,15**	0,20
7.0	Nitrierstähle	< 1000	ST900/HB7525	120	**140**	160		–		0,12	**0,18**	0,23
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST1400/HB7520	110	**140**	160		–		0,10	**0,15**	0,20
8.0	Werkzeugstähle	< 850	ST900/HB7725	140	**170**	200		–		0,12	**0,18**	0,179
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST1400/HB7520	130	**160**	180		–		0,10	**0,15**	0,162
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST1400/HB7520	110	**130**	150		–		0,10	**0,15**	0,145
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	ST1400/HB7520	120	**140**	160		–		0,15	**0,20**	0,25
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	UNI/HB720	30	**60**	70		–		0,15	**0,20**	0,25
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	UNI/HB720	20	**40**	60		–		0,15	**0,20**	0,25
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	UNI/HB720	20	**30**	50		–		0,15	**0,20**	0,25
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	ST1400/HB7520		–		50	**60**	70	0,10	**0,15**	0,20
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	ST1400/HB7520		–		25	**30**	35	0,10	**0,15**	0,20
12.0	Federstähle	< 1500	ST1400/HB7520		–		120	**140**	160	0,10	**0,15**	0,20
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	INOX/HB7535		–		140	**170**	200	0,12	**0,18**	0,23
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	INOX/HB7535		–		130	**150**	170	0,10	**0,15**	0,20
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	INOX/HB7535		–		140	**170**	200	0,10	**0,15**	0,20
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	INOX/HB7535		–		120	**150**	180	0,10	**0,15**	0,20
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	ST1400/HB7520		–		30	**40**	50	0,10	**0,15**	0,20
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	ST900/HB7525	180	**190**	200		–		0,20	**0,25**	0,30
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	ST900/HB7525	160	**170**	180		–		0,20	**0,25**	0,30
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	ST900/HB7525	130	**145**	160		–		0,20	**0,25**	0,30
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	ST900/HB7525	120	**135**	150		–		0,20	**0,25**	0,30
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	INOX/HB7535		–		60	**70**	80	0,10	**0,15**	0,20
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	INOX/HB7535		–		40	**50**	60	0,10	**0,15**	0,20
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	ALU/HU7710	1200	**1350**	1500	1200	**1350**	1500	0,15	**0,20**	0,25
17.1	Al-Leg., kurzspanend		ALU/HU7710	1000	**1150**	1300	1000	**1150**	1300	0,15	**0,20**	0,25
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		ALU/HU7710	600	**700**	800	600	**700**	800	0,15	**0,20**	0,25
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	ST900/HB7725	500	**550**	600		–		0,15	**0,20**	0,25
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	ST900/HB7725	500	**550**	600		–		0,15	**0,20**	0,25
18.2	Messing, langspanend	< 600	ST900/HB7725	500	**550**	600		–		0,15	**0,20**	0,25
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	ST900/HB7725	500	**550**	600		–		0,15	**0,20**	0,25
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	ST900/HB7725	300	**350**	500		–		0,15	**0,20**	0,25
18.5	Bronze, langspanend	< 850	ST900/HB7725	300	**350**	500		–		0,15	**0,20**	0,25
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	ST900/HB7725	250	**300**	400		–		0,15	**0,20**	0,25
19.0	Graphit		ST900/HB7525	180	**190**	200		–		0,15	**0,20**	0,25
20.0	Thermoplast		–		–			–			–	
20.1	Duroplast		–		–			–			–	
20.2	GFK und CFK		–		–			–			–	











2. Wahl	UNI/HB720					Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]								
	Trocken			Nass		bis a_e = (0,5 ... 1)xD			bis a_e = 0,3 x D			bis a_e = 0,1xD		
	v_c [m/min]			v_c [m/min]										
	min	Start	max	min	Start max	min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
	190	**280**	350		–	0,19	**0,30**	0,51	0,21	**0,34**	0,553	0,26	**0,38**	0,595
	170	**280**	330		–	0,17	**0,26**	0,425	0,21	**0,36**	0,468	0,23	**0,38**	0,553
	190	**300**	350		–	0,17	**0,27**	0,383	0,20	**0,34**	0,442	0,21	**0,34**	0,51
	170	**280**	330		–	0,15	**0,18**	0,357	0,17	**0,31**	0,417	0,20	**0,31**	0,468
	170	**280**	330		–	0,23	**0,34**	0,553	0,27	**0,37**	0,57	0,31	**0,41**	0,595
	160	**240**	280		–	0,20	**0,30**	0,51	0,25	**0,34**	0,536	0,28	**0,37**	0,553
	150	**220**	280		–	0,18	**0,27**	0,459	0,21	**0,31**	0,502	0,26	**0,34**	0,578
	140	**220**	300		–	0,17	**0,26**	0,425	0,20	**0,26**	0,408	0,22	**0,31**	0,553
	130	**200**	270		–	0,14	**0,22**	0,374	0,17	**0,22**	0,34	0,20	**0,28**	0,493
	130	**270**	300		–	0,21	**0,32**	0,459	0,26	**0,37**	0,51	0,30	**0,45**	0,595
	140	**200**	260		–	0,19	**0,30**	0,425	0,22	**0,32**	0,468	0,26	**0,41**	0,544
	130	**190**	250		–	0,16	**0,26**	0,391	0,19	**0,29**	0,425	0,23	**0,36**	0,493
	140	**200**	250		–	0,17	**0,24**	0,357	0,18	**0,27**	0,391	0,20	**0,33**	0,459
	130	**180**	230		–	0,15	**0,22**	0,332	0,16	**0,26**	0,366	0,18	**0,30**	0,425
	80	**150**	170		–	0,15	**0,22**	0,247	0,16	**0,26**	0,366	0,18	**0,30**	0,425
	70	**160**	180		–	0,14	**0,20**	0,221	0,14	**0,23**	0,34	0,15	**0,27**	0,383
	70	**120**	140		–	0,13	**0,19**	0,204	0,14	**0,21**	0,323	0,14	**0,26**	0,357
	70	**110**	120		–	0,13	**0,19**	0,204	0,14	**0,21**	0,323	0,14	**0,26**	0,357
	30	**60**	70		–	0,11	**0,16**	0,179	0,12	**0,20**	0,289	0,13	**0,23**	0,323
	20	**40**	60		–	0,10	**0,14**	0,162	0,11	**0,18**	0,255	0,12	**0,21**	0,298
	20	**30**	50		–	0,09	**0,13**	0,145	0,09	**0,16**	0,23	0,10	**0,20**	0,255
	140	**200**	250		–	0,17	**0,24**	0,357	0,18	**0,27**	0,391	0,20	**0,33**	0,459
	120	**170**	230		–	0,15	**0,22**	0,332	0,16	**0,26**	0,366	0,18	**0,30**	0,425
	120	**180**	230		–	0,14	**0,20**	0,306	0,14	**0,23**	0,323	0,16	**0,28**	0,391
	190	**230**	270		–	0,15	**0,29**	0,34	0,18	**0,32**	0,383	0,20	**0,37**	0,425
	170	**210**	250		–	0,14	**0,27**	0,323	0,16	**0,30**	0,386	0,17	**0,34**	0,391
	160	**230**	260		–	0,13	**0,25**	0,298	0,14	**0,28**	0,34	0,15	**0,31**	0,366
	150	**170**	230		–	0,14	**0,27**	0,323	0,16	**0,30**	0,366	0,17	**0,34**	0,391
	90	**150**	180		–	0,14	**0,24**	0,289	0,15	**0,27**	0,315	0,17	**0,31**	0,357
	170	**250**	300		–	0,17	**0,34**	0,51	0,21	**0,38**	0,553	0,26	**0,43**	0,638
	130	**150**	210		–	0,17	**0,28**	0,425	0,20	**0,34**	0,451	0,23	**0,38**	0,595
	130	**150**	210		–	0,15	**0,26**	0,391	0,17	**0,31**	0,425	0,20	**0,34**	0,536
	130	**150**	210		–	0,15	**0,24**	0,357	0,17	**0,30**	0,383	0,20	**0,31**	0,493
		–		28	**35** 55	0,17	**0,20**	0,272	0,19	**0,24**	0,289	0,22	**0,27**	0,323
		–		25	**45** 50	0,15	**0,18**	0,247	0,17	**0,22**	0,255	0,20	**0,24**	0,289
		–		180	**350** 450	0,11	**0,21**	0,298	0,14	**0,24**	0,383	0,17	**0,34**	0,4
		–		160	**300** 420	0,11	**0,19**	0,272	0,13	**0,22**	0,34	0,15	**0,27**	0,374
		–		140	**280** 380	0,09	**0,17**	0,255	0,10	**0,20**	0,298	0,13	**0,24**	0,34
		–		180	**350** 450	0,11	**0,21**	0,213	0,14	**0,24**	0,383	0,17	**0,34**	0,4
		–		160	**400** 440	0,11	**0,19**	0,272	0,13	**0,22**	0,34	0,15	**0,27**	0,374
		–		200	**430** 440	0,17	**0,26**	0,34	0,20	**0,30**	0,383	0,22	**0,32**	0,425
		–		170	**340** 470	0,11	**0,19**	0,272	0,13	**0,22**	0,34	0,15	**0,27**	0,374
		–		160	**320** 420	0,11	**0,17**	0,238	0,13	**0,20**	0,298	0,14	**0,24**	0,34
		–		160	**300** 420	0,17	**0,26**	0,34	0,20	**0,30**	0,383	0,22	**0,32**	0,425
		–		140	**280** 380	0,11	**0,17**	0,238	0,13	**0,20**	0,298	0,14	**0,24**	0,34
	70	**100**	130		–	0,17	**0,26**	0,34	0,21	**0,30**	0,383	0,30	**0,34**	0,425
		–			–		–			–			–	
		–			–		–			–			–	
		–			–		–			–			–	





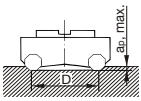


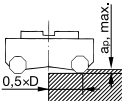
Tabelle 8.98 GARANT 45°-Hochleistungs-Planmesserkopf HPC

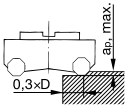
Katalognummer **213370; 213375** **für Wendeplatte HNGJ 0805**

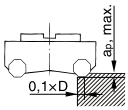
f_z für a_p = 3 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	1. Wahl	Trocken v_c [m/min]			Nass v_c [m/min]			fz [mm/Z] bis a_e = (0,5 ... 1)xD		
		[N/mm²]		min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
1.0	allg. Baustähle	< 500	ST900/HB7525	240	**270**	300	220	**250**	270	0,12	**0,15**	0,18
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST900/HB7525	240	**270**	300	220	**250**	270	0,12	**0,15**	0,18
2.0	Automatenstähle	< 850	ST900/HB7525	240	**270**	300	220	**250**	270	0,12	**0,15**	0,18
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	ST1400/HB7535	240	**270**	290	220	**250**	270	0,12	**0,15**	0,18
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST900/HB7525	240	**270**	300	220	**250**	270	0,12	**0,15**	0,18
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST900/HB7525	240	**270**	290	220	**250**	270	0,12	**0,15**	0,18
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/HB7535	150	**180**	200	130	**160**	180	0,12	**0,15**	0,18
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/HB7535	150	**180**	200	130	**160**	180	0,12	**0,15**	0,18
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	ST1400/HB7535	150	**180**	200	130	**160**	180	0,08	**0,12**	0,15
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST900/HB7525	240	**270**	300	220	**250**	270	0,12	**0,15**	0,18
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	ST900/HB7725	250	**270**	290	220	**250**	270	0,12	**0,15**	0,18
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	ST1400/HB7735	150	**180**	200	130	**160**	180	0,08	**0,12**	0,15
7.0	Nitrierstähle	< 1000	ST900/HB7525	160	**180**	200	130	**160**	180	0,12	**0,15**	0,18
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST1400/HB7535	160	**180**	200	130	**160**	160	0,12	**0,15**	0,18
8.0	Werkzeugstähle	< 850	ST900/HB7725	240	**270**	300	220	**250**	270	0,12	**0,15**	0,18
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST1400/HB7535	150	**180**	200	130	**160**	180	0,12	**0,15**	0,18
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST1400/HB7535	150	**180**	200	130	**160**	180	0,08	**0,12**	0,15
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	ST1400/HB7535	150	**180**	200	130	**160**	180	0,12	**0,15**	0,18
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–		–			–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	ST1400/HB7535	150	**180**	200	130	**160**	180	0,12	**0,15**	0,18
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	ST1400/HB7535		–			–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	ST1400/HB7535	150	**180**	200	130	**160**	180	0,08	**0,12**	0,15
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	INOX/HB7525	170	**200**	220	150	**180**	200	0,12	**0,15**	0,18
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	INOX/HB7525	170	**200**	220	150	**180**	200	0,12	**0,15**	0,18
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	INOX/HB7525	170	**200**	220	150	**180**	200	0,12	**0,15**	0,18
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	INOX/HB7525	170	**200**	220	150	**180**	200	0,08	**0,12**	0,15
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	ST1400/HB7535		–		30	**50**	60	0,06	**0,10**	0,12
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	GG/HB7710	290	**320**	340	270	**300**	320	0,15	**0,20**	0,23
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	GG/HB7710	270	**300**	320	270	**300**	320	0,15	**0,20**	0,23
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	GGG/HB7720	250	**280**	300	230	**260**	280	0,15	**0,20**	0,23
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	GGG/HB7720	230	**260**	280	230	**260**	280	0,15	**0,20**	0,23
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	TI/HB7535		–		60	**70**	80	0,06	**0,10**	0,12
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	TI/HB7535		–		40	**50**	60	0,06	**0,10**	0,12
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	ALU/HB7710		–		600	**1000**	1300	0,06	**0,10**	0,12
17.1	Al-Leg., kurzspanend		ALU/HB7710		–		600	**950**	1300	0,06	**0,10**	0,12
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		ALU/HB7710		–		400	**650**	750	0,06	**0,10**	0,12
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	ALU/HB7710		–		470	**520**	570	0,06	**0,10**	0,12
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	ALU/HB7710		–		470	**520**	570	0,06	**0,10**	0,12
18.2	Messing, langspanend	< 600	ALU/HB7710		–		470	**520**	570	0,06	**0,10**	0,12
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	ALU/HB7710		–		470	**520**	570	0,06	**0,10**	0,12
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	ALU/HB7710		–		320	**365**	400	0,06	**0,10**	0,12
18.5	Bronze, langspanend	< 850	ALU/HB7710		–		300	**350**	390	0,06	**0,10**	0,12
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	ALU/HB7710		–		250	**300**	350	0,06	**0,10**	0,12
19.0	Graphit		–		–			–			–	
20.0	Thermoplast		ALU/HB7710	700	**1000**	1200		–		0,06	**0,10**	0,12
20.1	Duroplast		ALU/HB7710	650	**900**	1100		–		0,06	**0,10**	0,12
20.2	GFK und CFK		ALU/HB7710	400	**600**	700		–		0,06	**0,10**	0,12



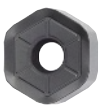












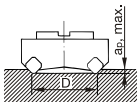


2. Wahl	UNI/HB7525					Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]								
	Trocken			Nass		bis a_e = (0,5 ... 1)xD			bis a_e = 0,3 x D			bis a_e = 0,1xD		
	v_c [m/min]			v_c [m/min]										
min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
240	**270**	300		–		0,12	**0,15**	0,18	0,15	**0,20**	0,25	0,30	**0,35**	0,40
240	**270**	300		–		0,12	**0,15**	0,18	0,15	**0,20**	0,25	0,25	**0,30**	0,35
240	**270**	300		–		0,12	**0,15**	0,18	0,15	**0,20**	0,25	0,30	**0,35**	0,40
240	**270**	290		–		0,12	**0,15**	0,18	0,15	**0,20**	0,25	0,25	**0,30**	0,35
240	**270**	300		–		0,12	**0,15**	0,18	0,15	**0,20**	0,25	0,30	**0,35**	0,40
240	**270**	290		–		0,12	**0,15**	0,18	0,15	**0,20**	0,25	0,25	**0,30**	0,35
150	**180**	200		–		0,12	**0,15**	0,18	0,15	**0,20**	0,25	0,25	**0,30**	0,35
150	**180**	200		–		0,12	**0,15**	0,18	0,12	**0,20**	0,23	0,25	**0,30**	0,32
150	**180**	200		–		0,08	**0,12**	0,18	0,12	**0,18**	0,20	0,20	**0,23**	0,25
240	**270**	300		–		0,12	**0,15**	0,18	0,12	**0,15**	0,18	0,12	**0,15**	0,18
250	**270**	290		–		0,12	**0,15**	0,18	0,12	**0,20**	0,23	0,25	**0,30**	0,32
150	**180**	200		–		0,08	**0,12**	0,18	0,12	**0,18**	0,20	0,20	**0,23**	0,25
160	**180**	200		–		0,12	**0,15**	0,18	0,12	**0,15**	0,18	0,12	**0,15**	0,18
160	**180**	200		–		0,12	**0,15**	0,18	0,12	**0,15**	0,18	0,12	**0,15**	0,18
240	**270**	300		–		0,12	**0,15**	0,18	0,12	**0,20**	0,23	0,25	**0,30**	0,32
150	**180**	200		–		0,12	**0,15**	0,18	0,12	**0,20**	0,23	0,25	**0,30**	0,32
150	**180**	200		–		0,08	**0,12**	0,18	0,12	**0,18**	0,20	0,20	**0,23**	0,25
150	**180**	200		–		0,08	**0,12**	0,18	0,12	**0,18**	0,20	0,20	**0,23**	0,25
	–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–	
150	**180**	200		–		0,08	**0,12**	0,18	0,12	**0,18**	0,20	0,20	**0,23**	0,25
	–			–			–			–			–	
150	**180**	200		–		0,08	**0,12**	0,18	0,12	**0,18**	0,20	0,20	**0,23**	0,25
170	**200**	220		–		0,12	**0,15**	0,18	0,15	**0,20**	0,25	0,30	**0,35**	0,40
170	**200**	220		–		0,12	**0,15**	0,18	0,15	**0,20**	0,23	0,30	**0,35**	0,38
170	**200**	220		–		0,12	**0,15**	0,18	0,15	**0,20**	0,23	0,25	**0,30**	0,32
170	**200**	220		–		0,08	**0,12**	0,18	0,12	**0,18**	0,20	0,20	**0,23**	0,25
	–			–		0,06	**0,10**	0,12	0,10	**0,17**	0,20	0,20	**0,22**	0,25
290	**320**	340		–		0,15	**0,20**	0,23	0,15	**0,25**	0,30	0,35	**0,40**	0,45
270	**300**	320		–		0,15	**0,20**	0,23	0,15	**0,5**	0,30	0,35	**0,40**	0,45
250	**280**	300		–		0,15	**0,20**	0,23	0,15	**0,25**	0,28	0,35	**0,40**	0,45
230	**260**	280		–		0,15	**0,20**	0,23	0,15	**0,25**	0,28	0,35	**0,40**	0,45
	–		60	**70**	80	0,06	**0,10**	0,12	0,10	**0,17**	0,20	0,20	**0,22**	0,25
	–		40	**50**	60	0,06	**0,10**	0,12	0,10	**0,17**	0,20	0,20	**0,22**	0,25
	–		600	**1000**	1300	0,06	**0,10**	0,12	0,10	**0,12**	0,14	0,13	**0,15**	0,17
	–		600	**950**	1300	0,06	**0,10**	0,12	0,10	**0,12**	0,14	0,13	**0,15**	0,17
	–		400	**650**	750	0,06	**0,10**	0,12	0,10	**0,12**	0,14	0,13	**0,15**	0,17
	–		470	**520**	570	0,06	**0,10**	0,12	0,10	**0,12**	0,14	0,13	**0,15**	0,17
	–		470	**520**	570	0,06	**0,10**	0,12	0,10	**0,12**	0,14	0,13	**0,15**	0,17
	–		470	**520**	570	0,06	**0,10**	0,12	0,10	**0,12**	0,14	0,13	**0,15**	0,17
	–		470	**520**	570	0,06	**0,10**	0,12	0,10	**0,12**	0,14	0,13	**0,15**	0,17
	–		320	**365**	400	0,06	**0,10**	0,12	0,10	**0,12**	0,14	0,13	**0,15**	0,17
	–		300	**350**	390	0,06	**0,10**	0,12	0,10	**0,12**	0,14	0,13	**0,15**	0,17
	–		250	**300**	350	0,06	**0,10**	0,12	0,10	**0,12**	0,14	0,13	**0,15**	0,17
	–		–	–	–		–			–			–	
700	**1000**	1200		–		0,06	**0,10**	0,12	0,10	**0,12**	0,14	0,13	**0,15**	0,17
650	**900**	1100		–		0,06	**0,10**	0,12	0,10	**0,12**	0,14	0,13	**0,15**	0,17
400	**600**	700		–		0,06	**0,10**	0,12	0,10	**0,12**	0,14	0,13	**0,15**	0,17

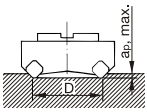
Tabelle 8.99 GARANT 45°-Planfräser (MTC)

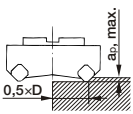
Katalognummer **213700** **für Wendeplatte SE..1203**
214200 **für Wendeplatte SE..1204**

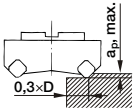
$a_{p\ max}$ = 3,5 mm

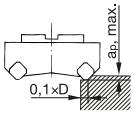


Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	1. Wahl	Trocken v_c [m/min] min	Start	max	Nass v_c [m/min] min	Start	max	fz [mm/Z] bis a_e = (0,5 ... 1)xD min	Start	max
1.0	allg. Baustähle	< 500	ST500/CU7725	250	**300**	350	200	**240**	260	0,18	**0,21**	0,24
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST900/HB7525	220	**230**	250	200	**215**	230	0,18	**0,21**	0,24
2.0	Automatenstähle	< 850	ST900/HB7525	230	**250**	270	200	**225**	250	0,18	**0,21**	0,24
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	ST900/HB7525	220	**240**	270	190	**215**	230	0,16	**0,19**	0,22
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST900/HB7525	200	**230**	260	180	**205**	220	0,17	**0,20**	0,23
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST900/HB7525	190	**220**	250	175	**200**	215	0,16	**0,19**	0,22
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST900/HB7525	150	**175**	200	140	**160**	180	0,17	**0,20**	0,23
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST900/HB7525	190	**220**	250	175	**200**	215	0,16	**0,19**	0,22
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	ST1400/HB7520	150	**175**	200	140	**160**	180	0,17	**0,20**	0,23
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST900/HB7525	200	**230**	260	180	**205**	220	0,17	**0,20**	0,23
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	ST900/HB7725	150	**165**	180	130	**150**	170	0,16	**0,19**	0,22
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	ST1100/HB7535	160	**175**	190	140	**160**	180	0,17	**0,20**	0,23
7.0	Nitrierstähle	< 1000	ST900/HB7525	120	**135**	150	100	**120**	140	0,17	**0,20**	0,23
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST1400/HB7520	120	**135**	150	100	**120**	140	0,17	**0,20**	0,23
8.0	Werkzeugstähle	< 850	ST900/HB7725	120	**135**	150	100	**120**	140	0,17	**0,20**	0,23
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST1100/HB7535	100	**120**	130	95	**105**	115	0,17	**0,20**	0,23
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST1400/HB7520	95	**105**	115	80	**95**	110	0,17	**0,20**	0,23
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	ST1100/HB7520	80	**120**	140	95	**105**	115	0,17	**0,20**	0,23
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	UNI/HB720	30	**60**	70		**–**		0,08	**0,13**	0,15
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	UNI/HB720	20	**40**	60		**–**		0,06	**0,12**	0,13
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	UNI/HB720	20	**30**	50		**–**		0,06	**0,11**	0,12
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	ST1400/HB7520	40	**50**	60	35	**45**	55	0,15	**0,20**	0,25
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	UNI/HB720	120	**170**	230	130	**150**	170	0,15	**0,18**	0,21
12.0	Federstähle	< 1500	ST1400/HB7520	95	**105**	115	95	**105**	115	0,16	**0,19**	0,22
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	INOX/HB7535		**–**		80	**100**	120	0,16	**0,19**	0,22
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	INOX/HB7535		**–**		80	**100**	120	0,16	**0,19**	0,22
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	INOX/HB7535		**–**		70	**90**	110	0,16	**0,19**	0,22
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	INOX/HB7535		**–**		60	**80**	100	0,16	**0,19**	0,22
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	UNI/HB720	90	**150**	180		**–**		0,11	**0,20**	0,24
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	GG/HB7710	220	**235**	250	190	**210**	230	0,25	**0,29**	0,33
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	GG/HB7710	115	**130**	145	95	**115**	130	0,18	**0,21**	0,24
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	GG/HB7710	220	**235**	250	190	**210**	225	0,25	**0,29**	0,33
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	GG/HB7710	200	**220**	240	180	**200**	220	0,18	**0,21**	0,24
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	INOX/HB7535		**–**		65	**80**	95	0,16	**0,19**	0,22
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	INOX/HB7535		**–**		55	**65**	75	0,16	**0,19**	0,22
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	ALU/HU7710	600	**725**	850	600	**725**	850	0,20	**0,23**	0,26
17.1	Al-Leg., kurzspanend		ALU/HU7710	400	**500**	600	400	**500**	600	0,20	**0,23**	0,26
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		ALU/HU7710	250	**350**	500	250	**350**	500	0,20	**0,23**	0,26
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	UNI/HB720		**–**		180	**350**	450	0,08	**0,18**	0,18
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	UNI/HB720		**–**		160	**400**	440	0,08	**0,15**	0,22
18.2	Messing, langspanend	< 600	UNI/HB720		**–**		200	**430**	470	0,12	**0,21**	0,28
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	UNI/HB720		**–**		170	**340**	440	0,09	**0,15**	0,22
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	UNI/HB720		**–**		160	**320**	420	0,09	**0,14**	0,20
18.5	Bronze, langspanend	< 850	UNI/HB720		**–**		160	**300**	420	0,13	**0,21**	0,28
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	UNI/HB720		**–**		140	**280**	380	0,09	**0,14**	0,20
19.0	Graphit		UNI/HB720	70	**100**	130		**–**		0,14	**0,21**	0,28
20.0	Thermoplast		ALU/HU7710	600	**725**	850	600	**725**	850	0,20	**0,23**	0,26
20.1	Duroplast		ALU/HU7710	400	**500**	600	400	**500**	600	0,20	**0,23**	0,26
20.2	GFK und CFK		ALU/HU7710	250	**350**	500	250	**350**	500	0,20	**0,23**	0,26











2. Wahl	UNI/HB7520						Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]								
	Trocken			Nass			bis a_e = (0,5 ... 1)xD			bis a_e = 0,3 x D			bis a_e = 0,1xD		
	v_c [m/min]			v_c [m/min]											
min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
190	**280**	350		–		0,12	**0,25**	0,42	0,18	**0,28**	0,46	0,21	**0,31**	0,49
170	**280**	330		–		0,12	**0,21**	0,35	0,18	**0,30**	0,39	0,19	**0,29**	0,46
190	**280**	350		–		0,12	**0,22**	0,32	0,16	**0,28**	0,36	0,18	**0,28**	0,42
170	**280**	330		–		0,12	**0,17**	0,29	0,14	**0,26**	0,34	0,16	**0,26**	0,39
170	**280**	330		–		0,12	**0,28**	0,46	0,22	**0,30**	0,47	0,25	**0,33**	0,49
160	**240**	380		–		0,12	**0,25**	0,42	0,20	**0,28**	0,44	0,23	**0,31**	0,46
150	**220**	280		–		0,12	**0,22**	0,38	0,18	**0,26**	0,41	0,21	**0,28**	0,48
140	**220**	300		–		0,12	**0,21**	0,35	0,16	**0,19**	0,34	0,18	**0,26**	0,46
130	**200**	270		–		0,12	**0,18**	0,31	0,14	**0,18**	0,28	0,16	**0,23**	0,41
130	**270**	300		–		0,12	**0,27**	0,38	0,21	**0,31**	0,42	0,25	**0,37**	0,49
140	**200**	260		–		0,12	**0,25**	0,35	0,18	**0,27**	0,39	0,22	**0,34**	0,45
130	**190**	250		–		0,12	**0,22**	0,32	0,15	**0,24**	0,35	0,19	**0,29**	0,41
140	**200**	250		–		0,12	**0,20**	0,29	0,15	**0,22**	0,32	0,16	**0,27**	0,38
130	**180**	230		–		0,12	**0,18**	0,27	0,13	**0,21**	0,30	0,15	**0,25**	0,35
80	**150**	170		–		0,12	**0,18**	0,20	0,13	**0,21**	0,30	0,15	**0,25**	0,35
70	**160**	180		–		0,10	**0,17**	0,18	0,12	**0,19**	0,28	0,13	**0,22**	0,32
70	**120**	140		–		0,10	**0,15**	0,17	0,11	**0,18**	0,27	0,12	**0,21**	0,29
70	**110**	120		–		0,10	**0,15**	0,17	0,11	**0,18**	0,27	0,12	**0,21**	0,29
30	**60**	70		–		0,08	**0,13**	0,15	0,10	**0,16**	0,24	0,11	**0,19**	0,27
20	**40**	60		–		0,06	**0,12**	0,13	0,09	**0,15**	0,21	0,10	**0,18**	0,25
20	**30**	50		–		0,06	**0,11**	0,12	0,08	**0,13**	0,19	0,08	**0,16**	0,21
140	**200**	250		–		0,12	**0,20**	0,29	0,15	**0,22**	0,32	0,16	**0,27**	0,38
120	**170**	230		–		0,10	**0,18**	0,27	0,13	**0,21**	0,30	0,15	**0,25**	0,35
120	**180**	230		–		0,10	**0,17**	0,25	0,12	**0,19**	0,27	0,13	**0,23**	0,32
190	**230**	270		–		0,12	**0,24**	0,28	0,15	**0,27**	0,32	0,16	**0,30**	0,35
170	**210**	250		–		0,12	**0,22**	0,27	0,13	**0,25**	0,30	0,14	**0,28**	0,32
160	**230**	260		–		0,10	**0,20**	0,25	0,12	**0,23**	0,28	0,13	**0,26**	0,30
150	**170**	230		–		0,10	**0,22**	0,27	0,13	**0,25**	0,30	0,16	**0,28**	0,32
90	**150**	180		–		0,11	**0,20**	0,24	0,13	**0,22**	0,26	0,14	**0,25**	0,29
170	**250**	300		–		0,14	**0,28**	0,42	0,18	**0,32**	0,46	0,21	**0,35**	0,53
130	**150**	210		–		0,14	**0,23**	0,35	0,16	**0,28**	0,37	0,19	**0,32**	0,49
130	**150**	210		–		0,12	**0,21**	0,32	0,14	**0,26**	0,35	0,17	**0,28**	0,44
130	**150**	210		–		0,14	**0,20**	0,29	0,14	**0,25**	0,32	0,17	**0,26**	0,41
	–		28	**35**	55	0,12	**0,17**	0,22	0,15	**0,20**	0,24	0,18	**0,22**	0,27
	–		25	**45**	50	0,12	**0,15**	0,20	0,14	**0,18**	0,21	0,17	**0,20**	0,24
	–		180	**350**	450	0,08	**0,18**	0,25	0,11	**0,20**	0,32	0,14	**0,28**	0,33
	–		160	**300**	420	0,08	**0,15**	0,22	0,11	**0,18**	0,28	0,13	**0,22**	0,31
	–		140	**280**	380	0,08	**0,14**	0,21	0,08	**0,16**	0,25	0,11	**0,20**	0,28
	–		180	**350**	450	0,08	**0,18**	0,18	0,11	**0,20**	0,32	0,14	**0,28**	0,33
	–		160	**400**	440	0,08	**0,15**	0,22	0,11	**0,18**	0,28	0,13	**0,22**	0,31
	–		200	**430**	470	0,12	**0,21**	0,28	0,16	**0,25**	0,32	0,18	**0,27**	0,35
	–		170	**340**	440	0,09	**0,15**	0,22	0,11	**0,18**	0,28	0,13	**0,22**	0,31
	–		160	**320**	420	0,09	**0,14**	0,20	0,11	**0,16**	0,25	0,11	**0,20**	0,28
	–		160	**300**	420	0,13	**0,21**	0,28	0,16	**0,25**	0,32	0,18	**0,27**	0,35
	–		140	**280**	380	0,09	**0,14**	0,20	0,11	**0,16**	0,25	0,13	**0,20**	0,28
70	**100**	130		–		0,14	**0,21**	0,28	0,18	**0,25**	0,32	0,20	**0,28**	0,35
	–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–	







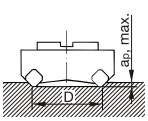


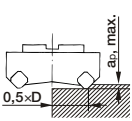


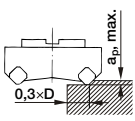
Tabelle 8.100 GARANT-45° Planfräser

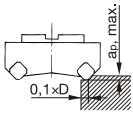
Katalognummer **214395; 214400** **für Wendeplatte SD..0903**
$a_{p\ max}$ = 3 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	1. Wahl	Trocken v_c [m/min] min	Start	max	Nass v_c [m/min] min	Start	max
1.0	allg. Baustähle	< 500	ST500/CU7725	280	**350**	400	250	**270**	300
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST500/CU7725	240	**255**	270	200	**230**	250
2.0	Automatenstähle	< 850	ST500/CU7725	240	**255**	270	200	**230**	250
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	ST500/CU7725	210	**230**	260	200	**215**	240
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST500/CU7725	240	**255**	270	200	**220**	240
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST500/CU7725	210	**230**	260	200	**220**	240
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/HB7520	150	**180**	210	130	**155**	180
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/HB7520	150	**180**	210	130	**155**	180
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	ST1400/HB7520	100	**130**	160	100	**115**	130
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST500/CU7725	240	**255**	270	200	**220**	240
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	ST500/CU7725	210	**230**	260	190	**210**	230
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	ST1400/HB7520	100	**130**	160	90	**110**	130
7.0	Nitrierstähle	< 1000	ST1400/HB7520	150	**180**	210	150	**170**	190
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST1400/HB7520	100	**130**	160	80	**105**	125
8.0	Werkzeugstähle	< 850	ST500/CU7725	210	**230**	260	190	**210**	230
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST1400/HB7520	150	**180**	210	130	**150**	170
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST1400/HB7520	100	**130**	160	80	**105**	135
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	ST1100/HB7520	150	**180**	210	150	**170**	190
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–		–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	ST1400/HB7520	100	**130**	160	100	**110**	120
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	ST1400/HB7520	100	**130**	160	80	**100**	120
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	INOX/HB7535		–		100	**130**	160
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	INOX/HB7535		–		60	**90**	120
13.2	rostfr. St -austenitisch	< 850	INOX/HB7535		–		80	**100**	120
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	INOX/HB7535		–		60	**80**	100
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–		–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	GG/HB7710	240	**270**	300	240	**270**	300
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	GG/HB7710	200	**235**	270	200	**235**	270
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	GG/HB7710	180	**215**	250	180	**215**	250
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	GG/HB7710	120	**150**	180	120	**150**	180
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	INOX/HB7535		–		80	**90**	100
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	INOX/HB7535		–		40	**50**	65
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	ALU/HU7710	1000	**1500**	2000	1000	**1500**	2000
17.1	Al-Leg., kurzspanend		ALU/HU7710	800	**1000**	2000	800	**1000**	2000
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		ALU/HU7710	200	**500**	800	200	**500**	800
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–		–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600	–		–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–		–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–		–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–		–			–	
19.0	Graphit		–		–			–	
20.0	Thermoplast		–		–			–	
20.1	Duroplast		–		–			–	
20.2	GFK und CFK		–		–			–	









Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]												
bis a_e = (0,5 ... 1)xD				bis a_e = 0,3xD				bis a_e = 0,1xD				
min		Start		max	min		Start		max	min		Start		max
0,15	–	**0,20**	–	0,25	0,21	–	**0,26**	–	0,31	0,25	–	**0,32**	–	0,36
0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,18	–	**0,23**	–	0,28	0,23	–	**0,28**	–	0,32
0,15	–	**0,20**	–	0,25	0,21	–	**0,26**	–	0,31	0,25	–	**0,32**	–	0,36
0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,18	–	**0,23**	–	0,28	0,23	–	**0,28**	–	0,32
0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,18	–	**0,23**	–	0,28	0,18	–	**0,23**	–	0,28
0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,18	–	**0,23**	–	0,28	0,23	–	**0,28**	–	0,32
0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,18	–	**0,23**	–	0,28	0,23	–	**0,28**	–	0,32
0,10	–	**0,15**	–	0,20	0,15	–	**0,20**	–	0,25	0,20	–	**0,25**	–	0,28
0,10	–	**0,15**	–	0,20	0,15	–	**0,20**	–	0,25	0,20	–	**0,25**	–	0,28
0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,18	–	**0,23**	–	0,28	0,23	–	**0,28**	–	0,32
0,10	–	**0,15**	–	0,20	0,15	–	**0,20**	–	0,25	0,20	–	**0,25**	–	0,28
0,10	–	**0,15**	–	0,20	0,15	–	**0,20**	–	0,25	0,20	–	**0,25**	–	0,28
0,10	–	**0,15**	–	0,20	0,15	–	**0,20**	–	0,25	0,20	–	**0,25**	–	0,28
0,10	–	**0,15**	–	0,20	0,15	–	**0,20**	–	0,25	0,20	–	**0,25**	–	0,28
0,10	–	**0,15**	–	0,20	0,15	–	**0,20**	–	0,25	0,20	–	**0,25**	–	0,28
0,10	–	**0,15**	–	0,20	0,15	–	**0,20**	–	0,25	0,20	–	**0,25**	–	0,28
0,10	–	**0,15**	–	0,20	0,15	–	**0,20**	–	0,25	0,20	–	**0,25**	–	0,28
		–					–					–		
		–					–					–		
		–					–					–		
0,10	–	**0,15**	–	0,20	0,15	–	**0,20**	–	0,25	0,20	–	**0,25**	–	0,28
		–					–					–		
0,10	–	**0,15**	–	0,20	0,15	–	**0,20**	–	0,25	0,20	–	**0,25**	–	0,28
0,10	–	**0,15**	–	0,20	0,15	–	**0,20**	–	0,25	0,20	–	**0,25**	–	0,28
0,10	–	**0,15**	–	0,20	0,15	–	**0,20**	–	0,25	0,20	–	**0,25**	–	0,28
0,10	–	**0,15**	–	0,20	0,15	–	**0,20**	–	0,25	0,20	–	**0,25**	–	0,28
0,10	–	**0,15**	–	0,20	0,15	–	**0,20**	–	0,25	0,20	–	**0,25**	–	0,28
		–					–					–		
0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,18	–	**0,23**	–	0,28	0,23	–	**0,28**	–	0,32
0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,18	–	**0,23**	–	0,28	0,23	–	**0,28**	–	0,32
0,10	–	**0,15**	–	0,20	0,15	–	**0,20**	–	0,25	0,20	–	**0,25**	–	0,28
0,10	–	**0,15**	–	0,20	0,15	–	**0,20**	–	0,25	0,20	–	**0,25**	–	0,28
0,10	–	**0,15**	–	0,20	0,15	–	**0,20**	–	0,25	0,20	–	**0,25**	–	0,28
0,10	–	**0,15**	–	0,20	0,15	–	**0,20**	–	0,25	0,20	–	**0,25**	–	0,28
0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,18	–	**0,23**	–	0,28	0,23	–	**0,28**	–	0,32
0,15	–	**0,20**	–	0,25	0,21	–	**0,26**	–	0,31	0,25	–	**0,32**	–	0,36
0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,18	–	**0,23**	–	0,28	0,23	–	**0,28**	–	0,32
		–					–					–		
		–					–					–		
		–					–					–		
		–					–					–		
		–					–					–		
		–					–					–		
		–					–					–		
		–					–					–		
		–					–					–		
		–					–					–		





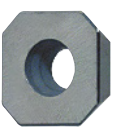




Tabelle 8.101 GARANT 70°-Tangential-Hochleistungs-Planmesserkopf HPC

Katalognummer **214490; 214495** **für Wendeplatte SPHX 1205..**
$a_{p\ max}$ = 5,5 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	1. Wahl	Trocken v_c [m/min] min	Start	max
1.0	allg. Baustähle	< 500	–		–	
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST900/HB7525	180	220	240
2.0	Automatenstähle	< 850	ST900/HB7525	180	220	240
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	ST1100/HB7525	180	220	240
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST900/HB7525	180	220	240
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST900/HB7525	180	220	240
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1100/HB7525	160	200	220
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1100/HB7525	160	200	220
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	ST1100/HB7525	140	180	200
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST900/HB7525	180	220	240
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	ST900/HB7525	180	220	240
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	ST1100/HB7525	140	180	200
7.0	Nitrierstähle	< 1000	ST900/HB7525	160	200	220
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST1100/HB7525	140	180	200
8.0	Werkzeugstähle	< 850	ST900/HB7525	180	220	240
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST1100/HB7525	160	200	220
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST1100/HB7525	140	180	200
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	ST1100/HB7525	160	200	220
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–		–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	ST1100/HB7525	140	180	200
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–	
12.0	Federstähle	< 1500	ST1100/HB7525	140	180	200
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	–		–	
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	–		–	
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	–		–	
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	–		–	
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–		–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	GG/7710	260	300	320
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	GG/7710	240	280	300
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	GGG/7720	180	220	240
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	GGG/7720	160	200	220
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–		–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–		–	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–		–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–		–	
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		–		–	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–		–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–		–	
18.2	Messing, langspanend	< 600	–		–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–		–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–		–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–		–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–		–	
19.0	Graphit		–		–	
20.0	Thermoplast		–		–	
20.1	Duroplast		–		–	
20.2	GFK und CFK		–		–	

Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]												
			a_e = 1xD a_p = 3 mm						a_e = 0,75xD a_p = 5,5 mm			
min			Start			max		min			Start			max
			–								–			
0,12	–		**0,18**	–		0,20		0,18	–		**0,23**	–		0,26
0,12	–		**0,18**	–		0,20		0,18	–		**0,23**	–		0,26
0,12	–		**0,18**	–		0,20		0,18	–		**0,23**	–		0,26
0,12	–		**0,18**	–		0,20		0,18	–		**0,23**	–		0,26
0,12	–		**0,18**	–		0,20		0,18	–		**0,23**	–		0,26
0,10	–		**0,15**	–		0,18		0,15	–		**0,20**	–		0,23
0,10	–		**0,15**	–		0,18		0,15	–		**0,20**	–		0,23
0,10	–		**0,15**	–		0,18		0,15	–		**0,20**	–		0,23
0,12	–		**0,18**	–		0,20		0,18	–		**0,23**	–		0,26
0,12	–		**0,18**	–		0,20		0,18	–		**0,23**	–		0,26
0,10	–		**0,15**	–		0,18		0,15	–		**0,20**	–		0,23
0,10	–		**0,15**	–		0,18		0,15	–		**0,20**	–		0,23
0,10	–		**0,15**	–		0,18		0,15	–		**0,20**	–		0,23
0,12	–		**0,18**	–		0,20		0,18	–		**0,23**	–		0,26
0,10	–		**0,15**	–		0,18		0,15	–		**0,20**	–		0,23
0,10	–		**0,15**	–		0,18		0,15	–		**0,20**	–		0,23
0,10	–		**0,15**	–		0,18		0,15	–		**0,20**	–		0,23
			–								–			
			–								–			
			–								–			
0,10	–		**0,15**	–		0,18		0,15	–		**0,20**	–		0,23
			–								–			
0,10	–		**0,15**	–		0,18		0,15	–		**0,20**	–		0,23
			–								–			
			–								–			
			–								–			
			–								–			
			–								–			
0,12	–		**0,18**	–		0,20		0,18	–		**0,23**	–		0,20
0,12	–		**0,18**	–		0,20		0,18	–		**0,23**	–		0,20
0,12	–		**0,18**	–		0,20		0,18	–		**0,23**	–		0,20
0,12	–		**0,18**	–		0,20		0,18	–		**0,23**	–		0,20
			–								–			
			–								–			
			–								–			
			–								–			
			–								–		

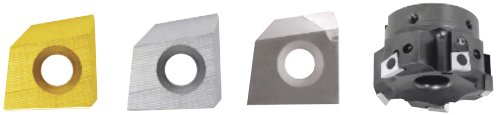
Tabelle 8.102 GARANT 90°-Tangential-Hochleistungs-Planmesserkopf HPC

Katalognummer **214550** **für Wendeplatte BGHX 15L5**

$a_{p\ max}$ = 5,5 mm **bei Vollschnitt (a_e = 1 x D)**

$a_{p\ max}$ = 9,5 mm **bei Eckfräsen**

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	Trockenbearbeitung v_c [m/min]								
			HU 7710			HB 7510			PKD		
		[N/mm²]	min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
1.0	allg. Baustähle	< 500		–			–			–	
1.1	allg. Baustähle	500 – 850		–			–			–	
2.0	Automatenstähle	< 850		–			–			–	
2.1	Automatenstähle	850 – 1000		–			–			–	
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700		–			–			–	
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850		–			–			–	
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000		–			–			–	
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000		–			–			–	
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200		–			–			–	
5.0	unleg. Einsatzst.	<750		–			–			–	
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000		–			–			–	
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000		–			–			–	
7.0	Nitrierstähle	< 1000		–			–			–	
7.1	Nitrierstähle	> 1000		–			–			–	
8.0	Werkzeugstähle	< 850		–			–			–	
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100		–			–			–	
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400		–			–			–	
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200		–			–			–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–			–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350		–			–			–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–			–			–	
12.0	Federstähle	< 1500		–			–			–	
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700		–			–			–	
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700		–			–			–	
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850		–			–			–	
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100		–			–			–	
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–			–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB		–			–			–	
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB		–			–			–	
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB		–			–			–	
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB		–			–			–	
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850		–			–			–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200		–			–			–	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	520	**555**	610	920	**1000**	1100		–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend		520	**555**	610	630	**670**	720		–	
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		290	**330**	390	345	**390**	445		–	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400		–			–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600		–			–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600		–			–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600		–			–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850		–			–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850		–			–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200		–			–			–	
19.0	Graphit			–			–		350	**500**	650
20.0	Thermoplast			–			–		1500	**2000**	2500
20.1	Duroplast			–			–		1200	**1500**	1800
20.2	GFK und CFK			–			–		700	**1000**	1250



Nassbearbeitung v_c [m/min]									Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]					
									$a_e = 1 \times D$			$a_e = 0{,}75 \times D$		
									$a_p = 3$ mm			$a_p = 5{,}5$ mm		
HU 7710			HB 7510			PKD								
min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
	–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–

Tabelle 8.103 GARANT 90°-Tangential-Hochleistungs-Eckmesserkopf HPC

Katalognummer 214705; 214735 für Wendeplatte SPHX 1205..

$a_{p\ max}$ = 6 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	1. Wahl	Trocken v_c [m/min] min	Start	max
1.0	allg. Baustähle	< 500	–		–	
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST900/HB7525	190	220	240
2.0	Automatenstähle	< 850	ST900/HB7525	190	220	240
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	ST1100/HB7735	190	220	240
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST900/HB7525	190	220	240
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST900/HB7525	190	220	240
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1100/HB7735	170	200	220
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1100/HB7735	170	200	220
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	ST1100/HB7735	150	180	200
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST900/HB7525	190	220	240
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	ST900/HB7525	190	220	240
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	ST1100/HB7735	150	180	200
7.0	Nitrierstähle	< 1000	ST1100/HB7735	170	200	220
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST1100/HB7735	150	180	200
8.0	Werkzeugstähle	< 850	ST900/HB7525	190	220	240
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST1100/HB7735	170	200	220
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST1100/HB7735	150	180	200
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	ST1100/HB7735	170	200	220
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–		–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	ST1100/HB7735	150	180	200
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–	
12.0	Federstähle	< 1500	ST1100/HB7735	150	180	200
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	–		–	
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	–		–	
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	–		–	
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	–		–	
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–		–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	GG/7710	350	375	390
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	GG/7710	340	365	380
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	GGG/7720	190	220	240
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	GGG/7720	180	210	230
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–		–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–		–	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–		–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–		–	
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		–		–	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–		–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–		–	
18.2	Messing, langspanend	< 600	–		–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–		–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–		–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–		–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–		–	
19.0	Graphit		–		–	
20.0	Thermoplast		–		–	
20.1	Duroplast		–		–	
20.2	GFK und CFK		–		–	

Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]												
		a_e = 1 x D a_p = 3 mm					a_e = 0,3 x D a_p = 3 mm				
min		Start		max			min		Start		max
		–							–		
0,15	–	**0,20**	–	0,23			0,20	–	**0,25**	–	0,28
0,15	–	**0,20**	–	0,23			0,20	–	**0,25**	–	0,28
0,15	–	**0,20**	–	0,23			0,20	–	**0,25**	–	0,28
0,15	–	**0,20**	–	0,23			0,20	–	**0,25**	–	0,28
0,15	–	**0,20**	–	0,23			0,20	–	**0,25**	–	0,28
0,15	–	**0,20**	–	0,23			0,20	–	**0,25**	–	0,28
0,15	–	**0,20**	–	0,23			0,20	–	**0,25**	–	0,28
0,12	–	**0,18**	–	0,20			0,18	–	**0,23**	–	0,25
0,15	–	**0,20**	–	0,23			0,20	–	**0,25**	–	0,28
0,15	–	**0,20**	–	0,23			0,20	–	**0,25**	–	0,28
0,12	–	**0,18**	–	0,20			0,18	–	**0,23**	–	0,25
0,15	–	**0,20**	–	0,23			0,20	–	**0,25**	–	0,28
0,15	–	**0,18**	–	0,20			0,18	–	**0,23**	–	0,25
0,15	–	**0,20**	–	0,23			0,20	–	**0,25**	–	0,28
0,15	–	**0,20**	–	0,23			0,20	–	**0,25**	–	0,28
0,12	–	**0,18**	–	0,20			0,18	–	**0,23**	–	0,25
0,15	–	**0,20**	–	0,23			0,20	–	**0,25**	–	0,28
		–							–		
		–							–		
		–							–		
0,12	–	**0,18**	–	0,20			0,18	–	**0,23**	–	0,25
		–							–		
0,12	–	**0,18**	–	0,20			0,18	–	**0,23**	–	0,25
		–							–		
		–							–		
		–							–		
		–							–		
		–							–		
0,12	–	**0,18**	–	0,20			0,18	–	**0,23**	–	0,25
0,12	–	**0,18**	–	0,20			0,18	–	**0,23**	–	0,25
0,12	–	**0,18**	–	0,20			0,18	–	**0,23**	–	0,25
0,12	–	**0,18**	–	0,20			0,18	–	**0,23**	–	0,25
		–							–		
		–							–		
		–							–		
		–							–		
		–							–		
		–							–		
		–							–		
		–							–		
		–							–		
		–							–		
		–							–		
		–							–		
		–							–		
		–							–		
		–							–		
		–							–		
		–							–		





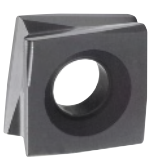
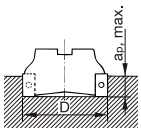


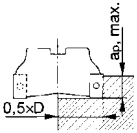
Tabelle 8.104 GARANT-90°-Eckfräser

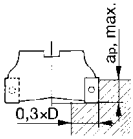
Katalognummer **215045; 215050** **für Wendeplatte SOMT 09T3**

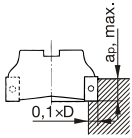
$a_{p\ max}$ = 5 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	1. Wahl	Trocken v_c [m/min] min	Trocken v_c [m/min] Start	Trocken v_c [m/min] max	Nass v_c [m/min] min	Nass v_c [m/min] Start	Nass v_c [m/min] max	f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	ST900/HB7525	220	**250**	300	200	**220**	270	0,12
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST900/HB7525	160	**180**	220	120	**160**	190	0,12
2.0	Automatenstähle	< 850	ST900/HB7525	180	**240**	260	150	**210**	240	0,12
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	ST1400/HB7520	140	**170**	200	120	**150**	180	0,12
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST900/HB7525	140	**170**	200	120	**150**	180	0,12
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST900/HB7525	140	**170**	200	120	**150**	180	0,12
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/HB7520	140	**160**	180	110	**140**	170	0,12
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST900/HB7525	90	**110**	130	80	**90**	110	0,12
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	ST1400/HB7520	110	**130**	150	90	**110**	130	0,15
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST900/HB7525	160	**180**	220	140	**160**	180	0,12
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	ST900/HB7525	140	**170**	200	120	**150**	180	0,11
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	ST1400/HB7520	110	**130**	150	100	**120**	160	0,11
7.0	Nitrierstähle	< 1000	ST900/HB7525	90	**110**	130	70	**90**	110	0,11
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST1400/HB7520	110	**130**	150	100	**120**	160	0,11
8.0	Werkzeugstähle	< 850	ST900/HB7525	140	**170**	200	120	**150**	180	0,12
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST1400/HB7520	140	**160**	180	110	**140**	160	0,11
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST1400/HB7520	110	**130**	150	80	**115**	130	0,11
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	ST900/HB7525	90	**110**	130	80	**90**	110	0,11
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–		–			–		–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–		–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–		–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	ST1400/HB7520	110	**130**	150	80	**115**	130	0,11
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–		–
12.0	Federstähle	< 1500	ST1400/HB7520	110	**130**	150	80	**115**	130	0,11
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	INOX/HB7535	140	**170**	190	120	**150**	180	0,12
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	INOX/HB7535	140	**170**	190	120	**150**	180	0,12
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	INOX/HB7535	140	**170**	190	120	**150**	180	0,12
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	INOX/HB7535	120	**150**	170	110	**130**	150	0,11
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–		–			–		–
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	ST1400/HB7520	200	**230**	250	200	**230**	250	0,12
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	ST1400/HB7520	180	**200**	230	180	**200**	230	0,12
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	ST1400/HB7520	200	**230**	250	200	**230**	250	0,12
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	ST1400/HB7520	180	**200**	230	180	**200**	230	0,12
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	INOX/HB7535		–		50	**60**	70	0,07
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	INOX/HB7535		–		40	**50**	60	0,06
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	ALU/HU7710	300	**600**	1000	300	**600**	1000	0,12
17.1	Al-Leg.,kurzspanend		ALU/HU7710	200	**500**	900	200	**500**	900	0,12
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		ALU/HU7710	200	**400**	700	200	**400**	700	0,12
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–		–			–		–
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–		–			–		–
18.2	Messing, langspanend	< 600	–		–			–		–
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–		–			–		–
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–		–			–		–
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–		–			–		–
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–		–			–		–
19.0	Graphit		–		–			–		–
20.0	Thermoplast		–		–			–		–
20.1	Duroplast		–		–			–		–
20.2	GFK und CFK		–		–			–		–











2. Wahl	UNI/HB7720		Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]								
			a_e = (0,5 ... 1)xD			bis a_e = 0,3 x D			bis a_e = 0,1 x D		
	v_c [m/min]		a_p = 5 mm			a_p = 5 mm			a_p = 5 mm		
min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
190	**210**	230	0,08	**0,12**	0,18	0,10	**0,14**	0,18	0,14	**0,20**	0,25
150	**165**	190	0,08	**0,12**	0,18	0,10	**0,14**	0,18	0,14	**0,20**	0,25
170	**190**	220	0,08	**0,12**	0,18	0,10	**0,14**	0,18	0,14	**0,20**	0,25
130	**160**	180	0,08	**0,12**	0,18	0,10	**0,14**	0,18	0,14	**0,20**	0,25
145	**170**	200	0,08	**0,12**	0,18	0,10	**0,14**	0,18	0,14	**0,20**	0,25
145	**170**	200	0,08	**0,12**	0,18	0,10	**0,14**	0,18	0,14	**0,20**	0,25
100	**140**	200	0,08	**0,12**	0,18	0,10	**0,14**	0,18	0,14	**0,20**	0,25
100	**140**	200	0,08	**0,12**	0,18	0,10	**0,12**	0,18	0,14	**0,20**	0,25
90	**110**	130	0,08	**0,12**	0,18	0,10	**0,12**	0,18	0,14	**0,20**	0,25
170	**190**	220	0,08	**0,12**	0,18	0,10	**0,12**	0,18	0,14	**0,18**	0,25
120	**150**	180	0,06	**0,11**	0,15	0,08	**0,12**	0,15	0,10	**0,18**	0,22
100	**115**	130	0,06	**0,11**	0,15	0,08	**0,12**	0,15	0,10	**0,18**	0,22
90	**120**	140	0,06	**0,11**	0,15	0,08	**0,12**	0,15	0,10	**0,18**	0,22
90	**100**	120	0,06	**0,11**	0,15	0,08	**0,12**	0,15	0,10	**0,18**	0,22
140	**170**	200	0,08	**0,12**	0,18	0,10	**0,14**	0,18	0,14	**0,20**	0,25
120	**150**	180	0,06	**0,11**	0,15	0,08	**0,12**	0,15	0,10	**0,18**	0,22
110	**135**	150	0,06	**0,11**	0,15	0,08	**0,12**	0,15	0,10	**0,18**	0,22
100	**120**	140	0,06	**0,11**	0,15	0,08	**0,12**	0,15	0,10	**0,18**	0,22
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
90	**110**	120	0,06	**0,11**	0,15	0,08	**0,12**	0,15	0,10	**0,18**	0,22
	–			–			–			–	
60	**90**	130	0,06	**0,11**	0,15	0,08	**0,12**	0,15	0,10	**0,18**	0,22
120	**150**	170	0,08	**0,12**	0,18	0,10	**0,14**	0,18	0,14	**0,20**	0,25
120	**150**	170	0,08	**0,12**	0,18	0,10	**0,14**	0,18	0,14	**0,20**	0,25
120	**150**	170	0,06	**0,11**	0,15	0,08	**0,12**	0,15	0,10	**0,18**	0,22
100	**130**	150	0,06	**0,11**	0,15	0,08	**0,12**	0,15	0,10	**0,18**	0,22
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
50	**60**	70	0,05	**0,07**	0,09	0,08	**0,10**	0,12	0,10	**0,12**	0,14
50	**60**	70	0,04	**0,06**	0,08	0,07	**0,09**	0,12	0,09	**0,12**	0,13
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	











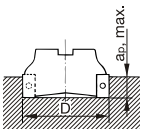


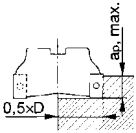
Tabelle 8.105 GARANT 90°-Eckfräser

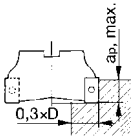
Katalognummer **215705; 215710; 215715** **für Wendeplatte AP..1604**

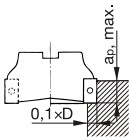
a_p max = 7 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	1. Wahl	Trocken v_c [m/min] min	Trocken v_c [m/min] Start	Trocken v_c [m/min] max	Nass v_c [m/min] min	Nass v_c [m/min] Start	Nass v_c [m/min] max	f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	ST900/HB7525	225	250	275	200	230	250	0,18
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST900/HB7525	225	250	275	200	230	250	0,18
2.0	Automatenstähle	< 850	ST900/HB7525	225	250	275	200	230	250	0,18
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	ST900/HB7525	200	220	240	160	180	200	0,18
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST900/HB7525	225	250	275	200	230	250	0,18
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST900/HB7525	165	185	200	150	170	180	0,18
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST900/HB7525	120	140	160	100	120	140	0,18
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST900/HB7525	120	140	160	100	120	140	0,18
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	ST1100/HB7720	80	110	130	75	90	110	0,15
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST900/HB7525	225	250	275	200	230	250	0,18
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	ST900/HB7525	165	185	200	150	170	180	0,18
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	ST1100/HB7720	90	110	125	75	90	110	0,15
7.0	Nitrierstähle	< 1000	ST900/HB7525	120	140	160	100	120	140	0,18
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST1400/HB7720	90	110	125	75	90	110	0,15
8.0	Werkzeugstähle	< 850	ST900/HB7525	165	185	200	150	170	180	0,18
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST1100/HB7720	120	140	160	100	120	140	0,15
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST1400/HB7720	75	90	110	55	70	90	0,14
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	ST1400/HB7720	70	125	180	90	105	125	0,14
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	UNI/HB7720	50	60	70		–		0,10
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	UNI/HB7720	30	40	50		–		0,10
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	UNI/HB7720	20	30	40		–		0,10
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	ST1100/HB7720	90	110	125	75	90	110	0,13
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	UNIHB7720	50	60	70	40	50	60	0,13
12.0	Federstähle	< 1500	ST1100/HB7720	60	90	130	55	70	90	0,13
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	INOX/HB7535	140	160	180	100	120	140	0,17
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	INOX/HB7535	140	160	180	100	120	140	0,17
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	INOX/HB7535	140	160	180	100	120	140	0,16
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	INOX/HB7535	130	150	170	100	120	140	0,14
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	UNI/HB7720	35	45	55	25	30	40	0,10
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	GG/SC3025	200	280	380	180	240	340	0,28
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	GG/SC3025	180	260	340	160	240	320	0,28
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	GG/SC3025	160	240	300	140	220	280	0,28
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	GG/SC3025	140	200	280	120	180	260	0,28
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	INOX/HB7535	30	40	45	30	40	45	0,13
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	INOX/HB7535	25	35	45	25	35	45	0,13
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	ALU/HU7710	600	700	800	600	700	800	0,18
17.1	Al-Leg., kurzspanend		ALU/HU7710	400	500	700	400	500	700	0,18
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		ALU/HU7710	200	350	500	200	350	500	0,18
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	UNI/HB7720	350	400	450	330	370	400	0,18
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	UNI/HB7720	350	400	450	330	370	400	0,18
18.2	Messing, langspanend	< 600	UNI/HB7720	350	400	450	330	370	400	0,18
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	UNI/HB7720	350	400	450	330	370	400	0,18
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	UNI/HB7720	350	400	450	330	370	400	0,18
18.5	Bronze, langspanend	< 850	UNI/HB7720	350	400	450	330	370	400	0,18
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	UNI/HB7720	350	400	450	330	370	400	0,18
19.0	Graphit		UNIHB7720	250	300	350		–		0,18
20.0	Thermoplast		UNI/HB7720	600	700	800	600	700	800	0,18
20.1	Duroplast		UNI/HB7720	400	500	700	400	500	700	0,18
20.2	GFK und CFK		UNI/HB7720	200	350	500	200	350	500	0,18





























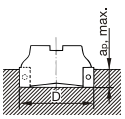
2. Wahl	UNI/HB7720						Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]								
Trocken			Nass				$a_e = (0,5 \ldots 1)xD$			$a_e = 0,3xD$			$a_e = 0,1xD$		
v_c [m/min]			v_c [m/min]			f_z	$a_p = 7$ mm			$a_p = 7$ mm			$a_p = 7$ mm		
min	Start	max	min	Start	max	[mm/Z]	min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
180	**320**	350		–		0,30	0,10	**0,14**	0,18	0,13	**0,18**	0,23	0,17	**0,24**	0,31
180	**270**	300		–		0,30	0,10	**0,14**	0,18	0,13	**0,18**	0,23	0,17	**0,24**	0,31
130	**180**	200		–		0,22	0,10	**0,14**	0,18	0,13	**0,18**	0,23	0,17	**0,24**	0,31
100	**150**	160		–		0,22	0,10	**0,14**	0,18	0,13	**0,18**	0,23	0,17	**0,24**	0,31
130	**180**	200		–		0,22	0,10	**0,14**	0,18	0,13	**0,18**	0,23	0,17	**0,24**	0,31
100	**160**	180		–		0,22	0,10	**0,14**	0,18	0,13	**0,18**	0,23	0,17	**0,24**	0,31
100	**150**	160		–		0,20	0,10	**0,14**	0,18	0,13	**0,18**	0,23	0,17	**0,24**	0,31
90	**120**	130		–		0,22	0,10	**0,14**	0,18	0,13	**0,18**	0,23	0,17	**0,24**	0,31
60	**100**	110		–		0,19	0,08	**0,12**	0,16	0,10	**0,15**	0,20	0,14	**0,21**	0,28
130	**180**	200		–		0,36	0,10	**0,14**	0,18	0,13	**0,18**	0,23	0,17	**0,24**	0,31
90	**120**	130		–		0,22	0,10	**0,14**	0,18	0,13	**0,18**	0,23	0,17	**0,24**	0,31
60	**100**	110		–		0,19	0,08	**0,12**	0,16	0,10	**0,15**	0,20	0,14	**0,21**	0,28
90	**120**	130		–		0,22	0,10	**0,14**	0,18	0,13	**0,18**	0,23	0,17	**0,24**	0,31
60	**100**	110		–		0,19	0,08	**0,11**	0,16	0,10	**0,12**	0,20	0,14	**0,18**	0,28
130	**180**	200		–		0,22	0,10	**0,14**	0,18	0,13	**0,18**	0,23	0,17	**0,24**	0,31
90	**120**	130		–		0,19	0,08	**0,12**	0,16	0,10	**0,15**	0,20	0,14	**0,21**	0,28
40	**80**	90		–		0,17	0,08	**0,11**	0,14	0,10	**0,14**	0,18	0,14	**0,19**	0,24
60	**100**	110		–		0,17	0,08	**0,11**	0,14	0,10	**0,14**	0,18	0,14	**0,19**	0,24
40	**60**	70		–		0,14	0,05	**0,07**	0,10	0,06	**0,10**	0,14	0,12	**0,16**	0,20
30	**50**	60		–		0,14	0,05	**0,07**	0,10	0,06	**0,10**	0,14	0,12	**0,16**	0,20
	–			–		–	0,05	**0,07**	0,10	0,06	**0,10**	0,14	0,12	**0,16**	0,20
40	**60**	80		–		0,14	0,08	**0,10**	0,12	0,10	**0,13**	0,16	0,14	**0,17**	0,20
40	**50**	60		–		0,14	0,08	**0,10**	0,12	0,10	**0,13**	0,16	0,14	**0,17**	0,20
40	**80**	90		–		0,19	0,08	**0,10**	0,12	0,10	**0,13**	0,16	0,14	**0,17**	0,20
190	**230**	250		–		0,22	0,10	**0,13**	0,16	0,13	**0,17**	0,21	0,17	**0,22**	0,28
190	**230**	250		–		0,22	0,10	**0,13**	0,16	0,13	**0,17**	0,21	0,17	**0,22**	0,28
120	**190**	210		–		0,18	0,09	**0,12**	0,14	0,13	**0,16**	0,19	0,17	**0,21**	0,25
130	**190**	210		–		0,22	0,09	**0,11**	0,12	0,12	**0,14**	0,15	0,17	**0,19**	0,21
25	**40**	65	25	**40**	65	0,17	0,06	**0,08**	0,10	0,08	**0,10**	0,12	0,10	**0,14**	0,18
150	**220**	240		–		0,34	0,12	**0,15**	0,20	0,22	**0,28**	0,36	0,38	**0,48**	0,63
150	**170**	240		–		0,18	0,12	**0,15**	0,20	0,22	**0,28**	0,36	0,38	**0,48**	0,63
100	**170**	200		–		0,29	0,12	**0,15**	0,20	0,22	**0,28**	0,36	0,38	**0,48**	0,63
100	**140**	150		–		0,24	0,12	**0,15**	0,20	0,22	**0,28**	0,36	0,38	**0,48**	0,63
28	**55**	60	28	**55**	60	0,22	0,08	**0,10**	0,12	0,10	**0,13**	0,16	0,14	**0,17**	0,20
28	**40**	60	28	**40**	60	0,16	0,08	**0,10**	0,12	0,10	**0,13**	0,16	0,14	**0,17**	0,20
400	**1200**	3000	400	**1200**	3000	0,24	0,10	**0,14**	0,18	0,13	**0,18**	0,23	0,17	**0,24**	0,31
250	**400**	600	250	**400**	600	0,18	0,10	**0,14**	0,18	0,13	**0,18**	0,23	0,17	**0,24**	0,31
180	**250**	350	180	**250**	350	0,22	0,10	**0,14**	0,18	0,13	**0,18**	0,23	0,17	**0,24**	0,31
180	**350**	500	180	**350**	500	0,22	0,10	**0,14**	0,18	0,13	**0,18**	0,23	0,17	**0,24**	0,31
180	**280**	350	180	**280**	350	0,22	0,10	**0,14**	0,18	0,13	**0,18**	0,23	0,17	**0,24**	0,31
180	**280**	350	180	**280**	350	0,22	0,10	**0,14**	0,18	0,13	**0,18**	0,23	0,17	**0,24**	0,31
180	**280**	350	180	**280**	350	0,22	0,10	**0,14**	0,18	0,13	**0,18**	0,23	0,17	**0,24**	0,31
180	**200**	250	180	**200**	250	0,22	0,10	**0,14**	0,18	0,13	**0,18**	0,23	0,17	**0,24**	0,31
180	**200**	250	180	**200**	250	0,22	0,10	**0,14**	0,18	0,13	**0,18**	0,23	0,17	**0,24**	0,31
130	**160**	180	130	**160**	180	0,22	0,10	**0,14**	0,18	0,13	**0,18**	0,23	0,17	**0,24**	0,31
40	**60**	100		–		0,18	0,10	**0,14**	0,18	0,13	**0,18**	0,23	0,17	**0,24**	0,31
200	**600**	1000		–		0,22	0,10	**0,14**	0,18	0,13	**0,18**	0,23	0,17	**0,24**	0,31
200	**300**	400		–		0,22	0,10	**0,14**	0,18	0,13	**0,18**	0,23	0,17	**0,24**	0,31
80	**100**	200		–		0,22	0,10	**0,14**	0,18	0,13	**0,18**	0,23	0,17	**0,24**	0,31

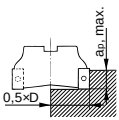
Tabelle 8.106 GARANT Softcut 90°-Hochleistungs-Eckfräser MTC

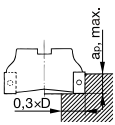
Katalognummer **215155; 215157; 215160** **für Wendeplatte APMT1805**

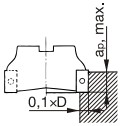
$a_{p\ max}$ = 9 mm
Hinweis: Für 215157 Schnittgeschwindigkeit v_c reduzieren

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	1. Wahl	Trocken v_c [m/min] min	Trocken v_c [m/min] Start	Trocken v_c [m/min] max	Nass v_c [m/min] min	Nass v_c [m/min] Start	Nass v_c [m/min] max	f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	ST900/HB7720	320	340	360	260	280	300	0,18
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST900/HB7720	220	260	300	190	210	230	0,18
2.0	Automatenstähle	< 850	ST900/HB7720	310	330	350	250	270	290	0,18
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	ST1400/HB7720	200	220	240	170	190	210	0,21
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST900/HB7720	260	280	300	210	230	250	0,18
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST900/HB7720	230	260	290	190	210	230	0,18
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/HB7720	220	250	280	190	210	230	0,21
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/HB7720	220	240	260	180	200	220	0,21
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	ST1400/HB7720	220	240	260	180	200	220	0,20
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST900/HB7720	340	360	380	260	280	300	0,18
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	ST1400/HB7510	150	170	210	130	150	170	0,21
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	ST1400/HB7510	150	170	210	130	150	170	0,20
7.0	Nitrierstähle	< 1000	ST1400/HB7720	140	180	220	130	150	170	0,21
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST1400/HB7720	150	170	210	130	150	170	0,20
8.0	Werkzeugstähle	< 850	ST1400/HB7720	140	180	220	130	150	170	0,21
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST1400/HB7510	150	170	210	130	150	170	0,20
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST1400/HB7510	130	140	170	100	120	140	0,19
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	ST1400/HB7720	130	140	170	100	120	140	0,19
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–		–			–		–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–		–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–		–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	ST1400/HB7720	40	50	60	40	50	60	0,17
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	ST1400/HB7720	20	30	40	20	30	40	0,16
12.0	Federstähle	< 1500	ST1400/HB7720	110	130	150	110	130	150	0,20
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	INOX/HB7535	140	160	180	90	105	120	0,19
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	INOX/HB7535	120	150	180	80	100	120	0,19
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	INOX/HB7535	120	150	180	80	100	120	0,18
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	INOX/HB7535	90	120	150	70	80	100	0,16
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	ST1400/HB7720	30	40	45	30	40	45	0,19
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	GG/HB7720	230	250	270	190	210	230	0,20
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	GG/HB7720	220	240	260	180	200	220	0,20
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	GG/HB7720	130	150	170	110	130	150	0,19
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	GG/HB7720	120	140	160	100	120	140	0,19
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–		–			–		–
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–		–			–		–
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	ALU/HU7710	300	600	1000	300	600	1000	0,20
17.1	Al-Leg., kurzspanend		ALU/HU7710	200	500	800	200	500	800	0,20
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		ALU/HU7710	200	400	600	200	400	600	0,19
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	ALU/HU7710	200	400	600	200	400	600	0,13
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	ALU/HU7710	200	400	600	200	400	600	0,13
18.2	Messing, langspanend	< 600	ALU/HU7710	200	400	600	200	400	600	0,13
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	ALU/HU7710	200	400	600	200	400	600	0,13
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	ALU/HU7710	200	400	600	200	400	600	0,13
18.5	Bronze, langspanend	< 850	ALU/HU7710	200	400	600	200	400	600	0,13
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	ALU/HU7710	200	400	600	200	400	600	0,13
19.0	Graphit		ALU/HU7710	75	100	125	75	100	125	0,20
20.0	Thermoplast		ALU/HU7710	300	600	1000	300	600	1000	0,20
20.1	Duroplast		ALU/HU7710	200	500	900	200	500	900	0,20
20.2	GFK und CFK		ALU/HU7710	200	400	600	200	400	600	0,20











2. Wahl	UNI/HB7720						Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]								
Trocken			Nass				a_e = (0,5 ... 1)xD			a_e = 0,3xD			a_e = 0,1xD		
v_c [m/min]			v_c [m/min]			f_z	a_p = 5 mm			a_p = 5 mm			a_p = 5 mm		
min	Start	max	min	Start	max	[mm/Z]	min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
310	**330**	350	260	**280**	300	0,24	0,11	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,25	0,15	**0,25**	0,35
210	**250**	290	190	**210**	230	0,24	0,11	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,25	0,15	**0,25**	0,35
300	**320**	340	250	**270**	290	0,24	0,11	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,25	0,15	**0,25**	0,35
200	**220**	240	170	**190**	210	0,23	0,11	**0,14**	0,19	0,12	**0,19**	0,24	0,14	**0,24**	0,33
250	**270**	290	210	**230**	250	0,24	0,11	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,25	0,15	**0,25**	0,35
220	**250**	280	190	**210**	230	0,24	0,11	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,25	0,15	**0,25**	0,35
220	**250**	280	190	**210**	230	0,23	0,11	**0,14**	0,19	0,12	**0,19**	0,24	0,14	**0,24**	0,33
220	**240**	260	180	**200**	220	0,23	0,11	**0,14**	0,19	0,12	**0,19**	0,24	0,14	**0,24**	0,33
220	**240**	260	180	**200**	220	0,23	0,11	**0,13**	0,19	0,12	**0,18**	0,24	0,14	**0,23**	0,30
270	**290**	310	260	**280**	300	0,24	0,11	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,25	0,15	**0,25**	0,35
130	**160**	190	120	**140**	160	0,23	0,11	**0,14**	0,19	0,12	**0,19**	0,24	0,14	**0,24**	0,33
130	**160**	190	120	**140**	160	0,23	0,11	**0,13**	0,18	0,12	**0,18**	0,23	0,13	**0,23**	0,30
140	**180**	220	130	**150**	170	0,23	0,11	**0,14**	0,19	0,12	**0,19**	0,24	0,14	**0,24**	0,33
140	**160**	190	130	**140**	160	0,22	0,11	**0,13**	0,18	0,12	**0,18**	0,23	0,13	**0,23**	0,30
140	**180**	220	130	**150**	170	0,23	0,11	**0,14**	0,19	0,12	**0,19**	0,24	0,14	**0,24**	0,33
130	**160**	190	120	**140**	160	0,22	0,11	**0,13**	0,18	0,12	**0,18**	0,23	0,13	**0,23**	0,30
110	**130**	150	90	**110**	130	0,21	0,11	**0,12**	0,17	0,11	**0,17**	0,22	0,12	**0,22**	0,28
110	**130**	150	90	**110**	130	0,21	0,11	**0,12**	0,17	0,11	**0,17**	0,22	0,12	**0,22**	0,28
	–			–		–		–			–			–	
	–			–		–		–			–			–	
	–			–		–		–			–			–	
40	**50**	60	40	**50**	60	0,19	0,11	**0,12**	0,15	0,11	**0,15**	0,20	0,11	**0,20**	0,25
20	**30**	40	20	**30**	40	0,18	0,11	**0,12**	0,14	0,11	**0,14**	0,18	0,11	**0,18**	0,22
110	**130**	150	110	**130**	150	0,22	0,11	**0,13**	0,18	0,12	**0,18**	0,23	0,13	**0,23**	0,30
140	**160**	180	90	**105**	120	0,22	0,11	**0,13**	0,18	0,12	**0,18**	0,23	0,15	**0,23**	0,30
120	**150**	180	80	**100**	120	0,22	0,11	**0,13**	0,18	0,12	**0,18**	0,23	0,15	**0,23**	0,30
120	**150**	180	80	**100**	120	0,21	0,11	**0,12**	0,17	0,12	**0,17**	0,22	0,15	**0,22**	0,28
90	**120**	150	80	**80**	100	0,19	0,11	**0,12**	0,15	0,11	**0,15**	0,20	0,15	**0,20**	0,25
30	**40**	45	30	**40**	45	0,21	0,11	**0,12**	0,17	0,11	**0,17**	0,22	0,12	**0,22**	0,28
	–			–		–	0,11	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,25	0,15	**0,25**	0,35
	–			–		–	0,11	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,25	0,15	**0,25**	0,35
	–			–		–	0,11	**0,14**	0,19	0,12	**0,19**	0,24	0,14	**0,24**	0,33
	–			–		–	0,11	**0,14**	0,19	0,12	**0,19**	0,24	0,14	**0,24**	0,33
	–			–		–		–			–			–	
	–			–		–		–			–			–	
	–			–		–	0,11	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,25	0,15	**0,22**	0,30
	–			–		–	0,11	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,25	0,15	**0,22**	0,30
	–			–		–	0,11	**0,14**	0,19	0,12	**0,19**	0,24	0,14	**0,22**	0,30
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,15	0,11	**0,13**	0,20	0,12	**0,15**	0,20
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,15	0,11	**0,13**	0,20	0,12	**0,15**	0,20
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,15	0,11	**0,13**	0,20	0,12	**0,15**	0,20
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,15	0,11	**0,13**	0,20	0,12	**0,15**	0,20
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,15	0,11	**0,13**	0,20	0,12	**0,15**	0,20
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,15	0,11	**0,13**	0,20	0,12	**0,15**	0,20
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,15	0,11	**0,13**	0,20	0,12	**0,15**	0,20
	–			–		–	0,11	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,25	0,15	**0,22**	0,30
200	**600**	1000		–		–	0,11	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,25	0,15	**0,22**	0,30
200	**300**	400		–		–	0,11	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,25	0,15	**0,22**	0,30
80	**100**	200		–		–	0,11	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,25	0,15	**0,22**	0,30



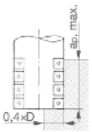


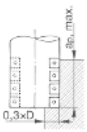

Tabelle 8.107 GARANT Softcut 90° Hochleistungs-Eckfräser MTC (Igelfräser)

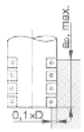
Katalognummer **215161** **für Wendeplatte APMT 1805..**

$a_{p\ max}$ = 55 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	1. Wahl	Trocken v_c [m/min]			Nass v_c [m/min]			f_z
		[N/mm²]		min	Start	max	min	Start	max	[mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	ST900/HB7720	240	260	280	200	220	240	0,18
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST900/HB7720	180	200	220	150	170	190	0,18
2.0	Automatenstähle	< 850	ST900/HB7720	230	250	270	180	200	220	0,18
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	ST1400/HB7720	160	180	200	130	150	170	0,21
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST900/HB7720	190	210	230	160	180	200	0,18
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST900/HB7720	180	200	220	150	170	190	0,18
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/HB7720	180	200	220	150	170	190	0,21
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/HB7720	160	190	210	140	160	180	0,21
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	ST1400/HB7720	160	190	210	140	160	180	0,20
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST900/HB7720	260	280	300	220	240	260	0,18
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	ST1400/HB7720	130	150	170	100	120	140	0,21
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	ST1400/HB7720	130	150	170	100	120	140	0,20
7.0	Nitrierstähle	< 1000	ST1400/HB7720	120	140	160	100	120	140	0,21
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST1400/HB7510	130	150	170	100	120	140	0,20
8.0	Werkzeugstähle	< 850	ST1400/HB7720	120	140	160	100	120	140	0,21
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST1400/HB7510	130	150	170	100	120	140	0,20
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST1400/HB7510	100	120	140	70	90	110	0,19
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	ST1400/HB7720	60	80	100	40	60	80	0,19
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–		–			–		–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–		–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–		–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	ST1400/HB7720	30	40	50	30	40	50	0,17
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	ST1400/HB7720	20	30	40	20	30	40	0,16
12.0	Federstähle	< 1500	ST1400/HB7720	100	120	140	70	90	110	0,20
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	INOX/HB7535	110	130	150	60	90	110	0,19
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	INOX/HB7535	100	120	140	60	80	100	0,19
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	INOX/HB7535	100	120	140	60	80	100	0,18
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	INOX/HB7535	80	100	120	50	70	90	0,16
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	ST1400/HB7510	30	40	45	30	40	45	0,19
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	GG/HB7720	210	230	250	190	200	220	0,20
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	GG/HB7720	200	220	240	170	190	210	0,20
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	GG/HB7720	110	130	150	90	110	130	0,19
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	GG/HB7720	100	120	140	80	100	120	0,19
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–		–			–		–
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–		–			–		–
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	ALU/HU7710	200	500	800	200	500	800	0,20
17.1	Al-Leg., kurzspanend		ALU/HU7710	200	400	600	200	400	600	0,20
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		ALU/HU7710	200	350	500	200	350	500	0,19
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	ALU/HU7710	100	300	500	100	300	500	0,13
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	ALU/HU7710	100	300	500	100	300	500	0,13
18.2	Messing, langspanend	< 600	ALU/HU7710	100	300	500	100	300	500	0,13
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	ALU/HU7710	100	300	500	100	300	500	0,13
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	ALU/HU7710	100	300	500	100	300	500	0,13
18.5	Bronze, langspanend	< 850	ALU/HU7710	100	300	500	100	300	500	0,13
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	ALU/HU7710	100	300	500	100	300	500	0,13
19.0	Graphit		ALU/HU7710	60	80	100	60	80	100	0,20
20.0	Thermoplast		ALU/HU7710	200	500	800	200	500	800	0,20
20.1	Duroplast		ALU/HU7710	200	400	600	200	400	600	0,20
20.2	GFK und CFK		ALU/HU7710	200	300	400	200	300	400	0,20









2. Wahl	UNI/HB7720						Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]								
	Trocken			Nass				$a_e = 0{,}4xD$			$a_e = 0{,}3xD$			$a_e = 0{,}1xD$	
	v_c [m/min]			v_c [m/min]			f_z	$a_p = 5$ mm			$a_p = 5$ mm			$a_p = 5$ mm	
min	Start	max	min	Start	max	[mm/Z]	min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
240	**260**	280	200	**220**	240	0,20	0,11	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,25	0,15	**0,25**	0,35
180	**200**	220	150	**170**	190	0,20	0,11	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,25	0,15	**0,25**	0,35
230	**250**	270	180	**200**	220	0,20	0,11	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,25	0,15	**0,25**	0,35
160	**180**	200	130	**150**	170	0,19	0,11	**0,14**	0,19	0,12	**0,19**	0,24	0,14	**0,24**	0,33
190	**210**	230	160	**180**	200	0,20	0,11	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,25	0,15	**0,25**	0,35
180	**200**	220	150	**170**	190	0,20	0,11	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,25	0,15	**0,25**	0,35
180	**200**	220	150	**170**	190	0,19	0,11	**0,14**	0,19	0,12	**0,19**	0,24	0,14	**0,24**	0,33
160	**190**	210	140	**160**	180	0,19	0,11	**0,14**	0,19	0,12	**0,19**	0,24	0,14	**0,24**	0,33
160	**190**	210	140	**160**	180	0,18	0,11	**0,13**	0,18	0,12	**0,18**	0,23	0,14	**0,23**	0,30
260	**280**	300	220	**240**	260	0,20	0,11	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,25	0,15	**0,25**	0,35
110	**130**	150	90	**110**	130	0,19	0,11	**0,14**	0,19	0,12	**0,19**	0,24	0,14	**0,24**	0,33
110	**130**	150	90	**110**	130	0,18	0,11	**0,13**	0,18	0,12	**0,18**	0,23	0,13	**0,23**	0,30
120	**140**	160	100	**120**	140	0,19	0,11	**0,14**	0,19	0,12	**0,19**	0,24	0,14	**0,24**	0,33
110	**130**	150	90	**110**	130	0,18	0,11	**0,13**	0,18	0,12	**0,18**	0,23	0,13	**0,23**	0,30
120	**140**	160	100	**120**	140	0,19	0,11	**0,14**	0,19	0,12	**0,19**	0,24	0,14	**0,24**	0,33
110	**130**	150	90	**110**	130	0,18	0,11	**0,13**	0,18	0,12	**0,18**	0,23	0,13	**0,23**	0,30
80	**100**	120	80	**80**	100	0,17	0,11	**0,12**	0,17	0,11	**0,17**	0,22	0,12	**0,22**	0,28
60	**80**	100	40	**60**	80	0,17	0,11	**0,12**	0,17	0,11	**0,17**	0,22	0,12	**0,22**	0,28
	–			–		–		–			–			–	
	–			–		–		–			–			–	
	–			–		–		–			–			–	
30	**40**	50	30	**40**	50	0,15	0,11	**0,12**	0,15	0,11	**0,15**	0,20	0,11	**0,20**	0,25
20	**30**	40	20	**30**	40	0,14	0,11	**0,12**	0,14	0,11	**0,14**	0,18	0,11	**0,18**	0,22
80	**100**	120	60	**80**	100	0,18	0,11	**0,13**	0,18	0,12	**0,18**	0,23	0,13	**0,23**	0,30
110	**130**	150	60	**90**	110	0,18	0,11	**0,13**	0,18	0,12	**0,18**	0,23	0,15	**0,23**	0,30
100	**120**	140	60	**80**	100	0,18	0,11	**0,13**	0,18	0,12	**0,18**	0,23	0,15	**0,23**	0,30
100	**120**	140	60	**80**	100	0,17	0,11	**0,12**	0,17	0,12	**0,17**	0,22	0,15	**0,22**	0,28
80	**100**	120	50	**70**	90	0,15	0,11	**0,12**	0,15	0,11	**0,15**	0,20	0,15	**0,20**	0,25
30	**40**	45	30	**40**	45	0,17	0,11	**0,12**	0,17	0,11	**0,17**	0,22	0,12	**0,22**	0,28
	–			–		–	0,11	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,25	0,15	**0,25**	0,35
	–			–		–	0,11	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,25	0,15	**0,25**	0,35
	–			–		–	0,11	**0,14**	0,19	0,12	**0,19**	0,24	0,14	**0,24**	0,33
	–			–		–	0,11	**0,14**	0,19	0,12	**0,19**	0,24	0,14	**0,24**	0,33
	–			–		–		–			–			–	
	–			–		–		–			–			–	
	–			–		–	0,11	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,25	0,15	**0,22**	0,30
	–			–		–	0,11	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,25	0,15	**0,22**	0,30
	–			–		–	0,11	**0,14**	0,19	0,12	**0,19**	0,24	0,14	**0,22**	0,30
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,15	0,11	**0,13**	0,20	0,12	**0,15**	0,20
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,15	0,11	**0,13**	0,20	0,12	**0,15**	0,20
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,15	0,11	**0,13**	0,20	0,12	**0,15**	0,20
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,15	0,11	**0,13**	0,20	0,12	**0,15**	0,20
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,15	0,11	**0,13**	0,20	0,12	**0,15**	0,20
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,15	0,11	**0,13**	0,20	0,12	**0,15**	0,20
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,15	0,11	**0,13**	0,20	0,12	**0,15**	0,20
	–			–		–	0,11	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,25	0,15	**0,22**	0,30
	–			–		–	0,11	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,25	0,15	**0,22**	0,30
	–			–		–	0,11	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,25	0,15	**0,22**	0,30
	–			–		–	0,11	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,25	0,15	**0,22**	0,30





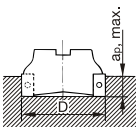


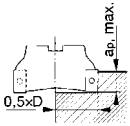
Tabelle 8.108 GARANT 90°-Hochleistungs-Eckfräser MTC

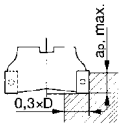
Katalognummer 215800; 215840; 215850; 215870 für Wendeplatte AP..1003

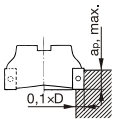
$a_{p\ max}$ = 4,8 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	1. Wahl	Trocken v_c [m/min] min	Trocken v_c [m/min] Start	Trocken v_c [m/min] max	Nass v_c [m/min] min	Nass v_c [m/min] Start	Nass v_c [m/min] max	f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	ST1100/HB7720	150	280	350	130	180	250	0,10
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST1100/HB7720	150	230	300	130	160	200	0,10
2.0	Automatenstähle	< 850	ST1100/HB7720	150	230	270	90	180	180	0,10
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	ST1100/HB7720	150	220	270	90	150	180	0,10
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST1100/HB7720	110	210	220	80	150	180	0,10
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST1100/HB7720	110	200	220	80	150	180	0,10
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1100/HB7720	100	190	200	80	120	180	0,10
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1100/HB7720	100	150	220	50	80	100	0,10
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	ST1400/HB7720	100	140	170	50	75	100	0,08
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST1100/HB7720	140	230	320	80	150	180	0,10
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	ST1100/HB7720	115	160	190	55	90	100	0,10
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	ST1400/HB7720	100	140	180	55	75	100	0,08
7.0	Nitrierstähle	< 1000	ST1100/HB7720	100	140	180	55	80	100	0,10
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST1400/HB7720	100	130	150	55	75	100	0,08
8.0	Werkzeugstähle	< 850	ST1100/HB7720	120	170	220	55	90	100	0,10
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST1100/HB7720	80	150	160	55	80	100	0,08
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST1400/HB7720	115	125	190	55	75	100	0,08
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	ST1400/HB7720	90	120	140	55	80	100	0,07
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	ST1100/HB7720	90	110	190	55	65	100	0,10
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	ST1100/HB7720	90	100	160	55	60	100	0,08
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–		–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	ST1400/HB7720	55	80	100	55	80	100	0,07
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	UNI/HB7720	40	50	60		–		0,07
12.0	Federstähle	< 1500	ST1400/HB7720	100	125	150	70	100	130	0,07
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	INOX/HB7535		–		100	120	140	0,08
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	INOX/HB7535		–		60	90	110	0,08
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	INOX/HB7535		–		60	90	120	0,08
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	INOX/HB7535		–		60	80	100	0,08
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	ST1400/HB7720		–		35	45	55	0,06
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	ST1100/HB7720	230	250	280	180	240	350	0,08
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	ST1100/HB7720	140	220	280	140	220	280	0,08
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	ST1100/HB7720	130	150	250	130	150	250	0,08
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	ST1100/HB7720	100	140	200	100	140	200	0,08
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	INOX/HB7535		–		35	50	60	0,15
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	INOX/HB7535		–		35	50	60	0,13
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	ALU/HU7805		–		300	1200	1400	0,16
17.1	Al-Leg., kurzspanend		ALU/HU7805		–		250	1200	1400	0,14
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		ALU/HU7805		–		250	450	550	0,13
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	ALU/HU7805		–		300	600	1200	0,16
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	ALU/HU7805		–		260	550	900	0,14
18.2	Messing, langspanend	< 600	ALU/HU7805		–		240	430	600	0,19
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	ALU/HU7805		–		240	430	600	0,14
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	ALU/HU7805		–		220	350	500	0,13
18.5	Bronze, langspanend	< 850	ALU/HU7805		–		240	360	450	0,19
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	ALU/HU7805		–		250	340	420	0,13
19.0	Graphit		ALU/HU7805	50	70	110		–		0,19
20.0	Thermoplast		–		–			–		–
20.1	Duroplast		–		–			–		–
20.2	GFK und CFK		–		–			–		–











2. Wahl	UNI/HB7720						Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]								
Trocken			Nass				a_e = (0,5...1)xD			a_e = 0,3xD			a_e = 0,1xD		
v_c [m/min]			v_c [m/min]			f_z	a_p = 4,8 mm			a_p = 4,8 mm			a_p = 4,8 mm		
min	Start	max	min	Start	max	[mm/Z]	min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
180	**320**	350		–		0,30	0,05	**0,10**	0,12	0,08	**0,15**	0,15	0,15	**0,18**	0,20
180	**270**	300		–		0,30	0,05	**0,10**	0,12	0,08	**0,13**	0,15	0,15	**0,18**	0,20
130	**180**	200		–		0,22	0,05	**0,10**	0,12	0,08	**0,13**	0,15	0,15	**0,18**	0,20
100	**150**	160		–		0,22	0,05	**0,10**	0,12	0,08	**0,13**	0,15	0,15	**0,18**	0,20
130	**180**	200		–		0,22	0,05	**0,10**	0,12	0,08	**0,13**	0,15	0,15	**0,18**	0,20
100	**160**	180		–		0,22	0,05	**0,10**	0,12	0,08	**0,13**	0,15	0,15	**0,18**	0,20
100	**150**	160		–		0,22	0,05	**0,10**	0,12	0,08	**0,13**	0,15	0,15	**0,18**	0,20
90	**120**	130		–		0,22	0,05	**0,10**	0,12	0,08	**0,13**	0,15	0,15	**0,18**	0,20
60	**100**	110		–		0,19	0,06	**0,08**	0,10	0,10	**0,12**	0,14	0,13	**0,16**	0,18
130	**180**	200		–		0,36	0,05	**0,10**	0,12	0,08	**0,13**	0,15	0,15	**0,18**	0,20
90	**120**	130		–		0,22	0,05	**0,10**	0,12	0,08	**0,13**	0,15	0,15	**0,18**	0,20
60	**100**	110		–		0,19	0,06	**0,08**	0,10	0,10	**0,12**	0,14	0,13	**0,16**	0,18
90	**120**	130		–		0,22	0,05	**0,10**	0,12	0,08	**0,13**	0,15	0,15	**0,18**	0,20
60	**100**	110		–		0,19	0,06	**0,08**	0,10	0,10	**0,12**	0,14	0,13	**0,16**	0,18
130	**180**	200		–		0,22	0,05	**0,10**	0,12	0,08	**0,13**	0,15	0,15	**0,18**	0,20
90	**120**	130		–		0,19	0,05	**0,08**	0,10	0,08	**0,12**	0,15	0,15	**0,16**	0,18
40	**80**	90		–		0,17	0,05	**0,08**	0,10	0,08	**0,12**	0,15	0,15	**0,14**	0,18
60	**100**	110		–		0,17	0,05	**0,07**	0,09	0,08	**0,10**	0,13	0,10	**0,14**	0,15
40	**60**	70		–		0,14	0,05	**0,10**	0,12	0,08	**0,13**	0,15	0,15	**0,18**	0,20
30	**50**	60		–		0,14	0,05	**0,08**	0,10	0,08	**0,12**	0,15	0,15	**0,15**	0,18
	–			–		–		–			–			–	
40	**60**	80		–		0,14	0,05	**0,07**	0,09	0,08	**0,10**	0,13	0,10	**0,12**	0,15
40	**50**	60		–		0,14	0,05	**0,07**	0,09	0,08	**0,10**	0,13	0,10	**0,12**	0,15
40	**80**	90		–		0,19	0,05	**0,07**	0,09	0,08	**0,10**	0,13	0,10	**0,12**	0,15
190	**230**	250		–		0,22	0,06	**0,08**	0,10	0,10	**0,12**	0,14	0,13	**0,15**	0,17
190	**230**	250		–		0,22	0,06	**0,08**	0,10	0,10	**0,12**	0,14	0,13	**0,15**	0,17
120	**190**	210		–		0,18	0,06	**0,08**	0,10	0,10	**0,12**	0,14	0,13	**0,15**	0,17
130	**180**	210		–		0,22	0,06	**0,08**	0,10	0,10	**0,12**	0,14	0,13	**0,15**	0,17
25	**40**	65	25	**40**	65	0,17	0,04	**0,06**	0,08	0,07	**0,09**	0,12	0,09	**0,12**	0,13
150	**220**	240		–		0,34	0,06	**0,08**	0,10	0,08	**0,10**	0,13	0,15	**0,18**	0,20
150	**170**	240		–		0,19	0,06	**0,08**	0,10	0,08	**0,10**	0,13	0,15	**0,18**	0,20
100	**170**	200		–		0,29	0,06	**0,08**	0,10	0,08	**0,10**	0,13	0,13	**0,16**	0,18
100	**140**	150		–		0,24	0,06	**0,08**	0,10	0,08	**0,10**	0,13	0,13	**0,16**	0,18
28	**55**	60	28	**55**	60	0,22	0,08	**0,15**	0,20	0,14	**0,18**	0,21	0,16	**0,20**	0,24
28	**40**	60	28	**40**	60	0,16	0,08	**0,13**	0,18	0,13	**0,16**	0,19	0,15	**0,18**	0,21
400	**1200**	3000	400	**1200**	3000	0,24	0,08	**0,16**	0,22	0,10	**0,18**	0,28	0,13	**0,25**	0,30
250	**400**	600	250	**400**	600	0,18	0,09	**0,14**	0,20	0,09	**0,16**	0,25	0,11	**0,20**	0,28
180	**250**	350	180	**250**	350	0,22	0,08	**0,13**	0,19	0,08	**0,14**	0,22	0,09	**0,18**	0,25
180	**350**	500	180	**350**	500	0,22	0,08	**0,16**	0,16	0,10	**0,18**	0,28	0,13	**0,25**	0,30
180	**280**	350	180	**280**	350	0,22	0,07	**0,14**	0,20	0,09	**0,16**	0,25	0,11	**0,20**	0,28
180	**280**	350	180	**280**	350	0,22	0,07	**0,19**	0,25	0,14	**0,22**	0,28	0,16	**0,24**	0,32
180	**280**	350	180	**280**	350	0,22	0,07	**0,14**	0,20	0,09	**0,16**	0,25	0,11	**0,20**	0,28
180	**200**	250	180	**200**	250	0,22	0,07	**0,13**	0,18	0,09	**0,14**	0,22	0,10	**0,18**	0,25
180	**200**	250	180	**200**	250	0,22	0,07	**0,19**	0,25	0,14	**0,22**	0,28	0,16	**0,24**	0,32
130	**160**	180	130	**160**	180	0,22	0,07	**0,13**	0,18	0,09	**0,14**	0,22	0,10	**0,18**	0,25
40	**60**	100		–		0,18	0,10	**0,19**	0,25	0,16	**0,22**	0,28	0,16	**0,25**	0,32
200	**600**	1000		–		0,22	0,15	**0,18**	0,32	0,18	**0,22**	0,38	0,24	**0,29**	0,51
200	**300**	400		–		0,22	0,15	**0,18**	0,32	0,18	**0,22**	0,38	0,24	**0,29**	0,51
80	**100**	200		–		0,22	0,15	**0,18**	0,32	0,18	**0,22**	0,38	0,24	**0,29**	0,51















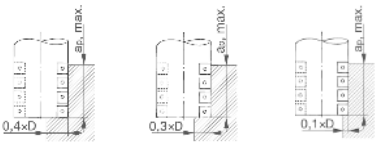
Tabelle 8.109 GARANT 90°-Hochleistungs-Eckfräser MTC (Igelfräser)

Katalognummer 215860 für Wendeplatte AP..1003

$a_{p\ max}$ = 38 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	1. Wahl	Trocken v_c [m/min] min	Trocken v_c [m/min] Start	Trocken v_c [m/min] max	Nass v_c [m/min] min	Nass v_c [m/min] Start	Nass v_c [m/min] max	f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	ST1100/HB7720	150	280	350	160	180	200	0,10
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST1100/HB7720	150	230	300	140	160	180	0,10
2.0	Automatenstähle	< 850	ST1100/HB7720	150	200	270	90	160	180	0,10
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	ST1100/HB7720	150	180	270	90	150	180	0,10
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST1100/HB7720	110	210	220	80	150	180	0,10
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST1100/HB7720	110	200	220	80	150	180	0,10
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1100/HB7720	100	190	200	80	120	180	0,10
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1100/HB7720	100	150	220	50	80	100	0,08
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	ST1400/HB7720	100	140	200	50	75	100	0,08
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST1100/HB7720	140	190	320	80	150	180	0,10
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	ST1400/HB7720	115	170	190	55	90	100	0,10
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	ST1400/HB7720	115	140	180	55	75	100	0,08
7.0	Nitrierstähle	< 1000	ST1100/HB7720	100	140	180	55	80	100	0,08
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST1400/HB7720	90	130	160	55	75	100	0,08
8.0	Werkzeugstähle	< 850	ST1100/HB7720	120	170	220	55	90	100	0,08
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST1100/HB7720	80	150	160	55	80	100	0,07
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST1400/HB7720	115	125	190	55	75	100	0,07
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	ST1400/HB7720	50	90	130	55	80	100	0,07
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	ST1100/HB7720	90	110	190	55	65	100	0,06
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	ST1100/HB7720	90	100	160	55	60	100	0,06
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–		–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	ST1400/HB7720	55	80	100		–		0,07
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	UNI/HB7720		–			–		–
12.0	Federstähle	< 1500	ST1400/HB7720	90	110	130	55	70	100	0,08
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	INOX/HB7535		–		100	120	140	0,08
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	INOX/HB7535		–		60	90	110	0,08
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	INOX/HB7535		–		60	80	120	0,08
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	INOX/HB7535		–		60	80	100	0,08
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	ST1400/HB7720		–		25	40	60	0,10
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	ST1100/HB7720	180	250	350	170	190	210	0,10
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	ST1100/HB7720	180	220	280	140	160	180	0,10
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	ST1100/HB7720	130	200	250	130	150	170	0,10
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	ST1100/HB7720	100	150	200	110	130	150	0,10
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	INOX/HB7535		–		35	50	60	0,15
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	INOX/HB7535		–		35	50	60	0,13
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	ALU/HB7805		–		300	1200	1400	0,16
17.1	Al-Leg., kurzspanend		ALU/HB7805		–		250	1200	1400	0,14
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		ALU/HB7805		–		250	450	550	013
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	ALU/HB7805		–		300	600	1200	0,16
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	ALU/HB7805		–		260	550	900	0,14
18.2	Messing, langspanend	< 600	ALU/HB7805		–		240	430	600	0,19
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	ALU/HB7805		–		240	430	600	0,14
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	ALU/HB7805		–		220	350	500	0,13
18.5	Bronze, langspanend	< 850	ALU/HB7805		–		240	360	450	0,19
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	ALU/HB7805		–		250	340	420	0,13
19.0	Graphit		ALU/HB7805	50	70	110		–		0,19
20.0	Thermoplast		UNI/HB7720	200	600	1000		–		0,18
20.1	Duroplast		UNI/HB7720	200	300	400		–		0,18
20.2	GFK und CFK		UNI/HB7720	80	100	200		–		0,18

Achtung: Auf ausreichend Maschinenleistung achten (vgl. auch Kapitel „Fräsen“, Abschnitt 3)!



2. Wahl UNI/HB7720							Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]								
Trocken			Nass				$a_e = 0,4xD$			$a_e = 0,3xD$			$a_e = 0,1xD$		
v_c [m/min]			v_c [m/min]			f_z	$a_p = 4,8$ mm			$a_p = 4,8$ mm			$a_p = 4,8$ mm		
min	Start	max	min	Start	max	[mm/Z]	min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
180	**320**	350		–		0,30	0,05	**0,10**	0,10	0,08	**0,12**	0,15	0,15	**0,13**	0,20
180	**270**	300		–		0,30	0,05	**0,10**	0,10	0,08	**0,12**	0,15	0,15	**0,13**	0,20
130	**180**	200		–		0,22	0,05	**0,10**	0,10	0,08	**0,12**	0,15	0,15	**0,13**	0,20
100	**150**	160		–		0,22	0,05	**0,10**	0,10	0,08	**0,12**	0,15	0,15	**0,13**	0,20
130	**180**	200		–		0,22	0,05	**0,10**	0,10	0,08	**0,12**	0,15	0,15	**0,13**	0,20
100	**160**	180		–		0,22	0,05	**0,10**	0,10	0,08	**0,12**	0,15	0,15	**0,13**	0,20
100	**150**	160		–		0,20	0,05	**0,10**	0,10	0,08	**0,12**	0,15	0,15	**0,13**	0,20
90	**120**	130		–		0,18	0,05	**0,08**	0,10	0,08	**0,10**	0,15	0,15	**0,12**	0,20
60	**100**	110		–		0,16	0,06	**0,08**	0,10	0,08	**0,10**	0,15	0,15	**0,12**	0,20
130	**180**	200		–		0,30	0,05	**0,10**	0,10	0,08	**0,12**	0,15	0,15	**0,13**	0,20
90	**120**	130		–		0,18	0,05	**0,10**	0,10	0,08	**0,12**	0,15	0,15	**0,13**	0,20
60	**100**	110		–		0,16	0,05	**0,08**	0,10	0,08	**0,10**	0,15	0,15	**0,12**	0,20
90	**120**	130		–		0,18	0,05	**0,08**	0,10	0,08	**0,10**	0,15	0,15	**0,12**	0,20
60	**100**	110		–		0,16	0,05	**0,08**	0,10	0,08	**0,10**	0,15	0,15	**0,12**	0,20
130	**180**	200		–		0,18	0,05	**0,08**	0,10	0,08	**0,10**	0,15	0,15	**0,12**	0,20
90	**120**	130		–		0,16	0,05	**0,07**	0,10	0,08	**0,10**	0,15	0,15	**0,12**	0,20
40	**80**	90		–		0,14	0,05	**0,07**	0,10	0,08	**0,10**	0,15	0,15	**0,12**	0,20
60	**100**	110		–		0,14	0,05	**0,07**	0,10	0,08	**0,10**	0,15	0,15	**0,12**	0,20
40	**60**	70		–		0,12	0,05	**0,06**	0,10	0,08	**0,09**	0,15	0,15	**0,10**	0,20
30	**50**	60		–		0,12	0,05	**0,06**	0,10	0,08	**0,09**	0,15	0,15	**0,10**	0,20
	–			–		–		–			–			–	
40	**60**	80		–		0,12	0,05	**0,07**	0,10	0,08	**0,10**	0,15	0,15	**0,13**	0,20
40	**50**	60		–		0,12		–			–			–	
40	**80**	90		–		0,16	0,07	**0,08**	0,09	0,09	**0,10**	0,11	0,11	**0,12**	0,13
190	**230**	250		–		0,18	0,07	**0,08**	0,09	0,10	**0,10**	0,11	0,11	**0,12**	0,13
190	**230**	250		–		0,18	0,07	**0,08**	0,09	0,10	**0,10**	0,11	0,11	**0,12**	0,13
120	**190**	210		–		0,15	0,07	**0,08**	0,09	0,10	**0,10**	0,11	0,11	**0,12**	0,13
130	**180**	210		–		0,18	0,07	**0,08**	0,09	0,10	**0,10**	0,11	0,11	**0,12**	0,13
25	**40**	65	25	**40**	65	0,14		–			–		0,08	**0,10**	0,15
150	**220**	240		–		0,28	0,05	**0,10**	0,10	0,08	**0,12**	0,15	0,15	**0,13**	0,20
150	**170**	240		–		0,15	0,05	**0,10**	0,10	0,08	**0,12**	0,15	0,15	**0,13**	0,20
100	**170**	200		–		0,24	0,05	**0,10**	0,10	0,08	**0,12**	0,15	0,15	**0,13**	0,20
100	**140**	150		–		0,20	0,05	**0,10**	0,10	0,08	**0,12**	0,15	0,15	**0,13**	0,20
28	**55**	60	28	**55**	60	0,18	0,07	**0,15**	0,20	0,14	**0,18**	0,21	0,16	**0,20**	0,24
28	**40**	60	28	**40**	60	0,13	0,07	**0,13**	0,18	0,13	**0,16**	0,19	0,15	**0,18**	0,21
400	**1200**	3000	400	**1200**	3000	0,20	0,07	**0,16**	0,22	0,10	**0,18**	0,28	0,13	**0,25**	0,30
250	**400**	600	250	**400**	600	0,15	0,07	**0,14**	0,20	0,09	**0,16**	0,25	0,11	**0,20**	0,28
180	**250**	350	180	**250**	350	0,18	0,07	**0,13**	0,19	0,08	**0,14**	0,22	0,09	**0,18**	0,25
180	**350**	500	180	**350**	500	0,18	0,07	**0,16**	0,16	0,10	**0,18**	0,28	0,13	**0,25**	0,30
180	**280**	350	180	**280**	350	0,18	0,06	**0,14**	0,20	0,09	**0,16**	0,25	0,11	**0,20**	0,28
180	**280**	350	180	**280**	350	0,18	0,10	**0,19**	0,25	0,14	**0,22**	0,28	0,16	**0,24**	0,32
180	**280**	350	180	**280**	350	0,18	0,07	**0,14**	0,20	0,09	**0,16**	0,25	0,11	**0,20**	0,28
180	**200**	250	180	**200**	250	0,18	0,07	**0,13**	0,18	0,09	**0,14**	0,22	0,10	**0,18**	0,25
180	**200**	250	180	**200**	250	0,18	0,12	**0,19**	0,25	0,14	**0,22**	0,28	0,16	**0,24**	0,32
130	**160**	180	130	**160**	180	0,18	0,06	**0,13**	0,18	0,09	**0,14**	0,22	0,10	**0,18**	0,25
40	**60**	100		–		0,15	0,12	**0,19**	0,25	0,16	**0,22**	0,28	0,16	**0,25**	0,32
200	**600**	1000		–		0,18	0,17	**0,20**	0,35	0,18	**0,22**	0,38	0,24	**0,29**	0,51
200	**300**	400		–		0,18	0,17	**0,20**	0,35	0,18	**0,22**	0,38	0,24	**0,29**	0,51
80	**100**	200		–		0,18	0,17	**0,20**	0,35	0,18	**0,22**	0,38	0,24	**0,29**	0,51





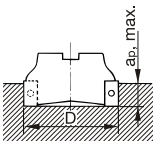


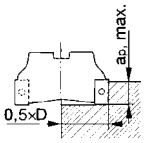

Tabelle 8.110 GARANT Softcut 90°-Hochleistungs-Eckfräser MTC

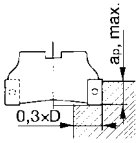
Katalognummer **215560; 215565; 215570; 215575** **für Wendeplatte APMT 1335..**

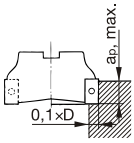
$a_{p\ max}$ = 6 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	1. Wahl	Trocken v_c [m/min]			Nass v_c [m/min]			f_z
		[N/mm²]		min	Start	max	min	Start	max	[mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	ST900/HB7720	320	**340**	360	260	**280**	320	0,16
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST900/HB7720	220	**260**	300	190	**210**	230	0,16
2.0	Automatenstähle	< 850	ST900/HB7720	310	**330**	350	250	**270**	290	0,16
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	ST1400/HB7510	220	**240**	260	180	**200**	220	0,18
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST900/HB7720	260	**280**	300	210	**230**	250	0,16
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST900/HB7720	230	**260**	290	190	**210**	230	0,16
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/HB7510	240	**270**	300	200	**220**	240	0,18
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/HB7510	240	**260**	280	190	**210**	230	0,18
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	ST1400/HB7510	240	**260**	280	190	**210**	230	0,17
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST900/HB7720	280	**300**	320	250	**270**	290	0,16
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	ST1400/HB7510	150	**180**	210	130	**150**	170	0,18
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	ST1400/HB7510	150	**180**	210	130	**150**	170	0,17
7.0	Nitrierstähle	< 1000	ST1400/HB7510	160	**200**	240	140	**160**	180	0,18
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST1400/HB7510	160	**180**	210	140	**150**	170	0,17
8.0	Werkzeugstähle	< 850	ST1400/HB7510	160	**200**	240	140	**160**	180	0,18
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST1400/HB7510	150	**170**	210	130	**150**	170	0,17
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST1400/HB7720	130	**140**	170	100	**120**	140	0,16
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	ST1400/HB7510	130	**150**	170	100	**120**	140	0,16
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–		–			–		–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–		–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–		–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	ST1400/HB7510	60	**70**	80	50	**60**	70	0,15
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	ST1400/HB7510	40	**50**	60	30	**40**	50	0,15
12.0	Federstähle	< 1500	ST1400/HB7510	130	**150**	170	120	**140**	160	0,18
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	INOX/HB7535	140	**160**	180	90	**105**	120	0,20
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	INOX/HB7535	120	**150**	180	80	**100**	120	0,20
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	INOX/HB7535	120	**150**	180	80	**100**	120	0,19
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	INOX/HB7535	90	**120**	150	80	**80**	100	0,18
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	ST1400/HB7720	50	**60**	65	40	**50**	55	0,16
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	GG/HB7720	230	**250**	270	190	**210**	230	0,18
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	GG/HB7720	220	**240**	260	180	**200**	220	0,18
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	GG/HB7720	130	**150**	170	110	**130**	150	0,17
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	GG/HB7720	120	**140**	160	100	**120**	140	0,17
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–		–			–		–
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–		–			–		–
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	ALU/HU7710	300	**600**	1000	300	**600**	1000	0,18
17.1	Al-Leg., kurzspanend		ALU/HU7710	200	**500**	800	200	**500**	800	0,18
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		ALU/HU7710	200	**400**	600	200	**400**	600	0,17
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	ALU/HU7710	200	**400**	600	200	**400**	600	0,13
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	ALU/HU7710	200	**400**	600	200	**400**	600	0,13
18.2	Messing, langspanend	< 600	ALU/HU7710	200	**400**	600	200	**400**	600	0,13
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	ALU/HU7710	200	**400**	600	200	**400**	600	0,13
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	ALU/HU7710	200	**400**	600	200	**400**	600	0,13
18.5	Bronze, langspanend	< 850	ALU/HU7710	200	**400**	600	200	**400**	600	0,13
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	ALU/HU7710	200	**400**	600	200	**400**	600	0,13
19.0	Graphit		ALU/HU7710	75	**100**	125	75	**100**	125	0,18
20.0	Thermoplast		UNI/HB7720	300	**600**	1000	300	**600**	1000	0,18
20.1	Duroplast		UNI/HB7720	200	**500**	900	200	**500**	900	0,18
20.2	GFK und CFK		UNI/HB7720	200	**400**	600	200	**400**	600	0,18









2. Wahl	UNI/HB7720						Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]								
	Trocken			Nass				a_e = (0,5...1)xD			a_e = 0,3xD			a_e = 0,1xD	
	v_c [m/min]			v_c [m/min]				a_p = 4 mm			a_p = 4 mm			a_p = 4 mm	
min	Start	max	min	Start	max	f_z [mm/Z]	min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
310	**330**	350	260	**280**	300	0,18	0,11	**0,15**	0,19	0,12	**0,18**	0,24	0,13	**0,20**	0,27
210	**250**	290	190	**210**	230	0,18	0,11	**0,15**	0,19	0,12	**0,18**	0,24	0,13	**0,20**	0,27
300	**320**	340	250	**270**	290	0,18	0,11	**0,15**	0,19	0,12	**0,18**	0,24	0,13	**0,20**	0,27
200	**220**	240	170	**190**	210	0,17	0,11	**0,14**	0,18	0,12	**0,17**	0,23	0,13	**0,19**	0,25
250	**270**	290	210	**230**	250	0,18	0,11	**0,15**	0,19	0,12	**0,18**	0,24	0,13	**0,20**	0,27
220	**250**	280	190	**210**	230	0,18	0,11	**0,15**	0,19	0,12	**0,18**	0,24	0,13	**0,20**	0,27
220	**250**	280	190	**210**	230	0,17	0,11	**0,14**	0,18	0,12	**0,17**	0,23	0,13	**0,19**	0,25
220	**240**	260	180	**200**	220	0,17	0,11	**0,14**	0,18	0,12	**0,17**	0,23	0,13	**0,19**	0,25
220	**240**	260	180	**200**	220	0,16	0,11	**0,13**	0,15	0,12	**0,16**	0,20	0,12	**0,18**	0,24
270	**290**	310	240	**260**	280	0,18	0,11	**0,15**	0,19	0,12	**0,18**	0,24	0,13	**0,20**	0,27
130	**160**	190	120	**140**	160	0,17	0,11	**0,14**	0,18	0,12	**0,17**	0,23	0,13	**0,19**	0,25
130	**160**	190	120	**140**	160	0,16	0,11	**0,13**	0,15	0,12	**0,16**	0,20	0,12	**0,18**	0,24
140	**180**	220	130	**150**	170	0,17	0,11	**0,14**	0,18	0,12	**0,17**	0,23	0,13	**0,19**	0,25
140	**160**	190	130	**140**	160	0,16	0,11	**0,13**	0,15	0,12	**0,16**	0,20	0,12	**0,18**	0,24
140	**180**	220	130	**150**	170	0,17	0,11	**0,14**	0,18	0,12	**0,17**	0,23	0,13	**0,19**	0,25
130	**160**	190	120	**140**	160	0,16	0,11	**0,13**	0,15	0,12	**0,16**	0,20	0,12	**0,18**	0,24
110	**130**	150	90	**110**	130	0,15	0,11	**0,12**	0,14	0,11	**0,15**	0,19	0,12	**0,17**	0,23
110	**130**	150	90	**110**	130	0,15	0,11	**0,12**	0,14	0,11	**0,15**	0,19	0,12	**0,17**	0,23
	–			–		–		–			–			–	
	–			–		–		–			–			–	
	–			–		–		–			–			–	
40	**50**	60	40	**50**	60	0,14	0,11	**0,12**	0,13	0,11	**0,14**	0,18	0,11	**0,15**	0,20
20	**30**	40	20	**30**	40	0,14	0,11	**0,12**	0,13	0,11	**0,14**	0,18	0,11	**0,14**	0,19
110	**130**	150	110	**130**	150	0,17	0,11	**0,14**	0,18	0,12	**0,17**	0,23	0,13	**0,19**	0,25
140	**160**	180	90	**105**	120	0,16	0,11	**0,13**	0,15	0,12	**0,16**	0,20	0,12	**0,18**	0,24
120	**150**	180	80	**100**	120	0,16	0,11	**0,13**	0,15	0,12	**0,16**	0,20	0,12	**0,18**	0,24
120	**140**	180	80	**90**	120	0,15	0,11	**0,12**	0,14	0,11	**0,15**	0,19	0,12	**0,17**	0,23
90	**140**	150	70	**80**	100	0,14	0,11	**0,12**	0,13	0,11	**0,14**	0,18	0,11	**0,15**	0,20
2530	**40**	45	30	**40**	45	0,15	0,11	**0,12**	0,14	0,11	**0,15**	0,19	0,12	**0,17**	0,23
	–			–		–	0,11	**0,15**	0,19	0,12	**0,18**	0,24	0,13	**0,20**	0,27
	–			–		–	0,11	**0,15**	0,19	0,12	**0,18**	0,24	0,13	**0,20**	0,27
	–			–		–	0,11	**0,14**	0,18	0,12	**0,17**	0,23	0,13	**0,19**	0,25
	–			–		–	0,11	**0,14**	0,18	0,12	**0,17**	0,23	0,13	**0,19**	0,25
	–			–		–		–			–			–	
	–			–		–		–			–			–	
	–			–		–	0,11	**0,13**	0,15	0,12	**0,16**	0,20	0,12	**0,18**	0,24
	–			–		–	0,11	**0,13**	0,15	0,12	**0,16**	0,20	0,12	**0,18**	0,24
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,14	0,12	**0,15**	0,19	0,12	**0,18**	0,24
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,13	0,11	**0,13**	0,15	0,11	**0,14**	0,17
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,13	0,11	**0,13**	0,15	0,11	**0,14**	0,17
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,13	0,11	**0,13**	0,15	0,11	**0,14**	0,17
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,13	0,11	**0,13**	0,15	0,11	**0,14**	0,17
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,13	0,11	**0,13**	0,15	0,11	**0,14**	0,17
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,13	0,11	**0,13**	0,15	0,11	**0,14**	0,17
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,14	0,12	**0,15**	0,19	0,12	**0,18**	0,24
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,14	0,12	**0,15**	0,19	0,12	**0,18**	0,24
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,14	0,12	**0,15**	0,19	0,12	**0,18**	0,24
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,14	0,12	**0,15**	0,19	0,12	**0,18**	0,24















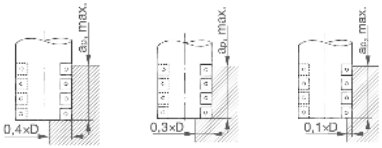
Tabelle 8.111 GARANT Softcut 90°-Hochleistungs-Eckfräser MTC (Igelfräser)

Katalognummer **215577; 215579** **für Wendeplatte APMT 1335**

$a_{p\ max}$ = 40 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	1. Wahl	Trocken v_c [m/min]			Nass v_c [m/min]			f_z
		[N/mm²]		min	Start	max	min	Start	max	[mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	ST900/HB7720	240	260	280	200	220	240	0,16
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST900/HB7720	180	200	220	150	170	190	0,16
2.0	Automatenstähle	< 850	ST900/HB7720	230	250	270	190	210	230	0,16
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	ST1400/HB7510	180	200	220	140	160	180	0,19
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST900/HB7720	190	210	230	160	180	200	0,16
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST900/HB7720	180	200	220	150	170	190	0,16
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1100/HB7510	200	220	240	160	180	200	0,19
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/HB7510	180	210	230	150	170	190	0,19
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	ST1400/HB7510	180	210	230	150	170	190	0,18
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST900/HB7720	260	280	300	220	240	260	0,16
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	ST1400/HB7510	130	150	170	100	120	140	0,19
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	ST1400/HB7510	130	150	170	100	120	140	0,18
7.0	Nitrierstähle	< 1000	ST1400/HB7510	140	160	180	110	130	150	0,19
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST1400/HB7510	130	150	170	110	130	150	0,18
8.0	Werkzeugstähle	< 850	ST1400/HB7510	140	160	180	110	130	150	0,19
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST1400/HB7510	130	150	170	100	120	140	0,18
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST1400/HB7720	100	120	140	70	90	110	0,17
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	ST1400/HB7510	80	100	120	50	70	90	0,17
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–		–			–		–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–		–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–		–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	ST1400/HB7510	50	60	70	40	50	60	0,16
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	ST1400/HB7510	40	50	60	30	40	50	0,16
12.0	Federstähle	< 1500	ST1400/HB7510	100	120	140	70	90	110	0,19
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	INOX/HB7535	110	130	150	60	90	110	0,17
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	INOX/HB7535	100	120	140	60	80	100	0,17
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	INOX/HB7535	100	120	140	60	80	100	0,16
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	INOX/HB7535	80	100	120	50	70	90	0,15
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	ST1400/HB7510	50	60	65	40	50	55	0,17
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	GG/HB7720	210	230	250	190	200	220	0,18
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	GG/HB7720	200	220	240	180	200	220	0,18
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	GG/HB7720	110	130	150	90	110	130	0,17
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	GG/HB7720	100	120	140	80	100	120	0,17
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–		–			–		–
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–		–			–		–
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	ALU/HU7710	200	500	800	200	500	800	0,18
17.1	Al-Leg., kurzspanend		ALU/HU7710	200	400	600	200	400	600	0,18
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		ALU/HU7710	200	350	500	200	350	500	0,17
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	ALU/HU7710	100	300	500	100	300	500	0,13
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	ALU/HU7710	100	300	500	100	300	500	0,13
18.2	Messing, langspanend	< 600	ALU/HU7710	100	300	500	100	300	500	0,13
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	ALU/HU7710	100	300	500	100	300	500	0,13
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	ALU/HU7710	100	300	500	100	300	500	0,13
18.5	Bronze, langspanend	< 850	ALU/HU7710	100	300	500	100	300	500	0,13
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	ALU/HU7710	100	300	500	100	300	500	0,13
19.0	Graphit		ALU/HU7710	60	80	100	60	80	100	0,18
20.0	Thermoplast		UNI/HB7720	200	500	800	200	500	800	0,18
20.1	Duroplast		UNI/HB7720	200	400	600	200	400	600	0,18
20.2	GFK und CFK		UNI/HB7720	200	300	400	200	300	400	0,18

Achtung: Auf ausreichende Maschinenleistung achten (vgl. auch Kapitel „Fräsen“, Abschnitt 3)!



2. Wahl	UNI/HB7720						Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]								
Trocken			Nass				$a_e = 0,4xD$			$a_e = 0,3xD$			$a_e = 0,1xD$		
v_c [m/min]			v_c [m/min]			f_z	$a_p = 4$ mm			$a_p = 4$ mm			$a_p = 4$ mm		
min	Start	max	min	Start	max	[mm/Z]	min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
240	**260**	280	200	**220**	240	0,18	0,11	**0,15**	0,19	0,12	**0,18**	0,24	0,13	**0,20**	0,27
180	**200**	220	150	**170**	190	0,18	0,11	**0,15**	0,19	0,12	**0,18**	0,24	0,13	**0,20**	0,27
230	**250**	270	190	**210**	230	0,18	0,11	**0,15**	0,19	0,12	**0,18**	0,24	0,13	**0,20**	0,27
160	**180**	200	130	**150**	170	0,17	0,11	**0,14**	0,18	0,12	**0,17**	0,23	0,13	**0,19**	0,25
190	**210**	230	160	**180**	200	0,18	0,11	**0,15**	0,19	0,12	**0,18**	0,24	0,13	**0,20**	0,27
180	**200**	220	150	**170**	190	0,18	0,11	**0,15**	0,19	0,12	**0,18**	0,24	0,13	**0,20**	0,27
180	**200**	220	150	**170**	190	0,17	0,11	**0,14**	0,18	0,12	**0,17**	0,23	0,13	**0,19**	0,25
160	**190**	210	90	**160**	180	0,17	0,11	**0,14**	0,18	0,12	**0,17**	0,23	0,13	**0,19**	0,25
160	**190**	210	90	**160**	180	0,16	0,11	**0,13**	0,15	0,12	**0,16**	0,20	0,12	**0,18**	0,24
260	**280**	300	220	**240**	260	0,18	0,11	**0,15**	0,19	0,12	**0,18**	0,24	0,13	**0,20**	0,27
110	**130**	150	90	**110**	130	0,17	0,11	**0,14**	0,18	0,12	**0,17**	0,23	0,13	**0,19**	0,25
110	**130**	150	90	**110**	130	0,16	0,11	**0,13**	0,15	0,12	**0,16**	0,20	0,12	**0,18**	0,24
120	**140**	160	100	**120**	140	0,17	0,11	**0,14**	0,18	0,12	**0,17**	0,23	0,13	**0,19**	0,25
110	**130**	150	90	**110**	130	0,16	0,11	**0,13**	0,15	0,12	**0,16**	0,20	0,12	**0,18**	0,24
120	**140**	160	100	**120**	140	0,17	0,11	**0,14**	0,18	0,12	**0,17**	0,23	0,13	**0,19**	0,25
110	**130**	150	90	**110**	130	0,16	0,11	**0,13**	0,15	0,12	**0,16**	0,20	0,12	**0,18**	0,24
80	**100**	120	60	**80**	100	0,15	0,11	**0,12**	0,14	0,11	**0,15**	0,19	0,12	**0,17**	0,23
60	**80**	100	40	**60**	80	0,15	0,11	**0,12**	0,14	0,11	**0,15**	0,19	0,12	**0,17**	0,23
	–			–		–		–			–			–	
	–			–		–		–			–			–	
	–			–		–		–			–			–	
30	**40**	50	30	**40**	50	0,14	0,11	**0,12**	0,13	0,11	**0,14**	0,18	0,11	**0,15**	0,20
20	**30**	40	20	**30**	40	0,14	0,11	**0,12**	0,13	0,11	**0,14**	0,18	0,11	**0,14**	0,19
80	**100**	120	60	**80**	100	0,17	0,11	**0,14**	0,18	0,12	**0,17**	0,23	0,13	**0,19**	0,25
110	**130**	150	60	**90**	110	0,16	0,11	**0,13**	0,15	0,12	**0,16**	0,20	0,12	**0,18**	0,24
100	**120**	140	60	**80**	100	0,16	0,11	**0,13**	0,15	0,12	**0,16**	0,20	0,12	**0,18**	0,24
100	**120**	140	60	**80**	100	0,15	0,11	**0,12**	0,14	0,11	**0,15**	0,19	0,12	**0,17**	0,23
80	**100**	120	50	**70**	90	0,14	0,11	**0,12**	0,13	0,11	**0,14**	0,18	0,11	**0,15**	0,20
30	**40**	45	30	**40**	45	0,15	0,11	**0,12**	0,14	0,11	**0,15**	0,19	0,12	**0,17**	0,23
	–			–		–	0,11	**0,15**	0,19	0,12	**0,18**	0,24	0,13	**0,20**	0,27
	–			–		–	0,11	**0,15**	0,19	0,12	**0,18**	0,24	0,13	**0,20**	0,27
	–			–		–	0,11	**0,14**	0,18	0,12	**0,17**	0,23	0,13	**0,19**	0,25
	–			–		–	0,11	**0,14**	0,18	0,12	**0,17**	0,23	0,13	**0,19**	0,25
	–			–		–		–			–			–	
	–			–		–		–			–			–	
	–			–		–	0,11	**0,13**	0,15	0,12	**0,16**	0,20	0,12	**0,18**	0,24
	–			–		–	0,11	**0,13**	0,15	0,12	**0,16**	0,20	0,12	**0,18**	0,24
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,14	0,12	**0,15**	0,19	0,12	**0,18**	0,24
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,13	0,11	**0,13**	0,15	0,11	**0,14**	0,17
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,13	0,11	**0,13**	0,15	0,11	**0,14**	0,17
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,13	0,11	**0,13**	0,15	0,11	**0,14**	0,17
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,13	0,11	**0,13**	0,15	0,11	**0,14**	0,17
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,13	0,11	**0,13**	0,15	0,11	**0,14**	0,17
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,13	0,11	**0,13**	0,15	0,11	**0,14**	0,17
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,14	0,12	**0,15**	0,19	0,12	**0,18**	0,24
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,14	0,12	**0,15**	0,19	0,12	**0,18**	0,24
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,14	0,12	**0,15**	0,19	0,12	**0,18**	0,24
	–			–		–	0,11	**0,12**	0,14	0,12	**0,15**	0,19	0,12	**0,18**	0,24



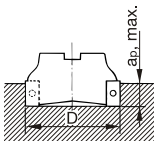
Tabelle 8.112 GARANT Softcut 90°-Hochleistungs-Eckfräser MTC

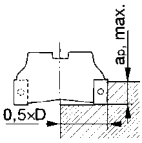
Katalognummer 215605; 215609; 215615; 215620 für Wendeplatte APMT 0602

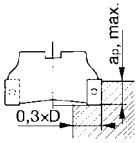
$a_{p\ max}$ = 4 mm

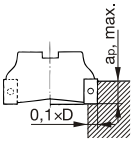
Hinweis: Für 215609 Schnittgeschwindigkeit v_c reduzieren

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	1. Wahl	Trocken v_c [m/min]			Nass v_c [m/min]			f_z
		[N/mm²]		min	Start	max	min	Start	max	[mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	ST900/HB7720	280	300	320	240	260	280	0,08
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST900/HB7720	210	230	250	180	200	220	0,08
2.0	Automatenstähle	< 850	ST900/HB7720	270	290	310	210	230	250	0,08
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	ST1400/HB7720	180	200	220	150	170	190	0,08
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST900/HB7720	220	240	260	180	200	220	0,08
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST900/HB7720	210	230	250	180	200	220	0,08
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1100/HB7720	210	230	250	180	200	220	0,08
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/HB7720	200	220	240	170	190	210	0,08
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	ST1400/HB7720	200	220	240	170	190	210	0,07
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST900/HB7720	230	250	280	210	225	250	0,08
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	ST1400/HB7720	120	140	160	100	120	150	0,08
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	ST1400/HB7720	120	140	160	100	120	150	0,07
7.0	Nitrierstähle	< 1000	ST1400/HB7720	140	160	180	120	140	160	0,08
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST1400/HB7720	140	160	180	130	140	160	0,07
8.0	Werkzeugstähle	< 850	ST1400/HB7720	140	160	180	120	140	160	0,08
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST1400/HB7720	120	140	160	100	120	140	0,07
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST1400/HB7720	110	130	150	90	110	130	0,07
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	ST1400/HB7720	110	130	150	90	110	130	0,07
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–		–			–		–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–		–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–		–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	ST1400/HB7720	40	50	60	40	50	60	0,07
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	ST1400/HB7720	20	30	40	20	30	40	0,07
12.0	Federstähle	< 1500	ST1400/HB7720	110	130	150	110	130	150	0,07
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	INOX/HB7535	140	160	180	90	105	120	0,07
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	INOX/HB7535	120	150	180	80	100	120	0,07
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	INOX/HB7535	120	150	180	80	100	120	0,07
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	INOX/HB7535	90	120	150	80	80	100	0,07
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	ST1400/HB7720	30	40	45	30	40	45	0,07
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	GG/HB7720	230	250	270	170	190	210	0,08
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	GG/HB7720	220	240	260	160	180	200	0,08
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	GG/HB7720	110	130	150	90	110	130	0,07
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	GG/HB7720	100	120	140	80	100	120	0,07
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–		–			–		–
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–		–			–		–
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	ALU/HU7710	300	600	1000	300	600	1000	0,08
17.1	Al-Leg., kurzspanend		ALU/HU7710	200	500	800	200	500	800	0,08
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		ALU/HU7710	200	400	600	200	400	600	0,07
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	ALU/HU7710	200	400	600	200	400	600	0,04
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	ALU/HU7710	200	400	600	200	400	600	0,04
18.2	Messing, langspanend	< 600	ALU/HU7710	200	400	600	200	400	600	0,04
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	ALU/HU7710	200	400	600	200	400	600	0,04
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	ALU/HU7710	200	400	600	200	400	600	0,04
18.5	Bronze, langspanend	< 850	ALU/HU7710	200	400	600	200	400	600	0,04
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	ALU/HU7710	200	400	600	200	400	600	0,04
19.0	Graphit		ALU/HU7710	75	100	125	75	100	125	0,08
20.0	Thermoplast		ALU/HU7710	300	600	1000	300	600	1000	0,08
20.1	Duroplast		ALU/HU7710	200	500	900	200	500	900	0,08
20.2	GFK und CFK		ALU/HU7710	200	400	600	200	400	600	0,08









2. Wahl	UNI/HB7720						Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]								
Trocken			Nass				$a_e = (0,5...1)xD$			$a_e = 0,3xD$			$a_e = 0,1xD$		
v_c [m/min]			v_c [m/min]			f_z	$a_p = 3$ mm			$a_p = 3$mm			$a_p = 3$ mm		
min	Start	max	min	Start	max	[mm/Z]	min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
270	**290**	310	240	**260**	280	0,08	0,03	**0,05**	0,07	0,06	**0,08**	0,10	0,08	**0,11**	0,15
210	**230**	250	180	**200**	220	0,08	0,03	**0,05**	0,07	0,06	**0,08**	0,10	0,08	**0,11**	0,15
270	**290**	310	210	**230**	250	0,08	0,03	**0,05**	0,07	0,06	**0,08**	0,10	0,08	**0,11**	0,15
180	**200**	220	150	**170**	190	0,08	0,03	**0,05**	0,06	0,06	**0,08**	0,09	0,08	**0,11**	0,13
220	**240**	260	180	**200**	220	0,08	0,03	**0,05**	0,07	0,06	**0,08**	0,10	0,08	**0,11**	0,15
210	**220**	250	180	**200**	220	0,08	0,03	**0,05**	0,07	0,06	**0,08**	0,10	0,08	**0,11**	0,15
210	**230**	250	180	**200**	220	0,08	0,03	**0,05**	0,06	0,06	**0,08**	0,09	0,08	**0,11**	0,13
200	**220**	240	170	**190**	210	0,08	0,03	**0,05**	0,06	0,06	**0,08**	0,09	0,08	**0,11**	0,13
200	**220**	240	170	**190**	210	0,07	0,03	**0,04**	0,06	0,06	**0,07**	0,09	0,08	**0,10**	0,12
220	**240**	260	200	**220**	235	0,08	0,03	**0,05**	0,07	0,06	**0,08**	0,10	0,08	**0,11**	0,15
120	**140**	160	100	**120**	150	0,08	0,03	**0,05**	0,06	0,06	**0,08**	0,09	0,08	**0,11**	0,13
120	**140**	160	100	**120**	150	0,07	0,03	**0,04**	0,06	0,06	**0,08**	0,09	0,08	**0,10**	0,13
140	**160**	180	120	**140**	160	0,08	0,03	**0,05**	0,06	0,06	**0,08**	0,09	0,08	**0,11**	0,13
140	**160**	180	130	**140**	160	0,07	0,03	**0,04**	0,06	0,06	**0,07**	0,09	0,08	**0,11**	0,12
140	**160**	180	120	**140**	160	0,08	0,03	**0,05**	0,06	0,06	**0,08**	0,09	0,08	**0,11**	0,13
120	**140**	160	100	**120**	140	0,07	0,03	**0,04**	0,06	0,06	**0,07**	0,09	0,08	**0,10**	0,12
110	**130**	150	90	**110**	130	0,07	0,03	**0,04**	0,06	0,06	**0,07**	0,09	0,08	**0,09**	0,11
110	**130**	150	90	**110**	130	0,07	0,03	**0,04**	0,06	0,06	**0,07**	0,08	0,08	**0,09**	0,11
	–			–		–		–			–			–	
	–			–		–		–			–			–	
	–			–		–		–			–			–	
40	**50**	60	40	**50**	60	0,07	0,03	**0,04**	0,05	0,06	**0,07**	0,08	0,08	**0,09**	0,10
20	**30**	40	20	**30**	40	0,07	0,03	**0,04**	0,05	0,06	**0,07**	0,08	0,08	**0,09**	0,10
110	**130**	150	110	**130**	150	0,07	0,03	**0,04**	0,06	0,06	**0,07**	0,09	0,08	**0,10**	0,12
140	**160**	180	90	**105**	120	0,07	0,03	**0,04**	0,06	0,06	**0,07**	0,09	0,08	**0,10**	0,12
120	**150**	180	80	**100**	120	0,07	0,03	**0,04**	0,06	0,06	**0,07**	0,09	0,08	**0,10**	0,12
120	**140**	180	80	**100**	120	0,07	0,03	**0,04**	0,05	0,06	**0,07**	0,09	0,08	**0,09**	0,11
90	**110**	150	80	**80**	100	0,07	0,03	**0,04**	0,05	0,06	**0,07**	0,09	0,08	**0,09**	0,10
30	**40**	45	30	**40**	45	0,07	0,03	**0,04**	0,05	0,06	**0,07**	0,08	0,08	**0,09**	0,11
	–			–		–	0,03	**0,05**	0,06	0,06	**0,08**	0,09	0,08	**0,11**	0,13
	–			–		–	0,03	**0,05**	0,06	0,06	**0,08**	0,09	0,08	**0,11**	0,13
	–			–		–	0,03	**0,04**	0,05	0,06	**0,07**	0,08	0,08	**0,09**	0,11
	–			–		–	0,03	**0,04**	0,05	0,06	**0,07**	0,08	0,08	**0,09**	0,11
	–			–		–		–			–			–	
	–			–		–		–			–			–	
	–			–		–	0,03	**0,05**	0,06	0,06	**0,08**	0,09	0,08	**0,11**	0,13
	–			–		–	0,03	**0,05**	0,06	0,06	**0,08**	0,09	0,08	**0,11**	0,13
	–			–		–	0,03	**0,04**	0,05	0,06	**0,07**	0,08	0,08	**0,09**	0,11
	–			–		–	0,03	**0,04**	0,05	0,06	**0,07**	0,08	0,08	**0,09**	0,11
	–			–		–	0,03	**0,04**	0,05	0,06	**0,07**	0,08	0,08	**0,09**	0,11
	–			–		–	0,03	**0,04**	0,05	0,06	**0,07**	0,08	0,08	**0,09**	0,11
	–			–		–	0,03	**0,04**	0,05	0,06	**0,07**	0,08	0,08	**0,09**	0,11
	–			–		–	0,03	**0,04**	0,05	0,06	**0,07**	0,08	0,08	**0,09**	0,11
	–			–		–	0,03	**0,04**	0,05	0,06	**0,07**	0,08	0,08	**0,09**	0,11
	–			–		–	0,03	**0,04**	0,05	0,06	**0,07**	0,08	0,08	**0,09**	0,11
	–			–		–	0,03	**0,04**	0,05	0,06	**0,07**	0,08	0,08	**0,09**	0,11
	–			–		–	0,03	**0,04**	0,05	0,06	**0,07**	0,08	0,08	**0,09**	0,11
	–			–		–	0,03	**0,04**	0,05	0,06	**0,07**	0,08	0,08	**0,09**	0,11
	–			–		–	0,03	**0,05**	0,06	0,06	**0,08**	0,09	0,08	**0,11**	0,13
	–			–		–	0,03	**0,05**	0,06	0,06	**0,08**	0,09	0,08	**0,11**	0,13
	–			–		–	0,03	**0,05**	0,06	0,06	**0,08**	0,09	0,08	**0,11**	0,13













Tabelle 8.113 GARANT-Fasenfräser 15°, 30°, 45°, 60°, 75°

Katalognummer **215700** **für Wendeplatte AP..1604 (215720; 215724; 215728; 215744; 215761)**

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	1. Wahl	Trocken v_c [m/min] min	Start	max	Nass v_c [m/min] min	Start	max	f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	UNI/HB7720	180	320	350		–		0,30
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	UNI/HB7720	180	270	300		–		0,30
2.0	Automatenstähle	< 850	UNI/HB7720	130	180	200		–		0,22
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	UNI/HB7720	100	150	160		–		0,22
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	UNI/HB7720	130	180	200		–		0,22
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	UNI/HB7720	100	160	180		–		0,22
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	UNI/HB7720	100	150	160		–		0,20
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	UNI/HB7720	90	120	130		–		0,18
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	UNI/HB7720	200	220	240		–		0,16
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	UNI/HB7720	180	320	350		–		0,30
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	UNI/HB7720	90	120	130		–		0,18
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	UNI/HB7720	60	100	110		–		0,16
7.0	Nitrierstähle	< 1000	UNI/HB7720	90	120	130		–		0,18
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST1400/HB7720	90	110	125	75	90	110	0,15
8.0	Werkzeugstähle	< 850	UNI/HB7720	90	120	130		–		0,18
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	UNI/HB7720	80	100	120		–		0,16
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST1400/HB7720	75	90	110	55	70	90	0,14
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	ST1100/HB7720	70	125	180	90	105	125	0,14
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	UNI/HB7720	40	60	80		–		0,12
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	UNI/HB7720	30	50	60		–		0,12
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–		–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	ST1400/HB7720	90	110	125	75	90	110	0,13
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	UNI/HB7720	40	50	60		–		0,12
12.0	Federstähle	< 1500	ST1400/HB7720	60	90	130	55	70	90	0,13
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	UNI/HB7720	190	230	250		–		0,18
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	UNI/HB7720	190	230	250		–		0,18
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	UNI/HB7720	120	190	210		–		0,15
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	UNI/HB7720	130	190	210		–		0,18
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	UNI/HB7720	25	40	65	25	40	65	0,14
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	GG/SC3025	200	280	380	180	240	340	0,12
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	GG/SC3025	180	260	340	160	240	320	0,12
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	GG/SC3025	160	240	300	140	220	280	0,12
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	GG/SC3025	140	200	280	120	180	260	0,12
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	UNI/HB7720	28	55	60	28	55	60	0,18
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	UNI/HB7720	28	40	60	28	40	60	0,13
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	ALU/HU7710	600	700	800	600	700	800	0,18
17.1	Al-Leg., kurzspanend		ALU/HU7710	400	500	700	400	500	700	0,18
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		ALU/HU7710	200	350	500	200	350	500	0,18
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	UNI/HB7720	180	350	500	180	350	500	0,18
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	UNI/HB7720	180	280	350	180	280	350	0,18
18.2	Messing, langspanend	< 600	UNI/HB7720	180	280	350	180	280	350	0,18
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	UNI/HB7720	180	280	350	180	280	350	0,18
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	UNI/HB7720	180	200	250	180	200	250	0,18
18.5	Bronze, langspanend	< 850	UNI/HB7720	180	200	250	180	200	250	0,18
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	UNI/HB7720	130	160	180	130	160	180	0,18
19.0	Graphit		UNI/HB7720	40	60	100		–		0,15
20.0	Thermoplast		UNI/HB7720	200	600	1000		–		0,18
20.1	Duroplast		UNI/HB7720	200	300	400		–		0,18
20.2	GFK und CFK		UNI/HB7720	80	100	200		–		0,18









2. Wahl	UNI/HB7720						Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]								
Trocken			Nass				bis a_e = 3/3xD			bis a_e = 2/3xD			bis a_e = 1/3xD		
v_c [m/min]			v_c [m/min]			f_z									
min	Start	max	min	Start	max	[mm/Z]	min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
180	**320**	350		–		0,30	0,14	**0,24**	0,26	0,18	**0,30**	0,32	0,22	**0,36**	0,38
180	**270**	300		–		0,30	0,14	**0,24**	0,26	0,18	**0,30**	0,32	0,22	**0,36**	0,38
130	**180**	200		–		0,22	0,12	**0,18**	0,20	0,15	**0,22**	0,25	0,18	**0,26**	0,30
100	**150**	160		–		0,22	0,12	**0,18**	0,20	0,15	**0,22**	0,25	0,18	**0,26**	0,30
130	**180**	200		–		0,22	0,12	**0,18**	0,20	0,15	**0,22**	0,25	0,18	**0,26**	0,30
100	**160**	180		–		0,22	0,12	**0,18**	0,20	0,15	**0,22**	0,25	0,18	**0,26**	0,30
100	**150**	160		–		0,20	0,12	**0,16**	0,18	0,15	**0,20**	0,22	0,18	**0,24**	0,26
90	**120**	130		–		0,18	0,10	**0,14**	0,18	0,12	**0,18**	0,22	0,14	**0,22**	0,26
60	**100**	110		–		0,16	0,10	**0,13**	0,14	0,12	**0,16**	0,18	0,14	**0,19**	0,22
180	**320**	350		–		0,30	0,14	**0,24**	0,26	0,18	**0,30**	0,32	0,22	**0,36**	0,38
90	**120**	130		–		0,18	0,10	**0,14**	0,18	0,12	**0,18**	0,22	0,14	**0,22**	0,26
60	**100**	110		–		0,16	0,10	**0,13**	0,14	0,12	**0,16**	0,18	0,14	**0,19**	0,22
90	**120**	130		–		0,18	0,10	**0,14**	0,18	0,12	**0,18**	0,22	0,14	**0,22**	0,26
90	**100**	110		–		0,16	0,10	**0,13**	0,14	0,12	**0,16**	0,18	0,14	**0,19**	0,22
90	**120**	130		–		0,18	0,10	**0,14**	0,18	0,12	**0,18**	0,22	0,14	**0,22**	0,26
80	**100**	120		–		0,16	0,10	**0,13**	0,14	0,12	**0,16**	0,18	0,14	**0,19**	0,22
40	**80**	90		–		0,14	0,08	**0,11**	0,14	0,10	**0,14**	0,18	0,12	**0,17**	0,22
60	**100**	110		–		0,14	0,08	**0,11**	0,14	0,10	**0,14**	0,18	0,12	**0,17**	0,22
40	**60**	80		–		0,12	0,08	**0,10**	0,11	0,10	**0,12**	0,14	0,12	**0,14**	0,17
30	**50**	60		–		0,12	0,08	**0,10**	0,11	0,10	**0,12**	0,14	0,12	**0,14**	0,17
	–			–		–		–			–			–	
40	**60**	80		–		0,12	0,08	**0,10**	0,11	0,10	**0,12**	0,14	0,12	**0,14**	0,17
40	**50**	60		–		0,12	0,08	**0,10**	0,11	0,10	**0,12**	0,14	0,12	**0,14**	0,17
40	**80**	90		–		0,16	0,08	**0,13**	0,14	0,14	**0,16**	0,18	0,12	**0,19**	0,22
190	**230**	250		–		0,18	0,12	**0,14**	0,20	0,15	**0,18**	0,25	0,18	**0,22**	0,30
190	**230**	250		–		0,18	0,12	**0,14**	0,20	0,15	**0,18**	0,25	0,18	**0,22**	0,30
120	**190**	210		–		0,15	0,10	**0,12**	0,18	0,12	**0,15**	0,22	0,14	**0,18**	0,26
130	**190**	210		–		0,18	0,12	**0,14**	0,20	0,15	**0,18**	0,25	0,18	**0,22**	0,30
25	**40**	65	25	**40**	65	0,14	0,10	**0,11**	0,14	0,12	**0,14**	0,18	0,14	**0,17**	0,22
150	**220**	240		–		0,28	0,08	**0,10**	0,11	0,10	**0,12**	0,18	0,12	**0,15**	0,25
150	**170**	240		–		0,28	0,08	**0,10**	0,11	0,10	**0,12**	0,18	0,12	**0,15**	0,25
100	**170**	200		–		0,24	0,08	**0,10**	0,11	0,10	**0,12**	0,18	0,12	**0,15**	0,25
130	**140**	150		–		0,20	0,08	**0,10**	0,11	0,10	**0,12**	0,18	0,12	**0,15**	0,25
28	**55**	60	28	**55**	60	0,18	0,10	**0,14**	0,16	0,12	**0,18**	0,20	0,14	**0,22**	0,24
28	**40**	60	28	**40**	60	0,13	0,10	**0,10**	0,16	0,12	**0,13**	0,20	0,14	**0,16**	0,24
400	**1200**	3000	400	**1200**	3000	0,20	0,12	**0,16**	0,26	0,15	**0,20**	0,32	0,18	**0,24**	0,38
250	**400**	600	250	**400**	600	0,15	0,10	**0,12**	0,20	0,12	**0,15**	0,25	0,14	**0,18**	0,30
180	**250**	350	180	**250**	350	0,18	0,12	**0,14**	0,26	0,15	**0,18**	0,32	0,18	**0,22**	0,38
180	**350**	500	180	**350**	500	0,18	0,12	**0,14**	0,26	0,15	**0,18**	0,32	0,18	**0,22**	0,38
180	**280**	350	180	**280**	350	0,18	0,12	**0,14**	0,26	0,15	**0,18**	0,32	0,18	**0,22**	0,38
180	**280**	350	180	**280**	350	0,18	0,12	**0,14**	0,26	0,15	**0,18**	0,32	0,18	**0,22**	0,38
180	**280**	350	180	**280**	350	0,18	0,12	**0,14**	0,26	0,15	**0,18**	0,32	0,18	**0,22**	0,38
180	**200**	250	180	**200**	250	0,18	0,12	**0,14**	0,26	0,15	**0,18**	0,32	0,18	**0,22**	0,38
180	**200**	250	180	**200**	250	0,18	0,12	**0,14**	0,26	0,15	**0,18**	0,32	0,18	**0,22**	0,38
130	**160**	180	130	**160**	180	0,18	0,12	**0,14**	0,26	0,15	**0,18**	0,32	0,18	**0,22**	0,38
40	**60**	100		–		0,15	0,08	**0,12**	0,16	0,10	**0,15**	0,20	0,12	**0,18**	0,24
200	**600**	1000		–		0,18	0,12	**0,14**	0,26	0,15	**0,18**	0,32	0,18	**0,22**	0,38
200	**300**	400		–		0,18	0,12	**0,14**	0,26	0,15	**0,18**	0,32	0,18	**0,22**	0,38
80	**100**	200		–		0,18	0,12	**0,14**	0,26	0,15	**0,18**	0,32	0,18	**0,22**	0,38

Tabelle 8.114 GARANT-Fasenfräser 15°, 30°, 40°, 45°, 60°, 75°

Katalognummer **215795** **für Wendeplatte APT..1003**

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	1. Wahl	Trocken v_c [m/min] min	Start	max	Nass v_c [m/min] min	Start	max	f_z [mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	ST1100/HB7720	180	**320**	350	160	**300**	330	0,30
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST1100/HB7720	180	**270**	300	160	**250**	280	0,30
2.0	Automatenstähle	< 850	ST1100/HB7720	130	**180**	200	110	**160**	180	0,22
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	ST1400/HB7720	100	**150**	160	100	**140**	160	0,22
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST1100/HB7720	130	**180**	200	130	**160**	180	0,22
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST1100/HB7720	100	**160**	180	100	**140**	150	0,22
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/HB7720	100	**150**	160	100	**130**	140	0,20
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/HB7720	90	**120**	130	80	**100**	110	0,18
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	ST1400/HB7720	60	**100**	110	60	**90**	110	0,16
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST1100/HB7720	180	**320**	350	160	**300**	330	0,30
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	ST1400/HB7720	90	**120**	130	80	**100**	110	0,18
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	ST1400/HB7720	60	**100**	110	60	**90**	110	0,16
7.0	Nitrierstähle	< 1000	ST1400/HB7720	90	**120**	130	80	**100**	110	0,18
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST1400/HB7720	60	**100**	110	60	**90**	110	0,16
8.0	Werkzeugstähle	< 850	ST1400/HB7720	90	**120**	130	80	**100**	110	0,18
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST1400/HB7720	80	**100**	120	60	**90**	110	0,16
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST1400/HB7720	40	**80**	90	40	**70**	80	0,14
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	ST1400/HB7720	60	**100**	110	50	**80**	100	0,14
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	UNI/HB7720	40	**60**	80		**–**		0,12
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	UNI/HB7720	30	**50**	60		**–**		0,12
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		**–**			**–**		–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	ST1400/HB7720	90	**110**	125		**–**		0,13
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	ST1400/HB7720	40	**50**	60		**–**		0,12
12.0	Federstähle	< 1500	ST1400/HB7720	40	**80**	90	40	**70**	80	0,16
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	INOX/HB7535	130	**140**	160	70	**90**	120	0,18
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	INOX/HB7535	110	**130**	140	60	**80**	110	0,18
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	INOX/HB7535	90	**110**	130	50	**70**	90	0,15
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	INOX/HB7535	90	**110**	130	50	**70**	90	0,18
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	ST1400/HB7720	25	**40**	65		**–**		–
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	ST1100/HB7720	150	**220**	240	150	**200**	200	0,28
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	ST1100/HB7720	150	**170**	240	120	**160**	220	0,28
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	ST1100/HB7720	100	**170**	200	100	**160**	180	0,24
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	ST1100/HB7720	100	**140**	150	100	**120**	140	0,20
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	INOX/HB7535	35	**65**	75	25	**55**	60	0,18
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	INOX/HB7535	25	**50**	55	25	**40**	60	0,13
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	ALU/HU7805	400	**1200**	3000	400	**1200**	3000	0,20
17.1	Al-Leg., kurzspanend		ALU/HU7805	400	**1200**	3000	400	**1200**	3000	0,15
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		ALU/HU7805	200	**450**	600	200	**450**	600	0,18
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	UNI/HB7720	180	**350**	500	180	**350**	500	0,18
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	UNI/HB7720	180	**280**	350	180	**280**	350	0,18
18.2	Messing, langspanend	< 600	UNI/HB7720	180	**280**	350	180	**280**	350	0,18
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	UNI/HB7720	180	**280**	350	180	**280**	350	0,18
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	UNI/HB7720	180	**200**	250	180	**200**	250	0,18
18.5	Bronze, langspanend	< 850	UNI/HB7720	180	**200**	250	180	**200**	250	0,18
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	UNI/HB7720	130	**160**	180	130	**160**	180	0,18
19.0	Graphit		UNI/HB7720	40	**60**	100		**–**		0,15
20.0	Thermoplast		UNI/HB7720	200	**600**	1000		**–**		0,18
20.1	Duroplast		UNI/HB7720	200	**300**	400		**–**		0,18
20.2	GFK und CFK		UNI/HB7720	80	**100**	200		**–**		0,18



2. Wahl	UNI/HB7720							Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]								
Trocken			Nass				bis a_e = 3/3xD			bis a_e = 2/3xD			bis a_e = 1/3xD		
v_c [m/min]			v_c [m/min]			f_z									
min	Start	max	min	Start	max	[mm/Z]	min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
180	**320**	350		–		0,30	0,14	**0,24**	0,26	0,18	**0,30**	0,32	0,22	**0,36**	0,38
180	**270**	300		–		0,30	0,14	**0,24**	0,26	0,18	**0,30**	0,32	0,22	**0,36**	0,38
130	**180**	200		–		0,22	0,12	**0,18**	0,20	0,15	**0,22**	0,25	0,18	**0,26**	0,30
100	**150**	160		–		0,22	0,12	**0,18**	0,20	0,15	**0,22**	0,25	0,18	**0,26**	0,30
130	**180**	200		–		0,22	0,12	**0,18**	0,20	0,15	**0,22**	0,25	0,18	**0,26**	0,30
100	**160**	180		–		0,22	0,12	**0,18**	0,20	0,15	**0,22**	0,25	0,18	**0,26**	0,30
100	**150**	160		–		0,20	0,12	**0,16**	0,18	0,15	**0,20**	0,22	0,18	**0,24**	0,26
90	**120**	130		–		0,18	0,10	**0,14**	0,18	0,12	**0,18**	0,22	0,14	**0,22**	0,26
60	**100**	110		–		0,16	0,10	**0,13**	0,14	0,12	**0,16**	0,18	0,14	**0,19**	0,22
130	**180**	200		–		0,30	0,14	**0,24**	0,26	0,18	**0,30**	0,32	0,22	**0,36**	0,38
90	**120**	130		–		0,18	0,10	**0,14**	0,18	0,12	**0,18**	0,22	0,14	**0,22**	0,26
60	**100**	110		–		0,16	0,10	**0,13**	0,14	0,12	**0,16**	0,18	0,14	**0,19**	0,22
90	**120**	130		–		0,18	0,10	**0,14**	0,18	0,12	**0,18**	0,22	0,14	**0,22**	0,26
60	**100**	110		–		0,16	0,10	**0,13**	0,14	0,12	**0,16**	0,18	0,14	**0,19**	0,22
130	**180**	200		–		0,18	0,10	**0,14**	0,18	0,12	**0,18**	0,22	0,14	**0,22**	0,26
90	**120**	130		–		0,16	0,10	**0,13**	0,14	0,12	**0,16**	0,18	0,14	**0,19**	0,22
40	**80**	90		–		0,14	0,08	**0,11**	0,14	0,10	**0,14**	0,18	0,12	**0,17**	0,22
70	**125**	180		–		0,14	0,08	**0,11**	0,14	0,10	**0,14**	0,18	0,12	**0,17**	0,22
40	**60**	80		–		0,12	0,08	**0,10**	0,11	0,10	**0,12**	0,14	0,12	**0,14**	0,17
30	**50**	60		–		0,12	0,08	**0,10**	0,11	0,10	**0,12**	0,14	0,12	**0,14**	0,17
	–			–		–		–			–			–	
40	**60**	80		–		0,12	0,08	**0,10**	0,11	0,10	**0,12**	0,14	0,12	**0,14**	0,17
40	**50**	60		–		0,12	0,08	**0,10**	0,11	0,10	**0,12**	0,14	0,12	**0,14**	0,17
40	**80**	90		–		0,16	0,08	**0,13**	0,14	0,14	**0,16**	0,18	0,12	**0,19**	0,22
190	**230**	250		–		0,18	0,12	**0,14**	0,20	0,15	**0,18**	0,25	0,18	**0,22**	0,30
190	**230**	250		–		0,18	0,12	**0,14**	0,20	0,15	**0,18**	0,25	0,18	**0,22**	0,30
120	**190**	210		–		0,15	0,10	**0,12**	0,18	0,12	**0,15**	0,22	0,14	**0,18**	0,26
130	**190**	210		–		0,18	0,12	**0,14**	0,20	0,15	**0,18**	0,25	0,18	**0,22**	0,30
25	**40**	65	25	**40**	65	0,14	0,10	**0,11**	0,14	0,12	**0,14**	0,18	0,14	**0,17**	0,22
150	**220**	240		–		0,28	0,14	**0,22**	0,26	0,18	**0,28**	0,32	0,22	**0,34**	0,38
150	**170**	240		–		0,28	0,14	**0,22**	0,26	0,18	**0,28**	0,32	0,22	**0,34**	0,38
100	**170**	200		–		0,24	0,12	**0,19**	0,22	0,15	**0,24**	0,28	0,18	**0,29**	0,34
100	**140**	150		–		0,20	0,12	**0,16**	0,22	0,15	**0,20**	0,28	0,18	**0,24**	0,34
28	**55**	60	28	**55**	60	0,18	0,10	**0,14**	0,16	0,12	**0,18**	0,20	0,14	**0,22**	0,24
28	**40**	60	28	**40**	60	0,13	0,10	**0,10**	0,16	0,12	**0,13**	0,20	0,14	**0,16**	0,24
400	**1200**	3000	400	**1200**	3000	0,20	0,12	**0,16**	0,26	0,15	**0,20**	0,32	0,18	**0,24**	0,38
250	**400**	600	250	**400**	600	0,15	0,10	**0,12**	0,20	0,12	**0,15**	0,25	0,14	**0,18**	0,30
180	**250**	350	180	**250**	350	0,18	0,12	**0,14**	0,26	0,15	**0,18**	0,32	0,18	**0,22**	0,38
180	**350**	500	180	**350**	500	0,18	0,12	**0,14**	0,26	0,15	**0,18**	0,32	0,18	**0,22**	0,38
180	**280**	350	180	**280**	350	0,18	0,12	**0,14**	0,26	0,15	**0,18**	0,32	0,18	**0,22**	0,38
180	**280**	350	180	**280**	350	0,18	0,12	**0,14**	0,26	0,15	**0,18**	0,32	0,18	**0,22**	0,38
180	**280**	350	180	**280**	350	0,18	0,12	**0,14**	0,26	0,15	**0,18**	0,32	0,18	**0,22**	0,38
180	**200**	250	180	**200**	250	0,18	0,12	**0,14**	0,26	0,15	**0,18**	0,32	0,18	**0,22**	0,38
180	**200**	250	180	**200**	250	0,18	0,12	**0,14**	0,26	0,15	**0,18**	0,32	0,18	**0,22**	0,38
130	**160**	180	130	**160**	180	0,18	0,12	**0,14**	0,26	0,15	**0,18**	0,32	0,18	**0,22**	0,38
40	**60**	100		–		0,15	0,08	**0,12**	0,16	0,10	**0,15**	0,20	0,12	**0,18**	0,24
200	**600**	1000		–		0,18	0,12	**0,14**	0,26	0,15	**0,18**	0,32	0,18	**0,22**	0,38
200	**300**	400		–		0,18	0,12	**0,14**	0,26	0,15	**0,18**	0,32	0,18	**0,22**	0,38
80	**100**	200		–		0,18	0,12	**0,14**	0,26	0,15	**0,18**	0,32	0,18	**0,22**	0,38











Tabelle 8.115 GARANT 45°-Fasenfräser

Katalognummer **216100; 216102** **für Wendeplatte SDL.. 0903**
Zähnezahl **1 bis 5**

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	1. Wahl	Trocken v_c [m/min] min	Start	max	Nass v_c [m/min] min	Start	max
1.0	allg. Baustähle	< 500	UNI/HB7535	200	**260**	320		–	
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	UNI/HB7535	180	**220**	250		–	
2.0	Automatenstähle	< 850	UNI/HB7535		–		150	**200**	250
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	UNI/HB7535		–		140	**170**	200
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	UNI/HB7535	150	**170**	180		–	
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	UNI/HB7535	150	**170**	180		–	
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	UNI/HB7535	120	**140**	150		–	
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	UNI/HB7535		–		120	**140**	160
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	UNI/HB7535		–		40	**50**	60
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	UNI/HB7535	180	**220**	250		–	
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	UNI/HB7535		–		150	**170**	180
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	UNI/HB7535	40	**50**	50		–	
7.0	Nitrierstähle	< 1000	UNI/HB7535		–		100	**120**	140
7.1	Nitrierstähle	> 1000	UNI/HB7535		–		60	**80**	100
8.0	Werkzeugstähle	< 850	UNI/HB7535		–		130	**150**	170
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	UNI/HB7535		–		80	**100**	120
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	UNI/HB7535		–		60	**80**	100
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	UNI/HB7535		–		80	**100**	120
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–		–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	UNI/HB7535		–		40	**50**	50
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	UNI/HB7535		–		40	**50**	50
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	UNI/HB7535	100	**120**	140		–	
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	UNI/HB7535	100	**120**	140		–	
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	UNI/HB7535	100	**120**	140		–	
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	UNI/HB7535	80	**90**	100		–	
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	UNI/HB7535		–		40	**50**	50
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	UNI/HB7535	130	**150**	170		–	
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	UNI/HB7535	130	**150**	170		–	
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	UNI/HB7535		–		100	**120**	140
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	UNI/HB7535		–		80	**100**	120
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	UNI/HB7535		–		80	**100**	120
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	UNI/HB7535		–		80	**100**	120
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	ALU/HU7710		–		230	**250**	270
17.1	Al-Leg., kurzspanend		ALU/HU7710		–		230	**250**	270
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		ALU/HU7710		–		100	**120**	140
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	ALU/HU7710		–		230	**250**	270
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	ALU/HU7710		–		230	**250**	270
18.2	Messing, langspanend	< 600	ALU/HU7710		–		230	**250**	270
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	ALU/HU7710		–		230	**250**	270
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	ALU/HU7710		–		230	**250**	270
18.5	Bronze, langspanend	< 850	ALU/HU7710		–		230	**250**	270
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	ALU/HU7710		–		230	**250**	270
19.0	Graphit		–		–			–	
20.0	Thermoplast		UNI/HB7710		–		230	**250**	270
20.1	Duroplast		UNI/HB7535		–		230	**250**	270
20.2	GFK und CFK		UNI/HB7535		–		100	**120**	140

Größe 8 f_z [mm/Z]	Größe 16 bis 25 f_z [mm/Z]	Größe 33,5 f_z [mm/Z]
0,15	0,06	0,06
0,15	0,07	0,07
0,08	0,06	0,06
0,10	0,07	0,07
0,15	0,07	0,07
0,15	0,07	0,07
0,15	0,07	0,07
0,10	0,07	0,07
0,10	0,07	0,07
0,15	0,07	0,07
0,10	0,07	0,07
0,10	0,07	0,07
0,10	0,07	0,07
0,10	0,07	0,07
0,10	0,07	0,07
0,10	0,07	0,07
0,10	0,05	0,05
0,09	0,06	0,06
–	–	–
–	–	–
–	–	–
0,06	0,04	0,04
–	–	–
0,06	0,04	0,04
0,15	0,05	0,05
0,15	0,05	0,05
0,15	0,05	0,05
0,15	0,05	0,05
0,06	0,08	0,08
0,10	0,12	0,12
0,10	0,12	0,12
0,15	0,10	0,10
0,10	0,07	0,07
0,10	0,06	0,06
0,10	0,06	0,06
0,10	0,07	0,07
0,10	0,07	0,07
0,13	0,08	0,07
0,10	0,09	0,07
0,15	0,09	0,09
0,15	0,09	0,09
0,15	0,09	0,09
0,15	0,09	0,09
0,15	0,09	0,09
–	–	–
0,10	0,07	0,07
0,10	0,07	0,07
0,13	0,08	0,08







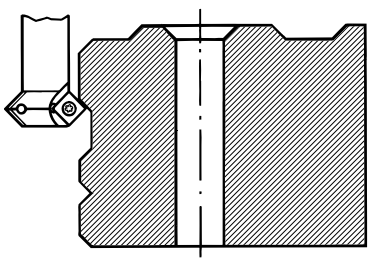


Tabelle 8.116 GARANT 45°-Hochleistungs-Fasenfräser

Katalognummer 216460 **für Wendeplatte SCLT 05T1..**
Zähnezahl 1 bis 4

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	1. Wahl	Trocken v_c [m/min] min	Trocken v_c [m/min] Start	Trocken v_c [m/min] max	Nass v_c [m/min] min	Nass v_c [m/min] Start	Nass v_c [m/min] max
1.0	allg. Baustähle	< 500	UNI/HB7535	200	240	280		–	
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	UNI/HB7535	180	205	230		–	
2.0	Automatenstähle	< 850	UNI/HB7535	200	240	280		–	
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	UNI/HB7535	180	205	230		–	
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	UNI/HB7535	180	205	230		–	
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	UNI/HB7535	180	205	230		–	
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	UNI/HB7535	120	150	180		–	
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	UNI/HB7535	180	205	230		–	
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	UNI/HB7535	120	150	180		–	
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	UNI/HB7535	180	205	230		–	
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	UNI/HB7535	140	180	220		–	
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	UNI/HB7535	120	150	180		–	
7.0	Nitrierstähle	< 1000	UNI/HB7535	120	150	180		–	
7.1	Nitrierstähle	> 1000	UNI/HB7535	100	130	160		–	
8.0	Werkzeugstähle	< 850	UNI/HB7535	130	165	200		–	
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	UNI/HB7535	120	150	180		–	
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	UNI/HB7535	80	120	160		–	
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	UNI/HB7535	70	90	110		–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–		–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	UNI/HB7535	35	50	70		–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	UNI/HB7535	35	50	70		–	
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	UNI/HB7535		–		120	150	180
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	UNI/HB7535		–		100	120	140
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	UNI/HB7535		–		90	110	130
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	UNI/HB7535		–		75	95	115
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	UNI/HB7535		–		30	50	100
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	UNI/HB7535	180	205	230		–	
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	UNI/HB7535	140	180	220		–	
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	UNI/HB7535	120	150	180		–	
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	UNI/HB7535	100	120	140		–	
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	UNI/HB7535		–		60	90	120
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	UNI/HB7535		–		30	60	100
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	UNI/HB7535		–		320	410	580
17.1	Al-Leg., kurzspanend		UNI/HB7535		–		320	410	580
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		UNI/HB7535		–		240	280	350
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	UNI/HB7535		–		190	240	300
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	UNI/HB7535		–		190	240	300
18.2	Messing, langspanend	< 600	UNI/HB7535		–		190	240	300
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	UNI/HB7535		–		150	200	270
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	UNI/HB7535		–		150	200	270
18.5	Bronze, langspanend	< 850	UNI/HB7535		–		150	200	270
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	UNI/HB7535		–		150	200	270
19.0	Graphit		–		–			–	
20.0	Thermoplast		UNI/HB7535		–			–	
20.1	Duroplast		UNI/HB7535		–			–	
20.2	GFK und CFK		UNI/HB7535		–			–	

Größe 2 bis 6 fz [mm/Z]	Größe 9 fz [mm/Z]	Größe 12 fz [mm/Z]
0,10	0,06	0,03
0,10	0,06	0,03
0,10	0,06	0,03
0,10	0,06	0,03
0,10	0,06	0,03
0,10	0,06	0,03
0,10	0,06	0,03
0,10	0,06	0,03
0,10	0,06	0,03
0,10	0,06	0,03
0,10	0,06	0,03
0,10	0,06	0,03
0,10	0,06	0,03
0,10	0,06	0,03
0,10	0,06	0,03
0,10	0,06	0,03
0,08	0,05	0,025
0,08	0,05	0,025
–	–	–
–	–	–
–	–	–
0,08	0,05	0,025
–	–	–
0,08	0,05	0,025
0,08	0,05	0,025
0,08	0,05	0,025
0,08	0,05	0,025
0,08	0,05	0,025
0,08	0,05	0,025
0,15	0,09	0,045
0,15	0,09	0,045
0,11	0,065	0,03
0,11	0,065	0,03
0,08	0,05	0,025
0,08	0,05	0,025
0,10	0,06	0,03
0,10	0,06	0,03
0,12	0,075	0,04
0,12	0,075	0,04
0,12	0,075	0,04
0,12	0,075	0,04
0,12	0,075	0,04
0,12	0,075	0,04
0,12	0,075	0,04
0,10	0,06	0,03
–	–	–
–	–	–
–	–	–
–	–	–





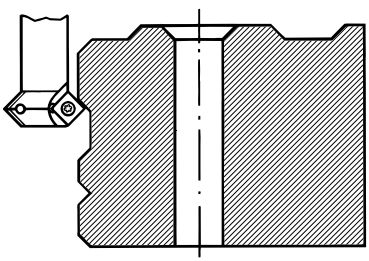


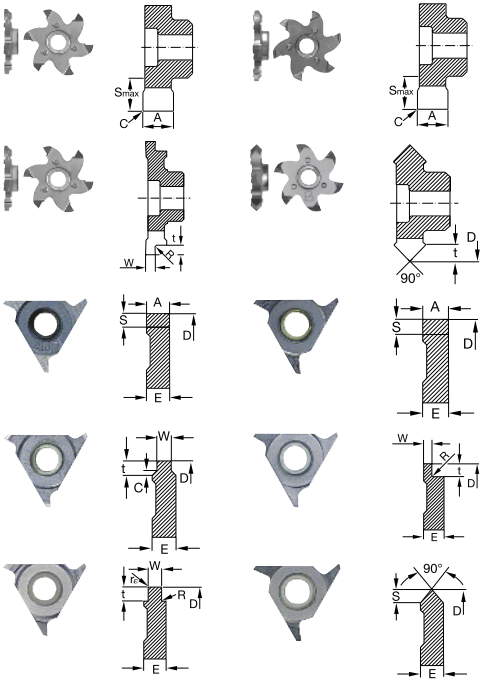
Tabelle 8.117 GARANT Zirkularfrässystem mit Polygon- und Dreikantplatten

Katalognummer 217250; 217252; 217254; 217400; 217405

Hinweis: Bei Fräskörpern aus Hartmetall ist der Zahnvorschub f_z mit folgendem Faktor zu multiplizieren:
Ausführung L (lang): f_z x 0,5
Ausführung XL (extra lang): f_z x 0,4

Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	Polygonplatten P16/P26				Dreikantplatten 04, 03, 02, 01			
			v_c	f_z [mm/Z]			v_c	f_z [mm/Z]		
		[N/mm²]	[m/min]	Min		Max	[m/min]	Min		Max
1.0	allg. Baustähle	< 500	250	0,05	–	0,25	260	0,05	–	0,12
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	180	0,05	–	0,25	220	0,05	–	0,12
2.0	Automatenstähle	< 850	180	0,05	–	0,25	220	0,05	–	0,12
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	120	0,05	–	0,25	180	0,05	–	0,12
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	180	0,05	–	0,25	220	0,05	–	0,12
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	120	0,05	–	0,25	180	0,05	–	0,12
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	120	0,05	–	0,25	100	0,05	–	0,12
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	100	0,05	–	0,25	100	0,05	–	0,12
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	100	0,05	–	0,25	80	0,05	–	0,12
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	180	0,05	–	0,25	220	0,05	–	0,12
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	120	0,05	–	0,25	180	0,05	–	0,12
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	80	0,05	–	0,25	80	0,05	–	0,12
7.0	Nitrierstähle	< 1000	100	0,05	–	0,25	100	0,05	–	0,12
7.1	Nitrierstähle	> 1000	80	0,05	–	0,25	80	0,05	–	0,12
8.0	Werkzeugstähle	< 850	100	0,05	–	0,25	180	0,05	–	0,12
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	100	0,05	–	0,25	100	0,05	–	0,12
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	80	0,05	–	0,25	80	0,05	–	0,12
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	120	0,05	–	0,25	100	0,05	–	0,12
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	60	0,05	–	0,15	60	0,05	–	0,10
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	45	0,05	–	0,10	45	0,05	–	0,08
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	30	0,05	–	0,08	30	0,05	–	0,08
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	80	0,05	–	0,15	80	0,05	–	0,12
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	60	0,05	–	0,15	60	0,05	–	0,12
12.0	Federstähle	< 1500	80	0,05	–	0,15	80	0,03	–	0,08
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	120	0,05	–	0,15	130	0,05	–	0,12
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	120	0,05	–	0,15	130	0,05	–	0,12
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	120	0,05	–	0,15	130	0,05	–	0,12
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	120	0,05	–	0,15	120	0,05	–	0,12
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	60	0,05	–	0,15	100	0,05	–	0,12
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	140	0,05	–	0,25	140	0,05	–	0,12
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	120	0,05	–	0,25	120	0,05	–	0,12
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	120	0,05	–	0,25	120	0,05	–	0,12
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	100	0,05	–	0,25	100	0,05	–	0,12
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	60	0,01	–	0,08	100	0,01	–	0,05
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	60	0,01	–	0,08	100	0,01	–	0,05
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	400	0,15	–	0,40	600	0,05	–	0,25
17.1	Al-Leg., kurzspanend		300	0,15	–	0,40	500	0,05	–	0,25
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		250	0,15	–	0,40	400	0,05	–	0,25
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–		–				–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–		–				–	
18.2	Messing, langspanend	< 600	–		–				–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–		–				–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–		–				–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–		–				–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–		–				–	
19.0	Graphit		–		–				–	
20.0	Thermoplast		–		–				–	
20.1	Duroplast		–		–				–	
20.2	GFK und CFK		–		–				–	

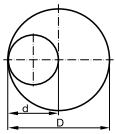




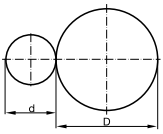
Zirkularfräsen mit Polygon- und Dreikantplatten

Information

Innenfräsen

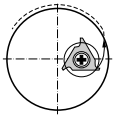


Außenfräsen

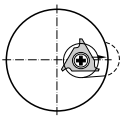


Ein ideales Durchmesserverhältnis von 2:1, Bohrung zu Werkzeug, ergibt einen geringeren Umschlingungswinkel und dadurch einen ruhigen Werkzeuglauf. **Gleichlauffräsen wird empfohlen.**

Im Kreisbogen eintauchen

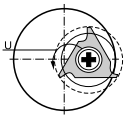


Gerades Eintauchen

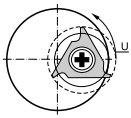


Nach Möglichkeit immer im Kreisbogen eintauchen. Beim geraden Eintauchen nur 1/3 des Vorschubs verwenden und erst nach Erreichen der Stechtiefe vollen Vorschub fahren.

Programmierter Bahnvorschub bezogen auf die Werkzeugmitte



Effektiver Vorschub bezogen auf den Werkzeug-Außen-∅



Immer auf den tatsächlichen Vorschub (effektiver Vorschub) am Außendurchmesser des Werkzeuges achten.

Tabelle 8.118 GARANT Scheiben-/Trennfräser für geklemmte Platten

Katalognummer **218498; 218499; 218501; 218502; 218504**

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	1. Wahl	Trocken v_c [m/min] min	Start	max	Nass v_c [m/min] min	Start	max
1.0	allg. Baustähle	< 500	ST900/HB7535	180	200	260		–	
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST900/HB7535	160	180	200		–	
2.0	Automatenstähle	< 850	ST900/HB7535	160	180	200		–	
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	ST900/HB7535	150	170	190		–	
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST900/HB7535	160	180	200		–	
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST900/HB7535	140	160	180		–	
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST900/HB7535	120	145	165		–	
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST900/HB7535	115	140	160		–	
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	ST900/HB7535	100	125	145		–	
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST900/HB7535	140	180	200		–	
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	ST900/HB7535	120	140	160		–	
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	ST900/HB7535	100	125	145		–	
7.0	Nitrierstähle	< 1000	ST900/HB7535	120	140	160		–	
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST900/HB7535	100	125	145		–	
8.0	Werkzeugstähle	< 850	ST900/HB7535	110	135	150		–	
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST900/HB7535	100	120	140		–	
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	–		–			–	
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	–		–			–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–		–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–		–			–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	–		–			–	
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	INOX/HB7535		–		120	140	160
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	INOX/HB7535		–		110	130	150
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	INOX/HB7535		–		100	120	140
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	INOX/HB7535		–		80	100	120
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–		–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	UNI/HB7535	165	200	240		–	
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	UNI/HB7535	155	180	225		–	
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	UNI/HB7535	130	150	175		–	
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	UNI/HB7535	110	130	150		–	
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–		–			–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–		–			–	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	ALU/HU7710		–		560	665	745
17.1	Al-Leg., kurzspanend		ALU/HU7710		–		520	620	700
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		ALU/HU7710		–		380	460	510
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	ALU/HU7710		–		250	300	350
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600	–		–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–		–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–		–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–		–			–	
19.0	Graphit		–		–			–	
20.0	Thermoplast		–		–			–	
20.1	Duroplast		–		–			–	
20.2	GFK und CFK		–		–			–	

2. Wahl UNI/HB7535						Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]		
Trocken			Nass					
v_c [m/min]			v_c [m/min]			Breite a_p = 1,6 mm	Breite a_p = 2,2 mm	Breite a_p = 3,05 mm
min	Start	max	min	Start	max			
180	**220**	260	180	**220**	260	0,20	0,20	0,20
160	**180**	200	160	**180**	200	0,20	0,20	0,20
160	**180**	200	160	**180**	200	0,18	0,18	0,18
150	**170**	190	150	**170**	190	0,16	0,16	0,16
160	**180**	200	160	**180**	200	0,20	0,20	0,20
140	**160**	180	140	**160**	180	0,18	0,18	0,18
120	**145**	165	120	**145**	165	0,16	0,16	0,16
115	**140**	160	115	**140**	160	0,16	0,16	0,16
100	**125**	145	100	**125**	145	0,16	0,16	0,16
140	**160**	180	140	**160**	180	0,18	0,18	0,18
120	**140**	160	100	**140**	160	0,16	0,16	0,16
100	**125**	145	100	**125**	145	0,16	0,16	0,16
120	**140**	160	120	**140**	160	0,16	0,16	0,16
100	**125**	145	100	**125**	145	0,10	0,10	0,10
110	**135**	150	110	**135**	150	0,18	0,18	0,18
100	**120**	140	100	**120**	140	0,16	0,16	0,16
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
	–		120	**140**	160	0,18	0,18	0,18
	–		110	**130**	150	0,18	0,18	0,18
	–		100	**120**	140	0,18	0,18	0,18
	–		80	**100**	120	0,16	0,16	0,16
	–			–		–	–	–
165	**200**	240		–		0,18	0,18	0,18
155	**180**	225		–		0,18	0,18	0,18
130	**150**	175		–		0,16	0,16	0,16
110	**130**	150		–		0,16	0,16	0,16
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
	–			–		0,14	0,14	0,14
	–			–		0,12	0,12	0,12
	–			–		0,13	0,13	0,13
	–			–		0,12	0,12	0,12
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–











Tabelle 8.119 GARANT Scheibenfräser für aufgeschraubte Wendeschneidplatten

Katalognummer **218560; 218562; 218564** **für Wendeplatte SNHX ..**

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	1. Wahl	Trocken v_c [m/min] min	Start	max	Nass v_c [m/min] min	Start	max
1.0	allg. Baustähle	< 500	ST900/HB7525	280	300	320	250	270	290
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST900/HB7525	270	290	310	240	260	280
2.0	Automatenstähle	< 850	ST900/HB7525	280	300	320	250	270	290
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	ST900/HB7525	270	290	310	240	260	280
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST900/HB7525	270	290	310	240	260	280
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST900/HB7525	255	280	300	230	250	270
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/HB7525	245	240	260	220	240	260
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/HB7525	245	240	260	220	240	260
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	ST1400/HB7525	245	255	270	220	230	240
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST900/HB7525	270	290	310	240	260	280
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	ST900/HB7525	255	280	290	230	250	260
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	ST1400/HB7525	245	255	270	220	230	240
7.0	Nitrierstähle	< 1000	ST1400/HB7525	245	270	280	220	240	250
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST1400/HB7525	245	255	270	220	230	240
8.0	Werkzeugstähle	< 850	ST900/HB7525	255	280	300	230	250	270
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST1400/HB7525	245	270	290	220	240	260
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST1400/HB7525	235	255	270	210	230	240
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	ST1400/HB7525	245	270	280	220	240	250
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–		–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	ST1400/HB7525	220	255	270	200	230	240
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	–		–			–	
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	INOX/HB7535		–		120	140	160
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	INOX/HB7535		–		110	130	150
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	INOX/HB7535		–		100	120	140
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	INOX/HB7535		–		80	100	120
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–		–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	–		–			–	
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	–		–			–	
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	–		–			–	
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	–		–			–	
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–		–			–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–		–			–	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	ALU/HU7710		–		700	800	860
17.1	Al-Leg., kurzspanend		ALU/HU7710		–		550	650	700
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		ALU/HU7710		–		450	500	550
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	ALU/HU7710		–		350	400	450
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600	–		–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–		–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–		–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–		–			–	
19.0	Graphit		–		–			–	
20.0	Thermoplast		–		–			–	
20.1	Duroplast		–		–			–	
20.2	GFK und CFK		–		–			–	

2. Wahl UNI/HB7525						Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]		
Trocken			Nass					
v_c [m/min]			v_c [m/min]			Breite a_p = 4 mm	Breite a_p = 5 mm	Breite a_p = 6 mm
min	Start	max	min	Start	max			
250	**270**	290	230	**250**	270	0,08	0,08	0,08
240	**260**	280	220	**240**	260	0,08	0,08	0,08
250	**270**	290	230	**250**	270	0,08	0,08	0,08
240	**260**	280	210	**230**	250	0,08	0,08	0,08
240	**260**	280	220	**240**	260	0,08	0,08	0,08
230	**250**	270	200	**220**	240	0,08	0,08	0,08
220	**240**	260	180	**200**	220	0,13	0,13	0,13
220	**240**	250	180	**200**	220	0,13	0,13	0,13
220	**230**	240	170	**190**	210	0,13	0,13	0,13
240	**260**	280	220	**240**	260	0,08	0,08	0,08
230	**250**	260	200	**220**	240	0,08	0,08	0,08
220	**230**	240	170	**190**	210	0,13	0,13	0,13
220	**240**	250	180	**200**	220	0,13	0,13	0,13
220	**230**	240	170	**190**	210	0,13	0,13	0,13
230	**250**	270	200	**220**	240	0,08	0,08	0,08
220	**240**	260	180	**200**	220	0,13	0,13	0,13
210	**230**	240	170	**190**	210	0,13	0,13	0,13
220	**240**	250	180	**200**	220	0,13	0,13	0,13
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
200	**230**	240	170	**190**	210	0,10	0,10	0,10
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
	–		110	**130**	250	0,13	0,13	0,13
	–		100	**120**	240	0,13	0,13	0,13
	–		90	**110**	230	0,13	0,13	0,13
	–		70	**90**	110	0,13	0,13	0,13
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
	–			–		0,10	0,10	0,10
	–			–		0,10	0,10	0,10
	–			–		0,10	0,10	0,10
	–			–		0,10	0,10	0,10
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–







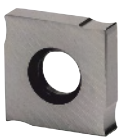


Tabelle 8.120 KOMET JEL PKD Plan- und Bohrnutenfräser

Katalognummer **220035; 220045**

a_p max = 0,2xD bei Planfräser **a_p max = 0,7xD bei Bohrnutenfräser**

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	1. Wahl	Trocken v_c [m/min] min	Start	max	Nass v_c [m/min] min	Start	max
1.0	allg. Baustähle	< 500	–		–			–	
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	–		–			–	
2.0	Automatenstähle	< 850	–		–			–	
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	–		–			–	
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	–		–			–	
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	–		–			–	
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	–		–			–	
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	–		–			–	
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	–		–			–	
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	–		–			–	
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	–		–			–	
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	–		–			–	
7.0	Nitrierstähle	< 1000	–		–			–	
7.1	Nitrierstähle	> 1000	–		–			–	
8.0	Werkzeugstähle	< 850	–		–			–	
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	–		–			–	
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	–		–			–	
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	–		–			–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–		–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–		–			–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	–		–			–	
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	–		–			–	
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	–		–			–	
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	–		–			–	
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	–		–			–	
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–		–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	–		–			–	
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	–		–			–	
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	–		–			–	
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	–		–			–	
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–		–			–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–		–			–	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	PKD		–		200	**1000**	1300
17.1	Al-Leg., kurzspanend		PKD		–		200	**1000**	1300
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		PKD		–		200	**800**	1200
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	PKD		–		200	**1000**	1300
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	PKD		–		200	**500**	1000
18.2	Messing, langspanend	< 600	PKD		–		200	**500**	1000
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	PKD		–		200	**500**	1000
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	PKD		–		200	**500**	1000
18.5	Bronze, langspanend	< 850	PKD		–		200	**500**	1000
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	PKD		–		200	**500**	1000
19.0	Graphit		PKD	300	**1000**	1500		–	
20.0	Thermoplast		–		–			–	
20.1	Duroplast		–		–			–	
20.2	GFK und CFK		PKD	150	**400**	500	200	**500**	600



Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]																		
a_p = (0,5...1)xD						a_p = 0,3xD						a_p = 0,1xD						
Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 32	Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 32	Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 32

Tabelle 8.121 Stellram 90°-Aluminium Fräser 5720VZ16

Katalognummer **220800; 220803; 220806**

für Wendeplatte ZDET 16M5..

Grobzerspanung (Schruppen) a_p max = 16 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	Schnittgeschwindigkeit								
			Trocken					Nass			
			v_c [m/min]					v_c [m/min]			
		[N/mm²]	min		Start		max	min		Start		max
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–					595	–	**1640**	–	3020
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–					495	–	**1370**	–	2515
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		–					395	–	**1095**	–	2015

Mittlere Zerspanung (Vorschlichten) a_p max = 3 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	Schnittgeschwindigkeit								
			Trocken					Nass			
			v_c [m/min]					v_c [m/min]			
		[N/mm²]	min		Start		max	min		Start		max
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–					595	–	**1640**	–	3020
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–					495	–	**1370**	–	2515
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		–					395	–	**1095**	–	2015

Feinbearbeitung (Schlichten) a_p max = 1 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	Schnittgeschwindigkeit								
			Trocken					Nass			
			v_c [m/min]					v_c [m/min]			
		[N/mm²]	min		Start		max	min		Start		max
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–					595	–	**1640**	–	3020
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–					495	–	**1370**	–	2515
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		–					395	–	**1095**	–	2015

Hinweis:
Startwerte sind **fett** gedruckt.
Die angegebenen Schnittdaten sind sehr stark von den äußeren Bedingungen, wie Stabilität der Werkzeug- und Werkstückspannung, Material und Maschine abhängig. Sie stellen Richtwerte bei optimalen Bedingungen dar.






Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]									
a_e = 1xD			bis a_e = 0,6xD			bis a_e = 0,3xD		
min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
0,09	**0,12**	0,15	0,10	**0,15**	0,18	0,12	**0,18**	0,25
0,09	**0,12**	0,15	0,10	**0,15**	0,18	0,12	**0,18**	0,25
0,07	**0,10**	0,12	0,09	**0,12**	0,15	0,10	**0,15**	0,20

Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]									
a_e = 1xD			bis a_e = 0,6xD			bis a_e = 0,3xD		
min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
0,04	**0,06**	0,08	0,06	**0,08**	0,10	0,05	**0,10**	0,15
0,04	**0,06**	0,08	0,06	**0,08**	0,10	0,05	**0,10**	0,15
0,02	**0,04**	0,06	0,04	**0,06**	0,08	0,04	**0,08**	0,12

Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]									
a_e = 1xD			bis a_e = 0,6xD			bis a_e = 0,3xD		
min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
0,01	**0,03**	0,04	0,02	**0,04**	0,06	0,02	**0,06**	0,10
0,01	**0,03**	0,04	0,02	**0,04**	0,06	0,02	**0,06**	0,10
0,01	**0,02**	0,03	0,02	**0,03**	0,05	0,02	**0,05**	0,09

Tabelle 8.122 Stellram Kopierfräser 7700VR/7710VR

Katalognummer 221200; 221203; 221206; 221212; 221215; 221218

WPL

Größe 6 – RP..0602	$a_{p\ max}$ = 3 mm	Größe 12 – RP..1204	$a_{p\ max}$ = 6 mm
Größe 8 – RP..0803	$a_{p\ max}$ = 4 mm	Größe 20 – RP..2006	$a_{p\ max}$ = 10 mm
Größe 10 – RP..10T3	$a_{p\ max}$ = 5 mm		

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	1. Wahl Sorte	Schnittgeschwindigkeit Trocken v_c [m/min]			Schnittgeschwindigkeit Nass v_c [m/min]		
		[N/mm²]		min	Start	max	min	Start	max
1.0	allg. Baustähle	< 500	ST750/MP91M	170	240	360		–	
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST750/MP91M	120	200	250		–	
2.0	Automatenstähle	< 850	ST750/MP91M	110	170	235		–	
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	ST1100/X500	85	140	180	105	155	215
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST750/MP91M	120	165	250		–	
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST1100/X500	90	140	190	115	145	210
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1100/X500	85	130	180	105	135	195
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1100/X500	70	120	170	90	130	190
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	ST1400/SP6519		–		80	110	160
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST750/MP91M	105	160	220		–	
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	ST1100/X500	70	120	170	90	130	190
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	ST1400/SP6519	60	125	160	60	125	160
7.0	Nitrierstähle	< 1000	ST1400/SP6519	70	120	155	75	120	155
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST1400/SP6519	60	100	130	60	100	130
8.0	Werkzeugstähle	< 850	ST1400/SP6519	90	160	220	90	160	220
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST1400/SP6519	70	130	170	70	130	170
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST1400/SP6519		–		80	110	160
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	ST1400/SP6519		–		85	120	175
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	ST1400/SP6519	55	75	110		–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	ST1400/SP6519		–		65	90	130
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	ST1400/SP6519		–		55	75	110
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	INOX/X500	120	190	250	145	195	280
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	INOX/X500	120	180	250	145	195	270
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	INOX/X500	90	160	185	110	165	220
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	INOX/X500	70	120	155	90	125	180
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	TI/X500		–		20	30	45
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	GG/MP91M	120	220	300		–	
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	GG/MP91M	105	200	260		–	
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	GG/MP91M	90	180	230		–	
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	GG/MP91M	85	155	210		–	
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	TI/X500		–		50	65	100
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	TI/X500		–		30	40	60
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	ALU/GH1	450	900	1300	650	1300	2700
17.1	Al-Leg., kurzspanend		ALU/GH1	400	850	1200	550	1200	2400
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		ALU/SH2	300	750	950	400	1000	2010
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–		–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600	–		–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–		–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–		–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–		–			–	
19.0	Graphit		–		–			–	
20.0	Thermoplast		–		–			–	
20.1	Duroplast		–		–			–	
20.2	GFK und CFK		–		–			–	

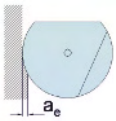




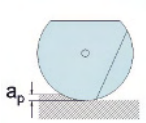

2. Wahl UNI/SP6519						Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]															
Trocken			Nass			a_e = (0,5...1)xD					a_e = 0,3xD					a_e = 0,1xD				
v_c [m/min]			v_c [m/min]																		
min	Start	max	min	Start	max	WPL06	WPL08	WPL10	WPL12	WPL20	WPL06	WPL08	WPL10	WPL12	WPL20	WPL06	WPL08	WPL10	WPL12	WPL20
160	**235**	330	160	**235**	330	0,06	0,08	0,10	0,12	0,20	0,11	0,15	0,19	0,23	0,36	0,20	0,26	0,32	0,39	0,63
115	**200**	280	115	**200**	280	0,06	0,08	0,10	0,12	0,20	0,11	0,15	0,19	0,23	0,36	0,20	0,26	0,32	0,39	0,63
110	**180**	250	110	**180**	250	0,06	0,08	0,10	0,12	0,20	0,11	0,15	0,19	0,23	0,36	0,20	0,26	0,32	0,39	0,63
90	**150**	220	90	**150**	220	0,06	0,08	0,09	0,11	0,18	0,11	0,15	0,19	0,23	0,36	0,18	0,24	0,30	0,36	0,58
115	**165**	250	115	**165**	250	0,06	0,08	0,10	0,12	0,20	0,11	0,15	0,19	0,23	0,36	0,20	0,26	0,32	0,39	0,63
95	**150**	220	95	**150**	220	0,06	0,08	0,10	0,12	0,20	0,11	0,15	0,19	0,23	0,36	0,20	0,26	0,32	0,39	0,63
90	**140**	195	90	**140**	195	0,06	0,08	0,10	0,12	0,20	0,11	0,15	0,19	0,23	0,36	0,20	0,26	0,32	0,39	0,63
80	**130**	170	80	**130**	170	0,06	0,08	0,10	0,12	0,20	0,11	0,15	0,19	0,23	0,36	0,20	0,26	0,32	0,39	0,63
–			80	**110**	160	0,06	0,08	0,09	0,11	0,18	0,10	0,14	0,17	0,21	0,33	0,18	0,24	0,30	0,36	0,58
105	**160**	220	105	**160**	220	0,06	0,08	0,10	0,12	0,20	0,11	0,15	0,19	0,23	0,36	0,20	0,26	0,32	0,39	0,63
80	**140**	200	80	**140**	200	0,06	0,08	0,10	0,12	0,20	0,11	0,15	0,19	0,23	0,36	0,20	0,26	0,32	0,39	0,63
60	**125**	160	60	**125**	160	0,06	0,08	0,09	0,11	0,18	0,10	0,14	0,17	0,21	0,33	0,18	0,24	0,30	0,36	0,58
75	**120**	155	75	**120**	155	–	0,08	0,10	0,12	0,20	–	0,15	0,19	0,23	0,36	–	0,26	0,32	0,39	0,63
60	**100**	130	60	**100**	130	–	0,08	0,09	0,11	0,18	–	0,14	0,17	0,21	0,33	–	0,24	0,30	0,36	0,58
90	**160**	220	90	**160**	220	–	0,08	0,09	0,11	0,18	–	0,14	0,17	0,21	0,33	–	0,24	0,30	0,36	0,58
70	**130**	170	70	**130**	170	–	0,07	0,09	0,10	0,17	–	0,13	0,16	0,19	0,31	–	0,22	0,27	0,33	0,53
–			80	**110**	160	–	0,06	0,08	0,10	0,15	–	0,11	0,14	0,17	0,28	–	0,20	0,25	0,30	0,48
–			85	**120**	175	–	0,08	0,10	0,12	0,20	–	0,15	0,19	0,23	0,36	–	0,26	0,32	0,39	0,63
55	**75**	110		–		–	0,06	0,07	0,09	0,14	–	0,10	0,13	0,16	0,25	–	0,18	0,23	0,27	0,44
–				–		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–				–		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–			65	**90**	130	–	0,06	0,07	0,09	0,14	–	0,10	0,13	0,16	0,25	–	0,18	0,23	0,27	0,44
–				–		–					–	–				–				
–			55	**75**	110	–	0,06	0,07	0,09	0,14	–	0,10	0,13	0,16	0,25	–	0,18	0,23	0,27	0,44
125	**200**	260	125	**200**	260	0,05	0,06	0,08	0,09	0,14	0,08	0,11	0,14	0,16	0,26	0,14	0,19	0,24	0,29	0,46
125	**190**	250	125	**190**	250	0,05	0,06	0,08	0,09	0,14	0,08	0,11	0,14	0,16	0,26	0,14	0,19	0,24	0,29	0,46
90	**160**	180	90	**160**	180	0,05	0,06	0,08	0,09	0,14	0,08	0,11	0,14	0,16	0,26	0,14	0,19	0,24	0,29	0,46
80	**120**	150	80	**120**	150	0,05	0,06	0,08	0,09	0,14	0,08	0,11	0,14	0,16	0,26	0,14	0,19	0,24	0,29	0,46
–			20	**25**	40	0,04	0,05	0,06	0,08	0,12	0,07	0,09	0,12	0,14	0,22	0,12	0,16	0,20	0,24	0,39
180	**245**	355	160	**220**	325	0,07	0,10	0,12	0,15	0,15	0,13	0,18	0,22	0,27	0,15	0,23	0,31	0,39	0,47	0,15
160	**215**	315	145	**195**	290	0,07	0,10	0,12	0,15	0,15	0,13	0,18	0,22	0,27	0,15	0,23	0,31	0,39	0,47	0,15
140	**190**	275	125	**170**	250	0,07	0,10	0,12	0,15	0,15	0,13	0,18	0,22	0,27	0,15	0,23	0,31	0,39	0,47	0,15
130	**175**	260	115	**160**	235	0,07	0,10	0,12	0,15	0,15	0,13	0,18	0,22	0,27	0,15	0,23	0,31	0,39	0,47	0,15
–			45	**65**	100	0,04	0,05	0,06	0,08	0,12	0,07	0,09	0,12	0,14	0,22	0,12	0,16	0,20	0,24	0,39
–			25	**35**	55	0,04	0,05	0,06	0,08	0,12	0,07	0,09	0,12	0,14	0,22	0,12	0,16	0,20	0,24	0,39
–				–		0,04	0,05	0,06	0,07	–	0,07	0,09	0,11	0,13	–	0,11	0,15	0,19	0,23	–
–				–		0,04	0,05	0,06	0,07	–	0,07	0,09	0,11	0,13	–	0,11	0,15	0,19	0,23	–
–				–		0,04	0,05	0,06	0,07	–	0,07	0,09	0,11	0,13	–	0,11	0,15	0,19	0,23	–
–				–				–			–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–				–				–			–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–				–				–			–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–				–				–			–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–				–				–			–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–				–				–			–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–				–				–			–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–				–				–			–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–				–				–			–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–				–				–			–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–				–				–			–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabelle 8.123 Stellram Kopierfräser 5500 V

Katalognummer **221600; 221605** **für Wendeplatte RG..**



Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Sorte	Schnittgeschwindigkeit Trocken v_c [m/min] min	Start	max	Nass v_c [m/min] min	Start	max
1.0	allg. Baustähle	< 500	UNI0/SP1019	200	**280**	340		–	
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	UNI0/SP1019	180	**240**	300		–	
2.0	Automatenstähle	< 850	UNI0/SP1019	160	**220**	280		–	
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	UNI0/SP1019	130	**180**	240		–	
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	UNI0/SP1019	160	**220**	280		–	
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	UNI0/SP1019	140	**200**	260		–	
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	UNI0/SP1019	130	**180**	240		–	
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	UNI0/SP1019	120	**160**	220		–	
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	UNI0/SP1019	100	**140**	180		–	
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	UNI0/SP1019	160	**220**	280		–	
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	UNI0/SP1019	120	**160**	220		–	
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	UNI0/SP1019	100	**140**	180		–	
7.0	Nitrierstähle	< 1000	UNI0/SP1019	120	**160**	220		–	
7.1	Nitrierstähle	> 1000	UNI0/SP1019	100	**140**	180		–	
8.0	Werkzeugstähle	< 850	UNI0/SP1019	140	**200**	260		–	
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	UNI0/SP1019	110	**150**	190		–	
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	UNI0/SP1019	90	**125**	180		–	
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	UNI0/SP1019	80	**110**	160		–	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	UNI0/SP1019	65	**90**	130		–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	UNI0/SP1019	50	**70**	100		–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	UNI0/SP1019		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	UNI0/SP1019	75	**100**	150		–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	UNI0/SP1019		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	UNI0/SP1019		–		65	**90**	130
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	UNI0/SP1019	130	**200**	250	120	**165**	240
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	UNI0/SP1019	120	**180**	230	115	**170**	220
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	UNI0/SP1019	110	**160**	210	105	**150**	200
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	UNI0/SP1019	100	**140**	160	95	**130**	150
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	UNI0/SP1019		–		20	**30**	40
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	UNI0/SP1019	180	**250**	360		–	
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	UNI0/SP1019	160	**220**	320		–	
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	UNI0/SP1019	140	**190**	280		–	
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	UNI0/SP1019	130	**180**	260		–	
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	UNI0/SP1019		–		40	**60**	90
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	UNI0/SP1019		–		20	**35**	50
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	UNI0/SP1019		–			–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend		UNI0/SP1019		–			–	
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		UNI0/SP1019		–			–	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–		–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600	–		–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–		–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–		–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–		–			–	
19.0	Graphit		–		–			–	
20.0	Thermoplast		–		–			–	
20.1	Duroplast		–		–			–	
20.2	GFK und CFK		–		–			–	







Vorschub f_z [mm/Z] für Werkzeugdurchmesser D [mm]						Vorschub f_z [mm/Z] für Werkzeugdurchmesser D [mm]						Schnitttiefe	Eingriffsbreite
												$a_{p\,max}$	$a_{e\,max}$
8	10	12	16	20	25	8	10	12	16	20	25	[mm]	[mm]
0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,06	0,08	0,10	0,14	0,18	0,23	D x 0,15	D x 0,15

Tabelle 8.124 Stellram Kopierfräser 5505 VX

Katalognummer **221700; 221703; 221706 mit Wendeplatte XPNT**

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Sorte	Schnittgeschwindigkeit Trocken v_c [m/min] min	Start	max	Nass v_c [m/min] min	Start	max
1.0	allg. Baustähle	< 500	UNI/SP6519	160	**235**	330	160	**235**	330
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	UNI/SP6519	120	**220**	280	120	**200**	280
2.0	Automatenstähle	< 850	UNI/SP6519	110	**180**	250	110	**180**	250
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	UNI/SP6519	90	**150**	220	90	**150**	220
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	UNI/SP6519	120	**170**	250	120	**170**	250
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	UNI/SP6519	100	**150**	220	100	**150**	220
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	UNI/SP6519	90	**140**	190	90	**140**	190
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	UNI/SP6519	80	**130**	165	80	**130**	165
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	UNI/SP6519		–		75	**105**	160
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	UNI/SP6519	105	**160**	220	105	**160**	220
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	UNI/SP6519	80	**140**	200	80	**140**	200
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	UNI/SP6519	60	**125**	160	60	**125**	160
7.0	Nitrierstähle	< 1000	UNI/SP6519	75	**120**	150	75	**120**	150
7.1	Nitrierstähle	> 1000	UNI/SP6519	60	**100**	130	60	**100**	130
8.0	Werkzeugstähle	< 850	UNI/SP6519	80	**160**	220	80	**160**	220
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	UNI/SP6519	70	**130**	170	70	**130**	170
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	UNI/SP6519		–		80	**110**	160
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	UNI/SP6519		–		85	**120**	175
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	UNI/SP6519	55	**75**	110		–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	UNI/SP6519		–		65	**90**	130
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	UNI/SP6519		–		55	**75**	110
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	UNI/SP6519	125	**200**	260	125	**200**	260
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	UNI/SP6519	125	**190**	250	125	**190**	250
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	UNI/SP6519	90	**160**	180	90	**160**	180
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	UNI/SP6519	80	**120**	150	80	**120**	150
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	UNI/SP6519		–		20	**25**	40
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	UNI/SP6519	180	**240**	350	160	**220**	325
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	UNI/SP6519	160	**215**	320	145	**195**	290
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	UNI/SP6519	140	**190**	280	130	**170**	250
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	UNI/SP6519	130	**175**	260	120	**160**	230
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	UNI/SP6519		–		45	**65**	100
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	UNI/SP6519		–		25	**40**	55
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–		–			–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–		–			–	
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		–		–			–	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–		–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600	–		–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–		–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–		–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–		–			–	
19.0	Graphit		–		–			–	
20.0	Thermoplast		–		–			–	
20.1	Duroplast		–		–			–	
20.2	GFK und CFK		–		–			–	



Vorschub f_z [mm/Z] für Werkzeugdurchmesser D [mm]							Schnitt-tiefe	Eingriffs-breite
12	16	20	25	32	40	50	$a_{p\,max}$ [mm]	$a_{e\,max}$ [mm]
0,13	0,15	0,17	0,20	0,22	0,24	0,27	D/2	D/4.5
0,13	0,15	0,17	0,20	0,22	0,24	0,27	D/2	D/4.5
0,13	0,15	0,17	0,20	0,22	0,24	0,27	D/2	D/4.5
0,11	0,13	0,15	0,18	0,20	0,22	0,25	D/2	D/4.5
0,13	0,15	0,17	0,20	0,22	0,24	0,27	D/2	D/4.5
0,13	0,15	0,17	0,20	0,22	0,24	0,27	D/2	D/4.5
0,11	0,13	0,15	0,18	0,20	0,22	0,25	D/2	D/4.5
0,11	0,13	0,15	0,18	0,20	0,22	0,25	D/2	D/4.5
0,08	0,10	0,12	0,15	0,17	0,19	0,24	D/2	D/4.5
0,13	0,15	0,17	0,20	0,22	0,24	0,27	D/2	D/4.5
0,11	0,13	0,15	0,18	0,20	0,22	0,25	D/2	D/4.5
0,08	0,10	0,12	0,15	0,17	0,19	0,24	D/2	D/4.5
0,11	0,13	0,15	0,18	0,20	0,22	0,25	D/2	D/4.5
0,08	0,10	0,12	0,15	0,17	0,19	0,24	D/2	D/4.5
0,13	0,15	0,17	0,20	0,22	0,24	0,27	D/2	D/4.5
0,11	0,13	0,15	0,18	0,20	0,22	0,25	D/2	D/4.5
0,08	0,10	0,12	0,15	0,17	0,19	0,24	D/2	D/4.5
0,08	0,10	0,12	0,15	0,17	0,19	0,24	D/2	D/4.5
0,08	0,10	0,12	0,15	0,17	0,19	0,24	D/2	D/4.5
–	–	–	–	–	–		–	–
–	–	–	–	–	–		–	–
0,08	0,10	0,12	0,15	0,17	0,19	0,24	D/2	D/4.5
–	–	–	–	–	–		–	–
0,08	0,10	0,12	0,15	0,17	0,19	0,24	D/2	D/4.5
0,09	0,11	0,13	0,16	0,18	0,20	0,23	D/2	D/4.5
0,09	0,11	0,13	0,16	0,18	0,20	0,23	D/2	D/4.5
0,09	0,11	0,13	0,16	0,18	0,20	0,23	D/2	D/4.5
0,09	0,11	0,13	0,16	0,18	0,20	0,23	D/2	D/4.5
0,06	0,08	0,10	0,13	0,15	0,17	0,20	D/2	D/4.5
0,13	0,15	0,17	0,20	0,22	0,24	0,27	D/2	D/4.5
0,13	0,15	0,17	0,20	0,22	0,24	0,27	D/2	D/4.5
0,13	0,15	0,17	0,20	0,22	0,24	0,27	D/2	D/4.5
0,13	0,15	0,17	0,20	0,22	0,24	0,27	D/2	D/4.5
0,08	0,10	0,12	0,15	0,17	0,19	0,22	D/2	D/4.5
0,08	0,10	0,12	0,15	0,17	0,19	0,22	D/2	D/4.5
–	–	–	–	–	–		–	–
–	–	–	–	–	–		–	–
–	–	–	–	–	–		–	–
–	–	–	–	–	–		–	–
–	–	–	–	–	–		–	–
–	–	–	–	–	–		–	–
–	–	–	–	–	–		–	–
–	–	–	–	–	–		–	–
–	–	–	–	–	–		–	–
–	–	–	–	–	–		–	–
–	–	–	–	–	–		–	–
–	–	–	–	–	–		–	–
–	–	–	–	–	–		–	–
–	–	–	–	–	–		–	–
–	–	–	–	–	–		–	–

Berechnung der Schnittdaten

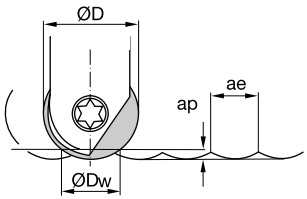
1. Umdrehung

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\Pi \times D_w} \quad (U/min)$$

$$D_w = 2 \times \sqrt{a_p \times (D - a_p)} \quad (mm)$$



n	=	Drehzahl U/min
V_c	=	Schnittgeschwindigkeit
D_w	=	effektiver Werkzeugdurchmesser (Wirkdurchmesser)
a_p	=	Schnitttiefe
a_e	=	Eingriffsbreite (mm)
V_f	=	Vorschubgeschwindigkeit (mm/min)
f	=	Vorschub (mm/U)



Effektiver Werkzeugdurchmesser

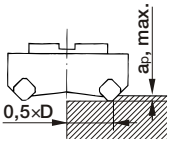
Werkzeug-durch-messer	Wirkdurchmesser D_w [mm] bei Schnitttiefe a_p												
[mm]	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
12	2,2	3,1	3,7	4,8	6,6	7,9	8,9	9,7	–	–	–	–	–
16	2,5	3,6	4,3	5,6	7,7	9,3	10,6	11,6	12,5	–	–	–	–
20	2,8	4.0	4,9	6,2	8,7	10,5	12,0	13,2	14,3	15,2	16,0	–	–
25	3,2	4,5	5,4	7,0	9,8	11,9	13,6	15,0	16,2	17,3	18,3	19,2	20,0
32	3,6	5,0	6,2	7,9	11,1	13,5	15,5	17,2	18,7	20,0	21,2	22,2	23,2
40	4,0	5,6	6,9	8,9	12,5	15,2	17,4	19,4	21,1	22,6	24,0	25,3	26,5
50	4,5	6,3	7,7	9,9	14,0	17,1	19,6	21,8	23,7	25,5	27,1	28,6	30,0

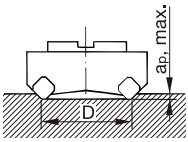
Tabelle 8.125 Stellram Kopierfräser 7792VX für extreme Volumina

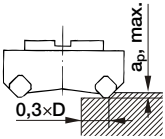
Katalognummer 221900; 221903; 221905; 221908

WPL Größe 06 – XP..0603 $a_{p\ max}$ = 0,9 mm
Größe 09 – XD..0904 $a_{p\ max}$ = 1,5 mm
Größe 12 – XD..1205 $a_{p\ max}$ = 2,5 mm
Größe 16 – XE..1605 $a_{p\ max}$ = 3,5 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	1. Wahl Sorte	Schnittgeschwindigkeit Trocken v_c [m/min]			Schnittgeschwindigkeit Nass v_c [m/min]		
		[N/mm²]		min	Start	max	min	Start	max
1.0	allg. Baustähle	< 500	UNI/SP6519	160	235	330	160	235	330
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	UNI/SP6519	120	200	280	120	200	280
2.0	Automatenstähle	< 850	ST900/X500	110	200	235	130	165	225
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	ST900/X500	85	140	180	105	155	215
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	UNI/SP6519	120	165	250	115	145	210
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST900/X500	90	140	190	115	145	210
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST4100/X400	85	120	180	105	150	225
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/X400	75	105	155	90	130	190
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	ST1400/X400	60	85	130	75	105	160
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	UNI/SP6519	105	160	220	105	160	220
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	ST900/X500	70	120	170	90	130	190
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	ST1400/X400	60	85	130	75	105	160
7.0	Nitrierstähle	< 1000	ST1400/X400	75	105	155	90	130	190
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST1400/X400	60	85	130	75	105	160
8.0	Werkzeugstähle	< 850	ST1400/X400	90	130	190	115	160	240
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST1400/X400	70	95	140	85	120	175
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST1400/X400		–		80	105	160
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	ST1400/X400	70	95	140	85	120	175
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	ST1400/X400		–		55	75	110
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	ST1400/X400		–		45	60	90
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	ST1400/X400		–		40	55	80
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	ST1400/X400	50	70	150	60	90	130
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	UNI/SP6519		–		55	75	110
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	INOX/X500	120	190	250	145	195	280
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	INOX/X500	120	180	250	145	195	270
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	INOX/X500	90	160	185	110	165	220
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	INOX/X500	75	120	155	90	125	180
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	TI/X500		–		20	30	45
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	GG/SC3025	200	280	380	180	240	340
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	GG/SC3025	180	260	340	160	240	320
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	GG/SC3025	160	240	300	140	220	280
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	GG/SC3025	140	200	280	120	180	260
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	TI/X500		–		50	65	100
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	TI/X500		–		30	40	60
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	ALU/GH2		–		600	1100	1800
17.1	Al-Leg., kurzspanend		ALU/GH2		–		500	900	1500
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		ALU/GH2		–		400	725	1200
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–		–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600	–		–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–		–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–		–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–		–			–	
19.0	Graphit		–		–			–	
20.0	Thermoplast		–		–			–	
20.1	Duroplast		–		–			–	
20.2	GFK und CFK		–		–			–	















Gr. 06



Gr. 09



Gr. 12



Gr. 16



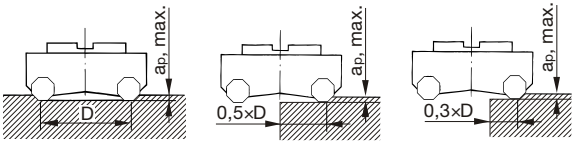
2. Wahl	UNI/SP6519					Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]							
Trocken			Nass			a_e = (0,5...1)xD				a_e = 0,3xD			
v_c [m/min]			v_c [m/min]										
min	Start	max	min	Start	max	WPL06	WPL09	WPL12	WPL16	WPL06	WPL09	WPL12	WPL16
160	**235**	330	160	**235**	330	0,80	2,00	3,00	1,50	1,46	3,64	5,46	2,73
120	**200**	280	120	**200**	280	0,80	2,00	3,00	1,50	1,46	3,64	5,46	2,73
110	**180**	250	110	**180**	250	0,80	2,00	3,00	1,50	1,46	3,64	5,46	2,73
90	**150**	220	90	**150**	220	0,70	1,80	2,50	1,30	1,27	3,28	4,55	2,37
120	**165**	250	120	**165**	250	0,80	2,00	3,00	1,50	1,46	3,64	5,46	2,73
100	**150**	220	100	**150**	220	0,80	2,00	3,00	1,50	1,46	3,64	5,46	2,73
90	**140**	190	90	**140**	190	0,70	1,80	2,50	1,30	1,27	3,28	4,55	2,37
80	**130**	165	80	**130**	165	0,70	1,80	2,50	1,30	1,27	3,28	4,55	2,37
	–		75	**105**	160	0,70	1,80	2,50	1,30	1,27	3,28	4,55	2,37
105	**160**	220	105	**160**	220	0,80	2,00	3,00	1,50	1,46	3,64	5,46	2,73
80	**140**	200	80	**140**	200	0,70	1,80	2,50	1,30	1,27	3,28	4,55	2,37
60	**125**	160	60	**125**	160	0,70	1,00	1,50	1,20	1,27	1,82	2,73	2,18
75	**120**	155	75	**120**	155	0,70	1,80	2,50	1,30	1,27	3,28	4,55	2,37
60	**100**	130	60	**100**	130	0,70	1,00	1,50	1,20	1,27	1,82	2,73	2,18
90	**160**	220	90	**160**	220	0,80	2,00	3,00	1,50	1,46	3,64	5,46	2,73
70	**130**	170	70	**130**	170	0,70	1,00	1,50	1,20	1,27	1,82	2,73	2,18
	–		75	**105**	160	0,70	1,00	1,50	1,20	1,27	1,82	2,73	2,18
	–		85	**120**	175	0,70	1,00	1,50	1,20	1,27	1,82	2,73	2,18
55	**75**	110		–		0,70	1,00	1,50	1,20	1,27	1,82	2,73	2,18
	–			–		0,70	1,00	1,50	1,20	1,27	1,82	2,73	2,18
	–			–		0,70	1,00	1,50	1,20	1,27	1,82	2,73	2,18
	–		65	**90**	130	0,70	1,00	1,50	1,20	1,27	1,82	2,73	2,18
	–			–		–				–	–		
	–		55	**75**	110	0,70	1,00	1,50	1,20	1,27	1,82	2,73	2,18
125	**200**	260	125	**200**	260	0,80	1,00	1,20	1,00	1,46	1,82	2,18	1,82
125	**190**	250	125	**190**	250	0,80	1,00	1,20	1,00	1,46	1,82	2,18	1,82
90	**160**	180	90	**160**	180	0,80	1,00	1,20	1,00	1,46	1,82	2,18	1,82
80	**120**	150	80	**120**	150	0,80	1,00	1,20	1,00	1,46	1,82	2,18	1,82
	–		18	**25**	40	0,40	0,60	0,70	0,60	0,73	1,09	1,27	1,09
180	**240**	355	160	**220**	325	0,80	2,00	3,00	1,50	1,46	3,64	5,46	2,73
160	**215**	315	145	**195**	290	0,80	2,00	3,00	1,50	1,46	3,64	5,46	2,73
140	**190**	280	125	**170**	250	0,80	2,00	3,00	1,50	1,46	3,64	5,46	2,73
130	**175**	260	120	**160**	230	0,80	2,00	3,00	1,50	1,46	3,64	5,46	2,73
	–		45	**65**	100	0,50	0,80	1,00	0,80	0,91	1,46	1,82	1,46
	–		25	**35**	55	0,50	0,80	1,00	0,80	0,91	1,46	1,82	1,46
	–			–		–	1,00	1,50	–	–	1,82	2,73	–
	–			–		–	1,00	1,50	–	–	1,82	2,73	–
	–			–		–	0,80	1,20	–	–	1,46	2,18	–
	–			–		–	–	–	–	–	–	–	–
	–			–		–	–	–	–	–	–	–	–
	–			–		–	–	–	–	–	–	–	–
	–			–		–	–	–	–	–	–	–	–
	–			–		–	–	–	–	–	–	–	–
	–			–		–	–	–	–	–	–	–	–
	–			–		–	–	–	–	–	–	–	–
	–			–		–	–	–	–	–	–	–	–
	–			–		–	–	–	–	–	–	–	–
	–			–		–	–	–	–	–	–	–	–

Tabelle 8.126 Stellram 42°/45°-Planfräser 7745VOD

Katalognummer **222400; 222403; 222405 für Wendeplatten OD..**

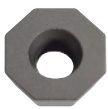
WPL Größe 4 $a_{p\,max}$ = 3,5 mm
WPL Größe 6 $a_{p\,max}$ = 4,5 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	1. Wahl Sorte	Schnittgeschwindigkeit Trocken v_c [m/min]			Nass v_c [m/min]			f_z
		[N/mm²]		min	Start	max	min	Start	max	[mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	ST750/MP91M	170	240	360		–		0,69
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST750/MP91M	120	200	250		–		0,69
2.0	Automatenstähle	< 850	ST750/MP91M	110	170	235		–		0,69
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	ST900/X500	85	140	180	105	155	215	0,58
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST750/MP91M	120	165	250		–		0,69
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST900/X500	90	140	190	115	145	210	0,69
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1100/MP91M	90	140	190		–		0,58
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1100/MP91M	80	130	165		–		0,58
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	ST1400/SP6519	60	100	150	75	105	160	0,52
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST750/MP91M	105	160	220		–		0,69
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	ST900/X500	70	120	170	90	130	190	0,58
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	ST1400/SP6519	60	125	160	60	125	160	0,52
7.0	Nitrierstähle	< 1000	ST1400/SP6519	75	105	155	75	105	160	0,58
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST1400/SP6519	60	100	130	60	100	130	0,52
8.0	Werkzeugstähle	< 850	UNI/SP6519	90	160	190	90	160	220	0,58
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST1400/SP6519	70	130	170	70	130	170	0,52
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST1400/SP6519		–		80	105	160	0,43
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	ST1400/SP6519		–		85	120	175	0,43
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	ST1400/SP6519	55	75	110		–		0,43
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–		–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–		–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	ST1400/SP6519		–		65	90	130	0,43
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–		–
12.0	Federstähle	< 1500	ST1400/SP6519		–		55	75	110	0,43
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	INOX/X500	120	190	250	145	195	280	0,48
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	INOX/X500	120	180	250	145	195	270	0,48
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	INOX/X500	90	160	185	110	165	220	0,48
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	INOX/X500	75	120	155	90	125	180	0,48
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	TI/X500		–		20	30	45	0,28
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	GG/SC3025	200	280	380	180	240	340	0,58
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	GG/SC3025	180	260	340	160	240	320	0,58
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	GGG/SC3025	160	240	300	140	220	280	0,58
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	GGG/SC3025	140	200	280	120	180	260	0,58
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	TI/X500		–		50	65	100	0,35
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	TI/X500		–		30	40	60	0,35
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	ALU/GH1		–		600	1650	3000	0,29
17.1	Al-Leg., kurzspanend		ALU/GH1		–		500	1370	2500	0,29
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		ALU/GH1		–		400	1095	2000	0,25
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–		–			–		–
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–		–			–		–
18.2	Messing, langspanend	< 600	–		–			–		–
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–		–			–		–
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–		–			–		–
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–		–			–		–
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–		–			–		–
19.0	Graphit		–		–			–		–
20.0	Thermoplast		–		–			–		–
20.1	Duroplast		–		–			–		–
20.2	GFK und CFK		–		–			–		–











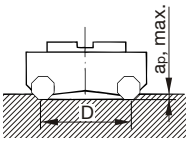
2. Wahl	UNI/SP6519					Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]					
	Trocken			Nass		a_e = (0,5..1)xD			a_e = 0,3xD		
	v_c [m/min]			v_c [m/min]							
min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
160	**235**	330	160	**235**	330	0,30	**0,38**	0,50	0,55	**0,69**	0,91
120	**200**	280	120	**200**	280	0,30	**0,38**	0,50	0,55	**0,69**	0,91
110	**180**	250	110	**180**	250	0,30	**0,38**	0,50	0,55	**0,69**	0,91
90	**150**	220	90	**150**	220	0,27	**0,32**	0,40	0,49	**0,58**	0,73
120	**170**	250	120	**170**	250	0,30	**0,38**	0,50	0,55	**0,69**	0,91
100	**150**	220	100	**150**	220	0,30	**0,38**	0,50	0,55	**0,69**	0,91
90	**140**	190	90	**140**	190	0,27	**0,32**	0,40	0,49	**0,58**	0,73
80	**130**	165	80	**130**	165	0,27	**0,32**	0,40	0,49	**0,58**	0,73
	–		80	**105**	160	0,25	**0,29**	0,35	0,46	**0,52**	0,64
105	**160**	220	105	**160**	220	0,30	**0,38**	0,50	0,55	**0,69**	0,91
80	**140**	200	80	**140**	200	0,27	**0,32**	0,40	0,49	**0,58**	0,73
60	**125**	160	60	**125**	160	0,25	**0,29**	0,35	0,46	**0,52**	0,64
75	**120**	155	75	**120**	155	0,27	**0,32**	0,40	0,49	**0,58**	0,73
60	**100**	130	60	**100**	130	0,25	**0,29**	0,35	0,46	**0,52**	0,64
90	**160**	220	90	**160**	220	0,27	**0,32**	0,40	0,49	**0,58**	0,73
70	**130**	170	70	**130**	170	0,25	**0,29**	0,35	0,46	**0,52**	0,64
	–		80	**105**	160	0,20	**0,24**	0,30	0,36	**0,43**	0,55
	–		85	**120**	175	0,25	**0,29**	0,35	0,46	**0,52**	0,64
55	**75**	110		–		0,20	**0,24**	0,30	0,36	**0,43**	0,55
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–		65	**90**	130	0,20	**0,24**	0,30	0,36	**0,43**	0,55
	–			–			–			–	
	–		55	**75**	110	0,20	**0,24**	0,30	0,36	**0,43**	0,55
125	**200**	260	125	**200**	260	0,20	**0,26**	0,35	0,36	**0,48**	0,64
125	**190**	250	125	**190**	250	0,20	**0,26**	0,35	0,36	**0,48**	0,64
90	**160**	180	90	**160**	180	0,20	**0,26**	0,35	0,36	**0,48**	0,64
80	**120**	150	80	**120**	150	0,20	**0,26**	0,35	0,36	**0,48**	0,64
	–		18	**25**	40	0,12	**0,15**	0,20	0,22	**0,28**	0,36
180	**230**	355	160	**220**	325	0,30	**0,32**	0,37	0,55	**0,58**	0,67
160	**215**	203	145	**200**	290	0,30	**0,32**	0,37	0,55	**0,58**	0,67
140	**190**	280	125	**170**	250	0,30	**0,32**	0,37	0,55	**0,58**	0,67
130	**175**	260	120	**160**	235	0,30	**0,32**	0,37	0,55	**0,58**	0,67
	–		45	**65**	100	0,15	**0,19**	0,25	0,27	**0,35**	0,46
	–		25	**35**	55	0,15	**0,19**	0,25	0,27	**0,35**	0,46
	–			–		0,04	**0,16**	0,30	0,07	**0,29**	0,55
	–			–		0,04	**0,16**	0,30	0,07	**0,29**	0,55
	–			–		0,04	**0,14**	0,25	0,07	**0,25**	0,46
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	

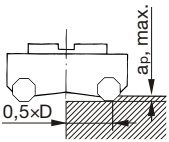
Tabelle 8.127 KYOCERA 45°-Planfräser MFPN45

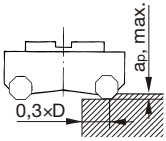
Katalognummer **222800 für Wendeplatte PNMU 1205 ANER**

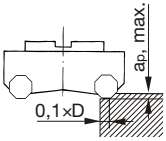
$a_{p\ max}$ = 6 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	1. Wahl Sorte	Schnittgeschwindigkeit Trocken v_c [m/min]			Nass v_c [m/min]		
		[N/mm²]		min	Start	max	min	Start	max
1.0	allg. Baustähle	< 500	ST1400/PR1225	140	**200**	270	120	**180**	250
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST1400/PR1225	140	**200**	270	120	**180**	250
2.0	Automatenstähle	< 850	ST1400/PR1225	120	**180**	250	110	**160**	225
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	ST1400/PR1225	120	**180**	250	110	**160**	225
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST1400/PR1225	120	**180**	250	110	**160**	225
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST1400/PR1225	120	**180**	250	110	**160**	225
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/PR1225	100	**160**	220	90	**145**	200
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/PR1225	100	**160**	220	90	**145**	200
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	ST1400/PR1225	100	**160**	220	90	**145**	200
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST1400/PR1225	120	**180**	250	110	**160**	225
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	ST1400/PR1225	120	**180**	250	110	**160**	225
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	ST1400/PR1225	100	**160**	220	90	**145**	200
7.0	Nitrierstähle	< 1000	ST1400/PR1225	100	**160**	220	90	**145**	200
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST1400/PR1225	100	**160**	220	90	**145**	200
8.0	Werkzeugstähle	< 850	ST1400/PR1225	120	**180**	250	110	**160**	225
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST1400/PR1225	80	**140**	180	70	**125**	160
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST1400/PR1225	80	**140**	180	70	**125**	160
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	ST1400/PR1225	80	**140**	180	70	**125**	160
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–		–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	ST1400/PR1225	80	**140**	180	70	**125**	160
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	ST1400/PR1225	80	**140**	180	70	**125**	160
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	INOX/PR1225	100	**150**	200	90	**135**	180
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	INOX/PR1225	100	**150**	200	90	**135**	180
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	INOX/PR1225	100	**150**	200	90	**135**	180
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	INOX/PR1225	100	**150**	200	90	**135**	180
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–		–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	GG/PR1210	140	**200**	270	125	**180**	245
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	GG/PR1210	120	**180**	250	110	**160**	225
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	GG/PR1210	100	**150**	200	90	**135**	180
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	GG/PR1210	100	**150**	200	90	**135**	180
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	GG/PR1210		–		40	**60**	80
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	GG/PR1210		–		30	**50**	70
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–		–			–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–		–			–	
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		–		–			–	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–		–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600	–		–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–		–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–		–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–		–			–	
19.0	Graphit		–		–			–	
20.0	Thermoplast		–		–			–	
20.1	Duroplast		–		–			–	
20.2	GFK und CFK		–		–			–	









Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]									
a_e = (0,5..1)xD			a_e = 0,3xD			a_e = 0,1xD		
min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
0,10	**0,20**	0,40	0,11	**0,22**	0,44	0,17	**0,33**	0,67
0,10	**0,20**	0,40	0,11	**0,22**	0,44	0,17	**0,33**	0,67
0,10	**0,20**	0,40	0,11	**0,22**	0,44	0,17	**0,33**	0,67
0,10	**0,20**	0,40	0,11	**0,22**	0,44	0,17	**0,33**	0,67
0,10	**0,20**	0,40	0,11	**0,22**	0,44	0,17	**0,33**	0,67
0,10	**0,20**	0,40	0,11	**0,22**	0,44	0,17	**0,33**	0,67
0,10	**0,20**	0,40	0,11	**0,22**	0,44	0,17	**0,33**	0,67
0,10	**0,20**	0,40	0,11	**0,22**	0,44	0,17	**0,33**	0,67
0,10	**0,20**	0,40	0,11	**0,22**	0,44	0,17	**0,33**	0,67
0,10	**0,20**	0,40	0,11	**0,22**	0,44	0,17	**0,33**	0,67
0,10	**0,20**	0,40	0,11	**0,22**	0,44	0,17	**0,33**	0,67
0,10	**0,20**	0,40	0,11	**0,22**	0,44	0,17	**0,33**	0,67
0,10	**0,20**	0,40	0,11	**0,22**	0,44	0,17	**0,33**	0,67
0,10	**0,20**	0,40	0,11	**0,22**	0,44	0,17	**0,33**	0,67
0,10	**0,20**	0,40	0,11	**0,22**	0,44	0,17	**0,33**	0,67
0,10	**0,20**	0,40	0,11	**0,22**	0,44	0,17	**0,33**	0,67
0,10	**0,20**	0,35	0,11	**0,22**	0,38	0,17	**0,33**	0,58
0,10	**0,20**	0,35	0,11	**0,22**	0,38	0,17	**0,33**	0,58
0,10	**0,20**	0,35	0,11	**0,22**	0,38	0,17	**0,33**	0,58
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
0,10	**0,20**	0,35	0,11	**0,22**	0,38	0,17	**0,33**	0,58
	–			–			–	
0,10	**0,20**	0,35	0,11	**0,22**	0,38	0,17	**0,33**	0,58
0,06	**0,20**	0,25	0,07	**0,22**	0,27	0,10	**0,33**	0,42
0,06	**0,20**	0,25	0,07	**0,22**	0,27	0,10	**0,33**	0,42
0,06	**0,20**	0,25	0,07	**0,22**	0,27	0,10	**0,33**	0,42
0,06	**0,20**	0,25	0,07	**0,22**	0,27	0,10	**0,33**	0,42
	–			–			–	
0,10	**0,20**	0,40	0,11	**0,22**	0,44	0,17	**0,33**	0,67
0,10	**0,20**	0,40	0,11	**0,22**	0,44	0,17	**0,33**	0,67
0,10	**0,20**	0,35	0,11	**0,22**	0,38	0,17	**0,33**	0,58
0,10	**0,20**	0,35	0,11	**0,22**	0,38	0,17	**0,33**	0,58
0,06	**0,08**	0,15	0,07	**0,09**	0,16	0,10	**0,13**	0,25
0,06	**0,08**	0,15	0,07	**0,09**	0,16	0,10	**0,13**	0,25
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	









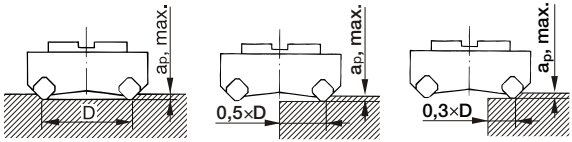
Tabelle 8.128 Stellram 45°-Planfräser 7745VSE

Katalognummer 223600; 223603; 223605 für Wendeplatten SD.

WPL Größe 9 $a_{p\ max}$ = 5 mm
WPL Größe 12 $a_{p\ max}$ = 7 mm

f_z gilt für WPL Größe 12

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	1. Wahl Sorte	Schnittgeschwindigkeit Trocken v_c [m/min]			Schnittgeschwindigkeit Nass v_c [m/min]			f_z
		[N/mm²]		min	Start	max	min	Start	max	[mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	ST750/MP91M	105	150	220		–		0,38
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST750/MP91M	100	200	210		–		0,38
2.0	Automatenstähle	< 850	ST750/MP91M	110	170	210		–		0,38
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	ST1100/SP6519	85	150	180	105	150	220	0,32
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST750/MP91M	120	170	250		–		0,38
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST1100/SP6519	100	150	220	100	150	220	0,38
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1100/SP6519	90	140	195	90	140	195	0,32
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1100/SP6519	80	130	165	80	130	165	0,32
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	ST750/MP91M		–		75	105	160	0,29
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST750/MP91M	105	160	220		–		0,69
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	ST1100/SP6519	80	140	200	80	140	200	0,32
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	ST1400/SP6519	70	130	170	60	125	160	0,29
7.0	Nitrierstähle	< 1000	ST1100/SP6519	75	120	155	75	120	155	0,32
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST1400/SP6519	60	100	130	60	100	130	0,29
8.0	Werkzeugstähle	< 850	ST1100/SP6519	90	160	220	90	160	220	0,32
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST1100/SP6519	70	130	170	70	130	170	0,29
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST1400/SP6519		–		75	105	160	0,24
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	ST1400/SP6519		–		85	120	175	0,29
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	ST1100/SP6519	55	75	110		–		0,24
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–		–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–		–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	ST1400/SP6519		–		65	90	130	0,24
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–		–
12.0	Federstähle	< 1500	ST1400/SP6519		–		55	75	110	0,24
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	INOX/X500	120	190	250	150	195	280	0,27
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	INOX/X500	120	180	250	150	195	270	0,27
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	INOX/X500	90	160	185	110	165	220	0,27
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	INOX/X500	75	120	155	90	125	180	0,27
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	TI/X500		–		20	30	45	0,15
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	GG/MP91M	120	220	290		–		0,32
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	GG/MP91M	105	200	260		–		0,32
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	GGG/MP91M	90	180	230		–		0,32
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	GGG/MP91M	85	155	210		–		0,32
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	TI/X500		–		50	65	100	0,19
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	TI/X500		–		30	40	60	0,19
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	ALU/GH1		–		600	1640	3000	0,19
17.1	Al-Leg., kurzspanend		ALU/GH1		–		500	1370	2500	0,19
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		ALU/GH1		–		400	1095	2000	0,19
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–		–			–		–
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–		–			–		–
18.2	Messing, langspanend	< 600	–		–			–		–
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–		–			–		–
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–		–			–		–
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–		–			–		–
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–		–			–		–
19.0	Graphit		–		–			–		–
20.0	Thermoplast		–		–			–		–
20.1	Duroplast		–		–			–		–
20.2	GFK und CFK		–		–			–		–



2. Wahl	UNI/SP6519						Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]					
	Trocken			Nass			a_e = (0,5..1)xD			a_e = 0,3xD		
	v_c [m/min]			v_c [m/min]								
min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
100	**235**	280	100	**235**	280	0,15	**0,21**	0,29	0,27	**0,38**	0,54
100	**200**	280	100	**200**	280	0,15	**0,21**	0,29	0,27	**0,38**	0,54
100	**180**	250	100	**180**	250	0,15	**0,21**	0,29	0,27	**0,38**	0,54
100	**150**	220	100	**150**	220	0,14	**0,18**	0,24	0,25	**0,32**	0,43
120	**170**	250	120	**170**	250	0,15	**0,21**	0,29	0,27	**0,38**	0,54
100	**150**	220	100	**150**	220	0,15	**0,21**	0,29	0,27	**0,38**	0,54
90	**140**	195	90	**140**	195	0,14	**0,18**	0,24	0,25	**0,32**	0,43
80	**130**	165	80	**130**	165	0,14	**0,18**	0,24	0,25	**0,32**	0,43
	–		80	**105**	160	0,13	**0,16**	0,24	0,23	**0,29**	0,37
105	**160**	220	105	**160**	220	0,54	**0,21**	0,29	0,27	**0,28**	0,54
80	**140**	200	80	**140**	200	0,14	**0,18**	0,24	0,25	**0,32**	0,43
60	**125**	160	60	**125**	160	0,13	**0,16**	0,24	0,23	**0,29**	0,37
75	**120**	155	75	**120**	155	0,14	**0,18**	0,24	0,25	**0,32**	0,43
60	**100**	130	60	**100**	130	0,13	**0,16**	0,21	0,23	**0,29**	0,37
90	**160**	220	90	**160**	220	0,14	**0,18**	0,24	0,25	**0,32**	0,43
70	**130**	170	70	**130**	170	0,13	**0,16**	0,21	0,23	**0,29**	0,37
	–		75	**105**	160	0,10	**0,13**	0,18	0,18	**0,24**	0,32
	–		85	**120**	175	0,13	**0,16**	0,21	0,23	**0,29**	0,37
55	**75**	110		–		0,10	**0,13**	0,18	0,18	**0,24**	0,32
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–		65	**90**	130	0,10	**0,13**	0,18	0,18	**0,24**	0,32
	–			–			–			–	
	–		55	**75**	110	0,10	**0,13**	0,18	0,18	**0,24**	0,32
125	**200**	260	125	**200**	260	0,10	**0,15**	0,21	0,18	**0,27**	0,37
125	**190**	250	125	**190**	250	0,10	**0,15**	0,21	0,18	**0,27**	0,37
90	**160**	180	90	**160**	180	0,10	**0,15**	0,21	0,18	**0,27**	0,37
80	**120**	150	80	**120**	150	0,10	**0,15**	0,21	0,18	**0,27**	0,37
	–		20	**25**	40	0,06	**0,08**	0,12	0,11	**0,15**	0,21
180	**240**	355	160	**220**	320	0,15	**0,18**	0,22	0,27	**0,32**	0,40
160	**215**	315	145	**195**	290	0,15	**0,18**	0,22	0,27	**0,32**	0,40
140	**190**	280	125	**170**	250	0,15	**0,18**	0,22	0,27	**0,32**	0,40
130	**175**	260	120	**160**	230	0,15	**0,18**	0,22	0,27	**0,32**	0,40
	–		45	**65**	100	0,08	**0,11**	0,15	0,14	**0,19**	0,27
	–		25	**40**	55	0,08	**0,11**	0,15	0,14	**0,19**	0,27
	–			–		0,04	**0,10**	0,18	0,07	**0,19**	0,32
	–			–		0,04	**0,10**	0,18	0,07	**0,19**	0,32
	–			–		0,04	**0,09**	0,15	0,07	**0,16**	0,27
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	
	–			–			–			–	







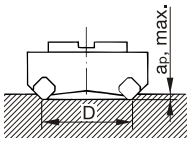


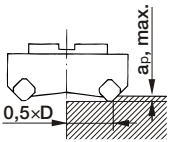
Tabelle 8.129 KYOCERA 75°-Planfräser MSRS (Monster Square)

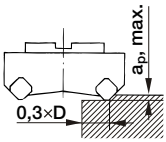
Katalognummer **224000 für Wendeplatte SPMT 1806 ED.R**

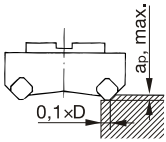
$a_{p\ max}$ = 12 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	1. Wahl Sorte	Schnittgeschwindigkeit Trocken v_c [m/min]			Nass v_c [m/min]		
		[N/mm²]		min	Start	max	min	Start	max
1.0	allg. Baustähle	< 500	ST1400/PR1230	140	**200**	240	120	**180**	220
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST1400/PR1230	140	**200**	240	120	**180**	220
2.0	Automatenstähle	< 850	ST1400/PR1230	120	**180**	220	110	**160**	200
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	ST1400/PR1230	120	**180**	220	110	**160**	200
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST1400/PR1230	120	**180**	220	110	**160**	200
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST1400/PR1230	120	**180**	220	110	**160**	200
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/PR1230	100	**160**	200	100	**160**	180
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/PR1230	100	**160**	220	110	**160**	200
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	ST1400/PR1230	100	**160**	200	110	**160**	180
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST1400/PR1230	120	**180**	220	110	**160**	200
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	ST1400/PR1230	120	**180**	220	110	**160**	200
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	ST1400/PR1230	100	**180**	200	110	**160**	180
7.0	Nitrierstähle	< 1000	ST1400/PR1230	120	**180**	220	110	**160**	200
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST1400/PR1230	120	**180**	220	110	**160**	200
8.0	Werkzeugstähle	< 850	ST1400/PR1230	120	**180**	220	110	**160**	200
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST1400/PR1230	100	**160**	200	90	**145**	180
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST1400/PR1230	100	**160**	200	90	**145**	180
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	ST1400/PR1230	100	**160**	200	90	**145**	180
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–		–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	ST1400/PR1230	100	**160**	200	90	**145**	180
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	ST1400/PR1230	100	**160**	200	90	**145**	180
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	–		–			–	
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	–		–			–	
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	–		–			–	
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	–		–			–	
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–		–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	GG/PR1210	140	**200**	270	125	**180**	245
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	GG/PR1210	120	**180**	250	110	**160**	225
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	GG/PR1210	100	**160**	220	90	**145**	200
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	GG/PR1210	100	**160**	220	90	**145**	200
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–		–			–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–		–			–	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–		–			–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–		–			–	
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		–		–			–	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–		–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600	–		–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–		–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–		–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–		–			–	
19.0	Graphit		–		–			–	
20.0	Thermoplast		–		–			–	
20.1	Duroplast		–		–			–	
20.2	GFK und CFK		–		–			–	









Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]									
a_e = (0,5..1)xD			a_e = 0,3xD			a_e = 0,1xD		
min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
0,15	**0,20**	0,30	0,16	**0,22**	0,33	0,25	**0,33**	0,50
0,15	**0,20**	0,30	0,16	**0,22**	0,33	0,25	**0,33**	0,50
0,15	**0,20**	0,30	0,16	**0,22**	0,33	0,25	**0,33**	0,50
0,15	**0,20**	0,30	0,16	**0,22**	0,33	0,25	**0,33**	0,50
0,15	**0,20**	0,30	0,16	**0,22**	0,33	0,25	**0,33**	0,50
0,15	**0,20**	0,30	0,16	**0,22**	0,33	0,25	**0,33**	0,50
0,15	**0,20**	0,30	0,16	**0,22**	0,33	0,25	**0,33**	0,50
0,15	**0,20**	0,30	0,16	**0,22**	0,33	0,25	**0,33**	0,50
0,15	**0,20**	0,30	0,16	**0,22**	0,33	0,25	**0,33**	0,50
0,15	**0,20**	0,30	0,16	**0,22**	0,33	0,25	**0,33**	0,50
0,15	**0,20**	0,30	0,16	**0,22**	0,33	0,25	**0,33**	0,50
0,15	**0,20**	0,30	0,16	**0,22**	0,33	0,25	**0,33**	0,50
0,15	**0,20**	0,30	0,16	**0,22**	0,33	0,25	**0,33**	0,50
0,15	**0,20**	0,30	0,16	**0,22**	0,33	0,25	**0,33**	0,50
0,10	**0,15**	0,20	0,11	**0,16**	0,22	0,17	**0,25**	0,33
0,10	**0,15**	0,20	0,11	**0,16**	0,22	0,17	**0,25**	0,33
0,10	**0,15**	0,20	0,11	**0,16**	0,22	0,17	**0,25**	0,33
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
0,10	**0,15**	0,20	0,11	**0,16**	0,22	0,17	**0,25**	0,33
	–			–			–	
0,10	**0,15**	0,20	0,11	**0,16**	0,22	0,17	**0,25**	0,33
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
0,20	**0,25**	0,35	0,22	**0,27**	0,38	0,33	**0,42**	0,58
0,20	**0,25**	0,35	0,22	**0,27**	0,38	0,33	**0,42**	0,58
0,15	**0,20**	0,30	0,16	**0,22**	0,33	0,25	**0,33**	0,50
0,15	**0,20**	0,30	0,16	**0,22**	0,33	0,25	**0,33**	0,50
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	









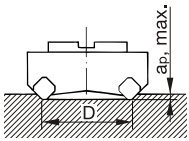


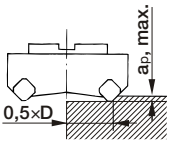
Tabelle 8.130 KYOCERA 90°-Plan-/Eckfräser MSRS (Monster Square)

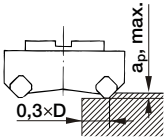
Katalognummer **224800 für Wendeplatte SPMT 180616 EN**

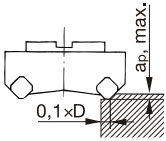
$a_{p\ max}$ = 16,5 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	1. Wahl Sorte	Schnittgeschwindigkeit Trocken v_c [m/min]			Nass v_c [m/min]		
		[N/mm²]		min	Start	max	min	Start	max
1.0	allg. Baustähle	< 500	ST1400/PR1230	120	**150**	220	110	**135**	198
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST1400/PR1230	120	**150**	220	110	**135**	200
2.0	Automatenstähle	< 850	ST1400/PR1230	120	**150**	220	108	**135**	198
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	ST1400/PR1230	100	**150**	200	90	**135**	180
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST1400/PR1230	100	**150**	200	90	**135**	180
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST1400/PR1230	100	**150**	200	90	**135**	180
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/PR1230	100	**150**	180	90	**135**	162
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/PR1230	100	**150**	200	90	**135**	180
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	ST1400/PR1230	100	**160**	200	110	**135**	180
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST1400/PR1230	100	**150**	200	90	**135**	180
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	ST1400/PR1230	100	**150**	200	90	**135**	180
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	ST1400/PR1230	100	**150**	180	90	**135**	162
7.0	Nitrierstähle	< 1000	ST1400/PR1230	100	**150**	200	90	**135**	180
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST1400/PR1230	100	**150**	200	90	**135**	180
8.0	Werkzeugstähle	< 850	ST1400/PR1230	100	**150**	200	90	**135**	180
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST1400/PR1230	100	**150**	180	90	**135**	162
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST1400/PR1230	100	**150**	180	90	**135**	162
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	ST1400/PR1230	100	**150**	180	90	**135**	162
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–		–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	ST1400/PR1230	100	**150**	180	90	**135**	162
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	ST1400/PR1230	100	**150**	180	90	**135**	162
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	–		–			–	
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	–		–			–	
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	–		–			–	
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	–		–			–	
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–		–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	GG/PR1210	120	**200**	270	125	**180**	245
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	GG/PR1210	100	**180**	250	90	**160**	225
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	GG/PR1210	100	**180**	220	90	**160**	200
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	GG/PR1210	100	**180**	220	90	**160**	200
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–		–			–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–		–			–	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–		–			–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–		–			–	
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		–		–			–	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–		–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600	–		–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–		–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–		–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–		–			–	
19.0	Graphit		–		–			–	
20.0	Thermoplast		–		–			–	
20.1	Duroplast		–		–			–	
20.2	GFK und CFK		–		–			–	









Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]									
a_e = (0,5..1)xD			a_e = 0,3xD			a_e = 0,1xD		
min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
0,10	**0,20**	0,25	0,11	**0,22**	0,27	0,17	**0,33**	0,42
0,10	**0,20**	0,25	0,11	**0,22**	0,27	0,17	**0,33**	0,42
0,10	**0,20**	0,25	0,11	**0,22**	0,27	0,17	**0,33**	0,42
0,10	**0,20**	0,25	0,11	**0,22**	0,27	0,17	**0,33**	0,42
0,10	**0,20**	0,25	0,11	**0,22**	0,27	0,17	**0,33**	0,42
0,10	**0,20**	0,25	0,11	**0,22**	0,27	0,17	**0,33**	0,42
0,10	**0,15**	0,20	0,11	**0,16**	0,22	0,17	**0,25**	0,33
0,10	**0,15**	0,20	0,11	**0,16**	0,22	0,17	**0,25**	0,33
0,10	**0,15**	0,20	0,11	**0,16**	0,22	0,17	**0,25**	0,33
0,10	**0,20**	0,25	0,11	**0,22**	0,27	0,17	**0,33**	0,42
0,10	**0,20**	0,25	0,11	**0,22**	0,27	0,17	**0,33**	0,42
0,10	**0,15**	0,20	0,11	**0,16**	0,22	0,17	**0,25**	0,33
0,10	**0,15**	0,20	0,11	**0,16**	0,22	0,17	**0,25**	0,33
0,10	**0,15**	0,20	0,11	**0,16**	0,22	0,17	**0,25**	0,33
0,10	**0,20**	0,25	0,11	**0,22**	0,27	0,17	**0,33**	0,42
0,10	**0,15**	0,20	0,11	**0,16**	0,22	0,17	**0,25**	0,33
0,10	**0,15**	0,20	0,11	**0,16**	0,22	0,17	**0,25**	0,33
0,10	**0,15**	0,20	0,11	**0,16**	0,22	0,17	**0,25**	0,33
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
0,10	**0,15**	0,20	0,11	**0,16**	0,22	0,17	**0,25**	0,33
	–			–			–	
0,10	**0,15**	0,20	0,11	**0,16**	0,22	0,17	**0,25**	0,33
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
0,10	**0,20**	0,30	0,11	**0,22**	0,33	0,17	**0,33**	0,50
0,10	**0,20**	0,30	0,11	**0,22**	0,33	0,17	**0,33**	0,50
0,10	**0,20**	0,25	0,11	**0,22**	0,27	0,17	**0,33**	0,42
0,10	**0,20**	0,25	0,11	**0,22**	0,27	0,17	**0,33**	0,42
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	





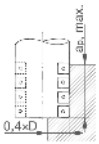


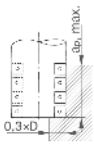
Tabelle 8.131 KYOCERA 90°-Walzenstirnfräser MSRS (Monster Square)

Katalognummer **224805 für Wendeplatte SPMT 180616 EN**

$a_{p\ max}$ = 31 mm bis 60 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	1. Wahl	Schnittgeschwindigkeit								
			Sorte	Trocken v_c [m/min]				Nass v_c [m/min]				
		[N/mm²]		min		Start		max	min		Start		max
1.0	allg. Baustähle	< 500	ST1400/PR1230	120	–	**150**	–	220	110	–	**135**	–	198
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST1400/PR1230	120	–	**150**	–	220	110	–	**135**	–	200
2.0	Automatenstähle	< 850	ST1400/PR1230	120	–	**150**	–	220	108	–	**135**	–	198
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	ST1400/PR1230	100	–	**150**	–	200	90	–	**135**	–	180
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST1400/PR1230	100	–	**150**	–	200	90	–	**135**	–	180
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST1400/PR1230	100	–	**150**	–	200	90	–	**135**	–	180
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/PR1230	100	–	**150**	–	180	90	–	**135**	–	162
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/PR1230	100	–	**150**	–	200	90	–	**135**	–	180
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	ST1400/PR1230	100	–	**165**	–	200	90	–	**135**	–	180
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST1400/PR1230	100	–	**150**	–	200	90	–	**135**	–	180
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	ST1400/PR1230	100	–	**150**	–	200	90	–	**135**	–	180
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	ST1400/PR1230	100	–	**150**	–	180	90	–	**135**	–	162
7.0	Nitrierstähle	< 1000	ST1400/PR1230	100	–	**150**	–	200	90	–	**135**	–	180
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST1400/PR1230	100	–	**150**	–	200	90	–	**135**	–	180
8.0	Werkzeugstähle	< 850	ST1400/PR1230	100	–	**150**	–	200	90	–	**135**	–	180
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST1400/PR1230	100	–	**150**	–	180	90	–	**135**	–	162
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST1400/PR1230	100	–	**150**	–	180	90	–	**135**	–	162
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	ST1400/PR1230	100	–	**150**	–	180	90	–	**135**	–	162
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–			–					–		
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–			–					–		
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–			–					–		
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	ST1400/PR1230	100	–	**150**	–	180	90	–	**135**	–	162
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–			–					–		
12.0	Federstähle	< 1500	ST1400/PR1230	100	–	**150**	–	180	90	–	**135**	–	162
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	–			–					–		
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	–			–					–		
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	–			–					–		
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	–			–					–		
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–			–					–		
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	GG/PR1210	120	–	**200**	–	270	110	–	**180**	–	245
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	GG/PR1210	100	–	**180**	–	250	90	–	**160**	–	225
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	GG/PR1210	100	–	**180**	–	220	90	–	**160**	–	200
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	GG/PR1210	100	–	**180**	–	220	90	–	**160**	–	200
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–			–					–		
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–			–					–		
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–			–					–		
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–			–					–		
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		–			–					–		
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–			–					–		
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–			–					–		
18.2	Messing, langspanend	< 600	–			–					–		
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–			–					–		
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–			–					–		
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–			–					–		
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–			–					–		
19.0	Graphit		–			–					–		
20.0	Thermoplast		–			–					–		
20.1	Duroplast		–			–					–		
20.2	GFK und CFK		–			–					–		







Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]												
a_e = 0,4xD				a_e = 0,3xD				a_e = 0,1xD				
min		Start	max	min		Start	max	min		Start		max
0,10	–	**0,20**	– 0,25	0,11	–	**0,22**	– 0,27	0,17	–	**0,33**	–	0,42
0,10	–	**0,20**	– 0,25	0,11	–	**0,22**	– 0,27	0,17	–	**0,33**	–	0,42
0,10	–	**0,20**	– 0,25	0,11	–	**0,22**	– 0,27	0,17	–	**0,33**	–	0,42
0,10	–	**0,20**	– 0,25	0,11	–	**0,22**	– 0,27	0,17	–	**0,33**	–	0,42
0,10	–	**0,20**	– 0,25	0,11	–	**0,22**	– 0,27	0,17	–	**0,33**	–	0,42
0,10	–	**0,20**	– 0,25	0,11	–	**0,22**	– 0,27	0,17	–	**0,33**	–	0,42
0,10	–	**0,15**	– 0,20	0,11	–	**0,16**	– 0,22	0,17	–	**0,25**	–	0,33
0,10	–	**0,15**	– 0,20	0,11	–	**0,16**	– 0,22	0,17	–	**0,25**	–	0,33
0,10	–	**0,15**	– 0,20	0,11	–	**0,16**	– 0,22	0,17	–	**0,25**	–	0,33
0,10	–	**0,20**	– 0,25	0,11	–	**0,22**	– 0,27	0,17	–	**0,33**	–	0,42
0,10	–	**0,20**	– 0,25	0,11	–	**0,22**	– 0,27	0,17	–	**0,33**	–	0,42
0,10	–	**0,15**	– 0,20	0,11	–	**0,16**	– 0,22	0,17	–	**0,25**	–	0,33
0,10	–	**0,15**	– 0,20	0,11	–	**0,16**	– 0,22	0,17	–	**0,25**	–	0,33
0,10	–	**0,15**	– 0,20	0,11	–	**0,16**	– 0,22	0,17	–	**0,25**	–	0,33
0,10	–	**0,20**	– 0,25	0,11	–	**0,22**	– 0,27	0,17	–	**0,33**	–	0,42
0,10	–	**0,15**	– 0,20	0,11	–	**0,16**	– 0,22	0,17	–	**0,25**	–	0,33
0,10	–	**0,15**	– 0,20	0,11	–	**0,16**	– 0,22	0,17	–	**0,25**	–	0,33
0,10	–	**0,15**	– 0,20	0,11	–	**0,16**	– 0,22	0,17	–	**0,25**	–	0,33
		–				–				–		
		–				–				–		
		–				–				–		
0,10	–	**0,15**	– 0,20	0,11	–	**0,16**	– 0,22	0,17	–	**0,25**	–	0,33
		–				–				–		
0,10	–	**0,15**	– 0,20	0,11	–	**0,16**	– 0,22	0,17	–	**0,25**	–	0,33
		–				–				–		
		–				–				–		
		–				–				–		
		–				–				–		
		–				–				–		
0,10	–	**0,20**	– 0,30	0,11	–	**0,22**	– 0,33	0,17	–	**0,33**	–	0,50
0,10	–	**0,20**	– 0,30	0,11	–	**0,22**	– 0,33	0,17	–	**0,33**	–	0,50
0,10	–	**0,20**	– 0,25	0,11	–	**0,22**	– 0,27	0,17	–	**0,33**	–	0,42
0,10	–	**0,20**	– 0,25	0,11	–	**0,22**	– 0,27	0,17	–	**0,33**	–	0,42
		–				–				–		
		–				–				–		
		–				–				–		
		–				–				–		
		–				–				–		
		–				–				–		
		–				–				–		
		–				–				–		
		–				–				–		
		–				–				–		
		–				–				–		
		–				–				–		
		–				–				–		
		–				–				–		
		–				–				–		
		–				–				–		









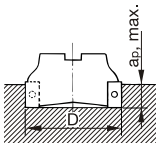


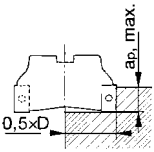
Tabelle 8.132 Stellram 90°-Eckfräser 7690VA09

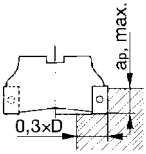
Katalognummer 226300; 226305; 226310; 226315 **für Wendeplatten AD.T 0903..**

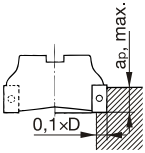
$a_{p\ max}$ = 8,5 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	1. Wahl Sorte	Schnittgeschwindigkeit Trocken v_c [m/min]			Nass v_c [m/min]			f_z
		[N/mm²]		min	Start	max	min	Start	max	[mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	ST900/MP91M	170	240	360		–		0,19
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST900/MP91M	120	200	250		–		0,19
2.0	Automatenstähle	< 850	ST900/MP91M	110	170	235		–		0,19
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	UNI/SP6519	90	150	220	90	150	220	0,17
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST900/MP91M	120	165	250		–		0,19
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	UNI/SP6519	100	150	220		–		0,19
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	UNI/SP6519	90	140	195		–		0,18
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	UNI/SP6519	80	130	165		–		0,18
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	UNI/SP6519		–		75	105	160	0,17
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST900/MP91M	105	160	220		–		0,19
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	UNI/SP6519	80	140	200	80	140	200	0,18
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	UNI/SP6519	60	125	160	60	125	160	0,17
7.0	Nitrierstähle	< 1000	UNI/SP6519	75	120	150	75	120	150	0,18
7.1	Nitrierstähle	> 1000	UNI/SP6519	60	100	130	60	100	130	0,17
8.0	Werkzeugstähle	< 850	UNI/SP6519	90	160	220	90	160	220	0,19
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	UNI/SP6519	70	130	170	70	130	170	0,18
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	UNI/SP6519		–		75	105	160	0,17
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	UNI/SP6519		–		85	120	175	0,17
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	UNI/SP6519	55	75	110		–		0,17
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–		–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–		–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	UNI/SP6519		–		65	90	130	0,17
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–		–
12.0	Federstähle	< 1500	UNI/SP6519		–		55	75	110	0,17
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	INOX/SP6519	125	200	260	125	200	260	0,16
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	INOX/SP6519	125	190	250	125	190	250	0,16
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	INOX/SP6519	90	160	180	90	160	180	0,16
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	UNI/X500	80	120	150	80	120	150	0,16
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	UNI/X500		–		20	30	45	0,12
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	ST900/MP91M	120	220	290		–		0,17
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	ST900/MP91M	105	200	260		–		0,17
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	ST900/MP91M	90	180	230		–		0,17
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	ST900/MP91M	85	155	210		–		0,17
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	UNI/X500		–		50	70	100	0,14
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	UNI/X500		–		30	40	60	0,14
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	ALU/GH1		–		600	1640	3000	0,14
17.1	Al-Leg., kurzspanend		ALU/GH1		–		500	1370	2500	0,14
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		ALU/GH1		–		400	1095	2000	0,13
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–		–			–		–
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–		–			–		–
18.2	Messing, langspanend	< 600	–		–			–		–
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–		–			–		–
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–		–			–		–
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–		–			–		–
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–		–			–		–
19.0	Graphit		–		–			–		–
20.0	Thermoplast		–		–			–		–
20.1	Duroplast		–		–			–		–
20.2	GFK und CFK		–		–			–		–







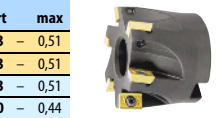


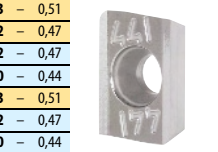


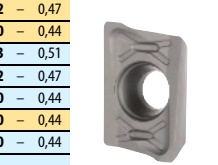


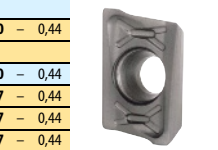
2. Wahl	UNI/SP6519					Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]								
Trocken			Nass			a_e = (0,5..1)xD			a_e = 0,3xD			a_e = 0,1xD		
v_c [m/min]			v_c [m/min]											
min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
160	**235**	330	160	**235**	330	0,06	**0,10**	0,16	0,11	**0,19**	0,29	0,19	**0,33**	0,51
120	**200**	280	120	**200**	280	0,06	**0,10**	0,16	0,11	**0,19**	0,29	0,19	**0,33**	0,51
110	**180**	250	110	**180**	250	0,06	**0,10**	0,16	0,11	**0,19**	0,29	0,19	**0,33**	0,51
90	**150**	220	90	**150**	220	0,06	**0,10**	0,14	0,11	**0,17**	0,25	0,19	**0,30**	0,44
120	**170**	250	120	**170**	250	0,06	**0,10**	0,16	0,11	**0,19**	0,29	0,19	**0,33**	0,51
100	**150**	220	100	**150**	220	0,06	**0,10**	0,16	0,11	**0,19**	0,29	0,19	**0,33**	0,51
90	**140**	195	90	**140**	195	0,06	**0,10**	0,15	0,11	**0,18**	0,27	0,19	**0,32**	0,47
80	**130**	165	80	**130**	165	0,06	**0,10**	0,15	0,11	**0,18**	0,27	0,19	**0,32**	0,47
–			75	**105**	160	0,06	**0,10**	0,14	0,11	**0,17**	0,25	0,19	**0,30**	0,44
105	**160**	220	105	**160**	220	0,06	**0,10**	0,16	0,11	**0,19**	0,29	0,19	**0,33**	0,51
80	**140**	200	80	**140**	200	0,06	**0,10**	0,15	0,11	**0,18**	0,27	0,19	**0,32**	0,47
60	**125**	160	60	**125**	160	0,06	**0,10**	0,14	0,11	**0,17**	0,25	0,19	**0,30**	0,44
75	**120**	150	75	**120**	150	0,06	**0,10**	0,15	0,11	**0,18**	0,27	0,19	**0,32**	0,47
60	**100**	130	60	**100**	130	0,06	**0,10**	0,14	0,11	**0,17**	0,25	0,19	**0,30**	0,44
90	**160**	220	90	**160**	220	0,06	**0,10**	0,16	0,11	**0,19**	0,29	0,19	**0,33**	0,51
70	**130**	170	70	**130**	170	0,06	**0,10**	0,15	0,11	**0,18**	0,27	0,19	**0,32**	0,47
–			75	**105**	160	0,06	**0,10**	0,14	0,11	**0,17**	0,25	0,19	**0,30**	0,44
–			85	**120**	175	0,06	**0,10**	0,14	0,11	**0,17**	0,25	0,19	**0,30**	0,44
55	**75**	110	–			0,06	**0,10**	0,14	0,11	**0,17**	0,25	0,19	**0,30**	0,44
–			–			–			–			–		
–			–			–			–			–		
–			65	**90**	130	0,06	**0,10**	0,14	0,11	**0,17**	0,25	0,19	**0,30**	0,44
–			–			–			–			–		
–			55	**75**	110	0,06	**0,10**	0,14	0,11	**0,17**	0,25	0,19	**0,30**	0,44
125	**200**	260	125	**200**	260	0,04	**0,09**	0,14	0,07	**0,16**	0,25	0,13	**0,27**	0,44
125	**190**	250	125	**190**	250	0,04	**0,09**	0,14	0,07	**0,16**	0,25	0,13	**0,27**	0,44
90	**160**	180	90	**160**	180	0,04	**0,09**	0,14	0,07	**0,16**	0,25	0,13	**0,27**	0,44
80	**120**	150	80	**120**	150	0,04	**0,09**	0,14	0,07	**0,16**	0,25	0,13	**0,27**	0,44
–			18	**26**	38	0,04	**0,07**	0,10	0,07	**0,12**	0,18	0,13	**0,21**	0,32
180	**240**	350	160	**220**	325	0,06	**0,10**	0,14	0,11	**0,17**	0,25	0,19	**0,30**	0,44
160	**215**	315	145	**195**	290	0,06	**0,10**	0,14	0,11	**0,17**	0,25	0,19	**0,30**	0,44
140	**190**	280	125	**170**	250	0,06	**0,10**	0,14	0,11	**0,17**	0,25	0,19	**0,30**	0,44
130	**175**	260	120	**160**	235	0,06	**0,10**	0,14	0,11	**0,17**	0,25	0,19	**0,30**	0,44
–			45	**65**	100	0,04	**0,08**	0,12	0,07	**0,14**	0,22	0,13	**0,24**	0,38
–			25	**40**	55	0,04	**0,08**	0,12	0,07	**0,14**	0,22	0,13	**0,24**	0,38
–			–			0,03	**0,08**	0,13	0,05	**0,14**	0,24	0,09	**0,24**	0,41
–			–			0,03	**0,08**	0,13	0,05	**0,14**	0,24	0,09	**0,24**	0,41
–			–			0,03	**0,07**	0,12	0,05	**0,13**	0,22	0,09	**0,23**	0,38
–			–			–			–			–		
–			–			–			–			–		
–			–			–			–			–		
–			–			–			–			–		
–			–			–			–			–		
–			–			–			–			–		
–			–			–			–			–		
–			–			–			–			–		
–			–			–			–			–		
–			–			–			–			–		

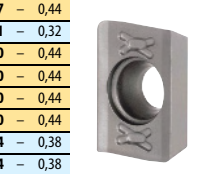












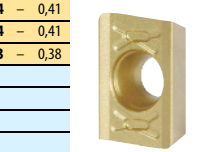
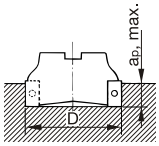


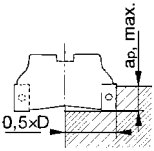
Tabelle 8.133 Stellram 90°-Eckfräser 7690VA12

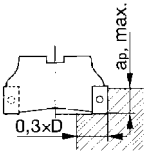
Katalognummer **226500; 226505; 226510; 226515** **für Wendeplatten AD.T 12T3..**

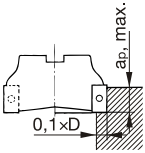
$a_{p\ max}$ = 11 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	1. Wahl Sorte	Schnittgeschwindigkeit Trocken v_c [m/min]			Schnittgeschwindigkeit Nass v_c [m/min]			f_z
		[N/mm²]		min	Start	max	min	Start	max	[mm/Z]
1.0	allg. Baustähle	< 500	ST900/MP91M	170	240	360		–		0,26
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST900/MP91M	120	200	250		–		0,26
2.0	Automatenstähle	< 850	ST900/MP91M	110	170	235		–		0,26
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	UNI/SP6519	90	150	220	90	150	220	0,24
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST900/MP91M	120	165	250		–		0,26
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	UNI/SP6519	100	150	220	100	150	220	0,26
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	UNI/SP6519	90	140	190	90	140	190	0,24
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	UNI/SP6519	80	130	165	80	130	165	0,24
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	UNI/SP6519		–		80	105	160	0,23
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST900/MP91M	105	160	220		–		0,26
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	UNI/SP6519	80	140	200	80	140	200	0,24
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	UNI/SP6519	60	125	160	60	125	160	0,23
7.0	Nitrierstähle	< 1000	UNI/SP6519	75	120	155	75	120	155	0,24
7.1	Nitrierstähle	> 1000	UNI/SP6519	60	100	130	60	100	130	0,23
8.0	Werkzeugstähle	< 850	UNI/SP6519	90	160	220	90	160	220	0,26
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	UNI/SP6519	70	130	170	70	130	170	0,23
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	UNI/SP6519		–		75	105	160	0,21
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	UNI/SP6519		–		85	120	175	0,23
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	UNI/SP6519	55	75	110		–		0,21
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–		–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–		–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	UNI/SP6519		–		65	90	130	0,21
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–		–
12.0	Federstähle	< 1500	UNI/SP6519		–		55	75	110	0,23
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	INOX/SP6519	125	200	260	125	200	260	0,23
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	INOX/SP6519	125	190	250	125	190	250	0,23
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	INOX/SP6519	90	160	180	90	160	180	0,23
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	INOX/SP6519	80	120	150	80	120	150	0,20
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	UNI/X500		–		22	30	45	0,13
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	GG/SC3025	200	280	380	200	280	380	0,24
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	GG/SC3025	180	260	340	160	240	320	0,24
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	GG/SC3025	160	240	300	140	220	280	0,24
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	GG/SC3025	140	200	280	120	180	260	0,24
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	UNI/X500		–		50	65	100	0,16
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	UNI/X500		–		30	40	60	0,16
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	ALU/GH1		–		600	1650	3000	0,21
17.1	Al-Leg., kurzspanend		ALU/GH1		–		500	1350	2500	0,21
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		ALU/GH1		–		400	1000	2000	0,19
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–		–			–		–
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–		–			–		–
18.2	Messing, langspanend	< 600	–		–			–		–
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–		–			–		–
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–		–			–		–
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–		–			–		–
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–		–			–		–
19.0	Graphit		–		–			–		–
20.0	Thermoplast		–		–			–		–
20.1	Duroplast		–		–			–		–
20.2	GFK und CFK		–		–			–		–











2. Wahl	UNI/SP6519					Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]								
	Trocken			Nass		a_e = (0,5..1)xD			a_e = 0,3xD			a_e = 0,1xD		
	v_c [m/min]			v_c [m/min]										
min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
160	**235**	330	160	**235**	330	0,08	**0,14**	0,22	0,15	**0,26**	0,40	0,25	**0,45**	0,70
120	**200**	280	120	**200**	280	0,08	**0,14**	0,22	0,15	**0,26**	0,40	0,25	**0,45**	0,70
110	**180**	250	110	**180**	250	0,08	**0,14**	0,22	0,15	**0,26**	0,40	0,25	**0,45**	0,70
90	**150**	220	90	**150**	220	0,08	**0,13**	0,20	0,15	**0,24**	0,36	0,25	**0,42**	0,63
120	**165**	250	120	**165**	250	0,08	**0,14**	0,22	0,15	**0,26**	0,40	0,25	**0,45**	0,70
100	**150**	220	100	**150**	220	0,08	**0,14**	0,22	0,15	**0,26**	0,40	0,25	**0,45**	0,70
90	**140**	190	90	**140**	190	0,08	**0,13**	0,20	0,15	**0,24**	0,36	0,25	**0,42**	0,63
80	**130**	165	80	**130**	165	0,08	**0,13**	0,20	0,15	**0,24**	0,36	0,25	**0,42**	0,63
	–		75	**105**	160	0,08	**0,12**	0,18	0,15	**0,23**	0,33	0,25	**0,39**	0,57
105	**160**	220	105	**160**	220	0,08	**0,14**	0,22	0,15	**0,26**	0,40	0,25	**0,45**	0,70
80	**140**	200	80	**140**	200	0,08	**0,13**	0,20	0,15	**0,24**	0,36	0,25	**0,42**	0,63
60	**125**	160	75	**125**	160	0,08	**0,12**	0,18	0,15	**0,23**	0,33	0,25	**0,39**	0,57
75	**120**	155	75	**120**	150	0,08	**0,13**	0,20	0,15	**0,24**	0,36	0,25	**0,42**	0,63
60	**100**	130	60	**100**	130	0,08	**0,12**	0,18	0,15	**0,23**	0,33	0,25	**0,39**	0,57
90	**160**	220	90	**160**	220	0,08	**0,14**	0,22	0,15	**0,26**	0,40	0,25	**0,45**	0,70
70	**130**	170	70	**130**	170	0,08	**0,12**	0,18	0,15	**0,23**	0,33	0,25	**0,39**	0,57
	–		75	**105**	160	0,08	**0,11**	0,16	0,15	**0,21**	0,29	0,25	**0,36**	0,51
	–		85	**120**	175	0,08	**0,12**	0,18	0,15	**0,23**	0,33	0,25	**0,39**	0,57
55	**75**	110		–		0,08	**0,11**	0,16	0,15	**0,21**	0,29	0,25	**0,36**	0,51
	–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–	
	–		65	**90**	130	0,08	**0,11**	0,16	0,15	**0,21**	0,29	0,25	**0,36**	0,51
	–			–			–			–			–	
	–		55	**75**	110	0,08	**0,12**	0,18	0,15	**0,23**	0,33	0,25	**0,39**	0,57
125	**200**	260	125	**200**	260	0,05	**0,13**	0,22	0,09	**0,23**	0,40	0,16	**0,41**	0,70
125	**190**	250	125	**190**	250	0,05	**0,13**	0,22	0,09	**0,23**	0,40	0,16	**0,41**	0,70
90	**160**	180	90	**160**	180	0,05	**0,13**	0,22	0,09	**0,23**	0,40	0,16	**0,41**	0,70
80	**120**	150	80	**120**	150	0,05	**0,11**	0,18	0,09	**0,20**	0,33	0,16	**0,35**	0,57
	–		25	**25**	40	0,05	**0,07**	0,10	0,09	**0,13**	0,18	0,16	**0,23**	0,32
180	**240**	350	160	**220**	320	0,08	**0,13**	0,20	0,15	**0,24**	0,36	0,25	**0,42**	0,63
160	**215**	315	145	**195**	290	0,08	**0,13**	0,20	0,15	**0,24**	0,36	0,25	**0,42**	0,63
140	**190**	280	130	**170**	250	0,08	**0,13**	0,20	0,15	**0,24**	0,36	0,25	**0,42**	0,63
130	**175**	260	115	**160**	235	0,08	**0,13**	0,20	0,15	**0,24**	0,36	0,25	**0,42**	0,63
	–		45	**65**	100	0,05	**0,09**	0,14	0,09	**0,16**	0,25	0,16	**0,29**	0,44
	–		25	**40**	55	0,05	**0,09**	0,14	0,09	**0,16**	0,25	0,16	**0,29**	0,44
	–			–		0,04	**0,11**	0,20	0,07	**0,21**	0,36	0,13	**0,36**	0,63
	–			–		0,04	**0,11**	0,20	0,07	**0,21**	0,36	0,13	**0,36**	0,63
	–			–		0,04	**0,10**	0,18	0,07	**0,19**	0,33	0,13	**0,33**	0,57
	–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–	













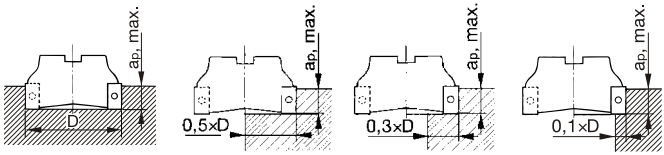


Tabelle 8.134 KYOCERA 90°-Eckfräser MECX

Katalognummer **227100; 277105; 227115** **für Wendeplatte BDMT0703**

$a_{p\ max}$ = 6 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	1. Wahl Sorte	Schnittgeschwindigkeit Trocken v_c [m/min]			Nass v_c [m/min]		
		[N/mm²]		min	Start	max	min	Start	max
1.0	allg. Baustähle	< 500	ST1400/PR1225	140	**200**	270	120	**180**	250
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST1400/PR1225	140	**200**	270	120	**180**	250
2.0	Automatenstähle	< 850	ST1400/PR1225	120	**180**	250	110	**160**	225
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	ST1400/PR1225	120	**180**	250	110	**160**	225
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST1400/PR1225	120	**180**	250	110	**160**	225
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST1400/PR1225	120	**180**	250	110	**160**	225
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/PR1225	100	**160**	220	90	**145**	200
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/PR1225	100	**160**	220	90	**145**	200
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	ST1400/PR1225	100	**160**	220	90	**145**	200
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST1400/PR1225	120	**180**	250	110	**160**	225
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	ST1400/PR1225	120	**180**	250	110	**160**	225
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	ST1400/PR1225	100	**160**	220	90	**145**	200
7.0	Nitrierstähle	< 1000	ST1400/PR1225	100	**160**	220	90	**145**	200
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST1400/PR1225	100	**160**	220	90	**145**	200
8.0	Werkzeugstähle	< 850	ST1400/PR1225	120	**180**	250	110	**160**	225
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST1400/PR1225	80	**140**	180	70	**125**	160
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST1400/PR1225	80	**140**	180	70	**125**	160
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	ST1400/PR1225	80	**140**	180	70	**125**	160
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–		–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	ST1400/PR1225	80	**140**	180	70	**125**	160
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	ST1400/PR1225	80	**140**	180	70	**125**	160
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	INOX/PR1225	120	**180**	250	110	**160**	225
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	INOX/PR1225	120	**180**	250	110	**160**	225
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	INOX/PR1225	120	**180**	250	110	**160**	225
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	INOX/PR1225	120	**180**	250	110	**160**	225
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–	30	**40**	50	25	**35**	45
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	GG/PR1210	140	**200**	270	125	**180**	245
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	GG/PR1210	120	**180**	250	110	**160**	225
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	GG/PR1210	100	**150**	200	90	**135**	180
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	GG/PR1210	100	**150**	200	90	**135**	180
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	GG/PR1210		–		40	**60**	80
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	GG/PR1210		–		30	**50**	70
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–		–			–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–		–			–	
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		–		–			–	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–		–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600	–		–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–		–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–		–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–		–			–	
19.0	Graphit		–		–			–	
20.0	Thermoplast		–		–			–	
20.1	Duroplast		–		–			–	
20.2	GFK und CFK		–		–			–	



Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]																	
a_e = (0,5...1)xD						a_e = 0,3xD						a_e = 0,1xD					
min			Start		max	min			Start		max	min			Start		max
0,06	–	**0,10**	–	0,12		0,07	–	**0,11**	–	0,13		0,10	–	**0,17**	–	0,20	
0,06	–	**0,10**	–	0,12		0,07	–	**0,11**	–	0,13		0,10	–	**0,17**	–	0,20	
0,06	–	**0,10**	–	0,12		0,07	–	**0,11**	–	0,13		0,10	–	**0,17**	–	0,20	
0,06	–	**0,10**	–	0,12		0,07	–	**0,11**	–	0,13		0,10	–	**0,17**	–	0,20	
0,06	–	**0,10**	–	0,12		0,07	–	**0,11**	–	0,13		0,10	–	**0,17**	–	0,20	
0,06	–	**0,10**	–	0,12		0,07	–	**0,11**	–	0,13		0,10	–	**0,17**	–	0,20	
0,06	–	**0,08**	–	0,12		0,07	–	**0,09**	–	0,11		0,10	–	**0,13**	–	0,17	
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,07	–	**0,09**	–	0,11		0,10	–	**0,13**	–	0,17	
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,07	–	**0,09**	–	0,11		0,10	–	**0,13**	–	0,17	
0,06	–	**0,10**	–	0,12		0,07	–	**0,11**	–	0,13		0,10	–	**0,17**	–	0,20	
0,06	–	**0,10**	–	0,12		0,07	–	**0,11**	–	0,13		0,10	–	**0,17**	–	0,20	
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,07	–	**0,09**	–	0,11		0,10	–	**0,13**	–	0,17	
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,07	–	**0,09**	–	0,11		0,10	–	**0,13**	–	0,17	
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,07	–	**0,09**	–	0,11		0,10	–	**0,13**	–	0,17	
0,06	–	**0,10**	–	0,12		0,07	–	**0,11**	–	0,13		0,10	–	**0,17**	–	0,20	
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,07	–	**0,09**	–	0,11		0,10	–	**0,13**	–	0,17	
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,07	–	**0,09**	–	0,11		0,10	–	**0,13**	–	0,17	
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,07	–	**0,09**	–	0,11		0,10	–	**0,13**	–	0,17	
		–						–						–			
		–						–						–			
		–						–						–			
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,07	–	**0,09**	–	0,11		0,10	–	**0,13**	–	0,17	
		–						–						–			
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,07	–	**0,09**	–	0,11		0,10	–	**0,13**	–	0,17	
0,05	–	**0,06**	–	0,07		0,05	–	**0,07**	–	0,08		0,08	–	**0,10**	–	0,12	
0,05	–	**0,06**	–	0,07		0,05	–	**0,07**	–	0,08		0,08	–	**0,10**	–	0,12	
0,05	–	**0,06**	–	0,07		0,05	–	**0,07**	–	0,08		0,08	–	**0,10**	–	0,12	
0,05	–	**0,06**	–	0,07		0,05	–	**0,07**	–	0,08		0,08	–	**0,10**	–	0,12	
0,05	–	**0,06**	–	0,07				–						–			
0,08	–	**0,10**	–	0,15		0,09	–	**0,11**	–	0,16		0,13	–	**0,17**	–	0,25	
0,08	–	**0,10**	–	0,15		0,09	–	**0,11**	–	0,16		0,13	–	**0,17**	–	0,25	
0,08	–	**0,10**	–	0,12		0,09	–	**0,11**	–	0,13		0,13	–	**0,17**	–	0,20	
0,08	–	**0,10**	–	0,12		0,09	–	**0,11**	–	0,13		0,13	–	**0,17**	–	0,20	
0,08	–	**0,10**	–	0,12		0,09	–	**0,11**	–	0,13		0,13	–	**0,17**	–	0,20	
0,08	–	**0,10**	–	0,12		0,09	–	**0,11**	–	0,13		0,13	–	**0,17**	–	0,20	
		–						–						–			
		–						–						–			
		–						–						–			
		–						–						–			
		–						–						–			
		–						–						–			
		–						–						–			
		–						–						–			
		–						–						–			
		–						–						–			
		–						–						–			
		–						–						–			
		–						–						–			
		–						–						–			

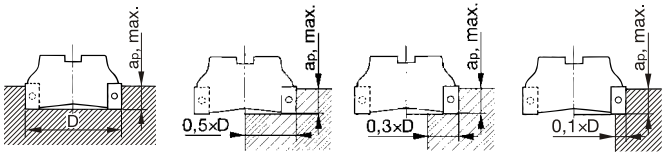


Tabelle 8.135 KYOCERA 90°-Eckfräser MEC11T

Katalognummer **227300; 277305; 227310** **für Wendeplatte BD.T11T3**

$a_{p\,max}$ = 10 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	1. Wahl Sorte	Schnittgeschwindigkeit Trocken v_c [m/min]			Nass v_c [m/min]		
		[N/mm²]		min	Start	max	min	Start	max
1.0	allg. Baustähle	< 500	ST1400/PR1225	140	**200**	270	120	**180**	250
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST1400/PR1225	140	**200**	270	120	**180**	250
2.0	Automatenstähle	< 850	ST1400/PR1225	120	**180**	250	110	**160**	225
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	ST1400/PR1225	120	**180**	250	110	**160**	225
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST1400/PR1225	120	**180**	250	110	**160**	225
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST1400/PR1225	120	**180**	250	110	**160**	225
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/PR1225	100	**160**	220	90	**145**	200
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/PR1225	100	**160**	220	90	**145**	200
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	ST1400/PR1225	100	**160**	220	90	**145**	200
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST1400/PR1225	120	**180**	250	110	**160**	225
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	ST1400/PR1225	120	**180**	250	110	**160**	225
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	ST1400/PR1225	100	**160**	220	90	**145**	200
7.0	Nitrierstähle	< 1000	ST1400/PR1225	100	**160**	220	90	**145**	200
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST1400/PR1225	100	**160**	220	90	**145**	200
8.0	Werkzeugstähle	< 850	ST1400/PR1225	120	**180**	250	110	**160**	225
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST1400/PR1225	80	**140**	180	70	**125**	160
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST1400/PR1225	80	**140**	180	70	**125**	160
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	ST1400/PR1225	80	**140**	180	70	**125**	160
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–		–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	ST1400/PR1225	80	**140**	180	70	**125**	160
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	ST1400/PR1225	30	**40**	50	25	**35**	45
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	INOX/PR1225	120	**180**	250	110	**160**	225
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	INOX/PR1225	120	**180**	250	110	**160**	225
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	INOX/PR1225	120	**180**	250	110	**160**	225
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	INOX/PR1225	120	**180**	250	110	**160**	225
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	ST1400/PR1225	30	**40**	50	25	**35**	45
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	GG/PR1210	140	**200**	270	125	**180**	245
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	GG/PR1210	120	**180**	250	110	**160**	225
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	GG/PR1210	100	**150**	200	90	**135**	180
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	GG/PR1210	100	**150**	200	90	**135**	180
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	GG/PR1210		–		40	**60**	80
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	GG/PR1210		–		30	**50**	70
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	ALU/GW25	400	**700**	1000	400	**700**	1000
17.1	Al-Leg., kurzspanend		ALU/GW25	200	**500**	800	200	**500**	800
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		ALU/GW25	200	**250**	300	200	**250**	300
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–		–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600	–		–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–		–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–		–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–		–			–	
19.0	Graphit		–		–			–	
20.0	Thermoplast		–		–			–	
20.1	Duroplast		–		–			–	
20.2	GFK und CFK		–		–			–	



Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]																	
a_e = (0,5...1)xD						a_e = 0,3xD						a_e = 0,1xD					
min		Start		max		min		Start		max		min		Start		max	
0,06	–	**0,10**	–	0,15		0,07	–	**0,11**	–	0,16		0,10	–	**0,17**	–	0,25	
0,06	–	**0,10**	–	0,15		0,07	–	**0,11**	–	0,16		0,10	–	**0,17**	–	0,25	
0,06	–	**0,10**	–	0,15		0,07	–	**0,11**	–	0,16		0,10	–	**0,17**	–	0,25	
0,06	–	**0,10**	–	0,15		0,07	–	**0,11**	–	0,16		0,10	–	**0,17**	–	0,25	
0,06	–	**0,10**	–	0,15		0,07	–	**0,11**	–	0,16		0,10	–	**0,17**	–	0,25	
0,06	–	**0,10**	–	0,15		0,07	–	**0,11**	–	0,16		0,10	–	**0,17**	–	0,25	
0,06	–	**0,10**	–	0,12		0,07	–	**0,11**	–	0,13		0,10	–	**0,17**	–	0,20	
0,06	–	**0,10**	–	0,12		0,07	–	**0,11**	–	0,13		0,10	–	**0,17**	–	0,20	
0,06	–	**0,10**	–	0,12		0,07	–	**0,11**	–	0,13		0,10	–	**0,17**	–	0,20	
0,06	–	**0,10**	–	0,15		0,07	–	**0,11**	–	0,16		0,10	–	**0,17**	–	0,25	
0,06	–	**0,10**	–	0,15		0,07	–	**0,11**	–	0,16		0,10	–	**0,17**	–	0,25	
0,06	–	**0,10**	–	0,12		0,07	–	**0,11**	–	0,13		0,10	–	**0,17**	–	0,20	
0,06	–	**0,10**	–	0,12		0,07	–	**0,11**	–	0,13		0,10	–	**0,17**	–	0,20	
0,06	–	**0,10**	–	0,12		0,07	–	**0,11**	–	0,13		0,10	–	**0,17**	–	0,20	
0,06	–	**0,10**	–	0,15		0,07	–	**0,11**	–	0,16		0,10	–	**0,17**	–	0,25	
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,07	–	**0,09**	–	0,11		0,10	–	**0,13**	–	0,17	
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,07	–	**0,09**	–	0,11		0,10	–	**0,13**	–	0,17	
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,07	–	**0,09**	–	0,11		0,10	–	**0,13**	–	0,17	
		–						–						–			
		–						–						–			
		–						–						–			
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,07	–	**0,09**	–	0,11		0,10	–	**0,13**	–	0,17	
		–						–						–			
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,07	–	**0,09**	–	0,11		0,10	–	**0,13**	–	0,17	
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,07	–	**0,09**	–	0,11		0,10	–	**0,13**	–	0,17	
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,07	–	**0,09**	–	0,11		0,10	–	**0,13**	–	0,17	
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,07	–	**0,09**	–	0,11		0,10	–	**0,13**	–	0,17	
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,07	–	**0,09**	–	0,11		0,10	–	**0,13**	–	0,17	
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,07	–	**0,09**	–	0,11		0,10	–	**0,13**	–	0,17	
0,08	–	**0,10**	–	0,15		0,09	–	**0,11**	–	0,16		0,13	–	**0,17**	–	0,25	
0,08	–	**0,10**	–	0,15		0,09	–	**0,11**	–	0,16		0,13	–	**0,17**	–	0,25	
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,07	–	**0,09**	–	0,11		0,10	–	**0,13**	–	0,17	
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,07	–	**0,09**	–	0,11		0,10	–	**0,13**	–	0,17	
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,07	–	**0,09**	–	0,11		0,10	–	**0,13**	–	0,17	
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,07	–	**0,09**	–	0,11		0,10	–	**0,13**	–	0,17	
0,05	–	**0,15**	–	0,30		0,05	–	**0,16**	–	0,33		0,08	–	**0,25**	–	0,50	
0,05	–	**0,15**	–	0,30		0,05	–	**0,16**	–	0,33		0,08	–	**0,25**	–	0,50	
0,05	–	**0,12**	–	0,20		0,05	–	**0,13**	–	0,22		0,08	–	**0,20**	–	0,33	
		–						–						–			
		–						–						–			
		–						–						–			
		–						–						–			
		–						–						–			
		–						–						–			
		–						–						–			
		–						–						–			
		–						–						–			
		–						–						–			
		–						–						–			







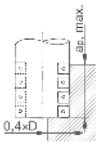


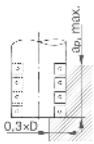
Tabelle 8.136 KYOCERA Walzenstirnfräser MECH11

Katalognummer **227450; 227453; 227455** **für Wendeplatte BDMT 11T308**

$a_{p\ max}$ = 37 mm bis 64 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	1. Wahl Sorte	Schnittgeschwindigkeit Trocken v_c [m/min]			Nass v_c [m/min]		
		[N/mm²]		min	Start	max	min	Start	max
1.0	allg. Baustähle	< 500	ST1400/PR1230	120	180	250	110	160	225
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST1400/PR1230	120	180	250	110	160	225
2.0	Automatenstähle	< 850	ST1400/PR1230	120	180	250	110	160	225
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	ST1400/PR1230	120	180	250	110	160	225
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST1400/PR1230	120	180	250	110	160	225
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST1400/PR1230	120	180	250	110	160	225
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/PR1230	100	160	220	90	145	200
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/PR1230	100	160	220	90	145	200
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	ST1400/PR1230	100	160	220	90	145	200
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST1400/PR1230	120	180	250	110	160	225
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	ST1400/PR1230	120	180	250	110	160	225
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	ST1400/PR1230	100	160	220	90	145	200
7.0	Nitrierstähle	< 1000	ST1400/PR1230	100	160	220	90	145	200
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST1400/PR1230	100	160	220	90	145	200
8.0	Werkzeugstähle	< 850	ST1400/PR1230	120	180	250	110	160	225
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST1400/PR1230	80	140	180	70	125	160
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST1400/PR1230	80	140	180	70	125	160
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	ST1400/PR1230	80	140	180	70	125	160
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–		–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	ST1400/PR1230	80	140	180	70	125	160
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	ST1400/PR1230	80	140	180	70	125	160
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	–		–			–	
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	–		–			–	
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	–		–			–	
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	–		–			–	
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–		–			–	
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	GG/PR1210	140	200	270	125	180	245
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	GG/PR1210	120	180	250	100	160	225
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	GG/PR1210	100	150	200	90	135	180
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	GG/PR1210	100	150	200	90	135	180
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	GG/PR1210		–		40	60	80
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	GG/PR1210		–		30	50	70
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–		–			–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–		–			–	
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		–		–			–	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–		–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600	–		–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–		–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–		–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–		–			–	
19.0	Graphit		–		–			–	
20.0	Thermoplast		–		–			–	
20.1	Duroplast		–		–			–	
20.2	GFK und CFK		–		–			–	

















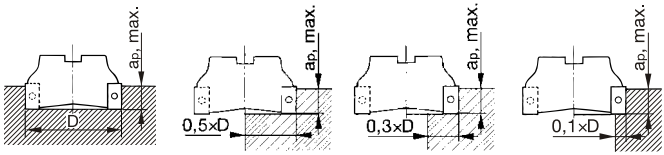
Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]															
a_e = (0,4...1)xD						a_e = 0,3xD						a_e = 0,1xD			
min		Start		max		min		Start		max		min		Start		max
0,08	–	**0,10**	–	0,15		0,09	–	**0,11**	–	0,16		0,13	–	**0,17**	–	0,25
0,08	–	**0,10**	–	0,15		0,09	–	**0,11**	–	0,16		0,13	–	**0,17**	–	0,25
0,08	–	**0,10**	–	0,15		0,09	–	**0,11**	–	0,16		0,13	–	**0,17**	–	0,25
0,08	–	**0,10**	–	0,15		0,09	–	**0,11**	–	0,16		0,13	–	**0,17**	–	0,25
0,08	–	**0,10**	–	0,15		0,09	–	**0,11**	–	0,16		0,13	–	**0,17**	–	0,25
0,08	–	**0,10**	–	0,15		0,09	–	**0,11**	–	0,16		0,13	–	**0,17**	–	0,25
0,08	–	**0,10**	–	0,15		0,09	–	**0,11**	–	0,16		0,13	–	**0,17**	–	0,25
0,08	–	**0,10**	–	0,15		0,09	–	**0,11**	–	0,16		0,13	–	**0,17**	–	0,25
0,08	–	**0,10**	–	0,15		0,09	–	**0,11**	–	0,16		0,13	–	**0,17**	–	0,25
0,08	–	**0,10**	–	0,15		0,09	–	**0,11**	–	0,16		0,13	–	**0,17**	–	0,25
0,08	–	**0,10**	–	0,15		0,09	–	**0,11**	–	0,16		0,13	–	**0,17**	–	0,25
0,08	–	**0,10**	–	0,15		0,09	–	**0,11**	–	0,16		0,13	–	**0,17**	–	0,25
0,08	–	**0,10**	–	0,15		0,09	–	**0,11**	–	0,16		0,13	–	**0,17**	–	0,25
0,08	–	**0,10**	–	0,15		0,09	–	**0,11**	–	0,16		0,13	–	**0,17**	–	0,25
0,08	–	**0,10**	–	0,15		0,09	–	**0,11**	–	0,16		0,13	–	**0,17**	–	0,25
0,08	–	**0,10**	–	0,15		0,09	–	**0,11**	–	0,16		0,13	–	**0,17**	–	0,25
		–						–						–		
		–						–						–		
		–						–						–		
0,08	–	**0,10**	–	0,15		0,09	–	**0,11**	–	0,16		0,13	–	**0,17**	–	0,25
		–						–						–		
0,08	–	**0,10**	–	0,15		0,09	–	**0,11**	–	0,16		0,13	–	**0,17**	–	0,25
		–						–						–		
		–						–						–		
		–						–						–		
		–						–						–		
		–						–						–		
0,08	–	**0,15**	–	0,18		0,09	–	**0,16**	–	0,20		0,13	–	**0,25**	–	0,30
0,08	–	**0,15**	–	0,18		0,09	–	**0,16**	–	0,20		0,13	–	**0,25**	–	0,30
0,08	–	**0,15**	–	0,18		0,09	–	**0,16**	–	0,20		0,13	–	**0,25**	–	0,30
0,08	–	**0,15**	–	0,18		0,09	–	**0,16**	–	0,20		0,13	–	**0,25**	–	0,30
0,08	–	**0,10**	–	0,15		0,09	–	**0,11**	–	0,16		0,13	–	**0,17**	–	0,25
0,08	–	**0,10**	–	0,15		0,09	–	**0,11**	–	0,16		0,13	–	**0,17**	–	0,25
		–						–						–		
		–						–						–		
		–						–						–		
		–						–						–		
		–						–						–		
		–						–						–		
		–						–						–		
		–						–						–		
		–						–						–		
		–						–						–		
		–						–						–		
		–						–						–		
		–						–						–		
		–						–						–		
		–						–						–		

Tabelle 8.137 KYOCERA 90°-Eckfräser MEC17

Katalognummer **227500; 277505; 227510** **für Wendeplatte BD.T1704**

$a_{p\ max}$ = 15,7 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	1. Wahl Sorte	Schnittgeschwindigkeit Trocken v_c [m/min]			Nass v_c [m/min]		
		[N/mm²]		min	Start	max	min	Start	max
1.0	allg. Baustähle	< 500	ST1400/PR1225	140	200	270	120	180	250
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST1400/PR1225	140	200	270	120	180	250
2.0	Automatenstähle	< 850	ST1400/PR1225	120	180	250	110	160	225
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	ST1400/PR1225	120	180	250	110	160	225
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST1400/PR1225	120	180	250	110	160	225
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST1400/PR1225	120	180	250	110	160	225
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/PR1225	100	160	220	90	145	200
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/PR1225	100	160	220	90	145	200
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	ST1400/PR1225	100	160	220	90	145	200
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST1400/PR1225	120	180	250	110	160	225
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	ST1400/PR1225	120	180	250	110	160	225
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	ST1400/PR1225	100	160	220	90	145	200
7.0	Nitrierstähle	< 1000	ST1400/PR1225	100	160	220	90	145	200
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST1400/PR1225	100	160	220	90	145	200
8.0	Werkzeugstähle	< 850	ST1400/PR1225	120	180	250	110	160	225
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST1400/PR1225	80	140	180	70	125	160
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST1400/PR1225	80	140	180	70	125	160
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	ST1400/PR1225	80	140	180	70	125	160
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–		–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	ST1400/PR1225	80	140	180	70	125	160
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–		–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	ST1400/PR1225	80	140	180	70	125	160
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	INOX/PR1225	120	180	250	110	160	225
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	INOX/PR1225	120	180	250	110	160	225
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	INOX/PR1225	120	180	250	110	160	225
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	INOX/PR1225	120	180	250	110	160	225
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	ST1400/PR1225	30	40	50	25	35	45
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	GG/PR1210	140	200	270	125	180	245
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	GG/PR1210	120	180	250	110	160	225
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	GG/PR1210	100	150	200	90	135	180
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	GG/PR1210	100	150	200	90	135	180
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	GG/PR1210		–		40	60	80
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	GG/PR1210		–		30	50	70
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	ALU/GW25	400	700	1000	400	700	1000
17.1	Al-Leg., kurzspanend		ALU/GW25	200	500	800	200	500	800
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		ALU/GW25	200	250	300	200	250	300
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–		–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600	–		–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–		–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–		–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–		–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–		–			–	
19.0	Graphit		–		–			–	
20.0	Thermoplast		–		–			–	
20.1	Duroplast		–		–			–	
20.2	GFK und CFK		–		–			–	



Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]									
a_e = (0,5...1)xD			a_e = 0,3xD			a_e = 0,1xD		
min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
0,08	**0,15**	0,25	0,09	**0,16**	0,27	0,13	**0,25**	0,42
0,08	**0,15**	0,25	0,09	**0,16**	0,27	0,13	**0,25**	0,42
0,08	**0,15**	0,25	0,09	**0,16**	0,27	0,13	**0,25**	0,42
0,08	**0,15**	0,25	0,09	**0,16**	0,27	0,13	**0,25**	0,42
0,08	**0,15**	0,25	0,09	**0,16**	0,27	0,13	**0,25**	0,42
0,08	**0,15**	0,25	0,09	**0,16**	0,27	0,13	**0,25**	0,42
0,08	**0,15**	0,20	0,09	**0,16**	0,22	0,13	**0,25**	0,33
0,08	**0,15**	0,20	0,09	**0,16**	0,22	0,13	**0,25**	0,33
0,08	**0,15**	0,20	0,09	**0,16**	0,22	0,13	**0,25**	0,33
0,08	**0,15**	0,25	0,09	**0,16**	0,27	0,13	**0,25**	0,42
0,08	**0,15**	0,25	0,09	**0,16**	0,27	0,13	**0,25**	0,42
0,08	**0,15**	0,20	0,09	**0,16**	0,22	0,13	**0,25**	0,33
0,08	**0,15**	0,20	0,09	**0,16**	0,22	0,13	**0,25**	0,33
0,08	**0,15**	0,20	0,09	**0,16**	0,22	0,13	**0,25**	0,33
0,08	**0,15**	0,25	0,09	**0,16**	0,27	0,13	**0,25**	0,42
0,08	**0,12**	0,20	0,09	**0,13**	0,22	0,13	**0,20**	0,33
0,08	**0,12**	0,20	0,09	**0,13**	0,22	0,13	**0,20**	0,33
0,08	**0,12**	0,20	0,09	**0,13**	0,22	0,13	**0,20**	0,33
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
0,08	**0,12**	0,20	0,09	**0,13**	0,22	0,13	**0,20**	0,33
	–			–			–	
0,08	**0,12**	0,20	0,09	**0,13**	0,22	0,13	**0,20**	0,33
0,08	**0,10**	0,12	0,09	**0,11**	0,13	0,13	**0,17**	0,20
0,08	**0,10**	0,12	0,09	**0,11**	0,13	0,13	**0,17**	0,20
0,08	**0,10**	0,12	0,09	**0,11**	0,13	0,13	**0,17**	0,20
0,08	**0,10**	0,12	0,09	**0,11**	0,13	0,13	**0,17**	0,20
0,08	**0,18**	0,25	0,09	**0,20**	0,27	0,13	**0,30**	0,42
0,08	**0,18**	0,25	0,09	**0,20**	0,27	0,13	**0,30**	0,42
0,06	**0,15**	0,20	0,09	**0,16**	0,22	0,13	**0,25**	0,33
0,06	**0,15**	0,20	0,09	**0,16**	0,22	0,13	**0,25**	0,33
0,06	**0,15**	0,20	0,09	**0,16**	0,22	0,13	**0,25**	0,33
0,06	**0,15**	0,20	0,09	**0,16**	0,22	0,13	**0,25**	0,33
0,05	**0,15**	0,30	0,05	**0,16**	0,33	0,08	**0,25**	0,50
0,05	**0,15**	0,30	0,05	**0,16**	0,33	0,08	**0,25**	0,50
0,05	**0,12**	0,20	0,05	**0,13**	0,22	0,08	**0,20**	0,33
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	

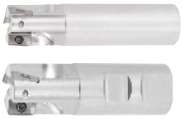










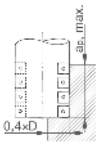


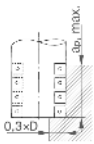
Tabelle 8.138 KYOCERA Walzenstirnfräser MECH17

Katalognummer **227650; 227653; 227655** **für Wendeplatte BDMT 170408**

$a_{p\ max}$ = 30 bis 74 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	1. Wahl	Schnittgeschwindigkeit								
			Sorte	Trocken v_c [m/min]				Nass v_c [m/min]				
		[N/mm²]		min		Start	max	min		Start	max	
1.0	allg. Baustähle	< 500	ST1400/PR1230	120	–	180	– 250	110	–	160	– 225	
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	ST1400/PR1230	120	–	180	– 250	110	–	160	– 225	
2.0	Automatenstähle	< 850	ST1400/PR1230	120	–	180	– 250	110	–	160	– 225	
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	ST1400/PR1230	120	–	180	– 250	110	–	160	– 225	
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	ST1400/PR1230	120	–	180	– 250	110	–	160	– 225	
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	ST1400/PR1230	120	–	180	– 250	110	–	160	– 225	
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/PR1230	100	–	160	– 220	90	–	145	– 200	
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	ST1400/PR1230	100	–	160	– 220	90	–	145	– 200	
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	ST1400/PR1230	100	–	160	– 220	90	–	145	– 200	
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	ST1400/PR1230	120	–	180	– 250	110	–	160	– 225	
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	ST1400/PR1230	120	–	180	– 250	110	–	160	– 225	
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	ST1400/PR1230	100	–	160	– 220	90	–	145	– 200	
7.0	Nitrierstähle	< 1000	ST1400/PR1230	100	–	160	– 220	90	–	145	– 200	
7.1	Nitrierstähle	> 1000	ST1400/PR1230	100	–	160	– 220	90	–	145	– 200	
8.0	Werkzeugstähle	< 850	ST1400/PR1230	120	–	180	– 250	110	–	160	– 225	
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	ST1400/PR1230	80	–	140	– 180	70	–	125	– 160	
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	ST1400/PR1230	80	–	140	– 180	70	–	125	– 160	
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	ST1400/PR1230	80	–	140	– 180	70	–	125	– 160	
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–			–				–		
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–			–				–		
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–			–				–		
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	ST1400/PR1230	80	–	140	– 180	70	–	125	– 160	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–			–				–		
12.0	Federstähle	< 1500	ST1400/PR1230	80	–	140	– 180	70	–	125	– 160	
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700	–			–				–		
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700	–			–				–		
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850	–			–				–		
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100	–			–				–		
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–			–				–		
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	GG/PR1210	140	–	200	– 270	125	–	180	– 245	
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	GG/PR1210	120	–	180	– 250	100	–	160	– 225	
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	GG/PR1210	100	–	150	– 200	90	–	135	– 180	
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	GG/PR1210	100	–	150	– 200	90	–	135	– 180	
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	GG/PR1210			–		40	–	60	– 80	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	GG/PR1210			–		30	–	50	– 70	
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–			–				–		
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–			–				–		
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si		–			–				–		
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–			–				–		
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–			–				–		
18.2	Messing, langspanend	< 600	–			–				–		
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–			–				–		
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–			–				–		
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–			–				–		
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–			–				–		
19.0	Graphit		–			–				–		
20.0	Thermoplast		–			–				–		
20.1	Duroplast		–			–				–		
20.2	GFK und CFK		–			–				–		

















Vorschub pro Zahn f_z [mm/Z]									
a_e = (0,4...1)xD			a_e = 0,3xD			a_e = 0,1xD		
min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
0,08	**0,10**	0,15	0,09	**0,11**	0,16	0,13	**0,17**	0,25
0,08	**0,10**	0,15	0,09	**0,11**	0,16	0,13	**0,17**	0,25
0,08	**0,10**	0,15	0,09	**0,11**	0,16	0,13	**0,17**	0,25
0,08	**0,10**	0,15	0,09	**0,11**	0,16	0,13	**0,17**	0,25
0,08	**0,10**	0,15	0,09	**0,11**	0,16	0,13	**0,17**	0,25
0,08	**0,10**	0,15	0,09	**0,11**	0,16	0,13	**0,17**	0,25
0,08	**0,10**	0,15	0,09	**0,11**	0,16	0,13	**0,17**	0,25
0,08	**0,10**	0,15	0,09	**0,11**	0,16	0,13	**0,17**	0,25
0,08	**0,10**	0,15	0,09	**0,11**	0,16	0,13	**0,17**	0,25
0,08	**0,10**	0,15	0,09	**0,11**	0,16	0,13	**0,17**	0,25
0,08	**0,10**	0,15	0,09	**0,11**	0,16	0,13	**0,17**	0,25
0,08	**0,10**	0,15	0,09	**0,11**	0,16	0,13	**0,17**	0,25
0,08	**0,10**	0,15	0,09	**0,11**	0,16	0,13	**0,17**	0,25
0,08	**0,10**	0,15	0,09	**0,11**	0,16	0,13	**0,17**	0,25
0,08	**0,10**	0,15	0,09	**0,11**	0,16	0,13	**0,17**	0,25
0,08	**0,10**	0,15	0,09	**0,11**	0,16	0,13	**0,17**	0,25
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
0,08	**0,10**	0,15	0,09	**0,11**	0,16	0,13	**0,17**	0,25
	–			–			–	
0,08	**0,10**	0,15	0,09	**0,11**	0,16	0,13	**0,17**	0,25
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
0,08	**0,15**	0,18	0,09	**0,16**	0,20	0,13	**0,25**	0,30
0,08	**0,15**	0,18	0,09	**0,16**	0,20	0,13	**0,25**	0,30
0,08	**0,15**	0,18	0,09	**0,16**	0,20	0,13	**0,25**	0,30
0,08	**0,15**	0,18	0,09	**0,16**	0,20	0,13	**0,25**	0,30
0,08	**0,10**	0,15	0,09	**0,11**	0,16	0,13	**0,17**	0,25
0,08	**0,10**	0,15	0,09	**0,11**	0,16	0,13	**0,17**	0,25
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	

Tabelle 8.139 KYOCERA Scheibenfräser MSTB für aufgeschraubte Wendeschneidplatten

Katalognummer **228200; 228201; 228202; 228205; 228206; 228207** **für Wendeplatte LNEU**

f_z für a_e = 0,1xD

Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	Breite 6 und 7 mm								
			Schnittgeschwindigkeit						Vorschub pro Zahn		
			Trocken			Nass					
			v_c [m/min]			v_c [m/min]			f_z [mm/Z]		
		[N/mm²]	min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
1.0	allg. Baustähle	< 500	170	**180**	210		–		0,08	**0,16**	0,24
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	170	**180**	210		–		0,08	**0,16**	0,24
2.0	Automatenstähle	< 850	170	**180**	210		–		0,08	**0,14**	0,22
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	170	**180**	210		–		0,08	**0,14**	0,22
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	100	**120**	130		–		0,07	**0,13**	0,20
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	100	**120**	130		–		0,07	**0,13**	0,20
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	90	**100**	120		–		0,07	**0,13**	0,20
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	70	**80**	90		–		0,07	**0,13**	0,20
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	70	**80**	90		–		0,05	**0,11**	0,18
5.0	unleg. Einsatzst.	<750	170	**190**	210		–		0,07	**0,13**	0,20
6.0	leg. Einsatzst.	< 1000	100	**120**	130		–		0,07	**0,13**	0,20
6.1	leg. Einsatzst.	> 1000	70	**80**	90		–		0,05	**0,11**	0,18
7.0	Nitrierstähle	< 1000	70	**80**	90		–		0,05	**0,11**	0,18
7.1	Nitrierstähle	> 1000	70	**80**	90		–		0,05	**0,11**	0,18
8.0	Werkzeugstähle	< 850	100	**120**	130		–		0,07	**0,13**	0,20
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	70	**80**	90		–		0,05	**0,11**	0,18
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	70	**80**	90		–		0,05	**0,11**	0,18
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	70	**80**	90		–		0,05	**0,11**	0,18
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–			–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	70	**80**	90		–		0,05	**0,11**	0,18
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–			–			–	
12.0	Federstähle	< 1500	70	**80**	90		–		0,05	**0,11**	0,18
13.0	rostfr. St.-geschwefelt	< 700		–		110	**125**	140	0,05	**0,11**	0,18
13.1	rostf. St.-austenitisch	< 700		–		110	**125**	140	0,05	**0,11**	0,18
13.2	rostfr. St.-austenitisch	< 850		–		110	**125**	140	0,05	**0,11**	0,18
13.3	rostfr. St.-martensitisch	< 1100		–		100	**110**	120	0,05	**0,11**	0,18
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–		20	**20**	30	0,05	**0,11**	0,18
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	130	**140**	150		–		0,07	**0,14**	0,22
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	110	**120**	130		–		0,07	**0,14**	0,22
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	80	**90**	100		–		0,07	**0,14**	0,22
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	70	**80**	90		–		0,07	**0,14**	0,22
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850		–		40	**40**	50	0,05	**0,11**	0,18
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200		–		30	**30**	40	0,05	**0,11**	0,18
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350		–			–			–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend			–			–			–	
17.2	Al.- Gussleg. > 10% Si			–			–			–	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400		–			–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600		–			–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600		–			–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600		–			–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850		–			–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850		–			–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200		–			–			–	
19.0	Graphit			–			–			–	
20.0	Thermoplast			–			–			–	
20.1	Duroplast			–			–			–	
20.2	GFK und CFK			–			–			–	





Breite 8 und 9 mm									Breite 10 und 11 mm								
Schnittgeschwindigkeit						Vorschub pro Zahn			Schnittgeschwindigkeit						Vorschub pro Zahn		
Trocken			Nass						Trocken			Nass					
v_c [m/min]			v_c [m/min]			f_z [mm/Z]			v_c [m/min]			v_c [m/min]			f_z [mm/Z]		
min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
170	**180**	210		–		0,12	**0,20**	0,28	170	**180**	210		–		0,12	**0,20**	0,28
170	**180**	210		–		0,12	**0,20**	0,28	170	**180**	210		–		0,12	**0,20**	0,28
170	**180**	210		–		0,10	**0,18**	0,24	170	**180**	210		–		0,10	**0,18**	0,24
170	**180**	210		–		0,10	**0,18**	0,24	170	**180**	210		–		0,10	**0,18**	0,24
100	**120**	130		–		0,10	**0,16**	0,22	100	**120**	130		–		0,10	**0,16**	0,22
100	**120**	130		–		0,10	**0,16**	0,22	100	**120**	130		–		0,10	**0,16**	0,22
90	**100**	120		–		0,10	**0,16**	0,22	90	**100**	120		–		0,10	**0,16**	0,22
70	**80**	90		–		0,10	**0,16**	0,22	70	**80**	90		–		0,10	**0,16**	0,22
70	**80**	90		–		0,08	**0,14**	0,20	70	**80**	90		–		0,08	**0,14**	0,20
170	**190**	210		–		0,10	**0,16**	0,22	170	**190**	210		–		0,10	**0,16**	0,22
100	**120**	130		–		0,10	**0,16**	0,22	100	**120**	130		–		0,10	**0,16**	0,22
70	**80**	90		–		0,08	**0,14**	0,20	70	**80**	90		–		0,08	**0,14**	0,20
70	**80**	90		–		0,08	**0,14**	0,20	70	**80**	90		–		0,08	**0,14**	0,20
70	**80**	90		–		0,08	**0,14**	0,20	70	**80**	90		–		0,08	**0,14**	0,20
100	**120**	130		–		0,10	**0,16**	0,22	100	**120**	130		–		0,10	**0,16**	0,22
70	**80**	90		–		0,08	**0,14**	0,20	70	**80**	90		–		0,08	**0,14**	0,20
70	**80**	90		–		0,08	**0,14**	0,20	70	**80**	90		–		0,08	**0,14**	0,20
70	**80**	90		–		0,08	**0,14**	0,20	70	**80**	90		–		0,08	**0,14**	0,20
	–			–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–			–	
70	**80**	90		–		0,08	**0,14**	0,20	70	**80**	90		–		0,08	**0,14**	0,20
	–			–			–			–			–			–	
70	**80**	90		–		0,08	**0,14**	0,20	70	**80**	90		–		0,08	**0,14**	0,20
	–		110	**125**	140	0,08	**0,14**	0,20		–		110	**125**	140	0,08	**0,14**	0,20
	–		110	**125**	140	0,08	**0,14**	0,20		–		110	**125**	140	0,08	**0,14**	0,20
	–		110	**125**	140	0,08	**0,14**	0,20		–		110	**125**	140	0,08	**0,14**	0,20
	–		100	**110**	120	0,08	**0,14**	0,20		–		100	**110**	120	0,08	**0,14**	0,20
	–		20	**20**	30	0,08	**0,14**	0,20		–		20	**20**	30	0,08	**0,14**	0,20
130	**140**	150		–		0,10	**0,17**	0,25	130	**140**	150		–		0,10	**0,17**	0,25
110	**120**	130		–		0,10	**0,17**	0,25	110	**120**	130		–		0,10	**0,17**	0,25
80	**90**	100		–		0,10	**0,17**	0,25	80	**90**	100		–		0,10	**0,17**	0,25
70	**80**	90		–		0,10	**0,17**	0,25	70	**80**	90		–		0,10	**0,17**	0,25
	–		40	**40**	50	0,08	**0,14**	0,20		–		40	**40**	50	0,08	**0,14**	0,20
	–		30	**30**	40	0,08	**0,14**	0,20		–		30	**30**	40	0,08	**0,14**	0,20
	–			–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–			–	
	–			–			–			–			–			–	

Inhalt



Tabellenverzeichnis – Einsatzwerte Drehen und Rändeln 809
Werkzeugübersicht Drehwendeschneidplatten 810
Hochleistungs-Drehzerspanung HPC/MTC/Titanbearbeitung 811

1 Drehverfahren 812

2 Schnitt- und Spanungsgrößen beim Drehen 813

3 Kräfte und Leistungsbedarf beim Drehen 814

4 Berechnung der Hauptzeit beim Drehen 815

4.1 Hauptzeit beim Längsdrehen 815
4.2 Hauptzeit beim Plandrehen 816

5 Drehwerkzeuge 817

5.1 Einteilige Drehwerkzeuge 817
5.1.1 Drehmeißel aus Schnellarbeitsstahl 817
5.1.2 Drehmeißel mit Hartmetallschneiden 817
5.1.3 Ausbildung des Schneidenkopfes 817
5.2 Klemmhalter und Wendeschneidplatten 818
5.2.1 Klemmhalter 818
5.2.2 Wendeschneidplatten 820
5.2.3 Spanbrecher und Spanleitstufen 824

6 Innendrehen 828

7 Ab-, Einstech- und Stechdrehen 829

8 Feindrehen mit Wendeschneidplatten 832

9 GARANT „5 in 1“ Dreh- und Bohrwerkzeug 833

10 Feinstdrehen mit wechselbaren Hartmetallstählen (Komet UniTurn und Micro-Feindrehprogramm ab Ø 1 mm) 834

11 Problemlösungen 835

11.1 Problemlösungen für das Drehen 835
11.2 Problemlösungen beim Nut- und Abstechdrehen 836
11.3 Problemlösungen beim Stechdrehen 837

12 Einsatz von GARANT-Drehwerkzeugen 838

12.1 VA-Drehen 838
12.2 Stechdrehen 839
12.3 Feindrehen 840

13 Rändeln 841

13.1 Normung der Rändel und Rändelprofile 841
13.2 Auswahl des Rändelrad-Materials 843
13.3 Rändelverfahren 845
13.3.1 Rändelformen (Rändeldrücken) 847
13.3.2 Rändelfräsen 849
13.4 Bedienungsanleitungen für Rändelfräswerkzeuge 850
13.5 Bedienungsanleitung für Rändelwerkzeug mit ClickPin 860

14 Einsatzrichtwerte für das Drehen und Rändeln 861

Tabellenverzeichnis – Einsatzwerte Drehen und Rändeln

Drehverfahren	Bearbeitung/Schneidstoff		Tab.-Nr.	Seite
ISO Drehen 0°	Feinstschlichten	HM (beschichtet) Cermet	9.9	862
	Schlichten	HM (beschichtet) Cermet	9.10	864
	Mittlere Bearbeitung	HM (beschichtet, unbeschichtet)	9.11	866
	Schruppen	HM (beschichtet)	9.12	868
	Schwerzerspanung	HM (beschichtet)	9.13	870
	KNUX	HM (beschichtet)	9.14	871
	CBN (beschichtet und unbeschichtet)		9.15	872
	Keramik (beschichtet und unbeschichtet)		9.16	874
	Kyocera Schlichten	HM (beschichtet)	9.17	876
	Kyocera Schlichten – Mittl. Bearbeitung	HM (beschichtet)	9.18	878
	Kyocera – Mittl. Bearb.	HM (beschichtet)	9.19	880
	Kyocera Schruppen	HM (beschichtet)	9.20	884
	Stellram Schlichten	HM (beschichtet)	9.21	886
	Stellram Mittl. Bearb.	HM (beschichtet)	9.22	888
	Stellram Schruppen	HM (beschichtet)	9.23	890
ISO Drehen 7°	Feinstschlichten	HM (beschichtet, unbeschichtet); Cermet	9.24	892
	Schlichten	HM (beschichtet) Cermet	9.25	894
	Mittlere Bearbeitung	HM (beschichtet, unbeschichtet); Cermet	9.26	896
	CBN (beschichtet und unbeschichtet)		9.27	898
	PKD		9.28	900
	Kyocera Schlichten	HM (beschichtet)	9.29	902
	Kyocera Schlichten – Mittl. Bearbeitung	HM (beschichtet)	9.30	906
	Kyocera – Mittl. Bearbeitung	HM (beschichtet)	9.31	908
	Stellram Schlichten – Mittl. Bearbeitung	HM (beschichtet)	9.32	912
	Stellram Mittl. Bearbeitung – Schruppen	HM (beschichtet)	9.33	913
ISO Drehen 5°	Universalwerkzeugsystem 265106; 265112		9.34	914
Abstechen	273550, 273555	HM (beschichtet, unbeschichtet); Cermet	9.35	916
Stechdrehen	273750–273891	HM (beschichtet), CBN; PKD	9.36	918
	273960–273982	HM (beschichtet, unbeschichtet)	9.37	920
GARANT Feindrehen mit Wendeschneidplatten 7° /11° / 15°			9.38	922
„5 in 1" Dreh- und Bohrwerkzeug			9.39	924
Feinstdrehen mit Komet UniTurn			9.40	926
Micro-Feindrehprogramm 270200–270204 mit Einsätzen 270210–270410			9.41	928
Rändelformen – spanlose Bearbeitung			9.42	930
Rändelfräsen – spanabhebende Bearbeitung			9.43	932

Verfahren	Tab.-Nr.	Seite
Spindeln/Feinspindeln (siehe Kapitel Bohren)	3.52–3.56	300–308
Gewindedrehen (siehe Kapitel Gewinde)	4.17	365

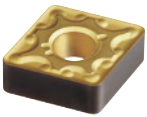
Werkzeugübersicht Drehwendeschneidplatten

Form	Freiwinkel	ISO	Plattengröße	Garant	Kyocera	Stellram	Passende Klemmhalter	Passende Bohrstangen
				Seite				
C.. Rhombus 80°	CN..	CNGA	12	461 / 463	462 / 464	–	466 / 467	472 / 473
		CNGG	12	–	–	527	466 / 467	472 / 473
		CNGX	12	–	465	–	465	–
		CNMA	12	461	–	–	466 / 467	472 / 473
		CNMG	09 / 12 / 16 / 19	455 / 468	522 / 523	527	466 / 467	472 / 473
		CNMM	12 / 16 / 19 / 25	456	522 / 523	527 / 538	466 / 467	472 / 473
	CB..	CBMT	06	481	–	–	481	481
	CC..	CCGT	06 / 09 / 12	475 / 484	532	536	485 / 500	488 / 489 / 490
		CCGW	06 / 09 / 12	482 / 484	–	–	485 / 500	488 / 489 / 490
		CCMT	06 / 09 / 12	475 / 476 / 481	532 / 533	536	485 / 500	488 / 489 / 490
		CCMW	06 / 09	482	483	–	485 / 500	488 / 489 / 490
	CD..	CDCT	S4	497	–	–	498	498 / 501
D.. Rhombus 55°	DN..	DNGA	15	461 / 463	462 / 464	–	468 / 469 / 470	473
		DNGG	15	–	–	528	468 / 469 / 470	473
		DNGX	15	–	465	–	465	–
		DNMA	15	461	–	–	468 / 469 / 470	473
		DNMG	11 / 15 / 19	456	523	528	468 / 469 / 470	473
	DB..	DBMT	06	481	–	–	481	481
	DC..	DCGT	07 / 11	477 / 484	533 / 534	537	486 / 487 / 500 / 501	490 / 491 / 492
		DCGW	07 / 11	482 / 484	–	–	486 / 487 / 500 / 501	490 / 491 / 492
		DCMT	07 / 11	477 / 478 / 481	533 / 534	537	486 / 487 / 500 / 501	490 / 491 / 492
		DCMW	07 / 11	482	483	–	486 / 487 / 500 / 501	490 / 491 / 492
G.. Rhombus 45°	GC..	GCCT	06	497	–	–	–	499
	GP..	GPCT	S5	497	–	–	498	499 / 501
K.. Rhomboid 55°	KN..	KNUX	16	457	–	–	470	–
L.. Orthogon	LN..	LNUX	19 / 30 / 40 / 50	–	–	538	–	–
R.. Rund	RN..	RNGN	12	–	464	–	470	–
	RC..	RCMT	32	–	–	538	–	–
		RCMX	10 / 12	478	–	–	487	–
S.. Quadrat	SN..	SNGA	12	463	462 / 464	–	470 / 471	–
		SNGX	12	–	465	–	465	–
		SNMG	12 / 15 / 19	457	524	529	470 / 471	–
		SNMM	12 / 15 / 19 / 25	457	524	529 / 538	470 / 471	–
	SC..	SCGT	09 / 12	478	–	–	487	–
		SCMT	09 / 12	478	–	537	487	–
T.. Trigon	TN..	TNGA	16	463	462 / 464	–	471	474
		TNMG	16 / 22	458	525	530	471	474
		TNMM	16 / 22	458	525	530	471	474
	TB..	TBMT	06	481	–	–	481	481
	TC..	TCGT	11 / 16	479	–	–	–	492 / 493 / 494
		TCMT	11 / 16	479	535	537	–	492 / 493 / 494
	TD..	TDAT	07	497	–	–	–	499 / 501
V.. Rhombus	VN..	VNGA	16	461 / 463	462 / 464	–	472	–
		VNGG	16	–	–	530	472	–
		VNMA	16	461	–	–	472	–
		VNMG	16	458	526	530	472	–
	VB..	VBGW	16	–	483	–	488	–
		VBMT	06 / 16	481	535	–	481 / 488	481/ 494 / 495
	VC..	VCGT	11 / 16	480 / 484	–	–	487 / 488 / 501	494 / 495
		VCGW	11 / 16	484	–	–	487 / 488 / 501	494 / 495
		VCMT	11 / 16	480 / 481	–	–	487 / 488 / 501	494 / 495
W.. Trigon	WN..	WNGA	08	–	462	–	471 / 472	474
		WNGG	08	–	–	531	471 / 472	474
		WNMG	06 / 08	459 / 460	526	531	471 / 472	474
		WNMX	21	–	–	538	–	–
	WC..	WCHX	04–17	496	–	–	–	496

HPC- und MTC-Drehwendeplatten

Hochleistungs-Drehzerspanung HPC / MTC / Titanbearbeitung

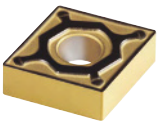
HPC
für Stahl



HPC 710 **HM-Sorte**

Spezielle **2-Komponenten CVD-Beschichtung** mit einer **TiN-Verbundschicht** im Spanbrecherbereich und einer äußerst verschleißfesten **Al_2O_3-Beschichtung** an der Freifläche für die **Hochleistungsbearbeitung im HPC-Bereich.**

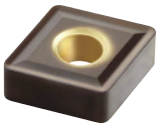
HPC
für rostfreie Stähle



HPC 7135 **HM-Sorte**

Spezial-Spanbrecher und **spezielle PVD-Mehrlagenbeschichtung** für die Bearbeitung im **HPC-Bereich** für **rost- und säurefeste Stähle.**

HPC
für Guss



HPC 705 **HM-Sorte**

Spezielle **2-Komponenten CVD-Beschichtung** mit äußerst verschleißfester **Al_2O_3-Beschichtung** für die **Hochleistungsbearbeitung im HPC-Bereich.**

MTC
für Stahl und rostfreie Stähle



UNI **Spanbrecher**

Äußerst stabile Wendeschneidplatte mit **sehr großzügigen, positiven Spanleitstufen,** die einen **sehr weichen Schnitt** bei gleichzeitiger **Schnittkraftreduzierung** ermöglicht, um Vibrationen bei **instabilen Verhältnissen** zu minimieren.

TIS / TIM
für Titan / Inconel



HB 7110 **HM-Sorte**

Spezielle Kombination aus Substrat und Plattengeometrie und **modernster PVD TiAlN / AlCrN Mehrlagenbeschichtung** für optimale Schnittergebnisse **in schwierig zerspanbaren Werkstoffen wie z. B. Titan oder Inconel.**

1 Drehverfahren

Die Vielzahl der Drehverfahren kann nach DIN 8589 Teil 1 nach den Gesichtspunkten

- erzeugte Oberfläche
- Werkzeugform sowie
- Kinematik des Zerspanvorganges

unterteilt werden:

- nach der Lage der Bearbeitungsstelle: Außendrehen, Innendrehen
- nach der erzeugten Bearbeitungsfläche: Runddrehen, Plandrehen, Schraubendrehen, Unrunddrehen, Profildrehen, Formdrehen
- nach der Vorschubrichtung: Längsdrehen, Querdrehen

Wobei weiter nach der Oberflächengüte zwischen Schrupp-, Schlicht-, Fein- und Feinstdrehen unterschieden wird. In *Bild 9.1* sind einige Drehverfahren nach DIN 8589 dargestellt.

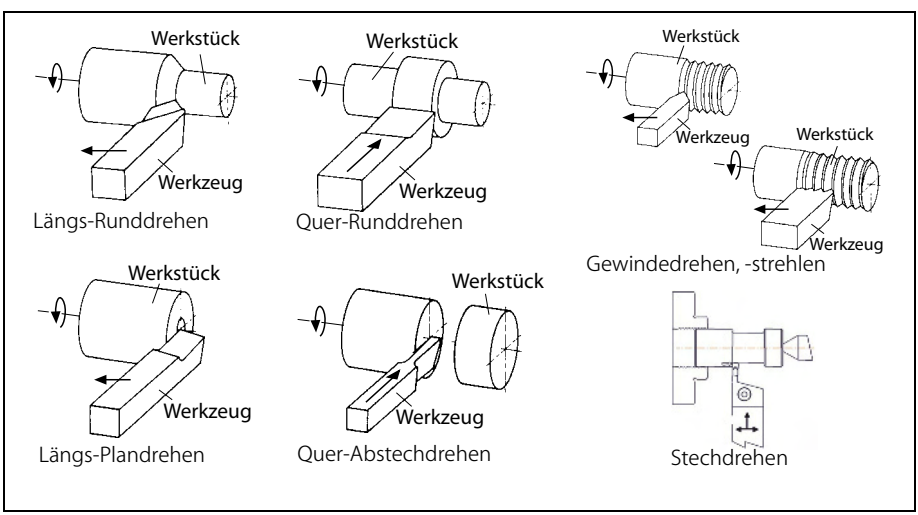


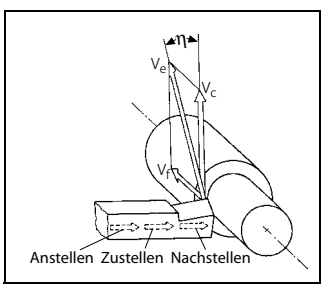
Bild 9.1 Drehverfahren (beispielhaft) nach DIN 8589, Teil 1

2 Schnitt- und Spanungsgrößen beim Drehen

Die **Schnittgeschwindigkeit v_c** wird durch die Werkstückdrehung mit der Drehzahl *n* erzeugt. Die Schnittgeschwindigkeit herrscht an einem Schneidenpunkt mit dem Abstand d/2 von der Drehachse. Sie ist nicht über das ganze Werkstück gleich. Zur Werkstückmitte hin wird sie mit abnehmendem Durchmesser kleiner (besonders beim Plandrehen zu beachten). Soll die Schnittgeschwindigkeit konstant gehalten werden, muss die Drehzahl *n* entsprechend geändert (geregelt) werden.

$$v_c = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000}$$

v_c	Schnittgeschwindigkeit [m/min]	(Gl. 9.1)
D	Werkstückdurchmesser [mm]	
n	Drehzahl [U/min]	



v_c	Schnittgeschwindigkeit
v_f	Vorschubgeschwindigkeit
v_e	Wirkgeschwindigkeit
η	Wirkrichtungswinkel

Bild 9.2 Geschwindigkeit der Haupt- und Nebenbewegungen beim Drehen

Die **Vorschubgeschwindigkeit v_f** hat folgenden Zusammenhang:

$$v_f = f \cdot n$$

v_f	Vorschubgeschwindigkeit [mm/min]	(Gl. 9.2)
f	Vorschub [mm/U]	
n	Drehzahl [U/min]	

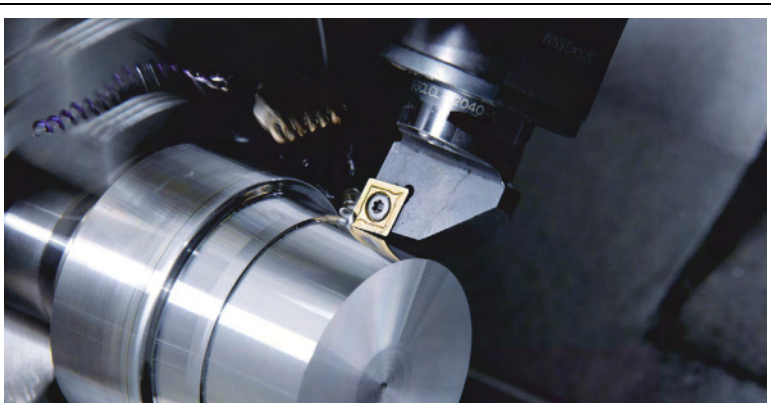


Bild 9.3 Hartdrehen

Bild 9.4 zeigt den **Spanungsquerschnitt *A***. Er stellt den Werkstoffquerschnitt dar, der mit einem Schnitt abgespant wird. Dabei sind die Maschineneinstellgrößen (a_p und f) und die technologischen Größen (b und h) über den Einstellwinkel κ miteinander verknüpft (vgl. auch Gl. 3.3 bis 3.5).

$$A = f \cdot a_p = b \cdot h$$

f Vorschub (Gl. 9.3)
a_p Schnitttiefe
b Spanungsbreite
h Spanungsdicke

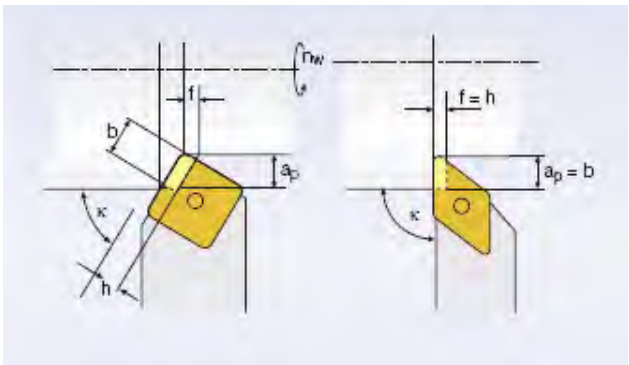


Bild 9.4 Schnitt- und Spanungsgrößen

Es gelten weiterhin folgende Zusammenhänge:

$$b = \frac{a_p}{\sin\kappa}$$

b Spanungsbreite [mm] (Gl. 9.4)
a_p Schnitttiefe [mm]
κ Eingriffswinkel

$$h = f \cdot \sin\kappa$$

h Spanungsdicke [mm] (Gl. 9.5)
f Vorschub [mm]

3 Kräfte und Leistungsbedarf beim Drehen

Die Berechnung der Zerspankraft sowie entsprechender Leistungskriterien ist dem Kapitel „Grundlagen“, Abschnitt 1.4 zu entnehmen.

4 Berechnung der Hauptzeit beim Drehen

Allgemein gilt für die Hauptzeitermittlung t_h:

$$t_h = \frac{L \cdot i}{f \cdot n}$$

t_h	Hauptzeit [min]	
L	Gesamtweg des Werkzeuges [mm]	(Gl. 9.6)
i	Anzahl der Schnitte	
f	Vorschub [mm/U]	
n	Drehzahl [min^{-1}]	

4.1 Hauptzeit beim Längsdrehen

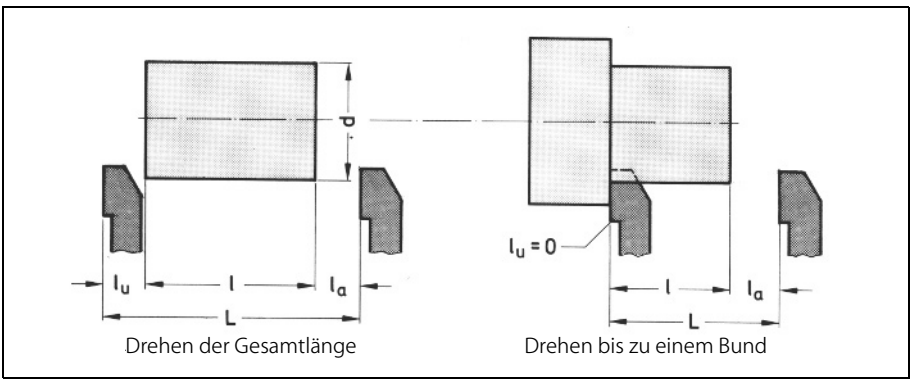


Bild 9.5 Wege beim Längsrunddrehen

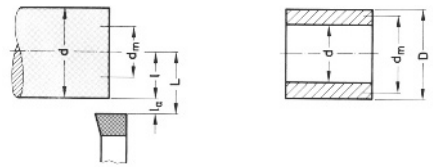
Für den **Gesamtweg *L*** gilt dann:

$$L = l + l_a + l_u$$

l	Werkstücklänge [mm]	
l_a	Anlaufweg [mm]	(Gl. 9.7)
l_u	Überlaufweg [mm]	

Es gilt: $l_a \approx l_u \approx 2$ mm

4.2 Hauptzeit beim Plandrehen



Plandrehen Planringdrehen

Bild 9.6
Wege und mittlerer Durchmesser beim Plandrehen

Für das Plandrehen beim Vollzylinder gilt:

Mit $l = \frac{D}{2}$ wird

$$L = l_a + l = l_a + \frac{D}{2}$$

L	Gesamtweg des Werkzeuges [mm]	
l	Werkstücklänge [mm]	(Gl. 9.8)
l_a	Anlaufweg [mm]	
D	Werkstückaußendurchmesser [mm]	

Für das Planringdrehen (Hohlzylinder) gilt:

Mit $l = \frac{D-d}{2}$ wird

$$L = l_a + l + l_u = l_a + \frac{D-d}{2} + l_u$$

D	Werkstückaußendurchmesser [mm]	
d	Werkstückinnendurchmesser [mm]	
l_a	Anlaufweg [mm]	(Gl. 9.9)
l_u	Überlaufweg [mm]	

Bei der Berechnung der Drehzahl n für das Plandrehen wird von einem **mittleren Werkstückdurchmesser d_m** ausgegangen. Es gilt somit für:

den Vollzylinder: $d_m = \frac{D}{2}$ den Hohlzylinder: $d_m = \frac{D+d}{2}$

und damit für die **Drehzahl n**:

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{d_m \cdot \pi}$$

n	Drehzahl [U/min]	
v_c	Schnittgeschwindigkeit [m/min]	(Gl. 9.10)
d_m	mittlerer Werkstückdurchmesser [mm]	

5 Drehwerkzeuge

In diesem Abschnitt werden die Drehwerkzeuge nach allgemeinen Gesichtspunkten betrachtet. Spezielle Angaben wie z.B. zu Stechdrehmeißeln sind den nachfolgenden Abschnitten zu den jeweiligen Drehverfahren zu entnehmen.

5.1 Einteilige Drehwerkzeuge

5.1.1 Drehmeißel aus Schnellarbeitsstahl

Drehmeißel aus Schnellarbeitsstahl bestehen aus einem einzigen Stück. Unterschieden wird in Schaft, Werkzeugkörper und Schneidenteil.

Der **Schaft** ist quadratisch oder rechteckig für die Außenbearbeitung sowie rund oder viereckig für Innenbearbeitungen.

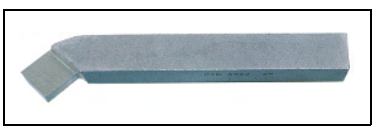


Bild 9.7
GARANT HSS/E-Drehmeißel, gebogen

Die Ausbildung des **Schneidenteils** richtet sich nach der Verwendung zum Längsdrehen, Querplandrehen, Eckenausdrehen, Anstirnen, Gewindeschneiden, Abstechen oder Innendrehen. Der Schneidenteil ist vergütet.

5.1.2 Drehmeißel mit Hartmetallschneiden

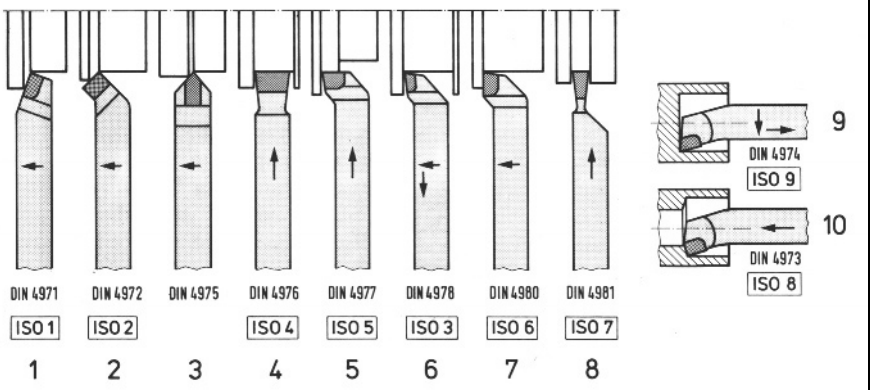


Bild 9.8 GARANT-Hartmetalldrehmeißel, gerade

Ähnliche Formen wie die HSS-Drehmeißel haben die Drehwerkzeuge mit aufgelöteten Hartmetallschneiden.

5.1.3 Ausbildung des Schneidenkopfes

Je nachdem wie die Lage des Schneidenkopfes zum Drehmeißelschaft ist, wird unterschieden zwischen **geraden**, **gebogenen** und **abgesetzten** Drehmeißeln (*vgl. Bild 9.9*). Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal ist die Bearbeitungsrichtung. Ein Drehmeißel, der von rechts nach links arbeitet, wird als **rechter Drehmeißel** bezeichnet, weil er die rechte Werkstückseite bearbeitet (beim Blick auf die Werkzeugspitze ist die Hauptschneide des Drehmeißels rechts). *Bild 9.9* zeigt die wichtigsten Drehmeißelformen. Die zugehörigen Schaftquerschnitte sind in DIN 770 festgelegt.



Drehmeißel:

1 gerader Drehmeißel
2 gebogener Drehmeißel
3 spitzer Drehmeißel
4 breiter Drehmeißel
5 abgesetzter Stirn-Drehmeißel
6 abgesetzter Ecken-Drehmeißel
7 abgesetzter Seiten-Drehmeißel
8 Stech-Drehmeißel
9 Innen-Ecken-Drehm.
10 Innen-Drehmeißel

Die Drehmeißel 1, 2, 5, 6, 7 sind rechte Drehmeißel.

Bild 9.9 Formen von Drehmeißeln

5.2 Klemmhalter und Wendeschneidplatten

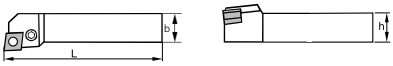
5.2.1 Klemmhalter

Für die Verwendung von Wendeschneidplatten z.B. aus Hartmetall werden häufig Drehwerkzeuge mit Klemmeinrichtungen für die Schneide verwendet. Sie unterscheiden sich von den einteiligen Werkzeugen im wesentlichen durch die Gestaltung des Werkzeugkörpers, der die Klemmkonstruktion enthält. Ihre Einteilung nach DIN 4984 richtet sich nach der Grundform der Wendeschneidplatte und ihrer geometrischen Anordnung und damit nach der möglichen Schnittrichtung. In *Bild 9.10* ist der ISO-Code für Dreh-Klemmhalter sowie der ISO-Code für Bohrstangen dargestellt.



Klemmdrehhalter und Bohrstangen ISO-Code

Klemmdrehhalter



P	C	L	N	R	25	25	M	16

Klemmsystem

C	
D	
M	
P	
S	

WSP-Form

C	80°
D	55°
G	55°
K	55°
R	
S	
T	
V	35°
W	80°

Werkzeugtyp

A	90°
B	75°
D	45°
E	60°
F	90°
G	90°
H	107°
J	93°
K	75°
L	95°
M	50°
N	63°
P	80,5°
Q	15°
S	45°
T	60°
U	93°
V	72,5°
X	Sonder-ausführungen

WSP-Freiwinkel

B	5°
C	7°
D	15°
E	20°
N	0°
P	11°

Bearbeitungs-richtung

R	
L	
N	

Schaft (mm) Höhe (h) / Breite (b)

08	8
10	10
12	12
16	16
20	20
25	25
32	32
40	40
50	50

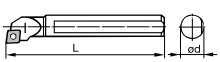
Werkzeuglänge L (mm)

D	60
E	70
F	80
H	100
K	125
M	150
N	160
P	170
R	200
S	250
T	300
U	350

Schneidenlänge (mm)

C	80°
D	55°
G	55°
K	55°
R	
S	
T	
V	35°
W	80°

Bohrstangen



A	16	M	S	C	L	C	R	09

Schaftausführung

A	Stahlschaft mit innerer Kühlmittelzufuhr
C	Hartmetallschaft
E	Hartmetallschaft mit innerer Kühlmittelzufuhr
S	Stahlschaft

Ø d (mm)

08	8
10	10
12	12
16	16
20	20
25	25
32	32
40	40
50	50

Werkzeuglänge L (mm)

F	80
G	90
H	100
J	110
K	125
L	140
M	150
Q	180
R	200
S	250
T	300
U	350
X	Sonder-länge

Klemmsystem

M	
P	
S	

WSP-Form

C	80°
D	55°
G	55°
R	
S	
T	
V	35°
W	80°

Eingriffswinkel

F	90°
J	52°
K	75°
L	95°
Q	107°30' 117°30'
U	93°
X	
Z	

WSP-Freiwinkel

B	5°
C	7°
D	15°
E	20°
N	0°
P	11°

Bearbeitungs-richtung

R	
L	

Schneidenlänge (mm)

C	80°
D	55°
G	55°
R	
S	
T	
V	35°
W	80°

Bild 9.10 ISO-Code für Klemmdrehhalter und Bohrstangen

5.2.2 Wendeschneidplatten

Eine wirtschaftlich günstige Ausnutzung der Schneidstoffe ist durch die Einführung der Wendeschneidplatten gelungen. Die Grundformen sind veilseitig und auf den jeweiligen Einsatz abgestimmt. In *Bild 9.12* ist die Einteilung der Wendeschneidplatten nach ISO-Code (Drehen und Fräsen) enthalten.

Im Querschnitt haben die Wendeschneidplatten schräge oder senkrecht zur Grundfläche verlaufende Seitenflächen. Damit erhält man Schneidplatten mit verschiedenen Freiwinkeln α. Bei senkrecht verlaufenden Seiten ist der Freiwinkel α gleich 0°. Diese Schneidplatten müssen zur Realisierung günstiger Zerspanungsbedingungen schräg in den Klemmhalter eingespannt werden, damit positive Freiwinkel an Haupt- und Nebenschneide entstehen (vgl. *Bild 9.11*)

Bei richtiger Werkzeuggestaltung erhält man gleichzeitig negative Spanwinkel γ und negative Neigungswinkel λ. Der Freiwinkel α an der Hauptschneide und der Nebenfreiwinkel α_n an der Nebenschneide sind positiv infolge der geneigten Einspannung der Wendeschneidplatte.

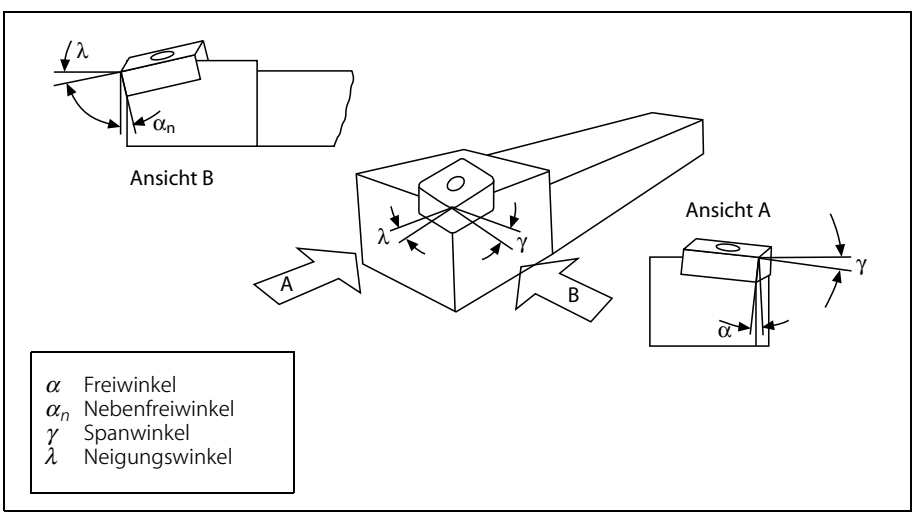


Bild 9.11 Klemmhalter für negative Span- und Neigungswinkel

5.2.2.1 ISO-Code von Wendeschneidplatten



	Form
A	Rhomboid 85°
B	Rhomboid 82°
C	Rhombus 80°
D	Rhombus 55°
E	Rhombus 75°
F	Rhombus 50°
G	Rhombus 45°
H	Hexagon
K	Rhomboid 55°
L	Orthogon
M	Rhombus 86°
O	Oktogon
P	Pentagon
R	Rund
S	Quadrat
T	Trigon
V	Rhombus 35°
W	Trigon
X/Z	spezielle Form

	Toleranz ohne Radius m (mm)	Inkreistoleranz ø d (mm)	Dickentoleranz S (mm)
A	± 0,005	± 0,025	± 0,025
C	± 0,013	± 0,025	± 0,025
E	± 0,025	± 0,025	± 0,025
F	± 0,005	± 0,013	± 0,025
G	± 0,025	± 0,025	± 0,13
H	± 0,013	± 0,013	± 0,025
J	± 0,005	± 0,05 = ± 0,13	± 0,025
K*	± 0,013	± 0,05 = ± 0,13	± 0,025
L*	± 0,025	± 0,05 = ± 0,13	± 0,025
M*	± 0,08 = ± 0,18	± 0,05 = ± 0,13	± 0,13
N*	± 0,08 = ± 0,18	± 0,05 = ± 0,13	± 0,025
P**	± 0,038	± 0,038	± 0,038
U*	± 0,13 = ± 0,38	± 0,08 = ± 0,25	± 0,13

* Generell gilt dasselbe für gesinterte WSP, zum Teil abhängig von der Größe
** Werksnorm

	Eckenradius (mm)
00	ohne Radius
01	0,1
02	0,2
03	0,3
04	0,4
05	0,5
06	0,6
08	0,8
10	1,0
12	1,2
16	1,6
20	2,0
24	2,4
25	2,5
28	2,8
31	3,1
32	3,2
40	4,0
50	5,0
60	6,0

	Hauptfreiwinkel
A	3°
B	5°
C	7°
D	15°
E	20°
F	25°
G	30°
N	0°
P	11°
O	weitere Freiwinkel

	Befestigung und Spanbrecher: Lochkonfiguration	Spanbrecher	Plattentyp
A	Zylindrisches Loch	keiner	
B C	Zylindrisches Loch + Senkung (70 = 90°)	keiner	
F	–	doppelseitig	
G	Zylindrisches Loch	doppelseitig	
H J	Zylindrisches Loch + Senkung (70 = 90°)	einseitig / doppelseitig	
M	Zylindrisches Loch	einseitig	
N	–	keiner	
Q	Zylindrisches Loch + Senkung (40 = 60°)	keiner	
R	–	einseitig	
T U W	Zylindrisches Loch + Senkung (40 = 60°)	einseitig / doppelseitig / keiner	
X	–	–	Spezielles Design

	Stärke (mm)
S4	1,16
01	1,59
T1	1,98
02	2,38
T2	2,78
03	3,18
35	3,58
T3	3,97
04	4,76
L5	5,00
M5	5,00
05	5,56
06	6,35
07	7,94
09	9,52
14	14,29

	Anstellwinkel
A	45°
E	75°
M O	Rund
P	90°
Z	spezial

	Standardfreiwinkel der Breitschlichtplanfase
C	7°
D	15°
E	20°
F	25°
N	0°
P	11°
T	22°

	Schneidkantenausführung
F	scharfkantig
E	verrundet
T	gefast
S	gefast und verrundet

	Bearbeitungsrichtung
R	rechts
L	links
N	neutral

Bild 9.12 ISO-Codierung der Wendeschneidplatten (Drehen und Fräsen)

5.2.2.2 Wendeplattengröße

Die Form und Größe der Wendeplatte (und somit auch die maximal mögliche Schnitttiefe) sind durch die Wahl des Klemmhalters vorgegeben. Im nachfolgenden Bild sind diese Zusammenhänge dargestellt.

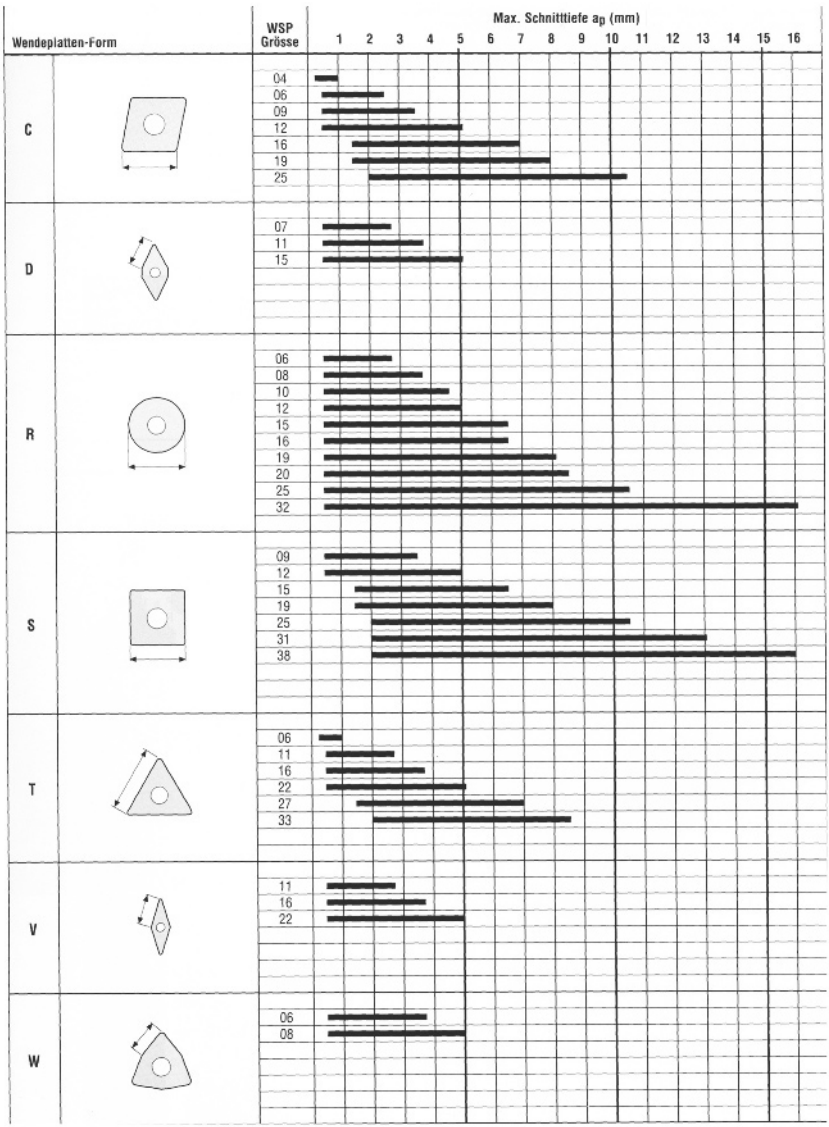


Bild 9.13 Zusammenhang zwischen Wendeplattenform, -größe und maximaler Schnitttiefe

In **Abhängigkeit vom Eckenradius** der Wendeschneidplatten ist der **Vorschub** zu **wählen**. Nachfolgend aufgeführt sind Vorschubwerte für unterschiedliche Eckenradien. Im Regelfall sollte der **Vorschub beim Schruppen etwa die Hälfte der Radiusgröße** ausmachen.

Eckenradius	Vorschubbereich
0,2 mm	f = 0,05 … 0,15 mm/U
0,4 mm	f = 0,12 … 0,25 mm/U
0,8 mm	f = 0,25 … 0,5 mm/U
1,2 mm	f = 0,36 … 0,7 mm/U
1,6 mm	f = 0,5 … 1,0 mm/U
2,4 mm	f = 0,7 … 1,6 mm/U

Tabelle 9.1 Vorschubrichtwerte in Abhängigkeit vom Eckenradius

Durch die Wahl des Eckenradius kann die Rauheit der erzeugten Oberfläche beeinflusst werden. Grundlegende Zusammenhänge zwischen **Oberflächenrauheit und Eckenradius** sind im Kapitel Grundlagen, Abschnitt 1.5 dargestellt.

5.2.2.3 Wiper-Wendeplatten

Die Wiper-Wendeplatten (vgl. *Bild 9.14*) sind nur für geringe Schnitttiefen vorgesehen und bieten bei diesen Verhältnissen folgende Vorteile gegenüber den Standard-Geometrien:

- Geringere Oberflächenrauheiten bei normalen bis höheren Vorschüben
- Nachträgliches Schleifen kann oft entfallen

Im oberen Teil des *Bildes 9.14* ist die Geometrie einer Standard-Schneide mit einer Wiper-Geometrie vergleichend dargestellt. Das Diagramm zeigt die Verbesserung der Oberflächenrauheit beim Einsatz der Wiper-Geometrie am Beispiel einer Drehbearbeitung von Stahl (CNMG120408, CVD-beschichtetes Hartmetall, Einstellwinkel $\kappa = 95°$, Schnitttiefe $a_p = 1$ mm).

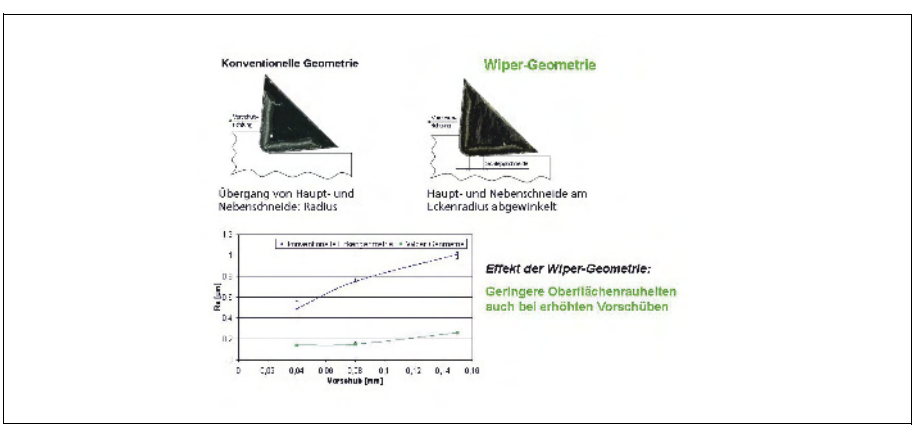


Bild 9.14 Verringerte Oberflächenrauheit mit Wiper-Wendeschneidplatte

5.2.3 Spanbrecher und Spanleitstufen

Der **Spanbruch** lässt sich durch eine Reihe von Faktoren beeinflussen, wie z. B. Plattengeometrie, Eckenradius r_ε, Einstellwinkel κ, Schnitttiefe a_p, Vorschub f und Schnittgeschwindigkeit v_c.

Die Form des **Spanbrechers** beeinflusst den Krümmungsradius des Spanes, wobei insbesondere die Verschleißformen Kolk und Aufbauschneidenbildung als zusätzliche Spanbrecher wirken können (vgl. auch Kapitel „Grundlagen", Abschnitt 1.1). Die Richtung des Spanflusses und die Intensität der Spiraldrehung des Spanes werden durch den Einstellwinkel κ oder die Kombination von Schnitttiefe a_p und Eckenradius r_ε bestimmt.

Spanleitstufen haben die Aufgabe die Spanform und den Spanablauf so zu beeinflussen, dass aus der Sicht des Werkzeuges und des Werkstückes optimale Zerspanverhältnisse entstehen. Dabei kann die Spanleitstufe unterschiedliche Öffnungswinkel besitzen (parallel oder winkelig zur Hauptschneide – vgl. *Bild 9.15*).

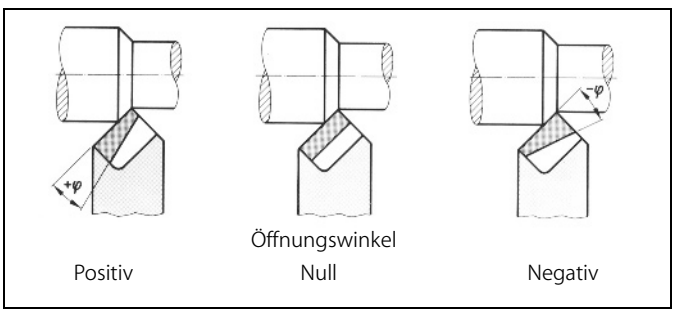


Bild 9.15 Mögliche Öffnungswinkel der Spanleitstufen

Positive Öffnungswinkel (*Bild 9.15 links*) kommen bei der Schlichtbearbeitung zum Einsatz, da der Span von der Werkstückoberfläche weggeführt wird. Somit kommt es zu keiner Schädigung der erzeugten Oberfläche. Der Nachteil jedoch ist, dass das Brechen der Späne erschwert wird.

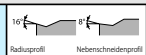
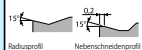
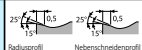
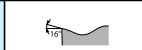
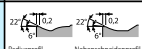
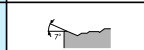
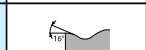
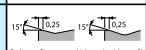
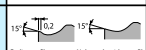
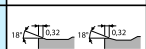
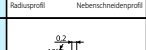
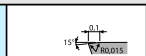
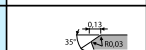
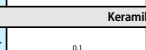
Eine parallele Spanleitstufe (**Öffnungswinkel gleich Null** – *Bild 9.15 Mitte*) ist leicht herstellbar, jedoch läuft der Span gegen die Schnittfläche und kann diese beschädigen.

Negative Öffnungswinkel (*Bild 9.15 rechts*) werden für Schruppschnitte eingesetzt. Die Späne brechen leichter und das Zerkratzen der gedrehten Oberfläche durch die zum Werkstück sich hin bewegenden Späne kann wegen der untergeordneten Rolle der Oberflächengüte beim Schruppen toleriert werden.

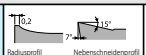
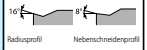
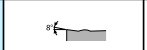
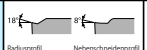
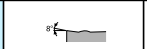
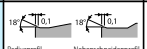
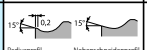
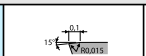
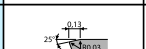
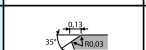
Bei Verwendung von Klemmhaltern mit Wendeschneidplatten werden in Abhängigkeit von Schnitttiefe und Vorschub sowie des zu bearbeitenden Werkstoffes auf die Schneidplatten verschiedene **Spanbrechergeometrien** aufgebracht. Zur schnellen und sicheren Auswahl der optimalen Spanbrechergeometrie dienen die nachstehende Verwendungstabellen.

ISO-Drehen – Übersicht Spanbrecherauswahl

0°-Drehplatten

Anwendung	Spanbrecher	Geometrie	Eigenschaften
Hartmetall			
Feinstschlichten	SF VF		Zum Schlichten von Baustahl. Beste Spankontrolle bei geringen Schnitttiefen.
Schlichten	SS		Speziell für die leichte Zerspanung von allgemeinen und legierten Stählen. Geeignet für hohe Vorschübe bei geringen Schnitttiefen.
	VS		Leichte bis mittlere Bearbeitung von rostfreien Stählen. Auch für schwer zu bearbeitende Werkstoffe. Scharfe Schneidkante für weichen Schnitt
	V4S		Ideal für die Feinbearbeitung rostfreier Stähle. Hochpositive Schneidkantengeometrie mit scharfem Anschnitt
	TIS		Schlichtbearbeitung schwierig zerspanbarer Werkstoffe wie Inconell oder Titan.
Mittlere Bearbeitung	SM VM		Mittlere Zerspanung von allgemeinen und legierten Stahlsorten sowie leichte Bearbeitung von Gusseisen. Positive Primärfase für weichen Schnitt.
	V4M		Markante Spanablaufgeometrie ermöglicht bei mäßig positivem Schnittwinkel beste Spanabfuhr. Hauptanwendung in Rostfrei.
	TIM		Leicht- und mittelschwere Bearbeitungen von Titan-Werkstoffen. Positiver Schnittwinkel und große Spanbruchmulde ermöglichen gezielte Spanabfuhr.
	GM		Erste Wahl für das mittlere Zerspanen von Gusseisen. Hohe Schneidkantenstabilität durch flache Primärfase.
	UNI		Kopierdrehen in Stahl und Rostfrei. Äußerst positive Spanleitstufe für reduzierte Schnittkräfte.
Schruppen	SG VG		Schruppzerspanung von allgemeinen, legierten und rostfreien Stählen. Große Spankammer kombiniert mit einer breiten flachen Primärfase für hohe Vorschübe. Auch für unterbrochene Bearbeitungen.
	SR		Schwerzerspanung von niederfestem und rostfreiem Stahl. Die positive Primärfase und geschwungene Schneidkante reduzieren den Schnittwiderstand.
	R.. L..		Zum Kopierdrehen geeignet. Bearbeitung von C-Stahl und legiertem Stahl.
CBN			
Feinstschlichten	F		Für kontinuierliche Schnitte bei geringen Schnitttiefen und stabilen Bearbeitungsverhältnissen.
Schlichten	G		Erste Empfehlung für die allgemeine Bearbeitung. Geeignet für kontinuierliche Schnitte bis leicht unterbrochenen Schnitt.
	T		Spezielle Geometrie für schwere Bearbeitungen, unterbrochenen Schnitt. Kolkverschleißbeständig.
Keramik			
Schlichten	HART TI GG		Spanbrecher optimiert für die Bearbeitung harter Werkstoffe bis 68 HRC, Grauguss und Titan.
	Ti		Erste Empfehlung für Titan bei hohen Schnittgeschwindigkeiten. Auch für leicht unterbrochenen Schnitt geeignet.

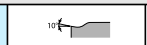
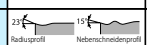
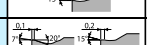
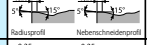
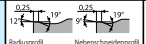
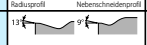
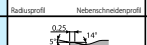
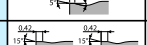
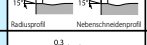
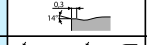
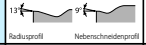
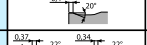
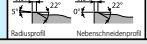
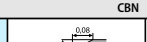
7°-Drehplatten

Anwendung	Spanbrecher	Geometrie	Eigenschaften
Hartmetall			
Feinstschlichten	ALU		Aluminiumbearbeitung. Großer Spanwinkel und spezielle Oberflächengeometrie ermöglichen exzellenten Spanfluss und geringe Schnittkräfte.
	SF VF		Schlichtoperationen von allgemeinen, legierten und rostfreien Stählen. Weicher Schnitt durch scharfe Schneidkantenausführung.
	V4F		Für leicht- und mittelschwere Operationen in Rostfrei-Werkstoffen. Die prägnant profilierte Oberfläche kontrolliert eine ungehinderte Späneabfuhr. Scharfe Schneidkante.
Schlichten	SS		Leichte Zerspanung von C-Stahl, legierten Stählen. Hohe Spankontrolle auch unter a_p = 1 mm.
	TIS		Sehr schnittfreudige Platte, hervorragend geeignet für den Einsatz in hochwarmfesten Werkstoffen.
Mittlere Bearbeitung	SM VM		Erste Wahl für die mittlere Zerspanung von C-Stahl, legierten und rostfreien Stählen. Kombination aus Schneidkantenschärfe und Stabilität.
	UNI		Kopierdrehen in Stahl und Rostfrei. Äußerst positive Spanleitstufe für reduzierte Schnittkräfte.
CBN			
Feinstschlichten	F		Für kontinuierliche Schnitte bei geringen Schnitttiefen und stabilen Bearbeitungsverhältnissen.
Schlichten	G		Erste Empfehlung für die allgemeine Bearbeitung. Geeignet für kontinuierliche Schnitte bis leicht unterbrochenen Schnitt.
	T		Spezielle Geometrie für schwere Bearbeitungen, unterbrochenen Schnitt. Kolkverschleißbeständig.

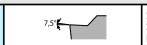
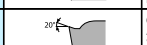
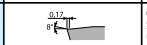
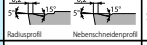
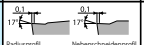
KYOCERA Stellram ISO-Drehen – Übersicht Spanbrecherauswahl

KYOCERA

0°-Drehplatten

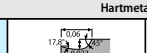
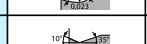
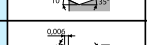
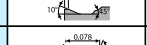
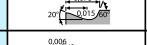
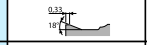
Anwendung	Spanbrecher	Geometrie	Eigenschaften
Hartmetall			
Schlichten	GP		Schlichten bis leichte Schnitte. Gute Spankontrolle
	MQ		Großer Spanwinkel, runde Schneidenausführung. Geringe Schnittkraft und gute Spanlenkung.
Schlichten – mittlere Bearbeitung	HQ		Breitgefächerte Spankontrolle durch 3D-Spanwinkel und doppelter Auskragungsgeometrie.
	CJ		Verbesserte Spanhandhabung bei kleinen Schnitten und hohen Vorschüben.
Mittlere Bearbeitung – Schruppen	PS		Äußerst stabil durch große Kontaktfläche.
	MS		Erstklassig scharfe Schneidkanten durch positive Winkelgeometrie. Besonders stabile Schneidkante.
	TK		Weich schneidende Spanbrechergeometrie verbessert den Spanablauf und verringert die Neigung von Aufbauschneiden.
	STD		Standardspanbrecher für glatte bis leicht unterbrochene Schnitte von Gusseisen.
	ZS		Standardspanbrecher für leicht unterbrochene bis unterbrochene Schnitte von Gusseisen.
	GC		Spanbrecher für stark unterbrochene Schnitte von Gusseisen.
	AH		Polierter Spanbrecher. Sehr gute Spankontrolle und geringere Aufschweißneigung.
Schruppen	PH		Zum Schruppen von Stahl. Geeignet für stark unterbrochene Schnitte und Werkstücke mit Gusshaut.
	PX		Schruppen mit hohen Vorschüben. Spanbrecher erfordert geringe Schnittkraft.
CBN			
Schlichten	BB1		Spanbrecher für Anwendungen mit unterschiedlichem Härteverlauf.
	BB2		Spanbrecher für Anwendungen mit unterschiedlichem Härteverlauf.
	BB3		Spanbrecher für Anwendungen mit unterschiedlichem Härteverlauf.

5°- / 7°-Drehplatten

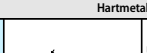
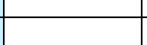
Anwendung	Spanbrecher	Geometrie	Eigenschaften
Hartmetall			
Schlichten	FP-GF		Spanbrecher reicht bis an die Schneidkante. Scharfe Schneidkante. Polierte Plattenoberfläche.
	GP		Gute Spankontrolle beim Schlichten. Auch bei zähen Materialien wie unlegierten Stählen einsetzbar.
	XP		Breiter Spanbrecherkontrollbereich, scharfe Schnitte. Geeignet für zähe Materialien.
	MQ		Gute Spanabfuhr. Kleine gerollte Späne. Konstante Oberflächenrauigkeit.
	VF		Gute Spankontrolle bei variablen Schnitttiefen, in V-Nuten, im Konturdrehen und Hinterdrehen.
Schlichten – mittlere Bearbeitung	FP-GQ		Schneiden mit unterschiedlichen Schnittbedingungen durch Verwendung der optimalen Spanbrecherbreite für die jeweilige Schnitttiefe. Polierte Oberfläche.
	HQ		Spanbrecher für die mittlere Zerspanung.
	GK		Gute Spanabfuhr durch Spanbrecher und Spanleitstufe.
	STD		Stabile Kanten für mittlere Bearbeitung.
	AH		Scharfer Schnitt und gute Spankontrolle mit geringer Schnittkraft. Geringere Aufschweißneigung durch polierte Spanflächen.

Stellram

Hartmetall

Schlichten	1B		Schlichtgeometrie. Bearbeitung von Stahl, Rostfrei, hochwarmfesten Kobalt-, Nickellegierungen sowie Titan.
	3F		Finishbearbeitung. Einsatz in Rostfrei, hochwarmfesten Legierungen sowie Nichteisenmetallen. Umfangsgeschliffen.
Mittlere Bearbeitung – Schruppen	2N		Universalgeometrie für ein breites Anwendungs-, Materialspektrum. Positiver Spanwinkel reduziert Schnittkraft.
	4E		Mittlere bis Schruppbearbeitung von Rostfrei sowie Nickel-, Kobalt-, Titanlegierungen.
Schruppen	4M		Mittleres bis schweres Schruppen. Für weiche Schnitte bei hohen Vorschüben.
	4T		Äußerst stabile Schneidkantenausführung. Schruppbearbeitungen auch unter schwierigen Bedingungen.
	4U		Mittlere bis schwere Schruppanwendungen. Niedrige Schnittkräfte. Bearbeitung von legiertem Stahl und Sphäroguss.

Hartmetall

Schlichten	62		Umfangsgeschliffene, eingesinterte Geometrie zur Herstellung hervorragender Oberflächengüten.
Mittlere Bearbeitung – Schruppen	73		Gesinterte Wendeschneidplatte mit idealer Startgeometrie für ein breites Anwendungs-, Materialspektrum.

Schneidkantenfasen verstärken den Schneidkeil (sowohl die Spanflächen als auch die Freiflächenfase). Kleine (bis negative) Fasenwinkel vermindern so die Ausbruchgefahr der Schneide. GARANT Wendeschneidplatten mit Spanflächenfasen sind insbesondere für das CBN-Hartdrehen sowohl mit positiver als auch mit negativer Geometrie erhältlich (vgl. *Bild 9.16*).

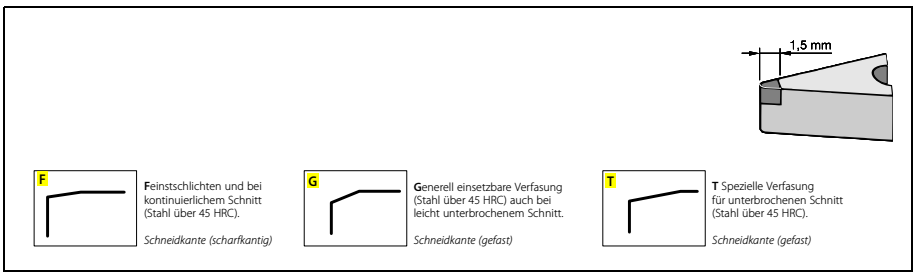


Bild 9.16 GARANT Spanflächenfasen für CBN-Wendeschneidplatten

Die Breite der Spanflächenfase $b_{f\gamma}$ darf nicht zu groß gewählt werden, da sonst der Span nicht mehr auf der Spanfläche ablaufen kann. Für einen Einstellwinkel κ zwischen 60° und 90° kann die Breite der **Spanflächenfase** $b_{f\gamma}$ überschlägig wie folgt bestimmt werden:

$$b_{f\gamma} = 0{,}8 \cdot f$$

$b_{f\gamma}$ Breite der Spanflächenfase [mm]
f Vorschub [mm/U]

(Gl 9.11)

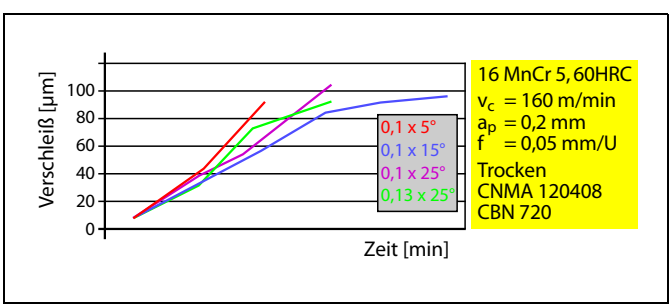


Bild 9.17 Einsatzverhalten unterschiedlicher Schneidkantenfasen beim Drehen

6 Innendrehen

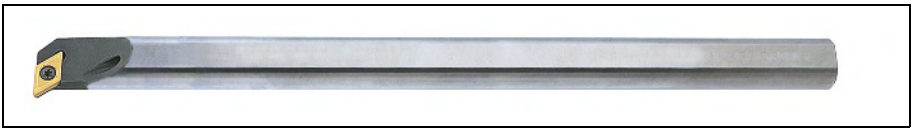


Bild 9.18 GARANT Hartmetall-Bohrstange mit Innenkühlung, schwingungsgedämpft

Für die **Innenbearbeitung** von Werkstücken werden aufgrund der Formenvielfalt der Werkstücke ebenso viele Werkzeugformen wie für die Außenbearbeitung erforderlich. Im *Bild 9.19* sind verschiedene Drehmeißelformen dargestellt. Spitze Werkzeugformen werden für Einstiche, Hinterschnitte und Hohlkehlen benötigt. Zur Herstellung von rechtwinkligen Kanten sind Einstellwinkel κ von 90° und mehr erforderlich.

Für die schwer zugänglichen Bearbeitungsstellen muss der Schaft oft lang und schlank sein. Dies kann unerwünschte **Ratterschwingungen** hervorrufen. Ratterschwingungen vermindern die Standzeit des Werkzeuges drastisch durch ausbrechende Schneidkanten und führen zu schlechten Oberflächen am Werkstück. Die Anregung von Ratterschwingungen kann durch Verkleinerung der Schnittkraft (Vorschub und Schnitttiefe) verringert werden (vgl. auch Abschnitt Problemlösungen beim Drehen).

Innen-Stechdrehmeißel (vgl. auch Abschnitte Feindrehen und Stechdrehen) sind besonders schwingungsanfällig. Der Kraftangriffspunkt liegt stark außerhalb des Zentrums (großer Hebelarm).

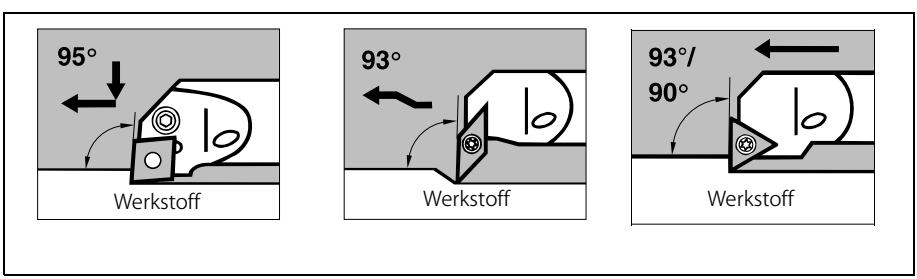


Bild 9.19 Formen von Innendrehmeißeln

Ausführliche Angaben zur Fertigung von Präzisionsbohrungen durch **Ausspindeln** bzw. **Ausdrehen** mit Feinverstellköpfen sind dem Kapitel Bohren zu entnehmen.

7 Ab-, Einstech- und Stechdrehen

Beim Stechdrehen bewegt sich das Werkzeug senkrecht oder parallel zur Werkstückachse. Beim **Radialeinstechen** oder **Abstechen** bewegt sich das Werkzeug wie beim Plandrehen vom Werkstückaußendurchmesser in Richtung Werkstückmitte (geradlinige Vorschubbewegung), wobei die Schnittgeschwindigkeit in Richtung Zentrum bis auf Null abnimmt.

Beim **Axialeinstechen** oder **Planeinstechen** dagegen fährt das Werkzeug axial gegen die Stirnfläche des Werkstückes. Hierbei wird nur mit der Stirnschneide des Werkzeuges gearbeitet.

Zum radialen Einstechen von Nuten bzw. zum Abstechen von der Stange dienen **Abstechdrehmeißel**. Da der Platz zur Befestigung der Wendeschneidplatten oft sehr klein ist, kommen überwiegend Klemmkonstruktionen zum Einsatz (vgl. *Bild 9.20*).

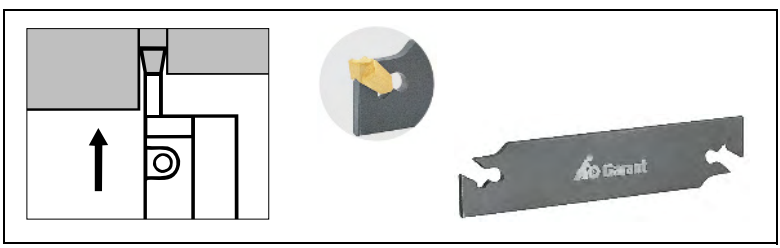


Bild 9.20 Abstechdrehmeißel

Beim **Abstechen** führt das Verschieben des Drehmeißels bis zur Werkstückmitte zum Abtrennen eines Teiles. Beim Abstechen voller Körper treten Bedingungen ähnlich denen beim Plandrehen einer Scheibe auf. Je tiefer der Drehmeißel in das Werkstück eindringt, um so geringer wird der zu bearbeitende Durchmesser, so dass bei gleichbleibender Drehzahl die Schnittgeschwindigkeit gegen Null geht.

Sehr wichtig beim Abstechen ist, dass der Meißel genau auf Mitte steht. Steht er zu hoch, drückt er kurz vor Beendigung des Abstichs nur noch mit der Freifläche gegen das Werkstück. Es kann keine Schneidarbeit mehr geleistet werden. Wenn der Drehmeißel zu tief steht, kann er ebenfalls nicht bis zur Mitte des Werkstückes spanen und es bleibt Restmaterial stehen. Außerdem ist die Möglichkeit gegeben, dass der Meißel plötzlich unter das Werkstück gezogen wird und bricht.

Trotz ordnungsgemäßem Spannen des Drehmeißels bleibt am abgestochenen Werkstück fast immer der sogenannte **Abstechbutzen** stehen, der jedoch durch die Schneidengeometrie, den Vorschub oder durch ein Abstützen des herabfallenden Werkstückes beeinflusst werden kann. Die nachfolgende Arbeitsoperation ist entscheidend dafür, ob es günstiger ist, den Butzen an dem in der Maschine gespannten Teil oder am herabfallenden Teil stehen zu lassen.

Abstechen mit „neutralen“ Schneiden (Einstellwinkel $\kappa = 0°$) führt dazu, dass der Butzen am herabfallenden Teil verbleibt. Wird das Werkzeug so gewählt, dass der Butzen am in der Maschine gespannten Werkstück verbleibt, kann dieser einfach durch Hinausfahren des Werkzeuges über die Werkstückmitte entfernt werden.

Die **Wahl des Abstechwerkzeuges** sollte nach folgenden **Kriterien** erfolgen:

1. **Stechtiefe**

   Die Länge der Stechtiefe sollte das 8-fache der Plattenbreite nicht übersteigen. Die Stechtiefe beeinflusst dabei auch die Wahl des Halters.

2. **Plattenbreite**

   Ziel ist der Einsatz einer kleinstmöglichen Plattenbreite (insbesondere bei hochwertigen, teuren Werkstoffen). Die Mindestplattenbreite wird jedoch wie oben beschrieben durch die erforderliche Einstechtiefe begrenzt.

3. **Einstellwinkel**

   Durch den Einsatz „neutraler” Schneidplatten (stirnseitiger Einstellwinkel $\kappa = 0°$) lassen sich engere Toleranzen bezüglich Oberflächengüte und Rechtwinkligkeit realisieren. Gleichzeitig können im Vergleich mit Werkzeugen mit einem stirnseitigen Einstellwinkel $\kappa > 0°$ höhere Vorschübe realisiert werden. Daher sollte bei Akzeptanz einer Gratbildung oder Butzenbildung mit neutralen Schneiden gearbeitet werden.

4. **Eckenradius**

   Kleinere Eckenradien erzeugen kleinere Butzen und eine bessere Spankontrolle bei kleineren Vorschüben. Größere Eckenradien dagegen erlauben eine Bearbeitung mit höheren Vorschüben.

Zum Bearbeiten komplexer Werkstückgeometrien kann gleichermaßen effektiv mit einem einzigen **Stechdrehmeißel** gearbeitet werden. Beim Längs- und Formdrehen ist das Werkzeug axialen Schnittkräften ausgesetzt, die das Werkzeug in eine Schräglage bzw. zum Auslenken bringt.

Die Maximalwerte für Vorschub und Schnitttiefe lassen sich für das Stechdrehen wie folgt ermitteln:

$$f_{max} = b \cdot 0{,}075$$

f_{max} Maximaler Vorschub [mm/U]
b Verfügbare Stechbreite [mm]

(Gl. 9.12)

$$a_{pmax} = b \cdot 0{,}8$$

$a_{p\,max}$ Maximale Schnitttiefe [mm]
b Verfügbare Stechbreite [mm]

(Gl. 9.13)

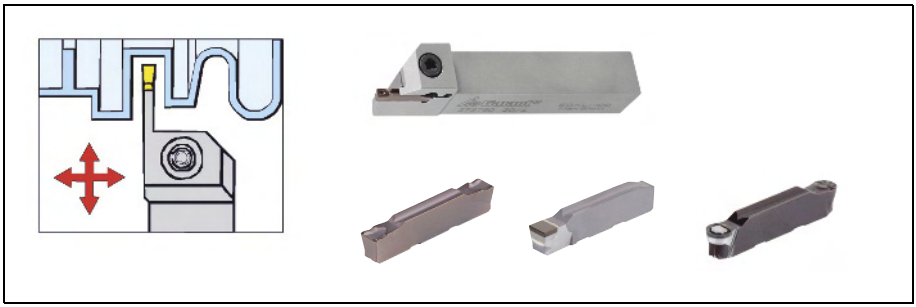


Bild 9.21 Stechdrehhalter und Schneideinsätze

Durch eine kontrollierte Verformung des Werkzeugsystems (Deflektion) ist es möglich, an der Schneidplatte einen Freiwinkel α zu erzeugen. Beeinflusst werden kann die Deflektion durch den Vorschub, die Schnitttiefe, die Stechbreite, die Schneidenbreite, die Schnittgeschwindigkeit, den Werkstoff und die Maschine.

Das axiale Fahren gegen die Werkstückstirnseite beim **Planeinstechen** (Axialeinstechen) hat zur Folge, dass das Werkzeug dem Krümmungsradius der Nut angepasst sein muss. Der Außendurchmesser des Schneidenträgers ist der maximale und der Innendurchmesser des Schneidenträgers der minimale Stechdurchmesser beim ersten Einstich. Wenn der gegebene Einstechbereich nicht beachtet wird, kollidiert der Schneidenträger mit dem kreisförmigen Einstich. Kollisionsgefahr besteht auch, wenn bis zur Werkstückmitte eingestochen oder plangedreht wird.



Bild 9.22 Garant Halter für Planeinstechen

Generell ist für das **Inneneinstechen** das gleiche Verfahren wie bei der Außenbearbeitung anzuwenden. Das Hauptproblem stellt jedoch die Spanabfuhr dar. Besonders bei der Bearbeitung von kleinen Durchmessern ist die Gefahr des Werkzeugbruches durch Spänestau groß. Abhilfe schafft eine Vorschubunterbrechung während der Bearbeitung, um Spanbruch (kurze Späne) zu erzeugen. Bei der Bearbeitung von Grundbohrungen ist zur Vermeidung von Spänestau stets von innen nach außen zu arbeiten.

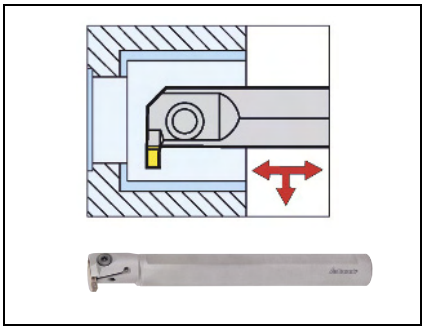


Bild 9.23 Inneneinstechdrehhalter

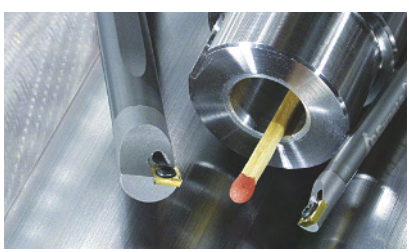
Vibrationen sind ebenfalls oft ein Problem beim Inneneinstechen. Stabile Verhältnisse sind von der Auskraglänge des Werkzeuges L abhängig. Als Richtwert gilt für die Innenbearbeitung:

$$L \leq (2\ldots2{,}5)\cdot D$$

L Werkzeugauskraglänge [mm] (Gl. 9.14)
D Werkzeugdurchmesser [mm]

8 Feindrehen mit Wendeschneidplatten

Beim **Feindrehen** wird das Ziel verfolgt, insbesondere Form-, Maß- und Lagegenauigkeiten sowie Oberflächengüten zu verbessern. Analog dem Drehen allgemein werden durch das Feindrehen Außen- und Innenflächen sowie Plan- und Formflächen bearbeitet. Kennzeichnend für das Feindrehen ist die Anwendung hoher Schnittgeschwindigkeiten, kleiner Vorschübe und geringer Schnitttiefen.



Angeboten wird ein breites Programm an Klemmhaltern und Bohrstangen für die Feinbearbeitung im Innen- und Außenbereich und einem dazu passenden Sortiment an Wendeschneidplatten. Es stehen für die Bearbeitungen sowohl Halter und Bohrstangen mit Garant S-Schraubklemmsystem als auch ein modulares Werkzeugsystem mit werkzeugseitiger Trennstelle KM zur Verfügung. (vgl. *Bild 9.24*)

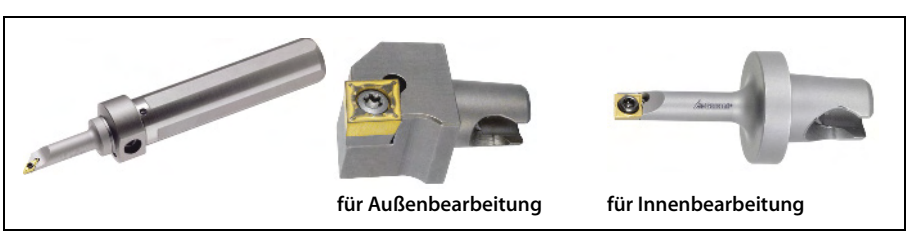


Bild 9.24 KM-Micro-System

Im Bereich der typischen kleinen Spanungsdicken h ist der Verlauf der Schnittkraft für die Qualität der erzeugten Oberfläche von Bedeutung. Nimmt die Spanungsdicke *h* bei konstantem Schneidkantenradius r_n ab, wird ein Grenzwert, die sogenannte **minimale Spanungsdicke**, erreicht. Ist die Spanungsdicke *h* kleiner als der Schneidkantenradius r_n ist der wirksame Spanwinkel γ_w nicht mehr der an der Schneide vorhandene Spanwinkel γ, sondern ein vom Kreisbogen der Schneidkante gebildeter, stark negativer Winkel. In diesem Bereich steigt die Schnittkraft F_c stark an bzw. es erfolgt kein eigentliches Spanen, sondern ein Quetschen des Werkstoffes (hohe Zerspanungstemperaturen und starke Materialverformung) mit dem Ergebnis einer schlechten Oberflächenqualität (vgl. *Bild 9.25*).

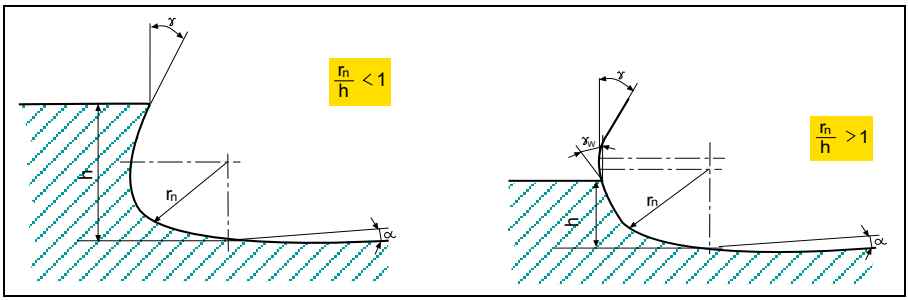


Bild 9.25 Minimale Spanungsdicke

Der Vorschub übt auf die erreichbare Rautiefe der Werkstückoberfläche ebenfalls einen wesentlichen Einfluss aus. Diese Zusammenhänge sind im Kapitel „Grundlagen", beschrieben.

9 GARANT „5 in 1" Dreh- und Bohrwerkzeug

Das GARANT „5 in 1" Dreh- und Bohrwerkzeug ersetzt bis zu 5 ISO-Werkzeuge. Durch Einsparung von Werkzeugwechselzeiten und von Werkzeug-Leerfahrten lassen sich Bearbeitungszeiten bis zu 30% reduzieren. Die Nebenschneide ermöglicht das Anfasen mit 30°.



Bild 9.26 5fach Power mit GARANT „5 in 1" Dreh- und Bohrwerkzeug

Folgende Operationen lassen sich mit diesem Werkzeug realisieren:

- Innenlängsdrehen
- Bohren ins Volle
  gerader Bohrungsgrund, Bohrungsdurchmesser größer als Ø D erzielbar, Vorsicht beim Bohren ins Volle tiefer 1,5xD in weichen Baustählen und rostfreien Stählen (siehe auch Kapitel Bohren)
- Plandrehen
- Längsdrehen
- Senken/Fasen (nach DIN 74)

Es besteht keine Verwechslungsgefahr durch die neutrale Wendeschneidplatte für linke und rechte Werkzeuge.

10 Feinstdrehen mit wechselbaren Hartmetallstählen (KOMET UniTurn)

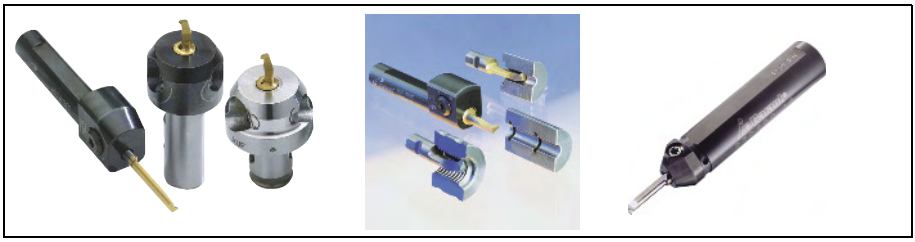


Bild 9.27 Feinstdrehprogramme

Feinstdrehen mit KOMET UniTurn:

Ausführung:

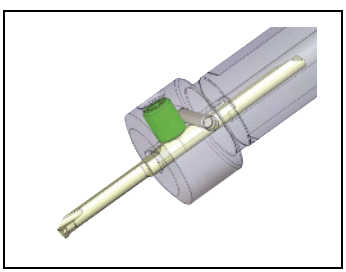
- Exakte Fixierung und Positionierung der Bohrstangen in allen Richtungen (axial ± 0,01 mmund Spitzenhöhe 0,01 mm).
- Interne Kühlmittelzufuhr durch den Klemmhalter, dadurch stabile Bohrstangen ohne Bohrungen. Extrem steife Verbindung zwischen Bohrstange und Klemmhalter für vibrationsfreies Arbeiten.
- Schnell und fehlerfrei zu bedienendes Klemmsystem (Excenterspannhebel muss nur um 180° gedreht werden).
- Einfache Bedienung, da die axiale Position sowie die Spitzenhöhe der Bohrstange bei einem Wechsel erhalten bleiben.
- Leichte Bedienung auch im ungünstigen Einbausituationen durch beidseitig angebrachten Spannmechanismus.

Verwendung:

- Ausspindeln (siehe auch Kapitel Bohren, Feinspindelköpfe)
- Ausdrehen, Fasen, Kopieren
- Einstechen
- Gewindedrehen (siehe Kapitel Gewinde)

Feinstdrehen mit GARANT Micro-Feindrehprogramm ab Ø 1 mm:

Ausführung:



11 Problemlösungen für das Drehen

11.1 Problemlösungen für das Drehen

Störung		Mögliche Ursachen
1	Abmessungen nicht konstant in der Toleranz	Schlechte Kombination Schneidstoff / Spanbrecher
2	Abmessungen nicht konstant in der Toleranz	Geringe Festigkeit von Werkstück und Werkzeug
3	Werkzeugüberhitzung führt zu Maßungenauigkeiten und erhöhtem Verschleiß	Ungeeignete Schnittbedingungen
4	Werkzeugüberhitzung führt zu Maßungenauigkeiten und erhöhtem Verschleiß	Ungeeignetes Werkzeug oder Schneidkantenform
5	Extremer Freiflächenverschleiß	Ungünstiger Schneidstoff
6	Extremer Kolkverschleiß	Ungünstiger Schneidstoff
7	Ausbröckelung der Schneidkante	Vibration
8	Bruch der Schneidkante	Ungünstige Schnittbedingungen und Schneidstoffsorte
9	Kammrissbildung an der Schneidkante	Ungünstige Schnittbedingungen und Schneidstoffsorte
10	Verformung des Spitzenradius	Ungünstige Schnittbedingungen und Werkstoffhärte
11	Fließspanbildung	Ungeeignete Schnittbedingungen
12	Fließspanbildung	Ungeeignete Schneidgeometrie
13	Aufbauschneide	Ungeeignete Schnittbedingungen, Schneidstoff oder Spanbrecher

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	**Abhilfe**
													Härteren Schneidstoff wählen
													Zäheren Schneidstoff wählen
													Gegenüber Temperaturschwankungen unempfindlichere Schneidstoffsorte wählen
													Schneidstoffsorte mit geringerem Reibwiderstand wählen
													Schnittgeschwindigkeit verringern
													Vorschub verringern
													Schnitttiefe verringern
													Schnittgeschwindigkeit erhöhen
													Vorschub erhöhen
													Schnitttiefe erhöhen
													Keine wasserlösliche Kühlflüssigkeit verwenden
													Kühlschmierstoffverwendung prüfen
													Wendeplattenklassifizierung prüfen
													Spanbrecherwahl prüfen
													Freiwinkel erhöhen
													Spitzenradius anpassen
													Fase und Verrundung der Schneidkante verkleinern
													Fase und Verrundung der Schneidkante vergrößern
													Maschine höherer Leistung und Steifigkeit wählen

Tabelle 9.2 Störungen, Fehlerursachen und Fehlerbeseitigung beim Drehen

11.2 Problemlösungen beim Nut- und Abstechdrehen

	Störung
1	Schneidenbruch
2	Freiflächenverschleiß
3	Kolkverschleiß
4	Kammrissbildung
5	Ausbröckelung
6	Plastische Deformation
7	Aufbauschneide
8	Schlechte Oberfläche

1	2	3	4	5	6	7	8	Abhilfe
●	●	●			●			Verschleißfestere Schneidstoffe wählen
●				●				Zäheren Schneidstoff wählen
						●	●	Schnittgeschwindigkeit erhöhen
						●		Vorschub erhöhen
	●	●	●	●	●			Schnittgeschwindigkeit verringern
●		●	●		●		●	Vorschub verringern
			●					Kühlmittelmenge erhöhen
		●			●		●	Kühlmittel verwenden
			●			●		Kein Kühlmittel verwenden (bei Schnittunterbrechung)
							●	Stabilität verbessern
							●	Prüfen, ob Stechwerkzeug 90° zur Vorschubrichtung steht
				●				Werkstückaufspannung prüfen

Tabelle 9.3 Störungen, Fehlerursachen und Fehlerbeseitigung beim Nut- und Abstechdrehen

11.3 Problemlösungen beim Stechdrehen

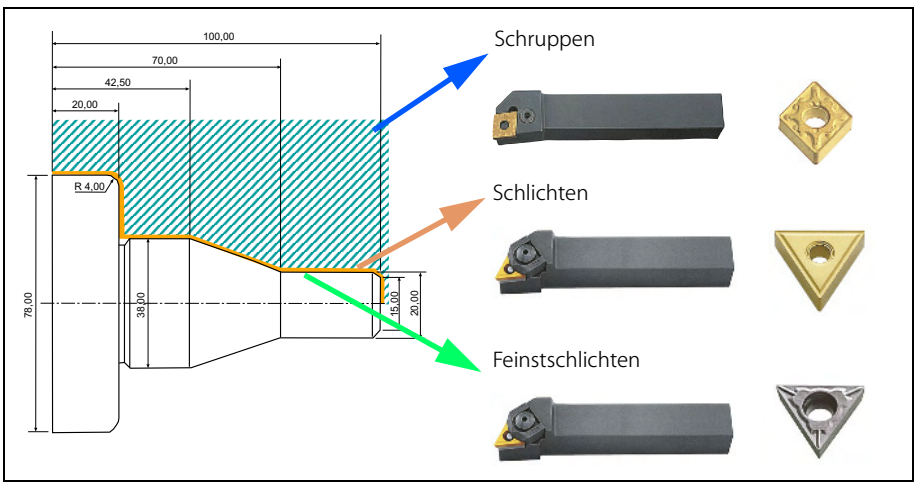
	Störung
1	Schneidenbruch
2	Freiflächenverschleiß
3	Kolkverschleiß
4	Plastische Verformung
5	Aufbauschneide
6	Spanbruchprobleme beim Längsdrehen
7	Spanbruchprobleme beim Stechen
8	Vibration
9	Schlechte Oberfläche
10	Durchmesser außerhalb der Toleranz
11	Abweichung an der Schulter

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Abhilfe
	●	●	●						●		Verschleißfestere Schneidstoffe wählen
●											Zäheren Sorte wählen
			●								Stechplatte mit größeren Radius wählen
							●				Stechplatte mit kleineren Radius wählen
					●						Schmalere Platte mit kleinerem Radius wählen
	●	●	●			●	●		●		Schnittgeschwindigkeit verringern
●		●	●					●			Vorschub verringern
●							●	●			Schnitttiefe verringern
				●				●			Schnittgeschwindigkeit erhöhen
				●	●	●	●				Vorschub unterbrechen
						●					Schnitttiefe erhöhen
					●						Kühlmittel einsetzen
								●			Kein Kühlmittel verwenden
	●			●							Stabilität von Werkzeug und/oder Werkstück erhöhen
			●				●	●			Korrektur der Auslenkung (Deflektion) prüfen
									●		Nach Beendigung des Einstechens Werkstück weiter bearbeiten mit entsprechenden Ausgleichsfaktor
									●		Schnittdaten konstant halten beim Drehen
										●	Letzter Schnitt beim Plandrehen muss von außen zur Mitte erfolgen

Tabelle 9.4 Störungen, Fehlerursachen und Fehlerbeseitigung beim Stechdrehen

12 Einsatz von GARANT-Drehwerkzeugen

12.1 VA-Drehen



Anwendungsbeispiel:

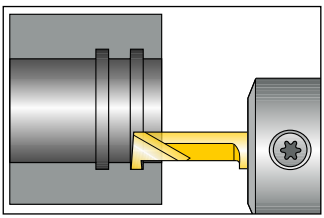
Aufgabenstellung: Drehen einer Kontur

Anwendbare Parameter:

Werkstoff: X10CrNiMoTi1810 (1.4571)
(GARANT-Werkstoffmaterialgruppe 13.2, Kapitel „Werkstoffe“, Abschnitt 1)

	Schruppen	**Schlichten**	**Feinstschlichten**
Klemmhalter	PCLN Gr. 25	MTJNR Gr. 25	
Wendeplatte	CNMG – VG HB7135	TNMG – VS HB7120	TNMG – VF CU7033
Schnittgeschwindigkeit v_c	120 m/min	220 m/min	240 m/min
Vorschub f	0,5 mm/U	0,2 mm/U	0,07 mm/U
Schnitttiefe a_p	5 mm	1 mm	0,5 mm
Kühlung	Emulsion	Emulsion	Emulsion

12.2 Stechdrehen

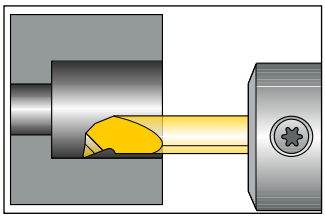




Anwendungsbeispiel:

Aufgabenstellung:	Herstellen von Schmiernuteinstichen, 1,5 mm tief	
Anwendbare Parameter:		
Werkstoff:	GG 25 (0.6025)	
	(GARANT-Werkstoffmaterialgruppe 15.1, Kapitel „Werkstoffe“, Abschnitt 1)	
Werkzeug:	Feinstkorn-Hartmetall-Einstechdrehmeißel – Micro	
	Auskraglänge 20 mm	
Schneide:	2 mm breit	
Schnittparameter:	Schnittgeschwindigkeit	v_c = 90 m/min
	Vorschub	f = 0,15 mm/U

12.3 Feindrehen





Anwendungsbeispiel:

Aufgabenstellung:	Kopieren, Ausdrehen eines Profils	
	Bohrungsdurchmesser 20 mm	
Anwendbare Parameter:		
Werkstoff:	GG25 (0.6025)	
	(GARANT-Werkstoffmaterialgruppe 15.1, Kapitel „Werkstoffe“, Abschnitt 1)	
Werkzeug:	Feinstkorn-Hartmetall-Kopiereinsatz für GARANT Micro-Feindrehprogramm	
Schnittparameter:	Schnittgeschwindigkeit	v_c = 120 m/min
	Vorschub	f = 0,02 mm/U
	Schnitttiefe	a_p = 0,05 mm

13 Rändeln

Durch Rändelungen werden z.B. von Hand betätigte zylindrische Teile griffiger. Rändel können als sogenannte Sichträndel oder aber nur zur Erhöhung der Festigkeit einer Verbindung (vor allem im Spritzgussbereich) dienen.

Es können fast alle Werkstoffe durch Rändeln bearbeitet werden. Wichtige Faktoren insbesondere für das Rändeldrücken sind die Werkstofffestigkeit und die Dehngrenze (Übergang von elastischer in plastische Verformung) des Werkstoffes. Je kleiner die Dehnung ist, desto schlechter ist der Werkstoff verformbar.

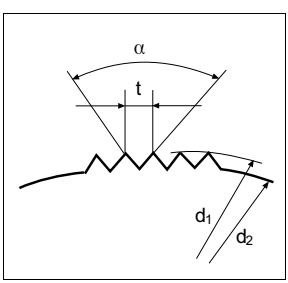
Die geeignetsten Rändelwerkstoffe sind:

- Alle Eisenwerkstoffe mit einer Festigkeit von max. 1700 N/mm^2 und einer Dehnung von mindestens 4–5 %
- Buntmetalle
- Harthölzer
- Kunststoffe, die den Anforderungen der Dehnung und Zugfestigkeit entsprechen

13.1 Normung der Rändel und Rändelprofile

Rändel sind nach DIN 82 genormt.

So ist darin festgelegt, dass Rändel einen Spitzenwinkel α von 90° in Ausnahmefällen von 105° haben sollen (vgl. *Bild 9.28*).



α Spitzenwinkel
t Teilung
d_1 Enddurchmesser
d_2 Drehdurchmesser

Bild 9.28 Rändel nach DIN 82

Die Teilungen sind ebenfalls genormt. In der Rändeltechnik kommen u.a. folgende genormte Teilungen zum Einsatz:

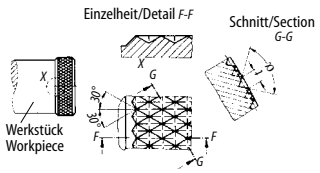
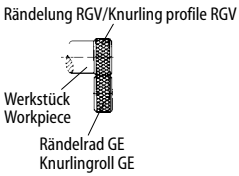
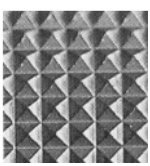
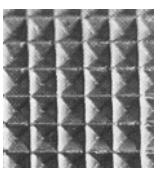
Genormte Teilung *t* [mm]	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6

Folgende Rändelprofile am Werkstück sind nach DIN 82 genormt:

Rändelungen am Werkstück	Rändelprofil am Werkstück	Möglichkeiten
Rändeln mit achsparallelen Riefen	RAA	Rändelung/Knurling profile RAA Werkstück Workpiece Rändelrad/Knurlingroll AA Rändel RAA/Knurl RAA Werkstück Workpiece Werkstück Workpiece Rändelrad BL geschwenkt 30° Knurlingroll BL swivelled 30° Rändelrad BR geschwenkt 30° Knurlingroll BR swivelled 30°
Linksrändeln	RBL	Rändelung RBL/Knurling profile RBL Werkstück Workpiece Werkstück Workpiece Rändelrad BR Knurlingroll BR Rändelrad AA geschwenkt 30° Knurlingroll AA swivelled 30°
Rechtsrändeln	RBR	Rändelung RBR/Knurling profile RBR Werkstück Workpiece Werkstück Workpiece Rändelrad BL Knurlingroll BL Rändelrad AA geschwenkt 30° Knurlingroll AA swivelled 30°
Links-Rechtsrändeln, Spitzen erhöht	RGE	Rändelung RGE/ Knurling profile RGE Werkstück Workpiece Rändelrad GV/Knurlingroll GV Rändelrad BR Knurlingroll BR Rändelrad AA geschwenkt 30° Knurlingroll AA swivelled 30° Rändelung RGE/ Knurling profile RGE Werkstück Workpiece Werkstück Workpiece Rändelrad BL Knurlingroll BL Rändelrad AA geschwenkt 30° Knurlingroll AA swivelled 30°

Tabelle 9.5 Genormte Rändelprofile – Fortsetzung nächste Seite

Tabelle 9.5 Fortsetzung Genormte Rändelprofile

Rändelungen am Werkstück	Rändelprofil am Werkstück	Möglichkeiten
Links-Rechtsrändeln, Spitzen vertieft		
	RGV 	
Kreuzrändeln		
Spitzen erhöht **RKE** 		Spitzen vertieft **RKV** 

13.2 Auswahl des Rändelrad-Materials

Die Rändelräder-Produktpalette umfasst Rändelräder aus Pulvermetall (PM) und Hartmetall (HM). Jede dieser Produktgruppen hat ihre speziellen Merkmalseigenschaften und Anwendungsvorteile.

Bei der Auswahl des Rändelrad-Materials sind immer vielzählige Variablen in die Entscheidung mit einzubeziehen. Neben dem zu bearbeitenden Material müssen beispielsweise Schnittgeschwindigkeit und Vorschub, die Losgröße, der Maschinentyp, das eingesetzte Rändelverfahren usw. berücksichtigt werden. Daher ist eine generelle Empfehlung nicht abzugeben.

Als erste Richtlinie soll die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführte Matrix dienen, anhand derer eine Vorauswahl getroffen werden kann. Für spezielle Anwendungsfälle wird eine individuelle Beratung empfohlen

Zu bearbeitender Werkstoff	Losgröße (Fertigungsmenge) [Stück]					Bemerkungen
	Bis 5.000	von 5.000 bis 20.000	von 20.000 bis 50.000	von 50.000 bis 500.000	ab 500.000	
Automatenstahl (2.0; 2.1)			HM			Bei gut bzw. mittel zu bearbeitenden Werkstoffen können Hartmetall-Rändelräder zur Standzeitoptimierung verwendet werden. Die Zähigkeit ist hierfür ausreichend.
	PM (gefräst)					Bei schwer zu bearbeitenden Werkstoffen ist die Verwendung von Hartmetall-Rändelrädern kritisch, da die Zähigkeit gering ist und dadurch bei auftretenden Vibrationen die Zähne ausbrechen können. Für diese Werkstoffe werden Rändelräder aus Pulvermetall empfohlen. Durch eine Beschichtung bzw. einer Oberflächenhärtung (Tenifer Nachbehandlung) kann die Standzeit weiter verbessert werden.
Rostfreier Stahl (13.0 - 13.3)	PM (gefräst)					Bei rostfreien Stählen ist die Verwendung von Hartmetall-Rändelrädern kritisch, da die Zähigkeit gering ist und dadurch die Zähne ausbrechen können. Die Standzeit kann durch eine Oberflächenhärtung (Tenifer Nachbehandlung) bzw. Beschichtung weiter verbessert werden.
Messing (18.1; 18.2)	PM (gefräst)				HM	Bei Messing ist die Verwendung von Hartmetall-Rändelrädern erst bei sehr großen Stückzahlen empfehlenswert, da die Standzeit von PM-Rändelrädern bereits sehr hoch ist.
Aluminium (17.0 - 17.2)	PM (geschliffen)				HM	Bei Aluminium sollten, wegen der Neigung zur Adhäsion (Anhaftung), Rändelräder in geschliffener Ausführung verwendet werden. Der Werkstoff kann so an den Flanken besser abgleiten. Bei Aluminium ist die Verwendung von Hartmetall erst bei sehr großen Stückzahlen empfehlenswert, da die Standzeit von Pulvermetall-Rändelrädern sehr hoch ist.

Tabelle 9.6 Richtwerte für die Rändelrad-Werkstoffauswahl

13.3 Rändelverfahren

In der Rändeltechnik werden zwei Verfahren unterschieden:

- das Rändelformen (Rändeldrücken) als spanloses Verfahren, d.h. es findet eine Umformung des Materials statt und
- das Rändelfräsen als spanabhebendes Verfahren, wo eine Zerspanung des Materials stattfindet.

Nachfolgend sind beide Verfahren im Überblick dargestellt.

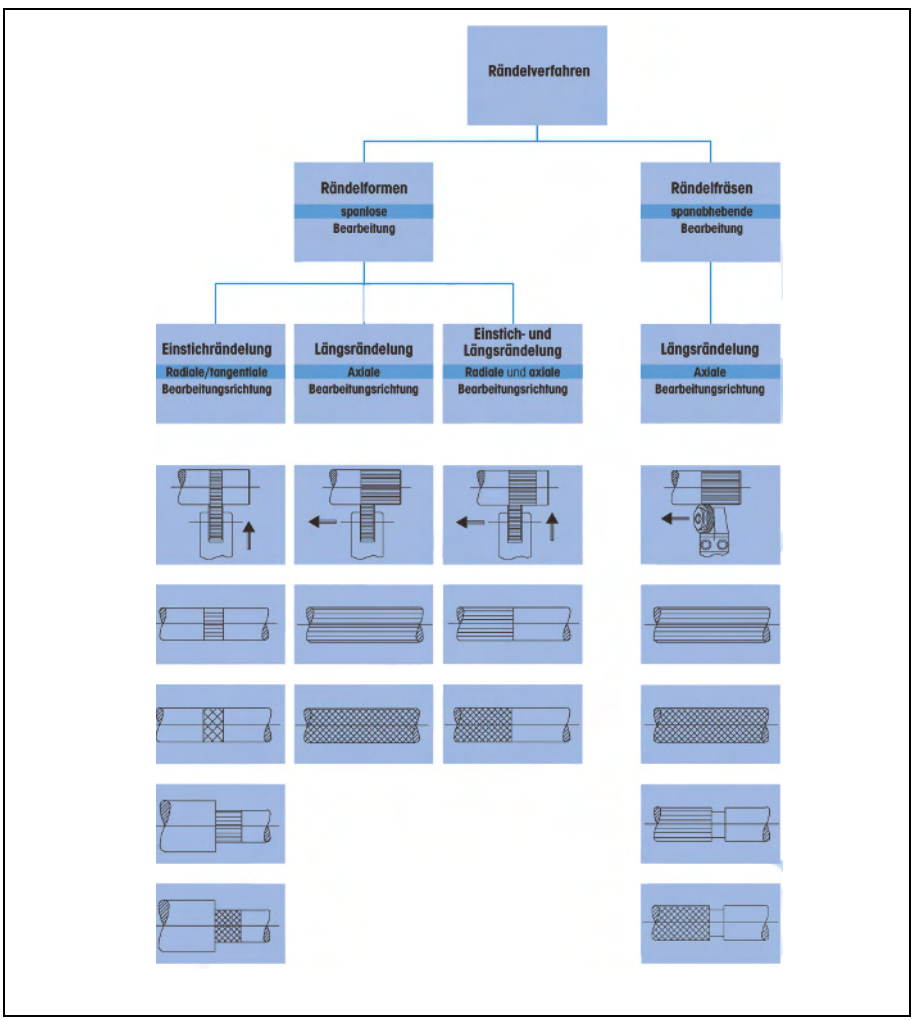


Bild 9.29 Rändelverfahren

	Rändelformen	Rändelfräsen
Anwendung	● Bearbeitung von kaltumformbaren Werkstoffen ● Rändelformen an dünnwandigen Werkstücken ist problematisch ● Breiter Anwendungsbereich: – Alle Rändelformen und Rändelprofile können hergestellt werden – Für Stirn- und Innenrändelung geeignet – Rändelung bis zum Bund möglich – Werkzeug kann an jeder Stelle des Werkstücks angesetzt werden	● Bearbeitung von fast allen Werkstoffen möglich ● Dünnwandige Werkstücke lassen sich bearbeiten ● Begrenzter Anwendungsbereich: – Nur Rändelprofile RAA und RGE sind herstellbar – Bearbeitet werden können ausschließlich zylindrische Werkstücke in axialer Bearbeitungsrichtung ● Zum Ansetzen des Werkzeuges im mittleren Bereich des Werkstückes ist ein Einstich erforderlich
Eigenschaften	● Durch Werkstoffverdrängung wird der Außendurchmesser des Werkstückes vergrößert ● Die Oberfläche wird verdichtet ● Höhere Maschinenbelastung als beim Rändelfräsen	● Keine erhebliche Veränderung des Außendurchmessers vom Werkstück ● Geringe Oberflächenverdichtung ● Hohe Präzision und Oberflächengüte des Rändels ● Geringere Maschinenbelastung als beim Rändelformen
Handhabung	● Vorbereitung des Werkstückes generell nicht erforderlich ● Sehr einfache Handhabung des Werkzeuges	● Präzise Werkzeugeinstellung und Feinjustierung erforderlich ● Präzise Vorbereitung des Werkstückes erforderlich

Tabelle 9.7 Eigenschaften der Rändelverfahren

13.3.1 Rändelformen (Rändeldrücken)

Beim spanlosen Rändeln (Rändeldrücken) drückt sich ein auf der Oberfläche des Werkstückes abwälzendes, mit einem bestimmten Rändelprofil versehenes Werkzeug (Rändelrad) in die Oberfläche des Werkstückes ein. Dabei erfolgt eine Kaltverformung in der Oberfläche des Werkstückes. Bei dieser Umformung fließt der Werkstoff nach außen und der Durchmesser des Werkstückes vergrößert sich demzufolge.

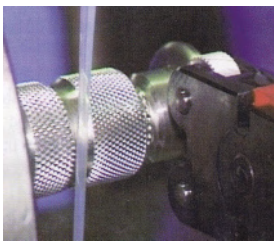


Bild 9.30 Rändeldrücken

Als Erfahrungswert für größere Ausgangsdurchmesser sind Durchmesservergrößerungen um ca. 40 % der eingesetzten Rändelteilung anzusehen. Berechnen lässt sich der Anfangsdurchmesser nach folgender Formel:

$$d_2 = d_1 - (X \cdot t)$$

d_2 Anfangsdurchmesser (Drehdurchmesser) [mm]
d_1 Enddurchmesser [mm]
X Wert aus *Tabelle 9.8*
t Teilung

(Gl. 9.15)

Rändelform **	Wert X
Achsparallel, Form AA	0,5
Linksrändel, Form BL	0,5
Rechtsrändel, Form BR	0,5
Kreuzrändel, Spitzen erhöht, Form KE	0,67
Kreuzrändel, Spitzen vertieft, Form KV	0,33
Links-Rechtsrändel, Spitzen erhöht, Form GE	0,67
Links-Rechtsrändel, Spitzen vertieft, Form GV	0,33
** vgl. auch Abschnitt Rändelprofile	

Tabelle 9.8 Vergrößerung des Werkstückdurchmessers in Abhängigkeit von der Teilung

Einsatzmöglichkeiten des Rändeldrückens:

- Wenn die entstehenden Kräfte für Maschine und Werkstück keine Rolle spielen,
- Als preisgünstige Alternative zum Rändelfräsen

Die **Vorteile** einer Umformung sind:

- Der Faserverlauf wird nicht unterbrochen. Dadurch sinkt die Kerbempfindlichkeit und steigt die Dauerfestigkeit.
- Die Festigkeit des Werkstoffes nimmt entsprechend der auftretenden Kaltverfestigung erheblich zu; die Dehnung nimmt ab.
- Es entsteht ein hoher Verschleißwiderstand durch Verfestigung und eine saubere blanke Oberfläche.

Die **Nachteile** beim Rändeldrücken sind:

- Der Durchmesser vergrößert sich. Der Enddurchmesser muss berechnet werden. (vgl. *Tabelle 9.23*)
- Es ist ein größerer Kraftaufwand erforderlich als beim Rändelfräsen. Die Maschinen- und Werkstückbelastung steigt.
- Ist das Rändelrad an einer Stelle mehr als 2 bis 3 Umdrehungen im Eingriff besteht die Gefahr des „Abblätterns" der Werkstoffoberfläche aufgrund von Werkstoffermüdung.
- Nicht für dünnwandige Werkstücke wegen der Gefahr der Verformung durch hohe Kräfte geeignet.

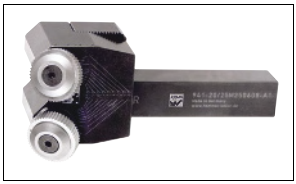
Bearbeitungsparameter:

- Die Richtwerte der Bearbeitungsparameter sind der *Tabelle 9.23* zu entnehmen.
- Die Zustellung mit dem Quersupport erfolgt bis am Werkstück eine scharf ausgeprägte Rändelung erscheint. Bei Längsrändelungen wird erst jetzt der Vorschub eingedrückt.
- Zur Kühlung und Schmierung hat sich Bohremulsion sehr gut bewährt. Es ist aber auf reichlichen Emulsionsfluss zu achten.

Rändelwerkzeuge mit einem Rändelrad eignen sich für Einstich-Rändelungen mit verschiedenen Rändelprofilen (vgl. auch *Tabelle 9.5*). Längsrändelungen sind ausschließlich mit Rändelrädern der Form AA möglich. Die Einstich-Rändelung wird immer so lang wie die Arbeitsfläche des Rändelrades breit ist. Das Werkzeug wird dabei 90° zum Werkstück eingespannt, beim Längsdrehen dagegen wird das Werkzeug 88° zum Werkstück eingespannt. Die verbleibenden 2° Freiwinkel zur Vorderkante des Rändelrades verhindern einen Materialstau bei der Längsbewegung des Rändelwerkzeuges.

Rändelwerkzeuge mit zwei Rändelrollen ermöglichen Einstich-Rändelungen mit verschiedenen Profilen. Längsrändelungen sind dagegen nur mit Rändelrädern der Form AA (achsparallele Rändelung) sowie der Formen BL + BR (Links-Rechts-Rändelung) möglich. Die Spirale von 30° oder 45° an den Rändelrädern bestimmt auch die Spirale auf dem Werkstück (30° oder 45°). Wiederum gilt die Einstellung der Rändelwerkzeuge für Einstich-Rändelung 90° und für Längsrändelung 88° zum Werkstück.

13.3.2 Rändelfräsen



Rändelfräsen ist das unter Vorschub schabende Profilieren eines sich drehenden, mit scharfkantigen Zähnen versehenen Werkzeuges (Rändelrad). Beim Rändelfräsen entsteht keine Kaltverfestigung. Die Späne werden durch Abwälzen vom Grund zu den Zahnspitzen hin abgetragen (geschabt).

Bild 9.31 Rändelfräswerkzeug mit zwei Rändelrädern

Vorteile des Rändelfräsens sind:

- Für dünnwandige Werkstoffe (wie Rohre) geeignet, da die auftretenden Kräfte wesentlich geringer als bei der Umformung sind,
- Geringere Werkzeug- und Maschinenbelastung,
- Keine Durchmesservergrößerung durch Bearbeitung,
- Sehr hohe Oberflächengüte

Nachteile des Rändelfräsens sind:

- Der Faserverlauf des Werkstückes wird unterbrochen (Kerbwirkung).
- Kostenintensiv.

Bearbeitungsparameter:

- Das Werkstück sollte mit einer Fase versehen sein (30 bis 45°). Die Größe der Fase sollte mindestens der Teilung entsprechen.
- Die Richtwerte für die Bearbeitungsparameter sind der *Tabelle 9.24* zu entnehmen.
- Die Kühlschmierung ist dringend erforderlich. Zur Kühlung und Schmierung haben sich Bohremulsion oder dünnflüssige Schneidöle bewährt. Es ist aber auf reichlichen Emulsionsfluss zu achten.

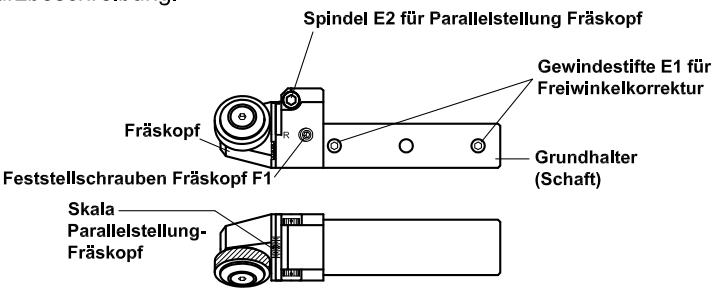
Rändelfräswerkzeuge mit einer Rändelrolle eignen sich ausschließlich für achsparallel Rändelungen (RAA). Verwendet wird immer eine Rändelfräsrolle BL 30° für linke Werkzeuge oder eine Rändelfräsrolle BR 30° für rechte Werkzeuge. Jedes Werkzeug kann am Kopf entsprechend justiert werden. Diese Werkzeuge sind grundsätzlich rechtwinklig zum Werkstück einzuspannen. Für die Einstellung der genauen Spitzenhöhe haben die Werkzeuge entweder seitlich am Kopf Markierungspunkte oder bei Werkzeugen für CNC-Maschinen ist die Schaftoberkante die Bezugskante für die Spitzenhöhe.

Mit Rändelfräswerkzeugen mit zwei Rändelrollen sind Links-Rechts-Rändelungen (RGE) mit 30° und mit 45° Spirale möglich. Für Rändelungen RGE 30° werden zwei Rändelfräsrollen AA in das Werkzeug eingesetzt. Für RGE 45°-Rändelungen ist ein Rändelfräsrad BR 15° und ein Rändelfräsrad BL 15° auf dem Rändelträger anzubringen (vgl. auch *Tabelle 9.5*). Die Werkzeuge sind mit einer Einstellskala für den Werkstückdurchmesser versehen. Nach dem Einstellen des Werkstückdurchmessers muss das Werkzeug auf die genaue Spitzenhöhe gebracht werden. Bevor der eigentliche Fräsvorgang beginnen kann, ist das Werkzeug gegen das Werkstück zu führen und zu prüfen ob beide Rändelfräsrollen gleichzeitig in Eingriff kommen. Beim Rändelfräsen werden die Rändelfräsrollen mit ca. 1/3 der Rändelfräsrollenbreite am Werkstück zugestellt bis die Rändelung voll und scharf erscheint. Dies ist im Allgemeinen der Fall, wenn 70% der jeweiligen Rändelteilung zugestellt wird. Danach ist der Vorschub einzurücken.

13.4 Bedienungsanleitungen für Rändelfräswerkzeuge
Rändelfräswerkzeug 290222 – für Rändelfräsräder 290261-290281

Bedienungsanleitung RF1 (231-A)

Rändelwerkzeug No.231-20/25M250608-A
Darstellung zeigt Werkzeug als RH-Version
Kurzbeschreibung:



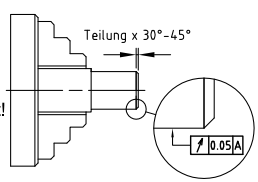
1. Montage des Rändelrades

Rändelprofil am Werkstück nach DIN 82	Rändelfräswerkzeug Nr.	Profil des zu verwendenden Rändelrades
RAA	231-20/25M250608-A RH-Einsatz	BR30°
RAA	241-20/25M250608-A LH-Einsatz	BL30°
RBR 30°	231-20/25M250608-A RH-Einsatz	AA
RBL 30°	231-20/25M250608-A LH-Einsatz	AA

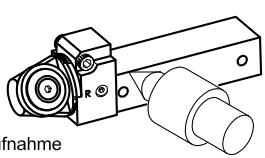
2. Vorraussetzungen des Werkstückes

a) Fase (mindestens Teilung x 30° - 45°) am Werkstückanfang oder nach Einstich anbringen.
Hinweis:
Fase wird zur Zentrierung des Fräsrändelrades benötigt!

b) Rundlaufgenauigkeit: ± 0,05mm



3. Werkzeug auf Spitzenhöhe einstellen



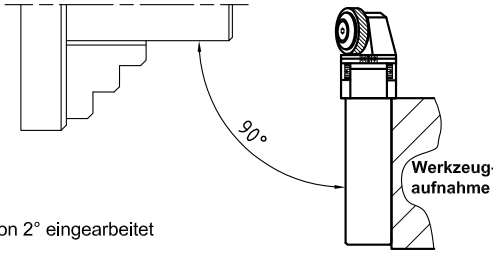
a) Konventionelle Drehmaschinen:
Spitzenhöhe ist Schaftoberkante
b.) CNC-Drehmaschinen
Spannung in entsprechender CNC-Werkzeugaufnahme
c.) Langdrehautomaten
Spitzenhöhe ist Schaftoberkante
d.) Mehrspindel Drehautomaten
Spitzenhöhe ist Schaftoberkante

Bild 9.32 Bedienungsanleitung für Rändelfräswerkzeug 290222

Bild 9.32 Fortsetzung Bedienungsanleitung für Rändelfräswerkzeug 290222

4. Einspannposition des Werkzeuges

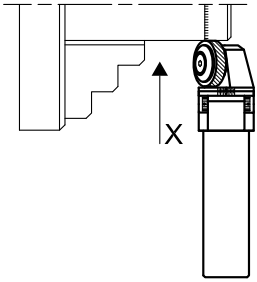
Werkzeug im Winkel von 90° zum Werkstück einspannen.
Im Regelfall in entsprechender Aufnahme anliegen lassen.



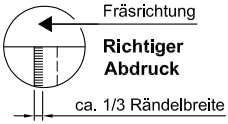
Anmerkung:
Im Rändelfräskopf ist ein Freiwinkel von 2° eingearbeitet

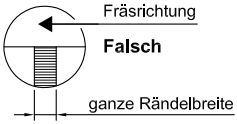
5.1 Einstellung des Freiwinkels

Mit dem Rändelwerkzeug (Rändelrad) leicht am Werkstück antasten.



5.2 Überprüfung des Rändelabdruckes (Freiwinkel des Rändelrädes)

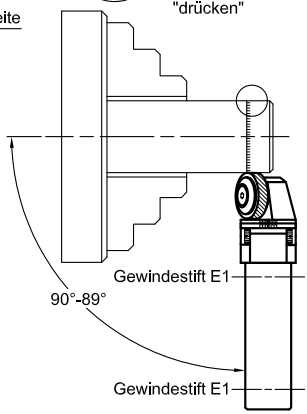






5.3 Korrektur des Freiwinkels

Einstellwinkel von Rändelwerkzeug und Werkstück mit Hilfe der Gewindestifte E1 so ändern, bis beim leichten Antasten (siehe 5.1) 1/3 der Rändelradbreite als Rändelabdruck am Werkstück erreicht wird.



6. Werkzeugnullstellung

In X-Richtung an das Werkstück antasten
= Werkstücknullpunkt X-Achse

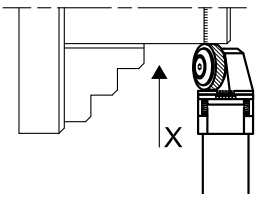
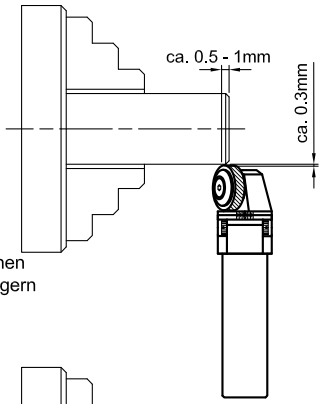


Bild 9.32 Fortsetzung Bedienungsanleitung für Rändelfräswerkzeug 290222

Achtung!
Die Reihenfolge der Punkte 7,(8),9 und 10 ist unbedingt einzuhalten !!

7. Anfangspositionierung des Fräsrändel

Mit der Schneidkante des Rändelrädes ca. 0.5-1mm in -Z Richtung (nach Fase) und in -X Richtung auf Werkstück-nullpunkt X +0.3mm fahren.



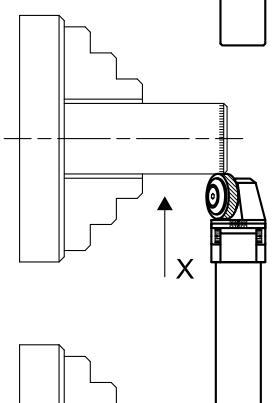
8. Kühlung / Schmierung

Ab Punkt 9. empfehlen wir einen reichlichen Zufluss von Kühlmittel/Schneidöl,um das Einwalzen von Spänen zu verhindern und die Standzeit der Rändel zu verlängern

9. Zustellung der Profiltiefe in -X Richtung

Zustellung der Profiltiefe in -X Richtung
Vorschub entsprechend der Schnittdatentabelle
Nach erreichen der Profiltiefe eine Verweilzeit von 0,5-1Sekunde einlegen (Rändelradzentrierung)
Profiltiefe = Zahntiefe +0,1mm±0,05mm

Beispiel: geg.: Teilung 1mm und 90°Flankenwinkel ergibt eine Zahntiefe von 0,5mm
Profiltiefe = 0,5mm +0,1±0,05mm = 0,6±0,05mm



10. Vorschub in Z Richtung (eigentliches Rändelfräsen)

Werte von Schnittgeschwindigkeit und Vorschub finden Sie im H+K Rändelkatalog oder im Internet unter: **www.hommel-keller.de/support**

Mit entsprechendem Längsvorschub (siehe Schnittdaten) auf gewünschte Länge fahren, danach in X-Richtung vom Werkstück wegfahren. Profil überprüfen.
Bei nicht voll ausgebildetem Profil kann eine nochmalige Zustellung erfolgen.

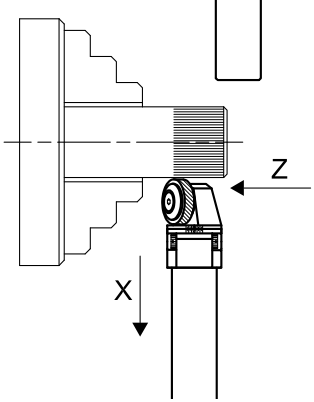
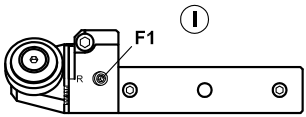
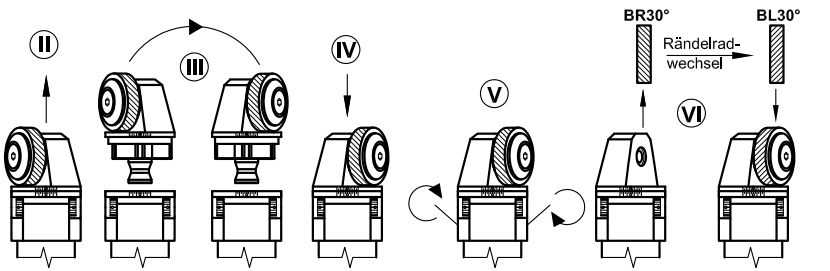


Bild 9.32 Fortsetzung Bedienungsanleitung für Rändelfräswerkzeug 290222

11. Umbau von RH-Version auf LH-Version

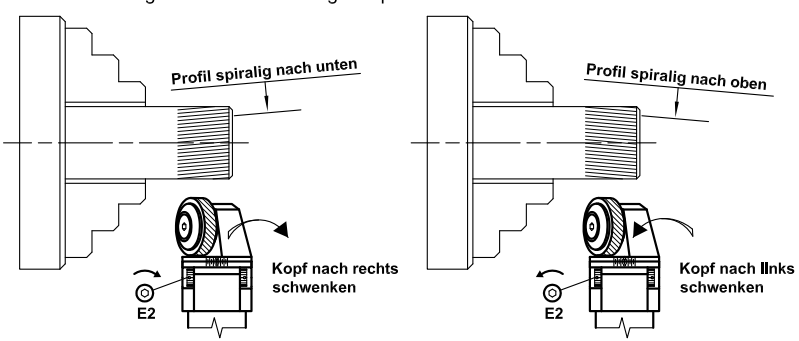


I. Beide Feststellschrauben (F1) lösen
(ca. 3 Umdrehungen herausdrehen)
II. Fräskopf herausziehen
III. Fräskopf um 120° drehen
IV. Fräskopf wieder in Grundhalter schieben (Mitnehmernase in Spindelnut fixieren,
Fräskopf darf sich dann nicht mehr verdrehen lassen)
V. Beide Feststellschrauben (F1) wieder fest anziehen
VI. **Sehr wichtig:** Rändelrad gemäß Punkt 1 (Montage Rändelrad) montieren: LH-Einsatz = BL30°



12. Korrektur Achsparallelität des Rändels / Paralleleinstellung des Rändelfräskopfes

I. Beide Feststellschrauben (F1) lösen
II. Mit Spindel E2 Fräskopf in gewünschte Richtung drehen:
im Uhrzeigersinn= Kopf schwenkt nach rechts,
gegen Uhrzeigersinn= Kopf schwenkt nach links
III. Beide Feststellschrauben (F1) wieder fest anziehen !
V. Parallelstellung mit neuer Rändelung überprüfen.

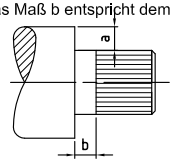


Hinweis:
Skala dient als optische Hilfe bei der Schwenkung des Fräskopfes.

Bild 9.32 Fortsetzung Bedienungsanleitung für Rändelfräswerkzeug 290222

13. Abstandsmaße Rändelfräser - Werkstückbund

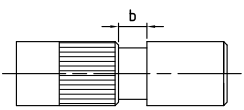
Durch die konstruktiv bedingte Schrägstellung (30°) des Rändelkopfes und der Ausladung der Deckscheibe kann mit einem Rändelfräswerkzeug grundsätzlich nicht bis an einen Absatz gerändelt werden!
Das Maß a entspricht der Zunahme des Absatzes [mm]
Das Maß b entspricht dem Mindestabstand beim jeweiligen verwendeten Rändelrad (Ø-Angabe) [mm]



a	b (10x3x6)	b (15x4x8)	b (25x6x8)	b (42x13x16)
1	5	1,5	2	3
3		3,5	3	5
5		6	5	7
7			8	9
10				12
12				13

14. Mindestbreite des Einstiches

Wenn eine Rändelung mitten im Werkstück angebracht werden soll, benötigt man einen"Rändelfreistich" (Rändelrad benötigt Fase zur Zentrierung!)
Tiefe des Einstiches: mindestens 1/2 Teilung + 0,3mm



Maße Rändelräder:	10x3x6	15x4x8	25x6x8	42x13x16
Mindestbreite Einstich [b]:	3 mm	4 mm	6,5 mm	14 mm

15. Mögliche Probleme und deren Beseitigung

Fehlerbeschreibung:	Ursache / Grund:	Behebung:
Rändelprofil RAA ist nicht achsparallel, Profil erscheint spiralig	Rändelfräskopf ist nicht genau parallel ausgerichtet	Rändelfräskopf je nach Lage der Spirale schwenken siehe (12.)
Undefinierbare Struktur des Rändel-musters	Falsches Rändelrad montiert	Montage des Rändelrades siehe (1.)
Materialaufwurf am Rändelende Profil erscheint "zerdrückt"	Freiwinkel nicht richtig eingestellt Werkzeug drückt auf Werkstück	Freiwinkel korrekt einstellen siehe (5.1 - 5.3)
Profil ist nicht voll ausgebildet	Zustellung ist kleiner als Profiltiefe	Um erforderliches Maß zustellen siehe (9.)
Profil ist unregelmäßig scharf	Werkstück läuft nicht rund Planschlag	Werkstückdurchmesser überdrehen Plandrehen - siehe (2.)
Anfang der Rändelung ist nicht sauber	Fase an Werkstückkante fehlt oder ist zu klein	Siehe (2.) - Vorrausetzungen des Werkstückes
Profil erscheint mit ungleichmäßiger Struktur	Rändelrad läuft stellenweise schwer - es gibt Verzerrungen	Rändel ausbauen, reinigen,fetten und wieder sachgerecht zusammenbauen
Profil ist ungleichmäßig,hat Druck-stellen und ist meist an den Spitzen ausgebrochen	Späne werden in das Profil eingewalzt	Auf Kühlung und Spülung achten! möglichst mit Hochdruck (8.)
Radius im Zahngrund	Spitzenhöhe des Werkzeuges stimmt nicht	Spitzenhöhe überprüfen, ggf. nachstellen siehe (3.)
Rändelprofil ist nicht mehr scharf	Profil der Rändelräder ist abgenutzt oder teilweise verschlissen	Profil prüfen und ggf. neue ZEUS Rändelräder einsetzen

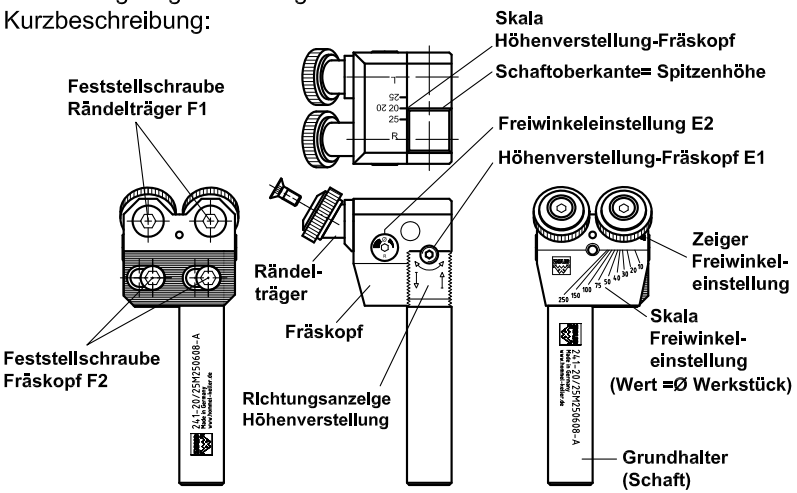
Rändelfräswerkzeug 290242 – für Rändelräder 290261–290281

Bedienungsanleitung RF2 (241-A)

Rändelwerkzeug No.241-20/25M250608-A

Darstellung zeigt Werkzeug als RH-Version

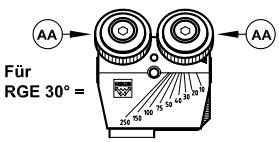
Kurzbeschreibung:

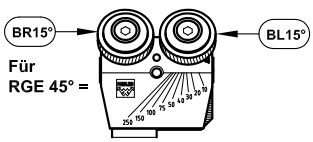


1. Montage der Rändelräder

Rändelprofil am Werkstück nach DIN 82	Rändelfräswerkzeug Nr.	Profil der zu verwendenden Rändelräder
RGE 30°	241-20/25M250608-A	AA
RGE 45°	241-20/25M250608-A	BL 15° und BR 15°

Achtung: Immer Rändelräderpaare mit gleicher Teilung einsetzen !





2. Vorraussetzungen des Werkstückes

a) Fase (mindestens Teilung x 30° - 45°) am Werkstückanfang oder nach Einstich anbringen.
Hinweis:
Fase wird zur Zentrierung der Fräsrändelräder benötigt!

b) Rundlaufgenauigkeit: ± 0,05mm

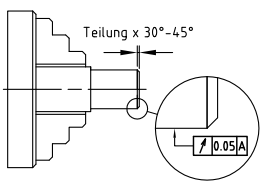
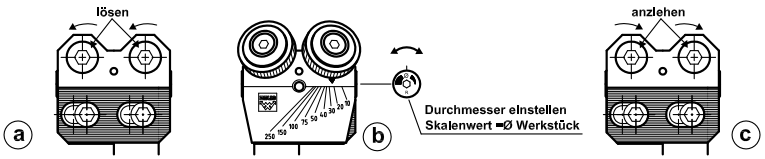


Bild 9.33 Bedienungsanleitung für Rändelfräswerkzeug 290242

Bild 9.33 Fortsetzung Bedienungsanleitung für Rändelfräswerkzeug 290242

3. Voreinstellung des Freiwinkel der Rändelräder

Beide Feststellschrauben (F1) der Rändelträger lösen (a),durch Drehen der Spindel (E2) den Durchmesser des zu bearbeitenden Werstückes einstellen (b),danach die Feststellschrauben (F1) wieder fest anziehen (c)



4. Werkzeug auf Spitzenhöhe einstellen



4.1 Fräskopf Höhenverstellung-Spitzenhöhe einstellen

Beide Feststellschrauben (F2) des Fräskopfes leicht lösen (a). Danach durch Drehen der Spindel (E2) Höhenverstellbarkeit des Rändelkopfes überprüfen (b).

Spitzenhöhe für CNC-Maschinen: Spitzenhöhe ist immer Schaftoberkante, Nennmass 20mm oder 25mm ist bündig mit jeweiliger Strichmarkierung und Schaftoberkante (c) einzustellen.
Spitzenhöhe für konventionelle Maschinen: Fräskopf mit Zentrummitte Bohrung 3mm auf Spitzenhöhe von Maschine bringen (d).
Danach beide Feststellschrauben (F2) wieder fest anziehen (e).

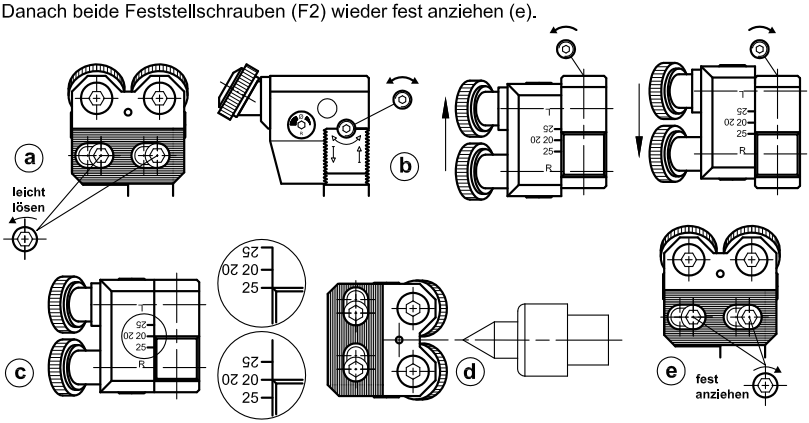
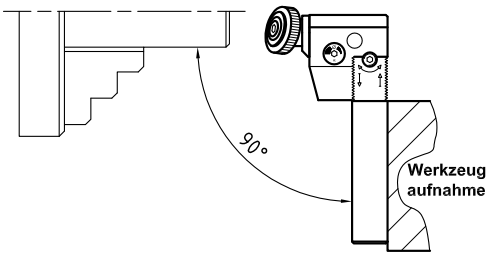


Bild 9.33 Fortsetzung Bedienungsanleitung für Rändelfräswerkzeug 290242

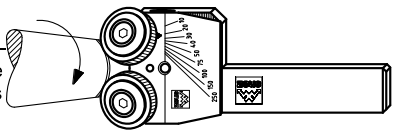
5. Einspannposition des Werkzeuges

Werkzeug im Winkel von 90° zum Werkstück einspannen.
Im Regelfall in entsprechender Aufnahme anliegen lassen.



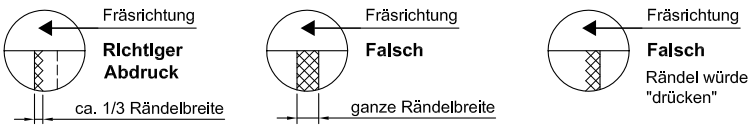
6. Überprüfung Feineinstellung des Rändelkopfes (Symmetrie der Rändelräder)

Mit dem Werkzeug leicht am Werkstück antasten. Beide Rändelräder müssen gleichzeitig das Werkstück berühren. Sollte dies nicht der Fall sein, wie unter Punkt 4.1 gezeigt, die Höhe des Fräskopfes entsprechend korrigieren.



7. Überprüfung des Rändelabdruckes (Freiwinkel der Rändelräder)

Erneut leicht an das Werkstück antasten und den Rändelabdruck überprüfen:



7.1 Korrektur (Feineinstellung) des Freiwinkels

Rändelträger so verstellen (siehe 3), bis ca. 1/3 Rändelbreite als Abdruck in Fräsrichtung erreicht wird. Ist zum Beispiel die ganze Rändelbreite sichtbar, so muß der Durchmesser auf der Skala verkleinert werden.

8. Werkzeugnullstellung

In X-Richtung an das Werkstück antasten = Werkstücknullpunkt X-Achse

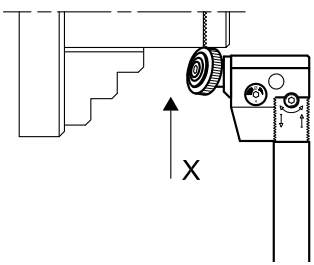
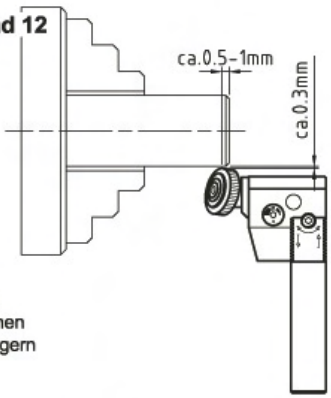


Bild 9.33 Fortsetzung Bedienungsanleitung für Rändelfräswerkzeug 290242

Achtung!
Die Reihenfolge der Punkte 9,(10),11 und 12 ist unbedingt einzuhalten !!

9. Anfangspositionierung der Fräsrändel

Mit den Schneidkanten der Rändelräder ca. 0.5-1mm in -Z Richtung (nach Fase) und in -X Richtung auf Werkstück-nullpunkt X +0.3mm fahren.



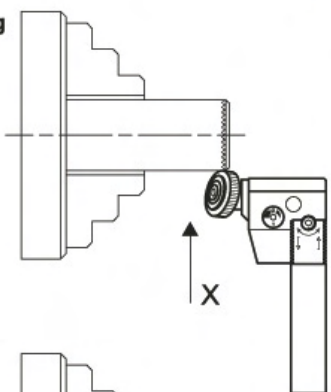
10. Kühlung / Schmierung

Ab Punkt 11. empfehlen wir einen reichlichen Zufluss von Kühlmittel/Schneidöl,um das Einwalzen von Spänen zu verhindern und die Standzeit der Rändel zu verlängern

11. Zustellung der Profiltiefe in -X Richtung

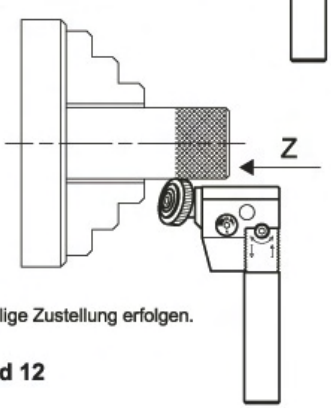
Zustellung der Profiltiefe in -X Richtung
Vorschub entsprechend der Schnittdatentabelle
Nach erreichen der Profiltiefe eine Verweilzeit von 0,5-1Sekunde einlegen (Rändelzentrierung)
Profiltiefe = Zahntiefe +0,1mm±0,05mm

Beispiel: geg.: Teilung 1mm und 90°Flankenwinkel ergibt eine Zahntiefe von 0,5mm
Profiltiefe = 0,5mm +0,1±0,05mm = 0,6±0,05mm



12. Vorschub in Z Richtung (eigentliches Rändelfräsen)

Werte von Schnittgeschwindigkeit und Vorschub finden Sie im H+K Rändelkatalog oder im Internet unter: **www.hommel-keller.de/support**

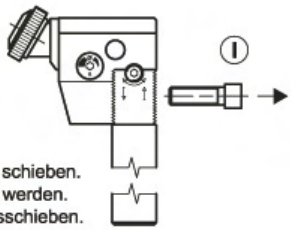


Mit entsprechendem Längsvorschub (siehe Schnittdaten) auf gewünschte Länge fahren, danach in X-Richtung vom Werkstück wegfahren.
Profil überprüfen
Bei nicht voll ausgebildetem Profil kann eine nochmalige Zustellung erfolgen.

Achtung!
Die Reihenfolge der Punkte 9,(10),11 und 12 ist unbedingt einzuhalten !!

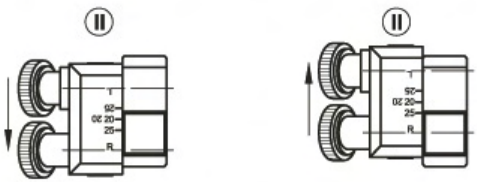
Bild 9.33 Fortsetzung Bedienungsanleitung für Rändelfräswerkzeug 290242

13. Umbau von RH-Version auf LH-Version

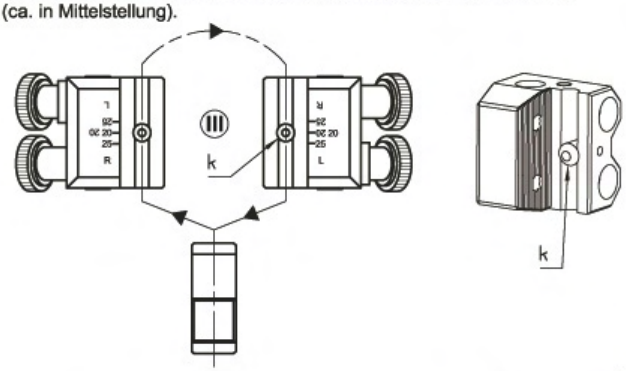


I. Beide Feststellschrauben (F2) vollständig herausdrehen

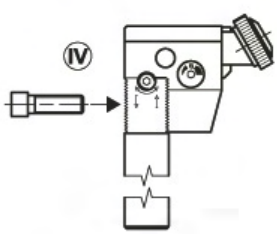
II. Fräskopf von Hand entwender nach oben oder nach unten schieben.
Vorsicht: Widerstand von Spindelfixierung muß überdrückt werden.
Danach Kopf vorsichtig vollständig aus Verzahnung herausschieben.



III. Fräskopf um 180° drehen und entsprechend in die Verzahnung auf der anderen Seite des Grundhalters schieben. Wenn die Spindel an der federgelagerten Konusfixierung (k) anstösst, diese nach innen drücken und gleichzeitig Fräskopf weiterschieben bis Konusfixierung wieder einrastet (ca. in Mittelstellung).



IV. Beide Feststellschrauben (F2) wieder hereindrehen und gemäß Punkten 1-12 verfahren



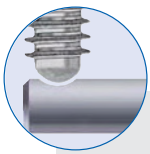
13.5 Bedienungsanleitung für Rändelwerkzeug mit ClickPin

Nr. 290115; 290140

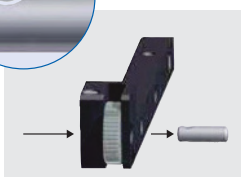
zeus ClickPin®:

Mit Sicherheit schneller wechseln!

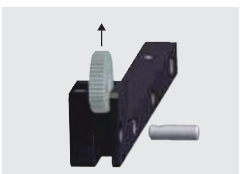
Das neue ClickPin®-System von Hommel + Keller macht beim Wechseln von Rändelrädern Schluss mit den Nachteilen herkömmlicher Gewindestifte mit Innensechskant.



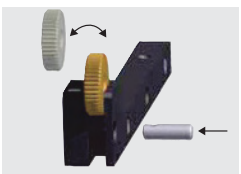
--> Kein Ausbrechen durch Überdrehen wie bei herkömmlichen Innensechskant
--> Kein Lockern oder Herausfallen bei Stoß, Schlag oder Vibration
--> Deutlich schnellere Arretierung und Positionierung des Rändelrades



HM-Laufstift über den Druckpunkt des Federdruckstückes herausdrücken.



Schneller Wechsel des Rändelrades.



Fixieren des neuen Rändelrades durch Einschub des Laufstiftes mit Hohlkerbe. Federdruckstück rastet in die vorbestimmte Position des Laufstiftes ein.

14 Einsatzrichtwerte für das Drehen und Rändeln

Handhabung der Richtwerttabellen am Beispiel Außendrehen

Bearbeitungsaufgabe:

Schlichtdrehen, Durchmesser D = 60 mm, Werkstoff Ck 60

Vorgehen:

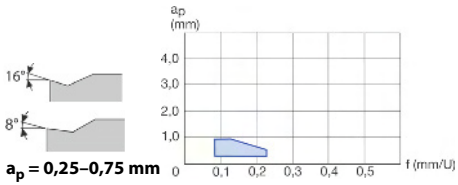
1. Auswahl des Werkzeuges aus dem Hauptkatalog — Klemmdrehhalter 256100, Wendeplatte: CNM.1204
2. Auswahl der Werkstoffmaterialgruppe (Kapitel „Werkstoffe, Abschn. 1) — Wst.-Gr. 8.2
3. Auswahl der Schnittparameter:
   - 3.1 Auswahl der Einsatzrichtwerttabelle — Tabelle 9.9
   - 3.2 Auswahl der Spanbrechergeometrie — VS
   - 3.3 Auswahl der Schnittparameter

Tabelle 9.10 **GARANT ISO Drehen 0° Schlichten**

Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	HPC710 Vorschub f [mm/U] 0,1	0,25	0,4	HB7025 Vorschub f [mm/U] 0,1	0,25	0,4	HB7035 Vorschub f [mm/U] 0,1	0,25	0,4	CB7035 Vorschub f [mm/U] 0,1	0,25	0,4
			Schneidstoff/Spanbrecher											
									VS					
			Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für											
1.0	allg. Baustähle	< 500	310	270	250	260	240	220	240	220	200	300	260	220
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	270	240	220	240	220	200	220	200	180	270	230	200
2.0	Automatenstähle	< 850	270	240	220	240	220	200	220	200	180	270	230	200
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	250	210	210	220	200	180	200	180	160	250	220	190
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	270	240	210	240	220	190	220	200	170	270	230	190
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	250	210	200	220	200	170	200	180	150	250	220	180
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	230	210	190	210	180	160	190	170	140	230	200	170
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	220	200	180	200	170	140	180	160	130	220	190	160
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	210	190	170	200	160	130	170	150	120	210	180	150
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	250	230	210	220	200	180	200	180	160	250	220	190
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	230	210	190	210	180	150	190	170	140	230	200	170

Schnittgeschwindigkeit -Bereich	Startwert	v_c = 150 –200 m/min
Vorschub-Bereich	Startwert	f = 0,1 –0,35 mm/U
Schnitttiefe-Bereich	Startwert	a_p = 0,5–2 mm

Tabelle 9.9 ISO Drehen 0° Feinstschlichten



a_p = 0,25–0,75 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festig-keit	Schneidstoff/Spanbrecher					
			HPC710			CU7033		
			SF			VF		
			Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für					
			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
		[N/mm²]	0,1	0,15	0,2	0,1	0,15	0,2
1.0	allg. Baustähle	< 500	330	300	270	260	240	220
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	300	270	250	240	220	200
2.0	Automatenstähle	< 850	300	270	250	240	220	200
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	280	260	240	220	210	200
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	270	250	230	230	220	200
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	250	230	210	220	210	190
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	230	210	200	210	190	170
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	230	210	200	200	180	170
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	220	200	190	180	160	150
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	280	260	240	240	220	200
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	270	250	230	200	180	170
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	250	230	210	180	170	160
7.0	Nitrierstähle	<1000	180	170	160	160	150	140
7.1	Nitrierstähle	>1000	160	150	140	140	130	120
8.0	Werkzeugstähle	< 850	230	210	190	190	170	160
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	200	190	170	180	160	150
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	180	170	160	170	150	140
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	180	170	160	140	130	120
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–	–	–	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	180	170	160	150	130	120
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	140	130	120	130	120	100
12.0	Federstähle	<1500	180	170	160	150	130	120
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	–	–	–	140	130	120
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	–	–	–	130	120	110
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	–	–	–	120	110	100
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	–	–	–	110	100	90

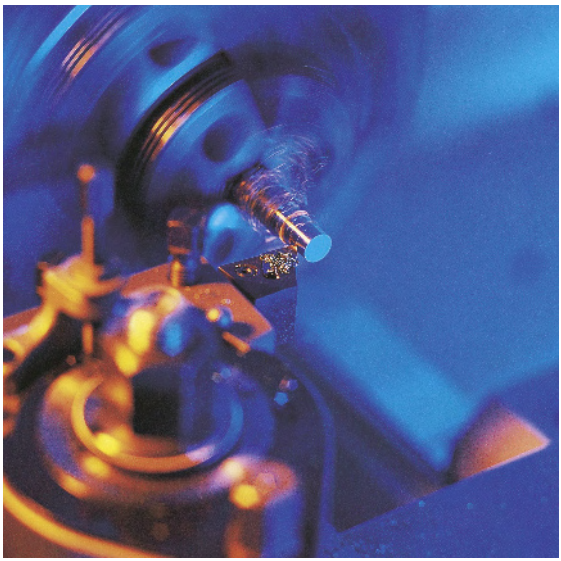
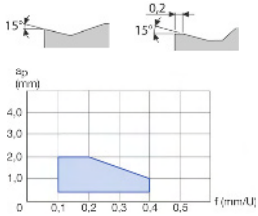


Tabelle 9.10 GARANT ISO Drehen 0° Schlichten



a_p = 0,3–2 mm

Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	Schneidstoff/Spanbrecher											
			HPC710			HB7025			HB7035			CB7035		
			SS											
			Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für											
			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
		[N/mm²]	0,1	0,25	0,4	0,1	0,25	0,4	0,1	0,25	0,4	0,1	0,25	0,4
1.0	allg. Baustähle	< 500	330	270	250	260	240	220	240	220	200	300	260	220
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	270	240	220	240	220	200	220	200	180	270	230	200
2.0	Automatenstähle	< 850	270	240	220	240	220	200	220	200	180	270	230	200
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	250	230	210	220	200	180	200	180	160	250	220	190
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	270	240	210	240	220	190	220	200	170	270	230	190
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	250	230	200	220	200	170	200	180	150	250	220	180
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	230	210	190	210	180	150	190	170	140	230	200	170
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	220	200	180	200	170	140	180	160	130	220	190	160
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	210	190	170	200	160	130	170	150	120	210	180	150
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	250	230	210	220	200	180	200	180	160	250	220	190
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	230	210	190	210	180	150	190	170	140	230	200	170
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	220	200	180	200	170	140	180	160	130	220	190	160
7.0	Nitrierstähle	<1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7.1	Nitrierstähle	>1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.0	Werkzeugstähle	< 850	220	200	180	200	170	140	180	160	130	220	190	160
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	210	190	170	200	160	130	170	150	120	210	180	150
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	180	170	140	180	160	130	160	140	120	190	160	130
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	170	150	120	160	140	110	150	120	100	170	140	110
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	170	150	120	160	140	110	150	120	100	170	140	110
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	160	130	100	140	120	100	120	100	80	160	120	90
12.0	Federstähle	<1500	170	150	120	160	140	110	150	120	100	170	140	110
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14.0	Sonderlegierungen	<1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–





a_p = 0,5–4 mm





a_p = 1–4 mm

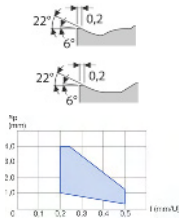




a_p = 0,5–2 mm

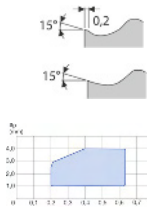
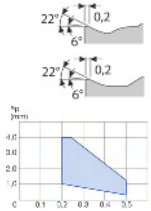
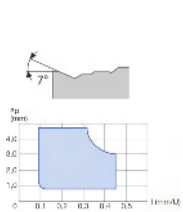
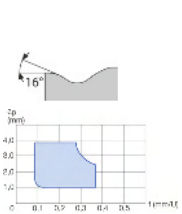
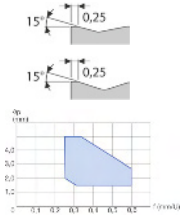
Schneidstoff/Spanbrecher											
HB7120			HB7135			HPC7135			HB7110		
VS						V4S			TIS		
Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für						Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für					
Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
0,15	0,3	0,5	0,15	0,3	0,5	0,1	0,25	0,4	0,1	0,25	0,4
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
180	150	120	130	110	90	–	–	–	–	–	–
160	130	100	120	100	80	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
200	170	140	160	120	90	210	200	160	–	–	–
190	160	130	150	110	90	180	170	140	–	–	–
180	150	120	130	110	80	145	135	110	–	–	–
160	130	100	120	100	70	120	110	85	–	–	–
140	120	90	100	80	60	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	70	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	60	–	–

Tabelle 9.11 GARANT ISO Drehen 0°
Mittlere Bearbeitung



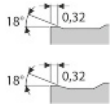
a_p = 0,5–4 mm

Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	Schneidstoff/Spanbrecher											
			HPC710			HU7020			HB7025			HB7035		
			SM											
			Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für											
			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
		[N/mm²]	0,2	0,35	0,5	0,2	0,35	0,5	0,2	0,35	0,5	0,2	0,35	0,5
1.0	allg. Baustähle	< 500	280	250	220	160	140	120	260	230	200	240	210	180
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	260	240	210	150	130	110	250	220	190	220	190	160
2.0	Automatenstähle	< 850	260	240	210	150	130	110	250	220	190	220	190	160
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	250	230	210	140	120	100	240	210	180	210	180	150
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	240	220	190	130	110	90	230	200	170	200	170	140
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	230	210	180	120	100	80	220	190	160	190	160	130
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	220	200	170	110	90	75	210	180	150	180	150	120
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	210	190	160	100	80	70	200	170	140	170	140	110
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	200	180	150	95	75	65	190	160	130	160	130	100
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	250	230	200	140	120	100	240	210	180	210	180	150
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	240	220	190	130	110	90	230	200	170	200	170	140
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	230	210	180	120	100	80	220	190	160	190	160	130
7.0	Nitrierstähle	<1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7.1	Nitrierstähle	>1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.0	Werkzeugstähle	< 850	230	210	180	120	100	80	220	190	160	190	160	130
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	200	180	150	95	75	65	190	160	130	160	130	110
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	180	160	130	90	70	60	170	150	110	160	140	100
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	160	140	120	80	65	55	150	130	110	140	120	90
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	180	160	130	90	70	60	170	150	110	160	140	100
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	160	140	110	80	60	50	155	130	100	140	110	90
12.0	Federstähle	<1500	160	140	110	80	60	50	155	130	100	140	110	90
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14.0	Sonderlegierungen	<1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.0	Gusseisen	< 180 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.1	Gusseisen	> 180 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

UNI	VM	V4M	TIM	GM
				
a_p = 1–4 mm	a_p = 0,5–4 mm	a_p = 1–5 mm	a_p = 1–4 mm	a_p = 1,5–5 mm

Schneidstoff/Spanbrecher																	
HB7035			HB7120			HB7135			HPC7135			HB7110			HPC705		
UNI			VM						V4M			TIM			GM		
Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für																	
Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
0,2	0,35	0,5	0,2	0,35	0,5	0,2	0,35	0,5	0,1	0,25	0,4	0,1	0,25	0,4	0,25	0,5	0,6
230	200	170	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
210	180	150	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
210	180	150	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
200	170	140	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
190	160	130	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
180	150	120	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
170	140	110	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
160	130	100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
150	120	100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
200	170	140	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
190	160	130	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
180	150	120	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	160	150	130	140	120	100	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	140	130	110	120	100	80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
180	150	120	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
150	120	100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
150	130	100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
130	110	90	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
150	130	100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
130	100	90	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
130	100	90	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
130	100	75	180	160	130	140	110	80	210	200	160	–	–	–	–	–	–
125	90	70	170	150	120	135	100	75	180	170	140	–	–	–	–	–	–
120	85	60	160	140	110	130	90	65	145	135	110	–	–	–	–	–	–
110	80	55	150	130	100	120	85	60	120	110	85	–	–	–	–	–	–
–	–	–	130	110	80	95	75	55	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	300	270	240
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	250	230	210
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	270	240	210
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	230	200	180
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	70	60	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	60	50	–	–	–	–

Tabelle 9.12 GARANT ISO Drehen 0° Schruppen



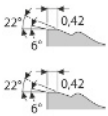
a_p = 1,5–6 mm



Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	Schneidstoff/Spanbrecher								
			HPC710			HB7025			HB7035		
			SG /VG								
			Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für								
			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
		[N/mm²]	0,25	0,4	0,6	0,25	0,4	0,6	0,25	0,4	0,6
1.0	allg. Baustähle	< 500	260	230	210	240	210	190	210	180	160
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	240	210	190	220	190	170	190	160	145
2.0	Automatenstähle	< 850	240	210	190	220	190	170	190	160	145
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	220	190	170	200	170	150	180	150	135
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	210	180	160	180	150	130	170	140	130
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	200	170	150	180	150	130	160	130	120
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	190	160	140	170	140	120	150	120	110
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	180	150	135	170	135	115	140	115	105
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	170	140	130	160	125	105	130	110	100
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	200	170	150	180	150	130	160	130	120
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	190	160	140	170	140	120	150	120	110
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	180	150	135	170	135	115	140	115	105
7.0	Nitrierstähle	<1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7.1	Nitrierstähle	>1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.0	Werkzeugstähle	< 850	200	180	150	190	160	130	160	130	105
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	170	150	120	160	130	105	135	115	100
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	150	130	105	140	120	100	130	110	95
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	130	115	100	120	110	95	110	105	85
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	160	130	100	140	125	95	120	115	90
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	130	110	85	125	105	80	105	95	70
12.0	Federstähle	<1500	130	110	85	125	105	80	105	95	70
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14.0	Sonderlegierungen	<1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Schneidstoff/Spanbrecher								
HB7120			HB7135			HPC7135		
SG /VG								
Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für								
Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
0,25	0,4	0,6	0,25	0,4	0,6	0,25	0,4	0,6
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
150	140	120	130	110	90	–	–	–
130	120	100	110	90	70	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
160	130	100	110	85	75	210	200	160
140	120	95	110	90	70	180	170	140
130	105	90	100	85	65	145	135	110
125	100	85	95	80	60	120	110	85
120	100	75	90	70	50	–	–	–

Tabelle 9.13 GARANT ISO Drehen 0° Schwerzerspanung

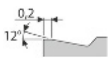


a_p = 2–10 mm



Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	Schneidstoff/Spanbrecher					
			HPC710			HB7025		
			SR					
			Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für					
			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
		[N/mm²]	0,4	0,8	1,2	0,4	0,8	1,2
1.0	allg. Baustähle	< 500	240	210	190	210	180	160
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	220	190	170	190	160	145
2.0	Automatenstähle	< 850	220	190	170	190	160	145
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	200	170	150	180	150	135
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	190	160	140	170	140	130
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	180	150	130	160	130	120
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	170	140	120	150	120	110
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	170	135	115	140	115	105
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	160	125	105	130	110	100
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	180	150	130	160	130	120
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	170	140	120	150	120	110
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	170	135	115	140	115	105
7.0	Nitrierstähle	<1000	140	130	110	130	110	90
7.1	Nitrierstähle	>1000	130	120	100	110	90	70
8.0	Werkzeugstähle	< 850	190	160	120	160	130	105
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	160	130	105	135	115	100
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	140	120	100	130	110	95
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	120	110	95	110	105	85
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–	–	–	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	140	125	95	120	115	90
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	125	105	80	105	95	70
12.0	Federstähle	<1500	125	105	80	105	95	70
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	–	–	–	–	–	–

Tabelle 9.14 GARANT ISO Drehen 0° KNUX



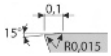
a_p = 2–6 mm





Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	Schneidstoff/Spanbrecher								
			HPC710						HB7025		
			R1/L1			R2/L2			R/L		
			Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für								
			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
		[N/mm²]	0,3	0,45	0,6	0,4	0,55	0,7	0,25	0,4	0,5
1.0	allg. Baustähle	< 500	260	230	200	240	210	180	240	200	190
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	250	220	190	220	190	160	200	180	170
2.0	Automatenstähle	< 850	250	220	190	220	190	160	200	180	170
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	240	210	180	210	180	150	190	170	160
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	230	200	170	200	170	140	180	160	150
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	220	190	160	190	160	130	170	150	140
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	210	180	150	180	150	120	160	140	130
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	200	170	140	170	140	110	160	110	100
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	190	160	130	160	130	100	140	90	80
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	240	210	180	210	180	150	200	180	170
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	230	200	170	200	170	140	180	160	150
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	220	190	160	190	160	130	170	150	140
7.0	Nitrierstähle	<1000	160	150	130	140	120	100	180	140	130
7.1	Nitrierstähle	>1000	140	130	110	120	100	80	160	120	110
8.0	Werkzeugstähle	< 850	220	190	160	190	160	130	170	150	140
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	190	160	130	160	130	110	140	100	90
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	170	150	110	160	140	100	140	90	80
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	150	130	110	140	120	90	180	130	120
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	170	150	110	160	140	100	140	90	80
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	155	130	100	140	110	90	180	130	120
12.0	Federstähle	<1500	155	130	100	140	110	90	180	130	120
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14.0	Sonderlegierungen	<1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabelle 9.15 GARANT ISO Drehen 0° CBN



a_p = 0,05–2 mm

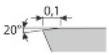
Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festig-keit	Schneidstoff/Spanbrecher							
			CBN 710		CBN720		BB7210		BB7220	
			F							
			Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für							
			Vorschub f [mm/U]		Vorschub f [mm/U]		Vorschub f [mm/U]		Vorschub f [mm/U]	
		[N/mm²]	0,08	0,15	0,08	0,15	0,08	0,15	0,08	0,15
1.0	allg. Baustähle	< 500	–	–	–	–	–	–	–	–
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	–	–	–	–	–	–	–	–
2.0	Automatenstähle	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	–	–	–	–	–	–	–	–
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	–	–	–	–	–	–	–	–
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	–	–	–	–	–	–	–	–
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	–	–	–	–	–	–	–	–
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	–	–	–	–	–	–	–	–
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	–	–	–	–	–	–	–	–
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	–	–	–	–	–	–	–	–
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	–	–	–	–	–	–	–	–
7.0	Nitrierstähle	<1000	–	–	–	–	–	–	–	–
7.1	Nitrierstähle	>1000	–	–	–	–	–	–	–	–
8.0	Werkzeugstähle	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	–	–	–	–	–	–	–	–
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	–	–	–	–	–	–	–	–
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	250	220	250	200	400	150	280	80
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	250	220	250	200	400	150	280	80
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	250	220	250	200	400	150	280	80
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–	–	–	–	–	–	–	–
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–	–	–	–	–	–	–	–
12.0	Federstähle	<1500	–	–	–	–	–	–	–	–
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	–	–	–	–	–	–	–	–
14.0	Sonderlegierungen	<1200	–	–	–	–	–	–	–	–



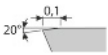
a_p = 0,1–0,3 mm

Schneidstoff/Spanbrecher			
CBN 725		BB7220	
G/T			
Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für			
Vorschub f [mm/U]		Vorschub f [mm/U]	
0,1	0,2	0,1	0,2
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
220	170	240	120
220	120	240	100
150	100	200	60
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–

Tabelle 9.16 ISO Drehen 0° Keramik

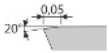


a_p = 0,1–0,8 mm

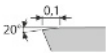


a_p = 0,1–1 mm

Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	Schneidstoff/Spanbrecher					
			KB7205 HART			KU7410 S		
			Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für Vorschub f [mm/U]					
			min	Start	max	min	Start	max
		[N/mm²]	0,05	0,1	0,15	0,2	0,3	0,5
1.0	allg. Baustähle	< 500	–	–	–	–	–	–
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	–	–	–	–	–	–
2.0	Automatenstähle	< 850	–	–	–	–	–	–
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	–	–	–	–	–	–
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	–	–	–	–	–	–
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	–	–	–	–	–	–
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	–	–	–	–	–	–
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	–	–	–	–	–	–
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	–	–	–	–	–	–
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	–	–	–	–	–	–
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	–	–	–	–	–	–
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	–	–	–	–	–	–
7.0	Nitrierstähle	<1000	–	–	–	–	–	–
7.1	Nitrierstähle	>1000	–	–	–	–	–	–
8.0	Werkzeugstähle	< 850	–	–	–	–	–	–
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	–	–	–	–	–	–
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	–	–	–	–	–	–
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	–	–	–	–	–	–
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	400	250	160	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	400	250	120	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	400	250	80	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–	–	–	–	–	–
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–	–	–	–	–	–
12.0	Federstähle	<1500	–	–	–	–	–	–
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	–	–	–	–	–	–
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	–	–	–	–	–	–
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	–	–	–	–	–	–
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	–	–	–	–	–	–
14.0	Sonderlegierungen	<1200	–	–	–	–	–	–
15.0	Gusseisen	< 180 HB	–	–	–	–	–	–
15.1	Gusseisen	> 180 HB	500	250	180	800	500	300
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	500	250	180	500	300	200
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	–	–	–	–	–	–
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–	–	–	–	–	–
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–	–	–	300	200	100



a_p = 0,1–1 mm



a_p = 0,5–2,5 mm

Schneidstoff/Spanbrecher					
KU7415 S			KU7205 GG		
Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für					
Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
min	Start	max	min	Start	max
0,3	0,4	0,5	0,1	0,15	0,2
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	1200	800	400
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
500	300	200	–	–	–

Tabelle 9.17 KYOCERA ISO Drehen 0° Schlichten

CN... a_p = 0,3–1,0 f = 0,10–0,25
DN... a_p = 0,3–1,0 f = 0,05–0,30
TN... a_p = 0,3–1,0 f = 0,06–0,28
VN... a_p = 0,3–0,8 f = 0,06–0,30



Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	Schneidstoff/Spanbrecher								
			PV7025			CA5515			CA5525		
			GP								
			Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für								
			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
		[N/mm²]	0,05	0,17	0,3	0,05	0,17	0,3	0,05	0,17	0,3
1.0	allg. Baustähle	< 500	520	380	270	480	360	220	450	340	210
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	440	320	230	410	310	190	380	290	180
2.0	Automatenstähle	< 850	440	320	230	410	310	190	380	290	180
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	410	300	210	370	290	180	350	260	170
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	410	300	210	370	290	180	350	260	170
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	370	270	190	340	260	160	320	240	150
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	350	260	180	320	250	150	300	230	140
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	350	260	180	320	250	150	300	230	140
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	330	240	170	310	230	140	290	220	140
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	370	270	190	340	260	160	320	240	150
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	350	260	180	320	250	150	300	230	140
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	330	240	170	310	230	140	290	220	140
7.0	Nitrierstähle	<1000	350	260	180	320	260	150	300	260	140
7.1	Nitrierstähle	>1000	330	240	170	330	230	170	330	220	170
8.0	Werkzeugstähle	< 850	310	230	160	290	230	140	270	230	130
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	260	190	130	260	180	130	260	170	130
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	220	160	110	200	160	100	190	140	90
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	220	160	110	200	160	100	190	140	90
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–	–	–	100	80	50	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–	–	–	190	140	90	180	130	80
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–	–	–	170	130	80	160	120	80
12.0	Federstähle	<1500	–	–	–	190	140	90	180	130	80
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	220	160	110	200	160	100	190	140	90
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	220	160	110	200	160	100	190	140	90
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	200	150	100	170	130	80	160	120	80
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	190	140	100	150	120	70	140	110	70
14.0	Sonderlegierungen	<1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.0	Gusseisen	< 180 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.1	Gusseisen	> 180 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	–	–	–	170	130	80	–	–	–
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	–	–	–	150	120	70	–	–	–

CN...	a_p = 0,3–2,0	f = 0,08–0,25
DN...	a_p = 0,3–2,0	f = 0,08–0,25
SN...	a_p = 0,5–2,0	f = 0,05–0,20
TN...	a_p = 0,3–2,0	f = 0,07–0,25
VN...	a_p = 0,5–1,5	f = 0,05–0,18
WN...	a_p = 0,3–2,0	f = 0,08–0,25



Radiusprofil



Nebenschneidenprofil

	Schneidstoff/Spanbrecher					
	CA6525			PR1125		
	MQ					
	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für					
	Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
	0,05	0,15	0,25	0,05	0,15	0,25
	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–
	220	150	80	160	120	70
	220	150	80	160	120	70
	180	120	60	130	100	60
	170	110	60	–	–	–
	90	60	30	–	–	–
	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–

Tabelle 9.18 KYOCERA ISO Drehen 0° Schlichten – Mittlere Bearbeitung

CN... a_p = 0,4–2,0 f = 0,13–0,30
DN... a_p = 0,5–2,0 f = 0,07–0,30
SN... a_p = 0,5–2,3 f = 0,10–0,30
TN... a_p = 0,5–2,0 f = 0,13–0,30
VN... a_p = 0,7–1,5 f = 0,08–0,30
WN... a_p = 0,5–2,0 f = 0,08–0,30

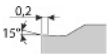


Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	Schneidstoff/Spanbrecher								
			PV7025			CA5515			CA5525		
			HQ								
			Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für								
			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
		[N/mm²]	0,07	0,18	0,3	0,07	0,18	0,3	0,07	0,18	0,3
1.0	allg. Baustähle	< 500	490	350	250	450	340	210	420	310	200
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	420	300	220	380	290	180	360	260	170
2.0	Automatenstähle	< 850	420	300	220	380	290	180	360	260	170
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	390	280	200	350	260	170	330	240	150
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	390	280	200	350	260	170	330	240	150
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	350	250	180	320	240	150	300	220	140
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	330	240	170	300	230	140	290	210	130
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	330	240	170	300	230	140	290	210	130
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	320	230	160	290	220	140	270	200	130
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	350	250	180	320	240	150	300	220	140
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	330	240	170	300	230	140	290	210	130
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	320	230	160	290	220	140	270	200	130
7.0	Nitrierstähle	<1000	330	240	170	300	240	140	290	240	130
7.1	Nitrierstähle	>1000	320	230	160	320	220	160	320	200	160
8.0	Werkzeugstähle	< 850	300	210	150	270	210	130	260	210	120
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	250	180	130	250	170	130	250	150	130
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	210	150	110	190	140	90	180	130	80
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	210	150	110	190	140	90	180	130	80
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–	–	–	100	70	50	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–	–	–	180	130	80	170	120	80
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–	–	–	160	120	80	150	110	70
12.0	Federstähle	<1500	–	–	–	180	130	80	170	120	80
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	210	150	110	190	140	90	180	130	80
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	210	150	110	190	140	90	180	130	80
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	190	140	100	160	120	80	150	110	70
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	180	130	90	140	110	70	140	100	60
14.0	Sonderlegierungen	<1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.0	Gusseisen	< 180 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.1	Gusseisen	> 180 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	–	–	–	160	120	80	–	–	–
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	–	–	–	140	110	70	–	–	–

CN... a_p = 0,7–3,0 f = 0,15–0,50
DN... a_p = 0,7–3,5 f = 0,15–0,50
WN... a_p = 0,8–3,2 f = 0,15–0,50



Radiusprofil



Nebenschneidenprofil

Schneidstoff/Spanbrecher					
CA5515			CA5525		
CJ					
Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für					
Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
0,15	0,3	0,5	0,15	0,3	0,5
450	340	210	420	310	200
380	290	180	360	260	170
380	290	180	360	260	170
350	260	170	330	240	150
350	260	170	330	240	150
320	240	150	300	220	140
300	230	140	290	210	130
300	230	140	290	210	130
290	220	140	270	200	130
320	240	150	300	220	140
300	230	140	290	210	130
290	220	140	270	200	130
300	240	140	290	240	130
320	220	160	320	200	160
270	210	130	260	210	120
250	170	130	250	150	130
190	140	90	180	130	80
190	140	90	180	130	80
100	70	50	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
180	130	80	170	120	80
160	120	80	150	110	70
180	130	80	170	120	80
190	140	90	180	130	80
190	140	90	180	130	80
160	120	80	150	110	70
140	110	70	140	100	60
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
160	120	80	–	–	–
140	110	70	–	–	–

Tabelle 9.19 KYOCERA ISO Drehen 0° Mittlere Bearbeitung

CN... a_p = 1,0–7,0 f = 0,17–0,60
DN... a_p = 1,0–4,0 f = 0,15–0,35
SN... a_p = 1,0–4,0 f = 0,15–0,35
TN... a_p = 1,0–4,5 f = 0,18–0,50
WN... a_p = 1,0–3,8 f = 0,18–0,38



Radiusprofil



Nebenschneidenprofil

Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	Schneidstoff/Spanbrecher								
			PV7025			CA5515			CA5525		
			PS								
			Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für								
			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
		[N/mm²]	0,15	0,25	0,6	0,15	0,25	0,6	0,15	0,25	0,6
1.0	allg. Baustähle	< 500	490	350	250	450	340	210	420	310	200
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	420	300	220	380	290	180	360	260	170
2.0	Automatenstähle	< 850	420	300	220	380	290	180	360	260	170
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	390	280	200	350	260	170	330	240	150
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	390	280	200	350	260	170	330	240	150
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	350	250	180	320	240	150	300	220	140
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	330	240	170	300	230	140	290	210	130
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	330	240	170	300	230	140	290	210	130
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	320	230	160	290	220	140	270	200	130
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	350	250	180	320	240	150	300	220	140
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	330	240	170	300	230	140	290	210	130
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	320	230	160	290	220	140	270	200	130
7.0	Nitrierstähle	<1000	330	240	170	300	240	140	290	240	130
7.1	Nitrierstähle	>1000	320	230	160	320	220	160	320	200	160
8.0	Werkzeugstähle	< 850	300	210	150	270	210	130	260	210	120
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	250	180	130	250	170	130	250	150	130
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	210	150	110	190	140	90	180	130	80
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	210	150	110	190	140	90	180	130	80
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–	–	–	160	120	80	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–	–	–	180	130	80	170	120	80
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–	–	–	160	120	80	150	110	70
12.0	Federstähle	<1500	–	–	–	180	130	80	170	120	80
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	210	150	110	190	140	90	180	130	80
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	210	150	110	190	140	90	180	130	80
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	190	140	100	160	120	80	150	110	70
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	180	130	90	140	110	70	140	100	60
14.0	Sonderlegierungen	<1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.0	Gusseisen	< 180 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.1	Gusseisen	> 180 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	–	–	–	160	120	80	–	–	–
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	–	–	–	140	110	70	–	–	–
16.0	Titan, Titanlegierungen	<850	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.1	Titan, Titanlegierungen	<850–1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.2	Messing, langspanend	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.0	Graphit		–	–	–	–	–	–	–	–	–

CN...	a_p = 0,7–4,0	f = 0,10–0,35	**CN...**	a_p = 1,0–5,0	f = 0,10–0,40
DN...	a_p = 0,7–4,0	f = 0,10–0,35	**DN...**	a_p = 1,0–5,0	f = 0,12–0,40
SN...	a_p = 0,8–4,0	f = 0,15–0,35	**TN...**	a_p = 1,0–5,0	f = 0,10–0,40
TN...	a_p = 0,8–4,0	f = 0,15–0,35	**WN...**	a_p = 1,0–5,0	f = 0,10–0,40
VN...	a_p = 0,5–2,5	f = 0,10–0,30			
WN...	a_p = 0,8–4,0	f = 0,10–0,37			



Radiusprofil



Nebenschneidenprofil



Radiusprofil

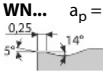


Nebenschneidenprofil

Schneidstoff/Spanbrecher												
CA6525			PR1125			CA6525			PR1125			
MS						TK						
Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für						Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für						
Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			
0,1	0,24	0,37	0,1	0,24	0,37	0,1	0,25	0,4	0,1	0,25	0,4	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabelle 9.19 (Forts.) KYOCERA ISO Drehen 0° Mittlere Bearbeitung

CN... a_p = 0,5–7,0 f = 0,05–0,45
CN19... a_p = 2,0–8,0 f = 0,30–0,70
DN... a_p = 0,5–5,0 f = 0,05–0,40
SN... a_p = 0,5–5,0 f = 0,07–0,45
TN... a_p = 0,5–5,0 f = 0,05–0,45
VN... a_p = 0,5–3,0 f = 0,05–0,35
WN... a_p = 0,5–4,2 f = 0,06–0,50



Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festig-keit	Schneidstoff/Spanbrecher CA4515 STD Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für Vorschub f [mm/U]		
		[N/mm²]	0,05	0,3	0,7
1.0	allg. Baustähle	< 500	–	–	–
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	–	–	–
2.0	Automatenstähle	< 850	–	–	–
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	–	–	–
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	–	–	–
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	–	–	–
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	–	–	–
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	–	–	–
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	–	–	–
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	–	–	–
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	–	–	–
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	–	–	–
7.0	Nitrierstähle	<1000	–	–	–
7.1	Nitrierstähle	>1000	–	–	–
8.0	Werkzeugstähle	< 850	–	–	–
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	–	–	–
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	–	–	–
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	–	–	–
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–	–	–
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–	–	–
12.0	Federstähle	<1500	–	–	–
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	–	–	–
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	–	–	–
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	–	–	–
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	–	–	–
14.0	Sonderlegierungen	<1200	–	–	–
15.0	Gusseisen	< 180 HB	360	260	170
15.1	Gusseisen	> 180 HB	350	250	160
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	300	220	140
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	240	180	110
16.0	Titan, Titanlegierungen	<850	–	–	–
16.1	Titan, Titanlegierungen	<850–1200	–	–	–
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–	–	–
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–	–	–
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		–	–	–
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–	–	–
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–	–	–
18.2	Messing, langspanend	< 600	–	–	–
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–	–	–
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–	–	–
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–	–	–
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–	–	–
19.0	Graphit		–	–	–

CN... a_p = 1,0–5,0 f = 0,15–0,60
DN... a_p = 1,5–6,0 f = 0,15–0,60
SN... a_p = 1,2–5,5 f = 0,18–0,60
TN... a_p = 1,2–5,5 f = 0,12–0,60
WN... a_p = 1,2–5,5 f = 0,12–0,60



Radiusprofil



Nebenschneidenprofil

CN... a_p = 1,0–5,0 f = 0,15–0,50
DN... a_p = 1,5–5,0 f = 0,10–0,50
SN... a_p = 1,0–5,0 f = 0,17–0,55
TN... a_p = 1,0–5,0 f = 0,10–0,50
WN... a_p = 1,0–5,0 f = 0,10–0,50



CN... a_p = 1,0–4,0 f = 0,10–0,35
DN... a_p = 0,8–3,5 f = 0,10–0,35
TN... a_p = 1,0–4,0 f = 0,10–0,35
WN... a_p = 1,0–4,0 f = 0,10–0,35



Radiusprofil

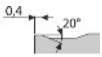


Nebenschneidenprofil

Schneidstoff/Spanbrecher								
CA4515			CA4515			KW10		
ZS			GC			AH		
Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für								
Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
0,12	0,35	0,6	0,1	0,32	0,55	0,1	0,22	0,35
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabelle 9.20 KYOCERA ISO Drehen 0°
Schruppen

CN... a_p = 1,0–8,0 f = 0,25–0,80
CN..19... a_p = 2,0–10,0 f = 0,30–0,80
DN... a_p = 1,0–5,0 f = 0,25–0,70
SN... a_p = 1,0–10,0 f = 0,25–0,80
TN... a_p = 1,0–7,0 f = 0,23–0,70

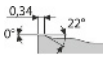


Werkstoff-gruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	Schneidstoff/Spanbrecher					
			CA5515			CA5525		
			PH					
			Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für					
			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
		[N/mm²]	0,23	0,5	0,8	0,25	0,5	0,8
1.0	allg. Baustähle	< 500	450	340	210	420	310	200
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	380	290	180	360	260	170
2.0	Automatenstähle	< 850	380	290	180	360	260	170
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	350	260	170	330	240	150
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	350	260	170	330	240	150
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	320	240	150	300	220	140
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	300	230	140	290	210	130
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	300	230	140	290	210	130
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	290	220	140	270	200	130
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	320	240	150	300	220	140
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	300	230	140	290	210	130
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	290	220	140	270	200	130
7.0	Nitrierstähle	<1000	300	230	140	290	210	130
7.1	Nitrierstähle	>1000	290	220	140	270	200	130
8.0	Werkzeugstähle	< 850	270	200	130	260	190	120
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	220	170	110	210	150	100
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	190	140	90	180	130	80
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	190	140	90	180	130	80
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	100	70	50	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	180	130	80	170	120	80
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	160	120	80	150	110	70
12.0	Federstähle	<1500	180	130	80	170	120	80
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	190	140	90	180	130	80
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	190	140	90	180	130	80
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	160	120	80	150	110	70
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	140	110	70	140	100	60
14.0	Sonderlegierungen	<1200	–	–	–	–	–	–
15.0	Gusseisen	< 180 HB	–	–	–	–	–	–
15.1	Gusseisen	> 180 HB	–	–	–	–	–	–
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	160	120	80	–	–	–
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	140	110	70	–	–	–

CN... a_p = 1,0–8,0 f = 0,30–0,80
CN...19... a_p = 3,0–11,0 f = 0,40–0,90
SN... a_p = 1,0–11,0 f = 0,25–0,90
TN... a_p = 0,8–8,0 f = 0,3–0,80



Radiusprofil

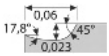


Nebenschneidenprofil

	Schneidstoff/Spanbrecher					
	CA5515			CA5525		
	PX					
	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für					
	Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
	0,25	0,55	0,9	0,25	0,55	0,9
	450	340	210	420	310	200
	380	290	180	360	260	170
	380	290	180	360	260	170
	350	260	170	330	240	150
	350	260	170	330	240	150
	320	240	150	300	220	140
	300	230	140	290	210	130
	300	230	140	290	210	130
	290	220	140	270	200	130
	320	240	150	300	220	140
	300	230	140	290	210	130
	290	220	140	270	200	130
	300	230	140	290	210	130
	290	220	140	270	200	130
	270	200	130	260	190	120
	220	170	110	210	150	100
	190	140	90	180	130	80
	190	140	90	180	130	80
	100	70	50	–	–	–
	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–
	180	130	80	170	120	80
	160	120	80	150	110	70
	180	130	80	170	120	80
	190	140	90	180	130	80
	190	140	90	180	130	80
	160	120	80	150	110	70
	140	110	70	140	100	60
	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–
	160	120	80	–	–	–
	140	110	70	–	–	–

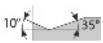
Tabelle 9.21 Stellram ISO Drehen 0° Schlichten

CN... a_p = 0,5–3,5 f = 0,10–0,50
für Titan und hochwarmfeste Legierungen f = 0,20–0,50
DN... a_p = 0,5–2,5 f = 0,10–0,45
für Titan und hochwarmfeste Legierungen f = 0,10–0,40
SN.../WN... a_p = 0,5–2,5 f = 0,10–0,50
für Titan und hochwarmfeste Legierungen f = 0,20–0,50
TN... a_p = 0,5–2,5 f = 0,10–0,40
für Titan und hochwarmfeste Legierungen f = 0,20–0,45
VN... a_p = 0,5–2,5 f = 0,10–0,40



Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festig-keit	Schneidstoff/Spanbrecher SP0819		
			1B		
			Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für Vorschub f [mm/U]		
		[N/mm²]	0,1	0,2	0,5
1.0	allg. Baustähle	< 500	450	360	210
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	290	240	140
2.0	Automatenstähle	< 850	290	240	140
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	290	240	140
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	450	360	210
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	290	240	140
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	270	220	130
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	270	220	130
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	240	200	120
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	290	240	140
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	240	200	120
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	170	130	80
7.0	Nitrierstähle	<1000	240	200	120
7.1	Nitrierstähle	>1000	170	130	80
8.0	Werkzeugstähle	< 850	290	240	140
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	270	220	130
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	–	–	–
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	170	130	80
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–	–	–
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–	–	–
12.0	Federstähle	<1500	–	–	–
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	310	250	140
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	310	250	140
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	280	230	140
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	320	260	150
14.0	Sonderlegierungen	<1200	70	50	30
15.0	Gusseisen	< 180 HB	–	–	–
15.1	Gusseisen	> 180 HB	–	–	–
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	–	–	–
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	–	–	–
16.0	Titan, Titanlegierungn	< 850	120	100	60
16.1	Titan, Titanlegierungn	850–1200	90	70	40

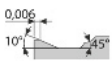
CN... a_p = 1,0–5,0 f = 0,20–0,50
für Titan und hochwarmfeste Legierungen f = 0,15–0,50
DN.../WN... a_p = 1,0–3,0 f = 0,20–0,50
für Titan und hochwarmfeste Legierungen f = 0,20–0,45
VN... a_p = 1,0–3,5 f = 0,15–0,40



	Schneidstoff/Spanbrecher SP0819		
	3F		
	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für Vorschub f [mm/U]		
	0,15	0,2	0,5
	450	360	210
	290	240	140
	290	240	140
	290	240	140
	450	360	210
	290	240	140
	270	220	130
	270	220	130
	240	200	120
	290	240	140
	240	200	120
	170	130	80
	240	200	120
	170	130	80
	290	240	140
	270	220	130
	–	–	–
	170	130	80
	–	–	–
	–	–	–
	–	–	–
	–	–	–
	–	–	–
	–	–	–
	–	–	–
	310	250	140
	280	230	140
	320	260	150
	70	50	30
	–	–	–
	–	–	–
	–	–	–
	–	–	–
	120	100	60
	90	70	40

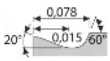
Tabelle 9.22 Stellram ISO Drehen 0° Mittlere Bearbeitung

CN... a_p = 0,8–5,0 f = 0,15–0,45
DN../SN../TN../VN.../WN.. a_p = 0,8–3,5 f = 0,15–0,45



Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festig-keit	Schneidstoff/Spanbrecher NL37 2N Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für Vorschub f [mm/U]		
		[N/mm²]	0,15	0,25	0,45
1.0	allg. Baustähle	< 500	420	320	160
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	280	210	100
2.0	Automatenstähle	< 850	280	210	100
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	280	210	100
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	420	320	160
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	280	210	100
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	250	190	90
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	250	190	90
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	210	160	90
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	280	210	100
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	210	160	90
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	120	100	60
7.0	Nitrierstähle	<1000	210	180	120
7.1	Nitrierstähle	>1000	120	100	60
8.0	Werkzeugstähle	< 850	280	210	100
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	250	190	90
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	–	–	–
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	120	100	60
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	70	60	50
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–	–	–
12.0	Federstähle	<1500	–	–	–
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	290	220	110
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	290	220	110
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	250	200	110
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	300	220	110
14.0	Sonderlegierungen	<1200	–	–	–
15.0	Gusseisen	< 180 HB	420	320	160
15.1	Gusseisen	> 180 HB	350	260	120
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	360	270	140
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	320	230	100
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–	–	–
16.1	Titan, Titanlegierungen	850–1200	–	–	–

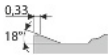
CN... a_p = 1,0–5,5 f = 0,20–0,55
für Titan und hochwarmfeste Legierungen f = 0,20–0,50
DN.../WN... a_p = 1,0–3,5 f = 0,20–0,50
für Titan und hochwarmfeste Legierungen f = 0,15–0,45
SN... a_p = 1,0–3,5 f = 0,20–0,55
für Titan und hochwarmfeste Legierungen f = 0,20–0,50
TN... a_p = 1,0–3,5 f = 0,20–0,45
VN... a_p = 1,0–4,5 f = 0,15–0,45



Schneidstoff/Spanbrecher												
NL30			NL92			SP0819			NL40			
2N						4E						
Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für												
Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			
0,15	0,25	0,45	0,15	0,25	0,45	0,15	0,3	0,55	0,15	0,3	0,55	
380	300	160	230	190	120	450	360	210	360	270	140	
240	190	100	150	120	80	290	240	140	230	180	90	
240	190	100	150	120	80	290	240	140	230	180	90	
240	190	100	150	120	80	290	240	140	230	180	90	
380	300	160	230	190	120	450	360	210	360	270	140	
240	190	100	150	120	80	290	240	140	230	180	90	
220	170	90	120	100	70	270	220	130	210	160	80	
230	180	90	130	110	70	270	220	130	220	160	80	
200	160	90	120	100	60	240	200	120	200	150	70	
240	190	100	150	120	80	290	240	140	230	180	90	
200	160	90	120	100	60	240	200	120	200	150	70	
130	110	60	80	70	40	170	130	80	130	100	50	
200	160	90	120	100	60	240	200	120	200	150	70	
130	110	60	80	70	40	170	130	80	130	100	50	
240	190	100	150	120	80	290	240	140	230	180	90	
230	180	90	130	110	70	270	220	130	220	160	80	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
130	110	60	80	70	40	170	130	80	130	100	50	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	130	100	50	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
230	180	110	150	130	80	310	250	140	240	190	110	
230	180	110	150	130	80	310	250	140	240	190	110	
200	170	110	130	110	80	280	230	140	220	180	110	
240	190	110	160	130	80	320	260	150	250	200	110	
50	40	20	30	30	20	70	50	30	50	40	30	
340	270	160	220	190	120	–	–	–	–	–	–	
280	220	120	180	150	100	–	–	–	–	–	–	
290	230	140	190	170	110	–	–	–	–	–	–	
250	200	110	150	130	90	–	–	–	–	–	–	
80	60	40	60	50	30	120	100	60	90	70	40	
70	50	30	50	40	20	90	70	40	70	50	30	

Tabelle 9.23 Stellram ISO Drehen 0° Schruppen

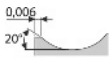
CN... a_p = 1,0–8,0 f = 0,30–0,60
für Titan und hochwarmfeste Legierungen f = 0,25–0,50
DN../SN../WN.. a_p = 1,0–5,5 f = 0,30–0,55
für Titan und hochwarmfeste Legierungen f = 0,25–0,50
TN... a_p = 1,0–5,5 f = 0,30–0,50
für Titan und hochwarmfeste Legierungen f = 0,25–0,50



Werk-stoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festig-keit	Schneidstoff/Spanbrecher								
			NL37			NL30			NL40		
			4T								
			Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für								
			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
		[N/mm²]	0,25	0,35	0,6	0,25	0,35	0,6	0,25	0,35	0,6
1.0	allg. Baustähle	< 500	420	320	160	380	300	160	360	270	140
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	280	210	100	240	190	100	230	180	90
2.0	Automatenstähle	< 850	280	210	100	240	190	100	230	180	90
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	280	210	100	240	190	100	230	180	90
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	420	320	160	380	300	160	360	270	140
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	280	210	100	240	190	100	230	180	90
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	250	190	90	220	170	90	210	160	80
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	250	190	90	230	180	90	220	160	80
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	210	160	90	200	160	90	200	150	70
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	280	210	100	240	190	100	230	180	90
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	210	160	90	200	160	90	200	150	70
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	120	100	60	130	110	60	130	100	50
7.0	Nitrierstähle	<1000	210	180	120	200	160	90	200	150	70
7.1	Nitrierstähle	>1000	120	100	60	130	110	60	130	100	50
8.0	Werkzeugstähle	< 850	280	210	100	240	190	100	230	180	90
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	250	190	90	230	180	90	220	160	80
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	–	–	–	–	–	–	–	–	–
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	120	100	60	130	110	60	130	100	50
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12.0	Federstähle	<1500	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	290	220	110	230	180	110	240	190	110
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	290	220	110	230	180	110	240	190	110
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	250	200	110	200	170	110	220	180	110
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	300	220	110	240	190	110	250	200	110
14.0	Sonderlegierungen	<1200	–	–	–	50	40	20	50	40	30
15.0	Gusseisen	< 180 HB	420	320	160	340	270	160	–	–	–
15.1	Gusseisen	> 180 HB	350	260	120	280	220	120	–	–	–
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	360	270	140	290	230	140	–	–	–
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	320	230	100	250	200	110	–	–	–
16.0	Titan, Titanlegierungn	< 850	–	–	–	80	60	40	90	70	40
16.1	Titan, Titanlegierungn	850–1200	–	–	–	70	50	30	70	50	30

CN... a_p = 1,0–10,0 f = 0,30–1,0
für Titan und hochwarmfeste Legierungen f = 0,30–0,60
SN../TN.. a_p = 1,0–6,5 f = 0,30–0,80
für Titan und hochwarmfeste Legierungen f = 0,30–0,60

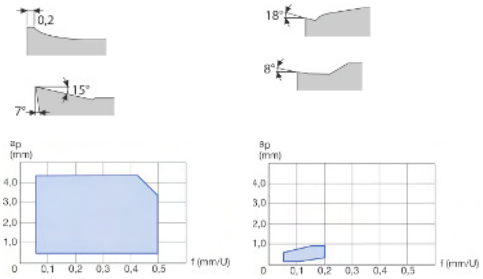
CN... a_p = 1,0–8,0 f = 0,15–0,65
DN../SN../TN../WN... a_p = 1,0–4,5 f = 0,15–0,65
VN... a_p = 1,0–5,0 f = 0,20–0,55





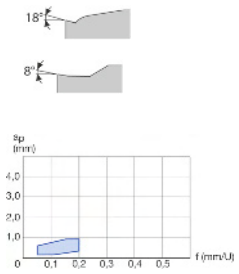
Schneidstoff/Spanbrecher											
NL92			NL30			NL92			SC1519		
4T			4M						4U		
Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für											
Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
0,25	0,35	0,6	0,3	0,5	1,0	0,3	0,5	1,0	0,15	0,35	0,65
230	190	120	380	300	160	230	190	120	–	–	–
150	120	80	240	190	100	150	120	80	–	–	–
150	120	80	240	190	100	150	120	80	–	–	–
150	120	80	240	190	100	150	120	80	–	–	–
230	190	120	380	300	160	230	190	120	–	–	–
150	120	80	240	190	100	150	120	80	–	–	–
120	100	70	220	170	90	120	100	70	–	–	–
130	110	70	230	180	90	130	110	70	–	–	–
120	100	60	200	160	90	120	100	60	–	–	–
150	120	80	240	190	100	150	120	80	–	–	–
120	100	60	200	160	90	120	100	60	–	–	–
80	70	40	130	110	60	80	70	40	–	–	–
120	100	60	200	160	90	120	100	60	–	–	–
80	70	40	130	110	60	80	70	40	–	–	–
150	120	80	240	190	100	150	120	80	–	–	–
130	110	70	230	180	90	130	110	70	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
80	70	40	130	110	60	80	70	40	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
150	130	80	230	180	110	150	130	80	–	–	–
150	130	80	230	180	110	150	130	80	–	–	–
130	110	80	200	170	110	130	110	80	–	–	–
160	130	80	240	190	110	160	130	80	–	–	–
30	30	20	50	40	20	30	30	20	–	–	–
220	190	120	340	270	160	220	190	120	490	390	220
180	150	100	280	220	120	180	150	100	450	350	190
190	170	110	290	230	140	190	170	110	290	230	140
150	130	90	250	200	110	150	130	90	250	200	120
60	50	30	80	60	40	60	50	30	–	–	–
50	40	20	70	50	30	50	40	20	–	–	–

Tabelle 9.24 GARANT ISO Drehen 7° Feinstschlichten

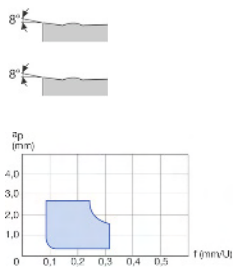


a_p = 0,1–4 mm a_p = 0,2–1 mm

Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	Schneidstoff/Spanbrecher											
			HU70AL			HB70AL			HPC710			HB7015		
			ALU						SF					
			Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für											
			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
		[N/mm²]	0,05	0,25	0,5	0,05	0,25	0,5	0,05	0,1	0,2	0,05	0,1	0,2
1.0	allg. Baustähle	< 500	–	–	–	–	–	–	330	300	270	220	210	200
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	–	–	–	–	–	–	300	270	240	200	190	180
2.0	Automatenstähle	< 850	–	–	–	–	–	–	300	270	240	200	190	180
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	–	–	–	–	–	–	280	260	230	190	180	170
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	–	–	–	–	–	–	270	250	220	190	180	170
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	–	–	–	–	–	–	250	230	200	180	170	160
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	–	–	–	–	–	–	230	210	190	170	160	150
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	–	–	–	–	–	–	230	210	190	160	150	140
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	–	–	–	–	–	–	220	200	180	140	130	120
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	–	–	–	–	–	–	280	260	230	190	180	170
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	–	–	–	–	–	–	270	250	220	180	170	160
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	–	–	–	–	–	–	250	230	200	170	160	150
7.0	Nitrierstähle	<1000	–	–	–	–	–	–	180	170	150	120	110	100
7.1	Nitrierstähle	>1000	–	–	–	–	–	–	160	150	130	110	100	90
8.0	Werkzeugstähle	< 850	–	–	–	–	–	–	230	210	180	160	150	140
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	–	–	–	–	–	–	200	190	160	140	130	120
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	–	–	–	–	–	–	180	170	150	120	110	100
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	–	–	–	–	–	–	180	170	150	120	110	100
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–	–	–	–	–	–	180	170	150	100	90	80
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–	–	–	–	–	–	140	130	110	80	70	60
12.0	Federstähle	<1500	–	–	–	–	–	–	180	170	150	100	90	80
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	160	150	140
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	150	140	130
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	140	130	120
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	130	120	110
14.0	Sonderlegierungen	<1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	60	55	50
15.0	Gusseisen	< 180 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–	160	150	140
15.1	Gusseisen	> 180 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–	150	140	130
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–	140	130	120
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–	130	120	110
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	60	55	50
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	60	55	50
17.0	Al. langsp.; Al-Knetleg.;	bis 350	–	600	–	–	600	–	–	–	–	–	–	–
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–	450	–	–	450	–	–	–	–	–	–	–
17.2	Alu.- Gussleg. >10% Si		–	350	–	–	350	–	–	–	–	–	–	–



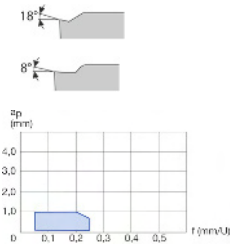
a_p = 0,2–1 mm



a_p = 0,5–3 mm

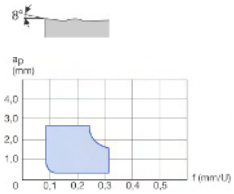
Schneidstoff/Spanbrecher											
HB7025			CU7033			CB7035			HPC7135		
SF/VF			VF						V4F		
Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für											
Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
0,05	0,1	0,2	0,05	0,1	0,2	0,05	0,1	0,2	0,1	0,15	0,3
280	250	220	260	240	210	280	250	220	–	–	–
250	220	190	240	220	190	250	220	190	–	–	–
250	220	190	240	220	190	250	220	190	–	–	–
230	210	180	220	210	190	230	210	180	–	–	–
220	190	160	230	220	190	220	190	160	–	–	–
200	170	140	220	210	180	200	170	140	–	–	–
180	150	120	210	190	160	180	150	120	–	–	–
180	150	120	200	180	160	180	150	120	–	–	–
170	140	110	180	160	140	170	140	110	–	–	–
230	200	170	240	220	190	230	200	170	–	–	–
220	190	160	200	180	160	220	190	160	–	–	–
200	170	140	180	170	150	200	170	140	–	–	–
130	100	80	160	150	130	130	100	80	–	–	–
120	90	70	140	130	110	120	90	70	–	–	–
180	150	120	190	170	150	180	150	120	–	–	–
150	120	90	180	160	140	150	120	90	–	–	–
130	100	80	170	150	130	130	100	80	–	–	–
130	100	80	140	130	110	130	100	80	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
150	120	90	150	130	110	150	120	90	–	–	–
100	80	60	130	120	90	100	80	60	–	–	–
130	100	80	150	130	110	130	100	80	–	–	–
–	–	–	140	130	110	–	–	–	210	200	160
–	–	–	130	120	100	–	–	–	180	170	140
–	–	–	120	110	90	–	–	–	145	135	110
–	–	–	110	100	80	–	–	–	120	110	85
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabelle 9.25 GARANT ISO Drehen 7° Schlichten



a_p = 0,2–1 mm

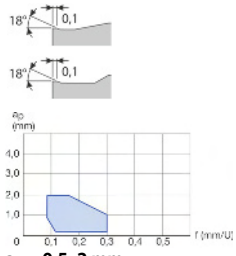
Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	Schneidstoff/Spanbrecher					
			HB7015			HB7035		
			SS					
			Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für Vorschub f [mm/U]					
		[N/mm²]	0,05	0,1	0,25	0,05	0,1	0,2
1.0	allg. Baustähle	< 500	200	190	180	240	220	200
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	180	170	160	220	200	180
2.0	Automatenstähle	< 850	180	170	160	220	200	180
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	170	160	150	200	180	160
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	170	160	150	220	200	170
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	160	150	140	200	180	150
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	150	140	130	190	170	140
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	140	130	120	180	160	130
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	120	110	100	170	150	120
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	170	160	150	200	180	160
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	160	150	140	190	170	140
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	150	140	130	180	160	130
7.0	Nitrierstähle	<1000	100	90	80	–	–	–
7.1	Nitrierstähle	>1000	90	80	70	–	–	–
8.0	Werkzeugstähle	< 850	140	130	120	180	160	130
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	120	110	100	170	150	120
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	100	90	80	160	140	120
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	100	90	80	150	120	100
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–	–	–	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	100	90	80	150	120	100
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	80	70	60	120	100	80
12.0	Federstähle	<1500	100	90	80	150	120	100
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	150	140	130	–	–	–
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	140	130	120	–	–	–
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	130	120	110	–	–	–
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	120	110	100	–	–	–
14.0	Sonderlegierungen	<1200	50	45	40	–	–	–
15.0	Gusseisen	< 180 HB	150	140	130	–	–	–
15.1	Gusseisen	> 180 HB	140	130	120	–	–	–
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	130	120	110	–	–	–
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	120	110	100	–	–	–
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	50	45	40	–	–	–
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	50	45	40	–	–	–



a_p = 0,5–3 mm

Schneidstoff/Spanbrecher					
CU7033			HB7110		
SS			TIS		
Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für					
Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
0,05	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3
210	190	170	–	–	–
190	170	150	–	–	–
190	170	150	–	–	–
170	150	130	–	–	–
190	170	150	–	–	–
170	150	130	–	–	–
160	140	120	–	–	–
150	130	110	–	–	–
140	120	100	–	–	–
170	150	130	–	–	–
160	140	120	–	–	–
150	130	110	–	–	–
140	120	100	–	–	–
130	110	90	–	–	–
150	130	110	–	–	–
150	130	110	–	–	–
130	110	90	–	–	–
110	100	90	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
120	110	100	–	–	–
100	90	80	–	–	–
140	120	110	–	–	–
140	120	110	–	–	–
130	110	100	–	–	–
120	110	100	–	–	–
110	100	90	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	70	–	–
–	–	–	60	–	–

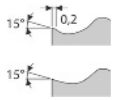
Tabelle 9.26 GARANT ISO Drehen 7° Mittlere Bearbeitung



a_p = 0,5–2 mm

Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	Schneidstoff/Spanbrecher											
			HPC710			HU7020			HB7015			HB7025		
			SM											
			Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für											
			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
		[N/mm²]	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3
1.0	allg. Baustähle	< 500	280	250	220	160	140	120	180	170	160	260	230	200
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	260	240	210	150	130	110	160	150	140	250	220	190
2.0	Automatenstähle	< 850	260	240	210	150	130	110	160	150	140	250	220	190
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	250	230	200	140	120	100	150	140	130	240	210	180
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	240	220	190	130	110	90	150	140	130	230	200	170
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	230	210	180	120	100	80	140	130	120	220	190	160
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	220	200	170	110	90	75	130	120	110	210	180	150
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	210	190	160	100	80	70	120	110	100	200	170	140
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	200	180	150	95	75	65	100	90	85	190	160	130
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	250	230	200	140	120	100	150	140	130	240	210	180
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	240	220	190	130	110	90	140	130	120	230	200	170
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	230	210	180	120	100	80	130	120	110	220	190	160
7.0	Nitrierstähle	<1000	–	–	–	–	–	–	90	80	70	–	–	–
7.1	Nitrierstähle	>1000	–	–	–	–	–	–	80	70	60	–	–	–
8.0	Werkzeugstähle	< 850	230	210	180	120	100	80	120	110	120	200	190	160
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	200	180	150	95	75	65	100	90	80	190	160	130
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	180	160	130	90	70	60	90	80	70	170	150	110
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	160	140	120	80	65	55	90	80	70	150	130	110
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	180	160	130	90	70	60	90	80	70	170	150	110
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	160	140	110	80	60	50	70	60	50	155	130	100
12.0	Federstähle	<1500	160	140	110	80	60	50	90	80	70	155	130	100
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	–	–	–	–	–	–	130	120	110	–	–	–
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	–	–	–	–	–	–	120	110	100	–	–	–
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	–	–	–	–	–	–	110	100	90	–	–	–
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	–	–	–	–	–	–	100	90	80	–	–	–
14.0	Sonderlegierungen	<1200	–	–	–	–	–	–	40	35	30	–	–	–
15.0	Gusseisen	< 180 HB	–	–	–	–	–	–	130	120	110	–	–	–
15.1	Gusseisen	> 180 HB	–	–	–	–	–	–	120	110	100	–	–	–
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	–	–	–	–	–	–	110	100	90	–	–	–
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	–	–	–	–	–	–	100	90	80	–	–	–
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–	–	–	–	–	–	40	35	30	–	–	–
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	40	35	30	–	–	–

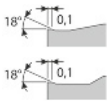
UNI





a_p = 1–4 mm

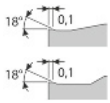
SM





a_p = 0,5–2 mm

VM

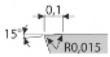




a_p = 0,5–2 mm

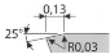
Schneidstoff/Spanbrecher																		
HB7035			HB7035			CU7033			CB7035			HB7135			HB7120		
SM			UNI			SM						VM					
Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für																	
Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
0,1	0,2	0,3	0,2	0,4	0,6	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3
240	210	180	230	200	170	210	180	160	240	210	180	–	–	–	–	–	–
210	180	150	210	180	150	190	160	140	220	190	160	–	–	–	–	–	–
220	190	160	210	180	150	190	160	140	220	190	160	–	–	–	–	–	–
210	190	160	200	170	140	180	150	130	210	180	150	–	–	–	–	–	–
200	170	140	190	160	130	170	140	120	200	170	140	–	–	–	–	–	–
190	160	130	180	150	120	160	130	110	190	160	130	–	–	–	–	–	–
180	150	120	170	140	110	150	120	100	180	150	120	–	–	–	–	–	–
170	140	110	160	130	100	140	110	90	170	140	110	–	–	–	–	–	–
160	130	100	150	120	100	130	100	80	160	130	100	–	–	–	–	–	–
210	180	150	200	170	140	180	150	130	210	180	150	–	–	–	–	–	–
200	170	140	190	160	130	170	140	120	200	170	140	–	–	–	–	–	–
190	160	130	180	150	120	160	130	110	190	160	130	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	170	160	150	–	–	–	140	120	100	160	150	130
–	–	–	–	–	–	150	140	130	–	–	–	120	100	80	140	130	110
190	160	130	180	150	120	160	130	110	190	160	130	–	–	–	–	–	–
160	130	110	150	120	100	140	120	100	160	130	110	–	–	–	–	–	–
150	140	100	150	130	100	130	110	90	160	140	100	–	–	–	–	–	–
140	120	90	130	110	90	120	100	80	140	120	90	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
160	140	100	150	130	100	140	100	80	160	140	100	–	–	–	–	–	–
140	110	90	130	100	90	110	90	70	140	110	90	–	–	–	–	–	–
140	110	90	130	100	90	110	90	70	140	110	90	–	–	–	–	–	–
–	–	–	130	100	75	–	–	–	–	–	–	140	110	80	180	160	130
–	–	–	125	90	70	–	–	–	–	–	–	135	100	75	170	150	120
–	–	–	120	85	60	–	–	–	–	–	–	130	90	65	160	140	110
–	–	–	110	80	55	–	–	–	–	–	–	120	85	60	150	130	100
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	95	75	55	130	110	80
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

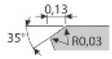
Tabelle 9.27 GARANT ISO Drehen 7° CBN



a_p = 0,05–2 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	Schneidstoff/Spanbrecher					
			CBN 710		BB7210		BB7220	
			F					
			Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für					
			Vorschub f [mm/U]		Vorschub f [mm/U]		Vorschub f [mm/U]	
		[N/mm²]	0,08	0,15	0,08	0,15	0,08	0,15
1.0	allg. Baustähle	< 500	–	–	–	–	–	–
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	–	–	–	–	–	–
2.0	Automatenstähle	< 850	–	–	–	–	–	–
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	–	–	–	–	–	–
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	–	–	–	–	–	–
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	–	–	–	–	–	–
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	–	–	–	–	–	–
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	–	–	–	–	–	–
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	–	–	–	–	–	–
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	–	–	–	–	–	–
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	–	–	–	–	–	–
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	–	–	–	–	–	–
7.0	Nitrierstähle	<1000	–	–	–	–	–	–
7.1	Nitrierstähle	>1000	–	–	–	–	–	–
8.0	Werkzeugstähle	< 850	–	–	–	–	–	–
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	–	–	–	–	–	–
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	–	–	–	–	–	–
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	–	–	–	–	–	–
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	250	220	400	150	280	80
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	250	220	400	150	280	80
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	200	150	400	150	280	80
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–	–	–	–	–	–
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–	–	–	–	–	–
12.0	Federstähle	<1500	–	–	–	–	–	–
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	–	–	–	–	–	–
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	–	–	–	–	–	–
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	–	–	–	–	–	–
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	–	–	–	–	–	–
14.0	Sonderlegierungen	<1200	–	–	–	–	–	–

G: 

T: 

a_p = 0,1–0,3 mm

	Schneidstoff/Spanbrecher			
	CBN 725		BB7220	
	G/T			
	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für			
	Vorschub f [mm/U]		Vorschub f [mm/U]	
	0,1	0,2	0,1	0,2
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	220	170	240	120
	220	120	240	100
	150	100	200	60
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	–	–	–	–

Tabelle 9.28 GARANT ISO Drehen 7° PKD

ohne Spanbrecher

a_p = 0,1–2,5 mm

Spanwinkel 20-30°

re = 0,1: a_p = 0,05–0,5 mm
re = 0,2: a_p = 0,1–1 mm
re = 0,4: a_p = 0,3–1 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	Schneidstoff/Spanbrecher			
			PKD		PKD	
			N		TWF	
			Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für			
			Vorschub f [mm/U]		Vorschub f [mm/U]	
		[N/mm²]	0,01	0,4	0,02	0,2
17.0	Al. langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	2000	300	3500	400
17.1	Al-Leg., kurzspanend		2000	300	3500	400
17.2	Alu.- Gussleg. >10% Si		1500	300	2500	400
18.0	Kupfer, niedriglegiert	<400	1500	300	–	–
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	1500	300	–	–
18.2	Messing, langspanend	< 600	1500	300	–	–
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	1500	300	–	–
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	1500	300	–	–
18.5	Bronze, langspanend	< 850	1500	300	–	–
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	1500	300	–	–
19.0	Graphit		–	–	–	–
20.0	Thermoplast		–	–	–	–
20.1	Duroplast		–	–	–	–
20.2	GFK und CFK		600	150	900	400

Spanwinkel 15-20° **Spanwinkel 15-25°**

a_p = 0,2–2,5 mm **a_p = 0,5–7,5 mm**

Schneidstoff/Spanbrecher			
PKD		PKD	
TWM		TWN	
Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für			
Vorschub f [mm/U]		Vorschub f [mm/U]	
0,05	0,3	0,05	0,5
3500	400	3500	400
3500	400	3500	400
1500	400	2500	400
2200	300	2200	300
2200	300	2200	300
2200	300	2200	300
2200	300	2200	300
2200	300	2200	300
2200	300	2200	300
2200	300	2200	300
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
900	400	900	400

Tabelle 9.29 KYOCERA ISO Drehen 7° Schlichten

CC.../DC... a_p = 0,3–1,2 f = 0,03–0,13 **DC...** a_p = 0,2–1,0 f = 0,05–0,20
VB.. a_p = 0,3–0,8 f = 0,05–0,20





Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	Schneidstoff/Spanbrecher											
			PR1225			PV7025			CA5515			CA5525		
			FP-GF			GP								
			Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für											
			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
		[N/mm²]	0,03	0,08	0,13	0,05	0,1	0,2	0,05	0,1	0,2	0,05	0,1	0,2
1.0	allg. Baustähle	< 500	240	170	110	270	200	140	380	290	180	360	270	170
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	200	140	100	230	170	120	320	250	160	310	230	140
2.0	Automatenstähle	< 850	200	140	100	230	170	120	320	250	160	310	230	140
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	190	130	90	210	150	110	300	230	140	290	210	130
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	190	130	90	210	150	110	300	230	140	290	210	130
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	170	120	80	190	140	100	270	210	130	260	190	120
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	160	110	80	180	130	100	260	200	120	250	180	110
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	160	110	80	180	130	100	260	200	120	250	180	110
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	150	110	70	170	130	90	240	190	120	230	170	110
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	170	120	80	190	140	100	270	210	130	260	190	120
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	160	110	80	180	130	100	260	200	120	250	180	110
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	150	110	70	170	130	90	240	190	120	230	170	110
7.0	Nitrierstähle	<1000	160	110	80	180	130	100	260	200	120	250	180	110
7.1	Nitrierstähle	>1000	150	110	70	170	130	90	240	190	130	230	170	110
8.0	Werkzeugstähle	< 850	140	100	70	160	120	90	230	180	110	220	160	100
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	120	80	60	130	100	70	190	150	90	180	130	80
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	100	70	50	110	80	60	160	130	80	160	110	70
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	100	70	50	110	80	60	160	130	80	160	110	70
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–	–	–	–	–	–	140	110	70	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–	–	–	–	–	–	150	120	70	140	100	70
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–	–	–	–	–	–	140	110	70	130	100	60
12.0	Federstähle	<1500	–	–	–	–	–	–	150	120	70	140	100	70
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	160	90	60	110	80	60	160	130	80	160	110	70
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	160	90	60	110	80	60	160	130	80	160	110	70
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	130	70	50	100	80	60	140	110	70	130	100	60
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	120	70	50	100	70	50	120	90	60	120	90	50
14.0	Sonderlegierungen	<1200	60	40	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.0	Gusseisen	< 180 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.1	Gusseisen	> 180 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	–	–	–	–	–	–	140	110	70	–	–	–
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	–	–	–	–	–	–	120	90	60	–	–	–

DC.. a_p = 0,2–1,0 f = 0,05–0,15



Schneidstoff/Spanbrecher											
PR1025			PV7025			CA5515			CA5525		
GP			XP								
Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für											
Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
0,05	0,1	0,2	0,05	0,1	0,15	0,05	0,1	0,15	0,05	0,1	0,15
340	240	140	250	180	130	360	280	170	340	280	170
290	200	120	220	160	110	310	240	140	290	220	140
290	200	120	220	160	110	310	240	140	290	220	140
260	190	110	200	140	100	290	220	130	260	200	130
260	190	110	200	140	100	290	220	130	260	200	130
240	170	100	180	130	90	260	200	120	240	180	120
230	160	100	170	120	90	250	190	110	230	170	110
230	160	100	170	120	90	250	190	110	230	170	110
220	150	90	160	120	80	230	180	110	220	160	110
240	170	100	180	130	90	260	200	120	240	180	120
230	160	100	170	120	90	250	190	110	230	170	110
220	150	90	160	120	80	230	180	110	220	160	110
230	160	100	170	120	90	250	190	110	230	170	110
220	150	90	160	120	80	230	180	110	220	160	110
200	140	90	150	110	80	220	170	100	200	150	100
170	120	70	130	90	60	180	140	80	170	130	80
140	100	60	110	80	50	160	120	70	140	110	70
140	100	60	110	80	50	160	120	70	140	110	70
–	–	–	–	–	–	130	100	60	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
130	90	60	–	–	–	140	110	70	130	100	70
120	90	50	–	–	–	130	100	60	120	90	60
130	90	60	–	–	–	140	110	70	130	100	70
140	100	60	110	80	50	160	120	70	140	110	70
140	100	60	110	80	50	160	120	70	140	110	70
120	90	50	100	70	50	130	100	60	120	90	60
110	80	50	90	70	50	120	90	50	110	80	50
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	130	100	60	–	–	–
–	–	–	–	–	–	120	90	50	–	–	–

Tabelle 9.29 (Forts.) KYOCERA ISO Drehen 7° Schlichten

DC.. a_p = 0,2–1,0 f = 0,05–0,15 **CC./DC..** a_p = 0,3–1,5 f = 0,05–0,20





Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	Schneidstoff/Spanbrecher								
			PR1025			CA6525			PR1125		
			XP			MQ					
			Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für								
			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
		[N/mm²]	0,05	0,1	0,15	0,05	0,1	0,2	0,05	0,1	0,2
1.0	allg. Baustähle	< 500	310	220	140	–	–	–	–	–	–
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	260	190	120	–	–	–	–	–	–
2.0	Automatenstähle	< 850	260	190	120	–	–	–	–	–	–
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	240	180	110	–	–	–	–	–	–
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	240	180	110	–	–	–	–	–	–
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	220	160	100	–	–	–	–	–	–
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	210	150	100	–	–	–	–	–	–
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	210	150	100	–	–	–	–	–	–
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	200	140	90	–	–	–	–	–	–
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	220	160	100	–	–	–	–	–	–
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	210	150	100	–	–	–	–	–	–
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	200	140	90	–	–	–	–	–	–
7.0	Nitrierstähle	<1000	210	150	100	–	–	–	–	–	–
7.1	Nitrierstähle	>1000	200	140	90	–	–	–	–	–	–
8.0	Werkzeugstähle	< 850	190	140	90	–	–	–	–	–	–
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	150	110	70	–	–	–	–	–	–
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	130	100	60	–	–	–	–	–	–
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	130	100	60	–	–	–	–	–	–
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	120	90	60	–	–	–	–	–	–
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	110	80	50	–	–	–	–	–	–
12.0	Federstähle	<1500	120	90	60	–	–	–	–	–	–
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	130	100	60	170	120	60	90	80	60
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	130	100	60	170	120	60	90	80	60
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	110	80	50	140	100	50	70	60	50
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	100	70	50	130	90	50	–	–	–
14.0	Sonderlegierungen	<1200	–	–	–	70	50	20	–	–	–
15.0	Gusseisen	< 180 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.1	Gusseisen	> 180 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–

VB.. a_p = 0,5–1,5 f = 0,05–0,20



Schneidstoff/Spanbrecher											
PV7025			CA5515			CA5525			PR1025		
VF											
Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für											
Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
0,05	0,1	0,2	0,05	0,1	0,2	0,05	0,1	0,2	0,05	0,1	0,2
270	200	150	340	250	170	320	240	150	290	210	140
230	170	130	290	220	140	280	200	130	250	180	120
230	170	130	290	220	140	280	200	130	250	180	120
210	150	120	260	200	130	250	190	120	230	170	110
210	150	120	260	200	130	250	190	120	230	170	110
190	140	110	240	180	120	230	170	110	210	150	100
180	130	100	230	170	110	220	160	100	200	140	100
180	130	100	230	170	110	220	160	100	200	140	100
170	130	100	220	160	110	210	150	100	190	140	90
190	140	110	240	180	120	230	170	110	210	150	100
180	130	100	230	170	110	220	160	100	200	140	100
170	130	100	220	160	110	210	150	100	190	140	90
180	110	100	230	170	110	220	160	100	200	140	100
150	130	70	220	160	110	210	150	100	190	140	90
160	100	90	200	100	100	200	100	90	180	130	90
120	100	60	120	130	60	120	120	60	150	110	70
110	80	70	140	110	70	140	100	70	130	90	60
110	80	70	140	110	70	140	100	70	130	90	60
–	–	–	120	90	60	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	130	100	70	130	90	60	120	80	60
–	–	–	120	90	60	120	90	60	110	80	50
–	–	–	130	100	70	130	90	60	120	80	60
110	80	70	140	110	70	140	100	70	130	90	60
110	80	70	140	110	70	140	100	70	130	90	60
100	80	60	120	90	60	120	90	60	110	80	50
100	70	60	110	80	50	100	80	50	90	70	50
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	120	90	60	–	–	–	–	–	–
–	–	–	110	80	50	–	–	–	–	–	–

Tabelle 9.30 KYOCERA ISO Drehen 7° Schlichten – Mittlere Bearbeitung

CC.../DC... a_p = 1,0–3,0 f = 0,03–0,13

CC... a_p = 0,5–2,5 f = 0,10–0,25
DC.. a_p = 0,5–1,5 f = 0,05–0,20
TC.. a_p = 0,5–2,0 f = 0,10–0,25
VB.. a_p = 0,5–2,0 f = 0,05–0,25





Radiusprofil



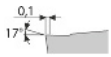
Nebenschneidenprofil

Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	Schneidstoff/Spanbrecher											
			PR1225			PV7025			CA5515			CA5525		
			FP-GQ			HQ								
			Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für											
			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
		[N/mm²]	0,03	0,08	0,13	0,05	0,15	0,25	0,05	0,15	0,25	0,05	0,15	0,25
1.0	allg. Baustähle	< 500	210	110	70	270	200	140	290	220	140	270	200	130
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	180	100	60	230	170	120	250	190	120	230	170	110
2.0	Automatenstähle	< 850	180	100	60	230	170	120	250	190	120	230	170	110
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	170	90	60	210	150	110	230	180	110	210	150	100
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	170	90	60	210	150	110	230	180	110	210	150	100
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	150	80	50	190	140	100	210	160	100	190	140	90
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	140	80	50	180	130	100	200	150	100	180	130	90
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	140	80	50	180	130	100	200	150	100	180	130	90
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	140	70	50	170	130	90	190	140	90	170	130	80
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	150	80	50	190	140	100	210	160	100	190	140	90
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	140	80	50	180	130	100	200	150	100	180	130	90
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	140	70	50	170	130	90	190	140	90	170	130	80
7.0	Nitrierstähle	<1000	140	80	50	180	130	100	200	150	100	180	130	90
7.1	Nitrierstähle	>1000	140	70	50	170	130	90	190	140	90	170	130	80
8.0	Werkzeugstähle	< 850	130	70	40	160	120	90	180	140	90	160	120	80
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	110	60	40	130	100	70	150	110	70	130	100	60
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	90	50	30	110	80	60	130	100	60	110	80	50
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	90	50	30	110	80	60	130	100	60	110	80	50
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–	–	–	–	–	–	60	50	30	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–	–	–	–	–	–	120	90	60	100	80	50
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–	–	–	–	–	–	110	80	50	100	70	50
12.0	Federstähle	<1500	–	–	–	–	–	–	120	90	60	100	80	50
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	150	80	50	110	80	60	130	100	60	110	80	50
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	150	80	50	110	80	60	130	100	60	110	80	50
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	120	60	40	100	80	60	110	80	50	100	70	50
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	110	60	40	100	70	50	90	70	50	90	60	40
14.0	Sonderlegierungen	<1200	60	30	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.0	Gusseisen	< 180 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.1	Gusseisen	> 180 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	–	–	–	–	–	–	110	80	50	–	–	–
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	–	–	–	–	–	–	90	70	50	–	–	–

Schneidstoff/Spanbrecher											
PR1025			CA6525			CA4515			PR1125		
HQ											
Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für											
Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
0,05	0,15	0,25	0,05	0,15	0,25	0,05	0,15	0,25	0,05	0,15	0,25
240	170	110	–	–	–	–	–	–	–	–	–
200	140	100	–	–	–	–	–	–	–	–	–
200	140	100	–	–	–	–	–	–	–	–	–
190	130	90	–	–	–	–	–	–	–	–	–
190	130	90	–	–	–	–	–	–	–	–	–
170	120	80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
160	110	80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
160	110	80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
150	110	70	–	–	–	–	–	–	–	–	–
170	120	80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
160	110	80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
150	110	70	–	–	–	–	–	–	–	–	–
160	110	80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
150	110	70	–	–	–	–	–	–	–	–	–
140	100	70	–	–	–	–	–	–	–	–	–
120	80	60	–	–	–	–	–	–	–	–	–
100	70	50	–	–	–	–	–	–	–	–	–
100	70	50	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
90	70	40	–	–	–	–	–	–	–	–	–
90	60	40	–	–	–	–	–	–	–	–	–
90	70	40	–	–	–	–	–	–	–	–	–
100	70	50	140	100	60	–	–	–	90	70	50
100	70	50	140	100	60	–	–	–	90	70	50
90	60	40	110	80	50	–	–	–	70	60	40
80	50	40	110	80	50	–	–	–	–	–	–
–	–	–	60	40	20	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	220	160	100	–	–	–
–	–	–	–	–	–	210	150	90	–	–	–
–	–	–	–	–	–	180	130	80	–	–	–
–	–	–	–	–	–	140	100	60	–	–	–

Tabelle 9.31 KYOCERA ISO Drehen 7° Mittlere Bearbeitung

CC./DC.. a_p = 0,5–3,0 f = 0,10–0,30



Radiusprofil



Nebenschneidenprofil

Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	Schneidstoff/Spanbrecher								
			PV7025			CA5515			CA5525		
			GK								
			Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für								
			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
		[N/mm²]	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3
1.0	allg. Baustähle	< 500	270	200	140	290	220	140	270	200	130
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	230	170	120	250	190	120	230	170	110
2.0	Automatenstähle	< 850	230	170	120	250	190	120	230	170	110
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	210	150	110	230	180	110	210	150	100
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	210	150	110	230	180	110	210	150	100
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	190	140	100	210	160	100	190	140	90
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	180	130	100	200	150	100	180	130	90
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	180	130	100	200	150	100	180	130	90
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	170	130	90	190	140	90	170	130	80
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	190	140	100	210	160	100	190	140	90
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	180	130	100	200	150	100	180	130	90
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	170	130	90	190	140	90	170	130	80
7.0	Nitrierstähle	<1000	180	130	100	200	150	100	180	130	90
7.1	Nitrierstähle	>1000	170	130	90	190	140	90	170	130	80
8.0	Werkzeugstähle	< 850	160	120	90	180	140	90	160	120	80
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	130	100	70	150	110	70	130	100	60
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	110	80	60	130	100	60	110	80	50
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	110	80	60	130	100	60	110	80	50
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–	–	–	60	50	30	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–	–	–	120	90	60	100	80	50
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–	–	–	110	80	50	100	70	50
12.0	Federstähle	<1500	–	–	–	120	90	60	100	80	50
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	110	80	60	130	100	60	110	80	50
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	110	80	60	130	100	60	110	80	50
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	100	80	60	110	80	50	100	70	50
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	100	70	50	90	70	50	90	60	40
14.0	Sonderlegierungen	<1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.0	Gusseisen	< 180 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.1	Gusseisen	> 180 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	–	–	–	110	80	50	–	–	–
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	–	–	–	90	70	50	–	–	–
16.0	Titan, Titanlegierungen	<850	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.1	Titan, Titanlegierungen	<850–1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.2	Messing, langspanend	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.0	Graphit		–	–	–	–	–	–	–	–	–

Schneidstoff/Spanbrecher											
PR1025			PR1125			CA6525			CA4515		
GK											
Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für											
Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3
210	170	110	–	–	–	–	–	–	–	–	–
180	140	100	–	–	–	–	–	–	–	–	–
180	140	100	–	–	–	–	–	–	–	–	–
170	130	90	–	–	–	–	–	–	–	–	–
170	130	90	–	–	–	–	–	–	–	–	–
150	120	80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
140	110	80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
140	110	80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
140	110	70	–	–	–	–	–	–	–	–	–
150	120	80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
140	110	80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
140	110	70	–	–	–	–	–	–	–	–	–
140	110	80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
140	110	70	–	–	–	–	–	–	–	–	–
130	100	70	–	–	–	–	–	–	–	–	–
110	80	60	–	–	–	–	–	–	–	–	–
90	70	50	–	–	–	–	–	–	–	–	–
90	70	50	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
80	70	40	–	–	–	–	–	–	–	–	–
80	60	40	–	–	–	–	–	–	–	–	–
80	70	40	–	–	–	–	–	–	–	–	–
90	70	50	90	70	60	140	100	60	–	–	–
90	70	50	90	70	60	140	100	60	–	–	–
80	60	40	70	60	50	110	80	50	–	–	–
70	50	40	–	–	–	110	80	50	–	–	–
–	–	–	–	–	–	60	40	20	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	230	170	100
–	–	–	–	–	–	–	–	–	220	160	90
–	–	–	–	–	–	–	–	–	190	140	80
–	–	–	–	–	–	–	–	–	150	110	60
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabelle 9.31 (Forts.) KYOCERA ISO Drehen 7° Mittlere Bearbeitung

CC./DC.. a_p = 1,0–3,0 f = 0,15–0,30



Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	Schneidstoff/Spanbrecher								
			CA5515			CA5525			PR1025		
			STD								
			Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für								
			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
		[N/mm²]	0,15	0,2	0,3	0,15	0,2	0,3	0,15	0,2	0,3
1.0	allg. Baustähle	< 500	280	210	130	250	200	130	210	170	110
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	240	180	110	220	170	110	180	140	100
2.0	Automatenstähle	< 850	240	180	110	220	170	110	180	140	100
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	220	170	100	200	150	100	170	130	90
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	220	170	100	200	150	100	170	130	90
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	200	150	90	180	140	90	150	120	80
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	190	140	90	170	130	90	140	110	80
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	190	140	90	170	130	90	140	110	80
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	180	140	80	160	130	80	140	110	70
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	200	150	90	180	140	90	150	120	80
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	190	140	90	170	130	90	140	110	80
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	180	140	80	160	130	80	140	110	70
7.0	Nitrierstähle	<1000	190	140	90	170	130	90	140	110	80
7.1	Nitrierstähle	>1000	180	140	80	160	130	80	140	110	70
8.0	Werkzeugstähle	< 850	170	130	80	150	120	80	130	100	70
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	140	110	60	130	100	60	110	80	60
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	120	90	50	110	80	50	90	70	50
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	120	90	50	110	80	50	90	70	50
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	100	80	50	–	–	–	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	110	80	50	100	80	50	80	70	40
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	100	80	50	90	70	50	80	60	40
12.0	Federstähle	<1500	110	80	50	100	80	50	80	70	40
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	120	90	50	110	80	50	90	70	50
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	120	90	50	110	80	50	90	70	50
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	100	80	50	90	70	50	80	60	40
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	90	70	40	80	60	40	70	50	40
14.0	Sonderlegierungen	<1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.0	Gusseisen	< 180 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.1	Gusseisen	> 180 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	100	80	50	–	–	–	–	–	–
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	90	70	40	–	–	–	–	–	–
16.0	Titan, Titanlegierungen	<850	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.1	Titan, Titanlegierungen	<850–1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.0	Al langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.1	Al-Leg., kurzspanend		–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.2	Al.- Gussleg. >10% Si		–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.0	Kupfer, niedriglegiert	< 400	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.2	Messing, langspanend	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.5	Bronze, langspanend	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.0	Graphit		–	–	–	–	–	–	–	–	–

CN.. a_p = 0,5–3,0 f = 0,05–0,25



Schneidstoff/Spanbrecher												
PR1125			CA6525			CA4515			KW10		
STD									AH		
Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für											
Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
0,15	0,2	0,3	0,15	0,2	0,3	0,15	0,2	0,3	0,05	0,15	0,25
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
110	70	40	140	90	50	–	–	–	–	–	–
110	70	40	140	90	50	–	–	–	–	–	–
90	60	30	110	70	40	–	–	–	–	–	–
–	–	–	110	70	40	–	–	–	–	–	–
–	–	–	60	40	20	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	220	160	100	100	70	30
–	–	–	–	–	–	210	150	90	80	50	30
–	–	–	–	–	–	180	130	80	–	–	–
–	–	–	–	–	–	140	100	60	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	100	70	30
–	–	–	–	–	–	–	–	–	60	40	20
–	–	–	–	–	–	–	–	–	300	200	100
–	–	–	–	–	–	–	–	–	300	200	100
–	–	–	–	–	–	–	–	–	200	130	70
–	–	–	–	–	–	–	–	–	230	150	80
–	–	–	–	–	–	–	–	–	230	150	80
–	–	–	–	–	–	–	–	–	230	150	80
–	–	–	–	–	–	–	–	–	240	160	80
–	–	–	–	–	–	–	–	–	230	150	80
–	–	–	–	–	–	–	–	–	230	150	80
–	–	–	–	–	–	–	–	–	230	150	80
–	–	–	–	–	–	–	–	–	90	60	30

Tabelle 9.32 Stellram ISO Drehen 7° Schlichten – Mittlere Bearbeitung

CC... a_p = 0,15–3,0 f = 0,05–0,30
für Titan und hochwarmfeste Legierungen: f= 0,05–0,25



Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festig-keit	Schneidstoff/Spanbrecher SP4019		
			62		
			Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für Vorschub f [mm/U]		
		[N/mm²]	0,05	0,15	0,3
1.0	allg. Baustähle	< 500	440	360	210
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	290	230	140
2.0	Automatenstähle	< 850	290	230	140
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	290	230	140
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	440	360	210
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	290	230	140
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	250	200	120
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	260	210	120
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	–	–	–
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	290	230	140
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	230	190	120
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	–	–	–
7.0	Nitrierstähle	<1000	290	230	140
7.1	Nitrierstähle	>1000	–	–	–
8.0	Werkzeugstähle	< 850	250	2001	120
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	230	190	120
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	–	–	–
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	120	100	60
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–	–	–
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–	–	–
12.0	Federstähle	<1500	–	–	–
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	300	240	140
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	300	240	140
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	270	230	140
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	310	250	150
14.0	Sonderlegierungen	<1200	60	50	30
15.0	Gusseisen	< 180 HB	440	350	210
15.1	Gusseisen	> 180 HB	380	300	160
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	380	310	180
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	330	250	130
16.0	Titan, Titanlegierungn	< 850	100	80	50
16.1	Titan, Titanlegierungn	850–1200	90	70	40

Tabelle 9.33 Stellram ISO Drehen 7° Mittlere Bearbeitung – Schruppen

CC../SC.. a_p = 0,2–5,0 f = 0,10–0,45
für Titan und hochwarmfeste Legierungen: f= 0,10–0,35
DC../TC.. a_p = 0,2–4,5 f = 0,10–0,40
für Titan und hochwarmfeste Legierungen: f= 0,10–0,25



Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	Schneidstoff/Spanbrecher								
			NL30			NL40			NL92		
			73								
			Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min] gültig für								
			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]			Vorschub f [mm/U]		
		[N/mm²]	0,1	0,2	0,45	0,1	0,2	0,45	0,1	0,2	0,45
1.0	allg. Baustähle	< 500	380	300	160	360	270	140	230	190	120
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	240	190	100	230	180	90	150	120	80
2.0	Automatenstähle	< 850	240	190	100	230	180	90	150	120	80
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	240	190	100	230	180	90	150	120	80
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	380	300	160	360	270	140	230	190	120
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	240	190	100	230	180	90	150	120	80
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	220	170	90	210	160	80	120	100	70
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	230	180	90	220	160	80	130	110	70
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	200	160	90	200	150	70	120	100	60
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	240	190	100	230	180	90	150	120	80
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	200	160	90	200	150	70	120	100	60
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	130	110	60	130	100	50	80	70	40
7.0	Nitrierstähle	<1000	200	160	90	200	150	70	120	100	60
7.1	Nitrierstähle	>1000	130	110	60	130	100	50	80	70	40
8.0	Werkzeugstähle	< 850	240	190	100	230	180	90	150	120	80
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	230	180	90	220	160	80	130	110	70
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	–	–	–	–	–	–	–	–	–
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	130	110	60	130	100	50	80	70	40
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12.0	Federstähle	<1500	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	230	180	110	240	190	110	150	130	80
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	230	180	110	240	190	110	150	130	80
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	200	170	110	220	180	110	130	110	80
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	240	190	110	250	200	110	160	130	80
14.0	Sonderlegierungen	<1200	50	40	20	50	40	30	30	30	20
15.0	Gusseisen	< 180 HB	340	270	160	–	–	–	220	190	120
15.1	Gusseisen	> 180 HB	280	220	120	–	–	–	180	150	100
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	290	230	140	–	–	–	190	170	110
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	250	200	110	–	–	–	150	130	90
16.0	Titan, Titanlegierungn	< 850	80	60	40	90	70	40	60	50	30
16.1	Titan, Titanlegierungn	850–1200	70	50	30	70	50	30	50	40	20

Tabelle 9.34 Drehen 5° Universal-Werkzeugsystem für Wendeplatten Form C/D/T/V

Katalognummer 265106; 265112 mit 265080 bis 265095

a_p = 0,5–5 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festig-keit	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min]			Schneidstoff/Wendeplattenform HB7020			
						Form C CBMT	Form D DBMT	Form T TBMT	Form V VBMT
		[N/mm²]	min	Start	max	Vorschub f [mm/U]			
1.0	allg. Baustähle	< 500	300	320	340	0,32	0,18	0,18	0,18
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	250	270	290	0,32	0,18	0,18	0,18
2.0	Automatenstähle	< 850	160	180	200	0,25	0,15	0,15	0,15
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	130	150	170	0,25	0,15	0,15	0,15
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	160	180	200	0,25	0,15	0,15	0,15
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	140	160	180	0,25	0,15	0,15	0,15
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	130	150	170	0,22	0,15	0,15	0,15
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	100	120	140	0,22	0,15	0,15	0,15
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	80	100	120	0,18	0,12	0,12	0,12
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	300	320	340	0,32	0,18	0,18	0,18
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	100	120	140	0,22	0,15	0,15	0,15
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	80	100	120	0,18	0,12	0,12	0,12
7.0	Nitrierstähle	<1000	100	120	140	0,22	0,15	0,15	0,12
7.1	Nitrierstähle	>1000	80	100	120	0,18	0,12	0,12	0,12
8.0	Werkzeugstähle	< 850	100	120	140	0,22	0,13	0,13	0,13
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	80	100	120	0,18	0,12	0,12	0,12
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	60	80	100	0,18	0,10	0,10	0,10
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	80	100	120	0,18	0,10	0,10	0,10
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	50	60	70	0,14	0,10	0,10	0,10
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	40	50	60	0,14	0,10	0,10	0,10
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–		–	–	–	–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	50	60	70	0,14	0,10	0,10	0,10
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	40	50	60	0,14	0,10	0,10	0,10
12.0	Federstähle	<1500	60	80	100	0,18	0,10	0,10	0,10
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	210	230	250	0,25	0,15	0,15	0,15
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	210	230	250	0,25	0,15	0,15	0,15
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	170	190	210	0,22	0,12	0,12	0,12
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	170	190	210	0,25	0,15	0,15	0,15
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	30	40	50	0,18	0,12	0,12	0,12
15.0	Gusseisen	< 180 HB	200	220	240	0,32	0,18	0,18	0,18
15.1	Gusseisen	> 180 HB	150	170	190	0,32	0,18	0,18	0,18
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	150	170	190	0,32	0,15	0,15	0,15
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	120	140	160	0,32	0,15	0,15	0,15
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	45	55	65	0,20	0,12	0,12	0,12
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	30	40	50	0,20	0,12	0,12	0,12
17.0	Al. langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	1000	1200	1400	0,32	0,15	0,15	0,15
17.1	Al-Leg., kurzspanend		350	400	450	0,25	0,12	0,12	0,12
17.2	Alu.- Gussleg. >10% Si		200	250	300	0,32	0,15	0,15	0,15
18.0	Kupfer, niedriglegiert	<400	320	350	380	0,32	0,15	0,15	0,15
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	250	280	310	0,32	0,15	0,15	0,15
18.2	Messing, langspanend	< 600	250	280	310	0,32	0,15	0,15	0,15
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	250	280	310	0,32	0,15	0,15	0,15
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	170	200	230	0,32	0,15	0,15	0,15
18.5	Bronze, langspanend	< 850	170	200	230	0,32	0,15	0,15	0,15
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	130	160	190	0,32	0,15	0,15	0,15
19.0	Graphit		40	60	80	0,20	0,10	0,10	0,10
20.0	Thermoplast		550	600	650	0,32	0,15	0,15	0,15
20.1	Duroplast		250	300	350	0,32	0,15	0,15	0,15
20.2	GFK und CFK		80	100	120	0,32	0,15	0,15	0,15



Form C



Form D



Form T



Form V

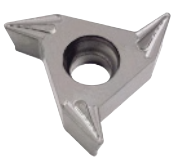
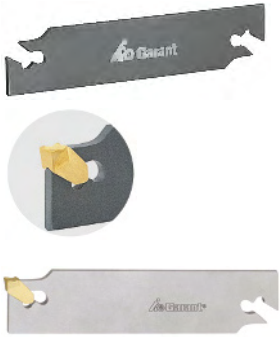


Tabelle 9.35 GARANT Abstechen

Katalognummer: 273550, 273555 mit Platten 273100–273210

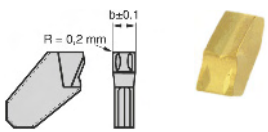
Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festig-keit	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min]			Stechbreite [mm]								
						2			3					
						Vorschub f [mm/U]								
		[N/mm²]	min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max			
1.0	allg. Baustähle	< 500	100	**120**	140	0,05	**0,12**	0,20	0,08	**0,18**	0,30			
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	100	**120**	140	0,05	**0,12**	0,20	0,08	**0,18**	0,30			
2.0	Automatenstähle	< 850	80	**100**	120	0,05	**0,12**	0,20	0,08	**0,18**	0,30			
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	80	**100**	120	0,05	**0,12**	0,20	0,08	**0,18**	0,30			
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	100	**120**	140	0,05	**0,12**	0,20	0,08	**0,18**	0,30			
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	80	**100**	120	0,05	**0,12**	0,20	0,08	**0,18**	0,30			
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	80	**100**	120	0,05	**0,12**	0,20	0,08	**0,18**	0,30			
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	80	**100**	120	0,05	**0,12**	0,20	0,08	**0,18**	0,30			
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	60	**80**	100	0,05	**0,12**	0,18	0,08	**0,15**	0,25			
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	100	**120**	140	0,05	**0,12**	0,20	0,08	**0,18**	0,30			
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	80	**100**	120	0,05	**0,12**	0,20	0,08	**0,18**	0,30			
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	60	**80**	100	0,05	**0,12**	0,18	0,08	**0,15**	0,25			
7.0	Nitrierstähle	<1000	20	**40**	60	0,05	**0,12**	0,18	0,08	**0,15**	0,25			
7.1	Nitrierstähle	>1000	20	**40**	60	0,05	**0,12**	0,18	0,08	**0,15**	0,25			
8.0	Werkzeugstähle	< 850	80	**100**	120	0,05	**0,12**	0,20	0,08	**0,18**	0,30			
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	60	**80**	100	0,05	**0,12**	0,18	0,08	**0,15**	0,25			
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	20	**40**	60	0,05	**0,12**	0,18	0,08	**0,15**	0,25			
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	20	**40**	60	0,05	**0,12**	0,18	0,08	**0,15**	0,25			
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–			–			–				
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–			–				
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–			–				
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	20	**40**	60	0,05	**0,12**	0,18	0,08	**0,15**	0,25			
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–			–			–				
12.0	Federstähle	<1500	40	**60**	80	0,05	**0,12**	0,18	0,08	**0,15**	0,25			
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	100	**120**	140	0,05	**0,12**	0,20	0,08	**0,18**	0,30			
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	100	**120**	140	0,05	**0,12**	0,20	0,08	**0,18**	0,30			
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	60	**80**	100	0,05	**0,12**	0,18	0,08	**0,15**	0,25			
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	60	**80**	100	0,05	**0,12**	0,18	0,08	**0,15**	0,25			
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	20	**40**	60	0,05	**0,12**	0,18	0,08	**0,15**	0,25			
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	100	**120**	160	0,08	**0,15**	0,22	0,08	**0,18**	0,30			
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	60	**80**	120	0,08	**0,12**	0,20	0,08	**0,15**	0,25			
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	60	**80**	120	0,08	**0,12**	0,20	0,08	**0,15**	0,25			
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	60	**70**	100	0,08	**0,12**	0,20	0,08	**0,15**	0,25			
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	20	**40**	60	0,05	**0,12**	0,18	0,08	**0,15**	0,25			
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	20	**40**	60	0,05	**0,12**	0,18	0,08	**0,15**	0,25			
17.0	Al. langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	160	**200**	300	0,05	**0,12**	0,20	0,08	**0,18**	0,30			
17.1	Al-Leg., kurzspanend		160	**200**	300	0,05	**0,12**	0,20	0,08	**0,18**	0,30			
17.2	Alu.- Gussleg. >10% Si		160	**200**	300	0,05	**0,12**	0,20	0,08	**0,18**	0,30			
18.0	Kupfer, niedriglegiert	<400	100	**120**	160	0,05	**0,12**	0,20	0,08	**0,18**	0,30			
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	100	**120**	160	0,05	**0,12**	0,20	0,08	**0,18**	0,30			
18.2	Messing, langspanend	< 600	100	**120**	160	0,05	**0,12**	0,20	0,08	**0,18**	0,30			
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	100	**120**	160	0,05	**0,12**	0,20	0,08	**0,18**	0,30			
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	100	**120**	160	0,05	**0,12**	0,20	0,08	**0,18**	0,30			
18.5	Bronze, langspanend	< 850	100	**120**	160	0,05	**0,12**	0,20	0,08	**0,18**	0,30			
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	100	**120**	160	0,05	**0,12**	0,20	0,08	**0,18**	0,30			
19.0	Graphit		100	**120**	160	0,05	**0,12**	0,20	0,08	**0,18**	0,30			
20.0	Thermoplast		160	**200**	300	0,05	**0,12**	0,20	0,08	**0,18**	0,30			
20.1	Duroplast		160	**200**	300	0,05	**0,12**	0,20	0,08	**0,18**	0,30			
20.2	GFK und CFK		160	**200**	300	0,05	**0,12**	0,20	0,08	**0,18**	0,30			

Stechbreite [mm]												Kühl-Schmier-Stoff
4						5						
Vorschub f [mm/U]												
min		Start		max		min		Start		max		
0,08	–	**0,18**	–	0,30		0,08	–	**0,18**	–	0,30		trocken
0,08	–	**0,18**	–	0,30		0,08	–	**0,18**	–	0,30		trocken
0,08	–	**0,18**	–	0,30		0,08	–	**0,18**	–	0,30		trocken
0,08	–	**0,18**	–	0,30		0,08	–	**0,18**	–	0,30		trocken
0,08	–	**0,18**	–	0,30		0,08	–	**0,18**	–	0,30		trocken
0,08	–	**0,18**	–	0,30		0,08	–	**0,18**	–	0,30		trocken
0,08	–	**0,18**	–	0,30		0,08	–	**0,18**	–	0,30		trocken
0,08	–	**0,18**	–	0,30		0,08	–	**0,18**	–	0,30		trocken
0,08	–	**0,15**	–	0,25		0,08	–	**0,15**	–	0,25		Emulsion
0,08	–	**0,18**	–	0,30		0,08	–	**0,18**	–	0,30		trocken
0,08	–	**0,18**	–	0,30		0,08	–	**0,18**	–	0,30		trocken
0,08	–	**0,15**	–	0,25		0,08	–	**0,15**	–	0,25		Emulsion
0,08	–	**0,15**	–	0,25		0,08	–	**0,15**	–	0,25		Emulsion
0,08	–	**0,15**	–	0,25		0,08	–	**0,15**	–	0,25		Emulsion
0,08	–	**0,18**	–	0,30		0,08	–	**0,18**	–	0,30		trocken
0,08	–	**0,15**	–	0,25		0,08	–	**0,15**	–	0,25		Emulsion
0,08	–	**0,15**	–	0,25		0,08	–	**0,15**	–	0,25		Emulsion
0,08	–	**0,15**	–	0,25		0,08	–	**0,15**	–	0,25		Emulsion
		–						–				–
		–						–				–
		–						–				–
0,08	–	**0,15**	–	0,25		0,08	–	**0,15**	–	0,25		Emulsion
		–						–				–
0,08	–	**0,15**	–	0,25		0,08	–	**0,15**	–	0,25		Emulsion
0,08	–	**0,18**	–	0,30		0,08	–	**0,18**	–	0,30		trocken
0,08	–	**0,18**	–	0,30		0,08	–	**0,18**	–	0,30		trocken
0,08	–	**0,15**	–	0,30		0,08	–	**0,15**	–	0,30		Emulsion
0,08	–	**0,15**	–	0,30		0,08	–	**0,15**	–	0,30		Emulsion
0,08	–	**0,15**	–	0,25		0,08	–	**0,15**	–	0,25		Emulsion
0,08	–	**0,18**	–	0,30		0,08	–	**0,18**	–	0,30		trocken
0,08	–	**0,15**	–	0,25		0,08	–	**0,15**	–	0,25		trocken
0,08	–	**0,15**	–	0,25		0,08	–	**0,15**	–	0,25		trocken
0,08	–	**0,15**	–	0,25		0,08	–	**0,15**	–	0,25		trocken
0,08	–	**0,15**	–	0,25		0,08	–	**0,15**	–	0,25		Emulsion
0,08	–	**0,15**	–	0,25		0,08	–	**0,15**	–	0,25		Emulsion
0,08	–	**0,18**	–	0,30		0,08	–	**0,18**	–	0,30		Emulsion
0,08	–	**0,18**	–	0,30		0,08	–	**0,18**	–	0,30		Emulsion
0,08	–	**0,18**	–	0,30		0,08	–	**0,18**	–	0,30		Emulsion
0,08	–	**0,18**	–	0,30		0,08	–	**0,18**	–	0,30		Emulsion
0,08	–	**0,18**	–	0,30		0,08	–	**0,18**	–	0,30		trocken
0,08	–	**0,18**	–	0,30		0,08	–	**0,18**	–	0,30		Emulsion
0,08	–	**0,18**	–	0,30		0,08	–	**0,18**	–	0,30		trocken
0,08	–	**0,18**	–	0,30		0,08	–	**0,18**	–	0,30		trocken
0,08	–	**0,18**	–	0,30		0,08	–	**0,18**	–	0,30		Emulsion
0,08	–	**0,18**	–	0,30		0,08	–	**0,18**	–	0,30		Emulsion
0,08	–	**0,18**	–	0,30		0,08	–	**0,18**	–	0,30		trocken
0,08	–	**0,18**	–	0,30		0,08	–	**0,18**	–	0,30		Emulsion
0,08	–	**0,18**	–	0,30		0,08	–	**0,18**	–	0,30		Emulsion
0,08	–	**0,18**	–	0,30		0,08	–	**0,18**	–	0,30		Emulsion



Abstechplatten:

neutral



rechts



links

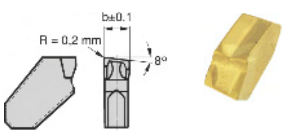


Tabelle 9.36 GARANT Stechdrehen

Katalognummer: **273750–273891 mit Stechdrehplatten 273682–273749**

Anzahl Schneiden **2**

Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	1. Wahl Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min]			Sorte	Breitbandsorte HB7020 Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min]			Stechbreite [mm] 2 Vorschub f [mm/U]		
		[N/mm²]	min	Start	max		min	Start	max	min	Start	max
1.0	allg. Baustähle	< 500	280	**300**	320	HB7215	200	**220**	240	0,05	**0,1**	0,15
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	230	**250**	270	HB7215	160	**180**	200	0,05	**0,1**	0,15
2.0	Automatenstähle	< 850	230	**250**	270	HB7215	160	**180**	200	0,05	**0,1**	0,15
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	190	**210**	230	HB7215	150	**170**	190	0,05	**0,1**	0,15
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	230	**250**	270	HB7215	160	**180**	200	0,05	**0,1**	0,15
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	190	**210**	230	HB7215	150	**170**	190	0,05	**0,1**	0,15
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	130	**150**	170	HB7010	120	**140**	160	0,05	**0,1**	0,15
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	130	**150**	170	HB7010	120	**140**	160	0,05	**0,1**	0,15
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	110	**130**	150	HB7010	100	**120**	140	0,05	**0,1**	0,15
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	230	**250**	270	HB7215	160	**180**	200	0,05	**0,1**	0,15
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	190	**210**	230	HB7010	150	**170**	190	0,05	**0,1**	0,15
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	110	**130**	150	HB7010	100	**120**	140	0,05	**0,1**	0,15
7.0	Nitrierstähle	<1000	130	**150**	170	HB7010	120	**140**	160	0,05	**0,1**	0,15
7.1	Nitrierstähle	>1000	110	**130**	150	HB7010	100	**120**	140	0,05	**0,1**	0,15
8.0	Werkzeugstähle	< 850	190	**210**	230	HB7215	150	**170**	190	0,05	**0,1**	0,15
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	130	**150**	170	HB7010	120	**140**	160	0,05	**0,1**	0,15
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	110	**130**	150	HB7010	100	**120**	140	0,05	**0,1**	0,15
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	130	**150**	170	HB7010	120	**140**	160	0,05	**0,1**	0,15
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	180	**200**	220	CBN825		–			–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	160	**180**	200	CBN825		–			–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	130	**150**	170	CBN825		–			–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350		–		–		–			–	
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–		–		–			–	
12.0	Federstähle	<1500		–		–		–			–	
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	130	**150**	170	HB7010	120	**140**	160	0,05	**0,1**	0,15
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	130	**150**	170	HB7010	120	**140**	160	0,05	**0,1**	0,15
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	130	**150**	170	HB7010	120	**140**	160	0,05	**0,1**	0,15
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	120	**140**	160	HB7010	110	**130**	150	0,05	**0,1**	0,15
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–		–		60		0,05	**0,1**	0,15
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	260	**280**	300	HB7215	180	**200**	220	0,05	**0,1**	0,15
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	260	**280**	300	HB7215	180	**200**	220	0,05	**0,1**	0,15
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	260	**280**	300	HB7215	180	**200**	220	0,05	**0,1**	0,15
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	260	**280**	300	HB7215	180	**200**	220	0,05	**0,1**	0,15
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	60	**70**	80	HB7010	50	**60**	70	0,05	**0,1**	0,15
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	60	**70**	80	HB7010	50	**60**	70	0,05	**0,1**	0,15
17.0	Al. langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	600	**650**	700	PKD		–			–	
17.1	Al-Leg., kurzspanend		620	**650**	680	PKD		–			–	
17.2	Alu.- Gussleg. >10% Si		630	**650**	670	PKD		–			–	
18.0	Kupfer, niedriglegiert	<400	520	**550**	580	PKD		–			–	
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	520	**550**	580	PKD		–			–	
18.2	Messing, langspanend	< 600	520	**550**	580	PKD		–			–	
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	520	**550**	580	PKD		–			–	
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	520	**550**	580	PKD		–			–	
18.5	Bronze, langspanend	< 850	520	**550**	580	PKD		–			–	
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	520	**550**	580	PKD		–			–	
19.0	Graphit		350	**400**	450	PKD		–			–	
20.0	Thermoplast			–		–		–			–	
20.1	Duroplast			–		–		–			–	
20.2	GFK und CFK			–		–		–			–	

Hinweis: Die Tabellenwerte sind Richtwerte. Es kann notwendig sein, die Werte den jeweiligen Bearbeitungsbedingungen anzupassen. Beim Einsatz des Schlichtspanbrechers (273715–273723) den Vorschub um 30% reduzieren.



Stechbreite [mm]																				
2,5					3				4				5				6			
Vorschub f [mm/U]																				
min		Start		max	min		Start		max	min		Start		max	min		Start		max	min		Start		max
0,06	–	**0,12**	–	0,17	0,07	–	**0,14**	–	0,2	0,08	–	**0,17**	–	0,25	0,1	–	**0,2**	–	0,3	0,11	–	**0,22**	–	0,35
0,06	–	**0,12**	–	0,17	0,07	–	**0,14**	–	0,2	0,08	–	**0,17**	–	0,25	0,1	–	**0,2**	–	0,3	0,11	–	**0,22**	–	0,35
0,06	–	**0,12**	–	0,17	0,07	–	**0,14**	–	0,2	0,08	–	**0,17**	–	0,25	0,1	–	**0,2**	–	0,3	0,11	–	**0,22**	–	0,35
0,06	–	**0,12**	–	0,17	0,07	–	**0,14**	–	0,2	0,08	–	**0,17**	–	0,25	0,1	–	**0,2**	–	0,3	0,11	–	**0,22**	–	0,35
0,06	–	**0,12**	–	0,17	0,07	–	**0,14**	–	0,2	0,08	–	**0,17**	–	0,25	0,1	–	**0,2**	–	0,3	0,11	–	**0,22**	–	0,35
0,06	–	**0,12**	–	0,17	0,07	–	**0,14**	–	0,2	0,08	–	**0,17**	–	0,25	0,1	–	**0,2**	–	0,3	0,11	–	**0,22**	–	0,35
0,06	–	**0,12**	–	0,17	0,07	–	**0,14**	–	0,2	0,08	–	**0,17**	–	0,25	0,1	–	**0,2**	–	0,3	0,11	–	**0,22**	–	0,35
0,06	–	**0,12**	–	0,17	0,07	–	**0,14**	–	0,2	0,08	–	**0,17**	–	0,25	0,1	–	**0,2**	–	0,3	0,11	–	**0,22**	–	0,35
0,05	–	**0,1**	–	0,15	0,06	–	**0,12**	–	0,17	0,07	–	**0,14**	–	0,20	0,08	–	**0,17**	–	0,25	0,10	–	**0,2**	–	0,30
0,06	–	**0,12**	–	0,17	0,07	–	**0,14**	–	0,2	0,08	–	**0,17**	–	0,25	0,1	–	**0,2**	–	0,3	0,11	–	**0,22**	–	0,35
0,06	–	**0,12**	–	0,17	0,07	–	**0,14**	–	0,2	0,08	–	**0,17**	–	0,25	0,1	–	**0,2**	–	0,3	0,11	–	**0,22**	–	0,35
0,05	–	**0,1**	–	0,15	0,06	–	**0,12**	–	0,17	0,07	–	**0,14**	–	0,20	0,08	–	**0,17**	–	0,25	0,10	–	**0,2**	–	0,30
0,05	–	**0,1**	–	0,15	0,06	–	**0,12**	–	0,17	0,07	–	**0,14**	–	0,20	0,08	–	**0,17**	–	0,25	0,10	–	**0,2**	–	0,30
0,05	–	**0,1**	–	0,15	0,06	–	**0,12**	–	0,17	0,07	–	**0,14**	–	0,20	0,08	–	**0,17**	–	0,25	0,10	–	**0,2**	–	0,30
0,06	–	**0,12**	–	0,17	0,07	–	**0,14**	–	0,2	0,08	–	**0,17**	–	0,25	0,1	–	**0,2**	–	0,3	0,11	–	**0,22**	–	0,35
0,05	–	**0,1**	–	0,15	0,06	–	**0,12**	–	0,17	0,07	–	**0,14**	–	0,20	0,08	–	**0,17**	–	0,25	0,10	–	**0,2**	–	0,30
0,05	–	**0,1**	–	0,15	0,06	–	**0,12**	–	0,17	0,07	–	**0,14**	–	0,20	0,08	–	**0,17**	–	0,25	0,10	–	**0,2**	–	0,30
0,05	–	**0,1**	–	0,15	0,06	–	**0,12**	–	0,17	0,07	–	**0,14**	–	0,20	0,08	–	**0,17**	–	0,25	0,10	–	**0,2**	–	0,30
		–			0,03	–	**0,05**	–	0,08	0,04	–	**0,06**	–	0,10			**–**					**–**		
		–			0,03	–	**0,05**	–	0,08	0,04	–	**0,06**	–	0,10			**–**					**–**		
		–			0,03	–	**0,05**	–	0,08	0,04	–	**0,06**	–	0,10			**–**					**–**		
		–					**–**					**–**					**–**					**–**		
		–					**–**					**–**					**–**					**–**		
		–					**–**					**–**					**–**					**–**		
0,06	–	**0,12**	–	0,17	0,07	–	**0,14**	–	0,2	0,08	–	**0,17**	–	0,25	0,10	–	**0,2**	–	0,30	0,11	–	**0,22**	–	0,35
0,06	–	**0,12**	–	0,17	0,07	–	**0,14**	–	0,2	0,08	–	**0,17**	–	0,25	0,10	–	**0,2**	–	0,30	0,11	–	**0,22**	–	0,35
0,05	–	**0,1**	–	0,15	0,06	–	**0,12**	–	0,17	0,07	–	**0,14**	–	0,20	0,08	–	**0,17**	–	0,25	0,10	–	**0,2**	–	0,30
0,05	–	**0,1**	–	0,15	0,06	–	**0,12**	–	0,17	0,07	–	**0,14**	–	0,20	0,08	–	**0,17**	–	0,25	0,10	–	**0,2**	–	0,30
0,05	–	**0,1**	–	0,15	0,06	–	**0,12**	–	0,17	0,07	–	**0,14**	–	0,20	0,08	–	**0,17**	–	0,25	0,10	–	**0,2**	–	0,30
0,06	–	**0,12**	–	0,17	0,07	–	**0,14**	–	0,2	0,08	–	**0,17**	–	0,25	0,10	–	**0,2**	–	0,30	0,11	–	**0,22**	–	0,35
0,06	–	**0,12**	–	0,17	0,07	–	**0,14**	–	0,2	0,08	–	**0,17**	–	0,25	0,10	–	**0,2**	–	0,30	0,11	–	**0,22**	–	0,35
0,05	–	**0,1**	–	0,15	0,06	–	**0,12**	–	0,17	0,07	–	**0,14**	–	0,20	0,08	–	**0,17**	–	0,25	0,10	–	**0,2**	–	0,30
0,05	–	**0,1**	–	0,15	0,06	–	**0,12**	–	0,17	0,07	–	**0,14**	–	0,20	0,08	–	**0,17**	–	0,25	0,10	–	**0,2**	–	0,30
0,05	–	**0,1**	–	0,15	0,06	–	**0,12**	–	0,17	0,07	–	**0,14**	–	0,20	0,08	–	**0,17**	–	0,25	0,10	–	**0,2**	–	0,30
		–			0,03	–	**0,05**	–	0,08	0,04	–	**0,06**	–	0,10			**–**					**–**		
		–			0,03	–	**0,05**	–	0,08	0,04	–	**0,06**	–	0,10			**–**					**–**		
		–			0,03	–	**0,05**	–	0,08	0,04	–	**0,06**	–	0,10			**–**					**–**		
		–			0,03	–	**0,05**	–	0,08	0,04	–	**0,06**	–	0,10			**–**					**–**		
		–			0,03	–	**0,05**	–	0,08	0,04	–	**0,06**	–	0,10			**–**					**–**		
		–			0,03	–	**0,05**	–	0,08	0,04	–	**0,06**	–	0,10			**–**					**–**		
		–			0,03	–	**0,05**	–	0,08	0,04	–	**0,06**	–	0,10			**–**					**–**		
		–			0,03	–	**0,05**	–	0,08	0,04	–	**0,06**	–	0,10			**–**					**–**		
		–			0,03	–	**0,05**	–	0,08	0,04	–	**0,06**	–	0,10			**–**					**–**		
		–			0,03	–	**0,05**	–	0,08	0,04	–	**0,06**	–	0,10			**–**					**–**		
		–					**–**					**–**					**–**					**–**		
		–					**–**					**–**					**–**					**–**		
		–					**–**					**–**					**–**					**–**		

Tabelle 9.37 GARANT Stechdrehen

Katalognummer: **273960–273982 mit Stechdrehplatten 273920–273946**

Anzahl Schneiden **3**

Werkstoffgruppe	Werkstoffbezeichnung	Festigkeit	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min]			Sorte	Stechbreite [mm] 1,2–2,2 Vorschub f [mm/U]		
		[N/mm²]	min	Start	max		min	Start	max
1.0	allg. Baustähle	< 500	120	150	180	HB7130	0,04	0,06	0,08
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	100	130	160	HB7130	0,04	0,06	0,08
2.0	Automatenstähle	< 850	80	110	140	HB7130	0,04	0,06	0,08
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	60	90	120	HB7130	0,03	0,05	0,07
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	110	140	170	HB7130	0,04	0,06	0,08
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	100	130	160	HB7130	0,04	0,06	0,08
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	80	110	140	HB7130	0,04	0,06	0,08
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	70	100	130	HB7130	0,03	0,05	0,07
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	50	80	110	HB7130	0,03	0,05	0,07
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	120	150	180	HB7130	0,04	0,06	0,08
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	70	100	130	HB7130	0,03	0,05	0,07
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	50	80	110	HB7130	0,03	0,05	0,07
7.0	Nitrierstähle	<1000	70	100	130	HB7130	0,05	0,1	0,15
7.1	Nitrierstähle	>1000	50	80	110	HB7130	0,05	0,1	0,15
8.0	Werkzeugstähle	< 850	80	110	140	HB7130	0,04	0,06	0,08
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	70	100	130	HB7130	0,03	0,05	0,07
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	50	80	110	HB7130	0,03	0,05	0,07
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	50	80	110	HB7130	0,03	0,05	0,07
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		–		–		–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–		–		–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–		–		–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	50	60	70	HB7130	0,03	0,05	0,07
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	40	50	60	HB7130	0,03	0,05	0,07
12.0	Federstähle	<1500	50	80	110	HB7130	0,03	0,05	0,07
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	100	130	160	HB7130	0,04	0,06	0,08
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	100	130	160	HB7130	0,04	0,06	0,08
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	90	120	150	HB7130	0,04	0,06	0,08
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	90	120	150	HB7130	0,03	0,05	0,07
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	70	100	130	HB7130	0,03	0,05	0,07
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	140	170	210	HB7130	0,04	0,06	0,08
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	120	150	180	HB7130	0,04	0,06	0,08
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	100	130	160	HB7130	0,04	0,06	0,08
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	70	100	130	HB7130	0,04	0,06	0,08
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850		–		–		–	
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200		–		–		–	
17.0	Al. langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	150	250	350	HU70AL	0,08	0,10	0,12
17.1	Al-Leg., kurzspanend		150	250	350	HU70AL	0,08	0,10	0,12
17.2	Alu.- Gussleg. >10% Si		100	150	200	HU70AL	0,08	0,10	0,12
18.0	Kupfer, niedriglegiert	<400	100	150	200	HU70AL	0,04	0,06	0,08
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	100	150	200	HU70AL	0,04	0,06	0,08
18.2	Messing, langspanend	< 600	100	150	200	HU70AL	0,04	0,06	0,08
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	100	150	200	HU70AL	0,04	0,06	0,08
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	100	150	200	HU70AL	0,04	0,06	0,08
18.5	Bronze, langspanend	< 850	100	150	200	HU70AL	0,03	0,05	0,07
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	100	150	200	HU70AL	0,03	0,05	0,07
19.0	Graphit		50	70	90	HU70AL	0,04	0,06	0,08
20.0	Thermoplast		50	100	150	HU70AL	0,04	0,06	0,08
20.1	Duroplast		50	100	150	HU70AL	0,04	0,06	0,08
20.2	GFK und CFK		50	70	90	HU70AL	0,04	0,06	0,08

Stechbreite [mm]												
2,7–3,0						4,0						
Vorschub f [mm/U]												
min		Start		max		min		Start		max		
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,08	–	**0,10**	–	0,12		
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,08	–	**0,10**	–	0,12		
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,08	–	**0,10**	–	0,12		
0,05	–	**0,07**	–	0,09		0,07	–	**0,09**	–	0,11		
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,08	–	**0,10**	–	0,12		
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,08	–	**0,10**	–	0,12		
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,08	–	**0,10**	–	0,12		
0,05	–	**0,07**	–	0,09		0,07	–	**0,09**	–	0,11		
0,05	–	**0,07**	–	0,09		0,07	–	**0,09**	–	0,11		
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,08	–	**0,10**	–	0,12		
0,05	–	**0,07**	–	0,09		0,07	–	**0,09**	–	0,11		
0,05	–	**0,07**	–	0,09		0,07	–	**0,09**	–	0,11		
0,05	–	**0,07**	–	0,09		0,07	–	**0,09**	–	0,11		
0,05	–	**0,07**	–	0,09		0,07	–	**0,09**	–	0,11		
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,08	–	**0,10**	–	0,12		
0,05	–	**0,07**	–	0,09		0,07	–	**0,09**	–	0,11		
0,05	–	**0,07**	–	0,09		0,07	–	**0,09**	–	0,11		
0,05	–	**0,07**	–	0,09		0,07	–	**0,09**	–	0,11		
		–						–				
		–						–				
		–						–				
0,05	–	**0,07**	–	0,09		0,07	–	**0,09**	–	0,11		
0,05	–	**0,07**	–	0,09		0,07	–	**0,09**	–	0,11		
0,05	–	**0,07**	–	0,09		0,07	–	**0,09**	–	0,11		
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,08	–	**0,10**	–	0,12		
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,08	–	**0,10**	–	0,12		
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,08	–	**0,10**	–	0,12		
0,05	–	**0,07**	–	0,09		0,07	–	**0,14**	–	0,20		
0,05	–	**0,07**	–	0,09		0,07	–	**0,09**	–	0,11		
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,08	–	**0,10**	–	0,12		
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,08	–	**0,10**	–	0,12		
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,08	–	**0,10**	–	0,12		
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,08	–	**0,10**	–	0,12		
		–						–				
		–						–				
0,09	–	**0,11**	–	0,13		0,10	–	**0,12**	–	0,14		
0,09	–	**0,11**	–	0,13		0,10	–	**0,12**	–	0,14		
0,09	–	**0,11**	–	0,13		0,10	–	**0,12**	–	0,14		
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,08	–	**0,10**	–	0,12		
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,08	–	**0,10**	–	0,12		
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,08	–	**0,10**	–	0,12		
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,08	–	**0,10**	–	0,12		
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,08	–	**0,10**	–	0,12		
0,05	–	**0,07**	–	0,09		0,07	–	**0,09**	–	0,11		
0,05	–	**0,07**	–	0,09		0,07	–	**0,09**	–	0,11		
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,08	–	**0,10**	–	0,12		
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,08	–	**0,10**	–	0,12		
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,08	–	**0,10**	–	0,12		
0,06	–	**0,08**	–	0,10		0,08	–	**0,10**	–	0,12		











Tabelle 9.38 GARANT Feindrehen mit Wendeplatten 7° / 11° /15°





Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festig-keit	Wendeplattengeometrie CDCT						Wendeplattengeometrie TDAT					
			v_c [m/min]		f [mm/U]		a_p [mm]		v_c [m/min]		f [mm/U]		a_p [mm]	
		[N/mm²]	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
1.0	allg. Baustähle	< 500	45	110	0,08	0,25	0,05	0,23	45	110	0,05	0,23	0,08	0,23
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	45	110	0,08	0,25	0,05	0,23	45	110	0,05	0,23	0,08	0,23
2.0	Automatenstähle	< 850	45	110	0,08	0,25	0,05	0,23	45	110	0,05	0,23	0,08	0,23
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	45	110	0,08	0,25	0,05	0,23	45	110	0,05	0,23	0,08	0,23
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	45	110	0,08	0,25	0,05	0,23	45	110	0,05	0,23	0,08	0,23
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	45	110	0,08	0,25	0,05	0,23	45	110	0,05	0,23	0,08	0,23
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	45	110	0,08	0,25	0,05	0,23	45	110	0,05	0,23	0,08	0,23
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	45	110	0,08	0,25	0,05	0,23	45	110	0,05	0,23	0,08	0,23
4.1	leg. Vergütungst.	1000 – 1200	30	75	0,08	0,25	0,05	0,23	30	75	0,05	0,23	0,08	0,23
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	30	75	0,08	0,25	0,05	0,23	30	75	0,05	0,23	0,05	0,23
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	30	75	0,08	0,25	0,05	0,23	30	75	0,05	0,23	0,05	0,23
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	30	75	0,08	0,25	0,05	0,23	30	75	0,05	0,23	0,05	0,23
7.0	Nitrierstähle	<1000	25	60	0,08	0,23	0,05	0,18	25	60	0,03	0,10	0,05	0,18
7.1	Nitrierstähle	>1000	25	60	0,08	0,23	0,05	0,18	25	60	0,03	0,10	0,05	0,18
8.0	Werkzeugstähle	< 850	30	75	0,08	0,25	0,05	0,23	30	75	0,05	0,23	0,08	0,23
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	30	75	0,08	0,25	0,05	0,23	30	75	0,05	0,23	0,08	0,23
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	25	60	0,08	0,23	0,05	0,18	25	60	0,03	0,10	0,05	0,18
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	25	60	0,08	0,23	0,05	0,18	25	60	0,03	0,10	0,05	0,18
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–		–		–		–		–		–	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–		–		–		–		–		–	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–		–		–		–		–		–	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	25	60	0,08	0,23	0,05	0,18	25	60	0,03	0,10	0,05	0,18
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	25	60	0,08	0,23	0,05	0,18	25	60	0,03	0,10	0,05	0,18
12.0	Federstähle	<1500	30	75	0,08	0,25	0,05	0,23	30	75	0,05	0,23	0,08	0,23
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	45	110	0,08	0,25	0,05	0,23	45	110	0,05	0,23	0,08	0,23
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	45	90	0,08	0,25	0,05	0,23	45	90	0,05	0,23	0,08	0,23
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	45	75	0,05	0,23	0,08	0,25	45	75	0,05	0,23	0,08	0,25
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	–		–		–		–		–		–	
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	25	60	0,08	0,23	0,05	0,18	25	60	0,03	0,10	0,05	0,18
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	45	115	0,08	0,30	0,05	0,23	45	115	0,05	0,31	0,08	0,25
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	45	115	0,08	0,30	0,05	0,23	45	115	0,05	0,31	0,08	0,25
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	45	110	0,08	0,25	0,05	0,23	45	110	0,05	0,23	0,08	0,25
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	45	110	0,08	0,25	0,05	0,23	45	110	0,05	0,23	0,08	0,25
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	20	45	0,08	0,23	0,05	0,18	20	45	0,03	0,10	0,05	0,18
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	20	45	0,08	0,23	0,05	0,18	20	45	0,03	0,10	0,05	0,18
17.0	Al. langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	55	600	0,05	0,30	0,05	0,18	55	600	0,05	0,31	0,05	0,18
17.1	Al-Leg., kurzspanend		55	600	0,05	0,30	0,05	0,18	55	600	0,05	0,31	0,05	0,18
17.2	Alu.- Gussleg. >10% Si		45	180	0,05	0,30	0,05	0,75	45	185	0,05	0,31	0,05	0,75
18.0	Kupfer, niedriglegiert	<400	55	450	0,05	0,30	0,05	0,75	55	450	0,05	0,31	0,05	0,75
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	55	450	0,05	0,30	0,05	0,75	55	450	0,05	0,31	0,05	0,75
18.2	Messing, langspanend	< 600	55	210	0,05	0,30	0,05	0,75	55	210	0,05	0,31	0,05	0,75
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	55	210	0,05	0,30	0,05	0,75	55	210	0,05	0,31	0,05	0,75
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	55	210	0,05	0,30	0,05	0,75	55	210	0,05	0,31	0,05	0,75
18.5	Bronze, langspanend	< 850	55	210	0,05	0,30	0,05	0,75	55	210	0,05	0,31	0,05	0,75
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	55	210	0,05	0,30	0,05	0,75	55	210	0,05	0,31	0,05	0,75
19.0	Graphit		–		–		–		–		–		–	
20.0	Thermoplast		55	600	0,05	0,30	0,05	0,18	55	600	0,05	0,31	0,05	0,75
20.1	Duroplast		55	600	0,05	0,30	0,05	0,18	55	600	0,05	0,31	0,05	0,75
20.2	GFK und CFK		45	180	0,05	0,30	0,05	0,75	45	180	0,05	0,31	0,05	0,75

Hinweis: Für große Auskraglängen Hartmetall-Bohrstangen verwenden.





















Wendeplattengeometrie GCCT						Wendeplattengeometrie GPCT						Kühl-Schmier-Stoff
v_c [m/min]		f [mm/U]		a_p [mm]		v_c [m/min]		f [mm/U]		a_p [mm]		
min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	
45	110	0,05	0,23	0,08	0,35	45	110	0,05	0,23	0,08	0,25	trocken
45	110	0,05	0,23	0,08	0,35	45	110	0,05	0,23	0,08	0,25	trocken
45	110	0,05	0,23	0,08	0,35	45	110	0,05	0,23	0,08	0,25	trocken
45	110	0,05	0,23	0,08	0,35	45	110	0,05	0,23	0,08	0,25	trocken
45	110	0,05	0,23	0,08	0,35	45	110	0,05	0,23	0,08	0,25	trocken
45	110	0,05	0,23	0,08	0,35	45	110	0,05	0,23	0,08	0,25	trocken
45	110	0,05	0,23	0,08	0,35	45	110	0,05	0,23	0,08	0,25	trocken
45	110	0,05	0,23	0,08	0,35	45	110	0,05	0,23	0,08	0,25	trocken
30	75	0,05	0,23	0,08	0,35	30	75	0,05	0,23	0,08	0,25	Emulsion
30	75	0,05	0,23	0,08	0,35	30	75	0,05	0,23	0,08	0,25	trocken
30	75	0,05	0,23	0,08	0,35	30	75	0,05	0,23	0,08	0,25	trocken
30	75	0,05	0,23	0,08	0,35	30	75	0,05	0,23	0,08	0,25	Emulsion
25	60	0,05	0,18	0,05	0,18	25	60	0,05	0,18	0,08	0,23	Emulsion
25	60	0,05	0,18	0,05	0,18	25	60	0,05	0,18	0,08	0,23	Emulsion
30	75	0,05	0,23	0,08	0,35	30	75	0,05	0,23	0,08	0,25	trocken
30	75	0,05	0,23	0,08	0,35	30	75	0,05	0,23	0,08	0,25	Emulsion
25	60	0,05	0,18	0,05	0,18	25	60	0,05	0,18	0,08	0,23	Emulsion
25	60	0,05	0,18	0,05	0,18	25	60	0,05	0,18	0,08	0,23	Emulsion
–		–		–		–		–		–		–
–		–		–		–		–		–		–
–		–		–		–		–		–		–
25	60	0,05	0,18	0,05	0,18	25	60	0,05	0,18	0,050	0,23	Emulsion
25	60	0,05	0,18	0,05	0,18	25	60	0,05	0,18	0,050	0,23	Emulsion
30	75	0,05	0,23	0,08	0,35	30	75	0,05	0,23	0,08	0,25	Emulsion
45	110	0,05	0,23	0,08	0,35	45	110	0,05	0,23	0,08	0,25	trocken
45	90	0,05	0,23	0,08	0,35	45	90	0,05	0,23	0,08	0,25	trocken
45	75	0,05	0,23	0,08	0,35	45	75	0,05	0,23	0,08	0,25	Emulsion
–		–		–		–		–		–		–
25	60	0,05	0,18	0,05	0,18	25	60	0,05	0,18	0,08	0,23	Emulsion
45	115	0,05	0,23	0,08	0,40	45	115	0,05	0,23	0,08	0,30	trocken
45	115	0,05	0,23	0,08	0,40	45	115	0,05	0,23	0,08	0,30	trocken
45	110	0,05	0,23	0,08	0,40	45	110	0,05	0,23	0,08	0,25	trocken
45	110	0,05	0,23	0,08	0,40	45	110	0,05	0,23	0,08	0,25	trocken
20	45	0,05	0,18	0,05	0,30	20	45	0,05	0,18	0,08	0,23	Emulsion
20	45	0,05	0,18	0,05	0,30	20	45	0,05	0,18	0,08	0,23	Emulsion
55	600	0,08	0,30	0,08	1,65	55	600	0,08	0,30	0,08	1,65	Emulsion
55	600	0,08	0,30	0,08	1,65	55	600	0,08	0,30	0,08	1,65	Emulsion
45	180	0,08	0,30	0,08	1,65	45	180	0,08	0,30	0,08	1,65	Emulsion
55	450	0,08	0,30	0,08	1,65	55	450	0,08	0,30	0,08	1,65	Emulsion
55	450	0,08	0,30	0,08	1,65	55	450	0,08	0,30	0,08	1,65	trocken
55	210	0,08	0,30	0,08	1,65	55	210	0,08	0,30	0,08	1,65	Emulsion
55	210	0,08	0,30	0,08	1,65	55	210	0,08	0,30	0,08	1,65	trocken
55	210	0,08	0,30	0,08	1,65	55	210	0,08	0,30	0,08	1,65	trocken
55	210	0,08	0,30	0,08	1,65	55	210	0,08	0,30	0,08	1,65	Emulsion
55	210	0,08	0,30	0,08	1,65	55	210	0,08	0,30	0,08	1,65	Emulsion
–		–		–		–		–		–		–
55	600	0,08	0,30	0,08	1,65	55	600	0,08	0,30	0,08	1,65	Emulsion
55	600	0,08	0,30	0,08	1,65	55	600	0,08	0,30	0,08	1,65	Emulsion
45	180	0,08	0,30	0,08	1,65	45	180	0,08	0,30	0,08	1,65	Emulsion

Tabelle 9.39 GARANT – „5 in 1" Dreh- und Bohrwerkzeug 1,5xD/2,25xD

Katalognummer 268463/268464; 268467/268468 mit Platte WCHX

Effektive Schneiden 1

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	HU 70AL ALU v_c [m/min]			HB 7120 SM v_c [m/min]			HB 7130 UNI v_c [m/min]		
		[N/mm²]	min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
1.0	allg. Baustähle	< 500	–			180	**220**	320	160	**200**	280
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	–			150	**200**	300	140	**190**	260
2.0	Automatenstähle	< 850	–			180	**230**	350	160	**220**	300
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	–			160	**210**	320	140	**190**	280
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	–			170	**200**	300	120	**180**	250
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	–			150	**180**	255	100	**140**	200
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	–			100	**140**	200	70	**110**	180
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	–			80	**130**	160	70	**110**	160
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	–			70	**110**	140	50	**90**	150
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	–			150	**180**	250	80	**120**	200
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	–			120	**150**	200	70	**110**	180
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	–			90	**130**	160	70	**120**	150
7.0	Nitrierstähle	<1000	–			130	**160**	215	50	**100**	180
7.1	Nitrierstähle	>1000	–			80	**110**	140	50	**80**	120
8.0	Werkzeugstähle	< 850	–			120	**140**	180	70	**120**	150
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	–			100	**120**	160	60	**110**	140
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	–			70	**110**	120	50	**90**	100
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	–			–			–		
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	–			–			–		
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC	–			–			–		
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC	–			–			–		
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	–			–			–		
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	–			–			–		
12.0	Federstähle	<1500	–			–			–		
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	–			90	**120**	160	90	**120**	160
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	–			100	**140**	200	80	**110**	150
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	–			100	**140**	200	50	**90**	125
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	–			70	**110**	120	40	**65**	90
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	–			–			–		
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	–			–			–		
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	–			–			–		
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	–			–			–		
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	–			–			–		
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	–			–			–		
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	–			–			–		
17.0	Al. langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	400	**600**	2400	–			–		
17.1	Al-Leg., kurzspanend		240	**400**	950	–			–		
17.2	Alu.- Gussleg. >10% Si		160	**300**	800	–			–		
18.0	Kupfer, niedriglegiert	<400	200	**350**	520	–			–		
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	200	**400**	800	–			–		
18.2	Messing, langspanend	< 600	200	**350**	600	–			–		
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	120	**200**	320	–			–		
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	100	**190**	280	–			–		
18.5	Bronze, langspanend	< 850	100	**180**	230	–			–		
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	80	**110**	180	–			–		
19.0	Graphit		–			–			–		
20.0	Thermoplast		400	**600**	2400	–			–		
20.1	Duroplast		240	**400**	950	–			–		
20.2	GFK und CFK		160	**300**	800	–			–		

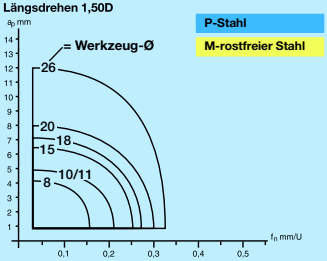
Hinweis: Bei Werkstoffen mit höheren Festigkeiten (≥1000 N/mm²) beim Eintritt mit den niedrigsten Vorschubwerten (f = 0,01/0,02 mm) beginnen und nach Erreichen einer Bohrtiefe von 1 mm Vorschubwerte laut Tabelle erhöhen. Schnittdaten zum Bohren sind der Tabelle 3.50 (Kapitel Bohren) zu entnehmen.



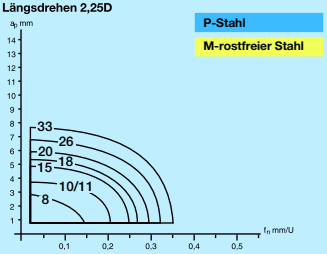
„5 in 1“ Dreh- und Bohrwerkzeug – Schnittdaten –

Information

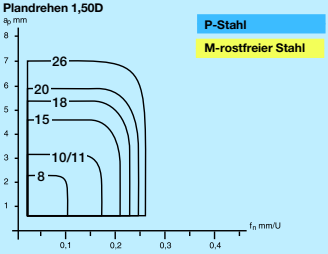
Längsdrehen 1,50D



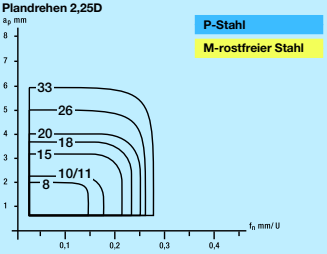
Längsdrehen 2,25D



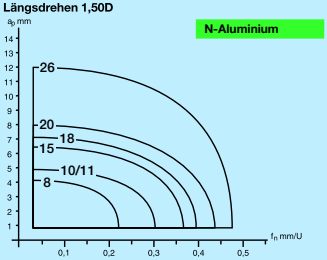
Plandrehen 1,50D



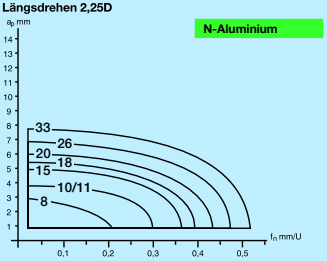
Plandrehen 2,25D



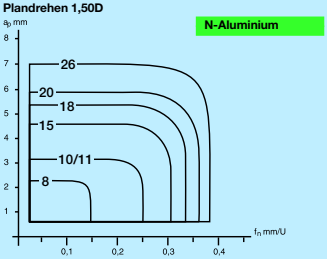
Längsdrehen 1,50D



Längsdrehen 2,25D



Plandrehen 1,50D



Plandrehen 2,25D

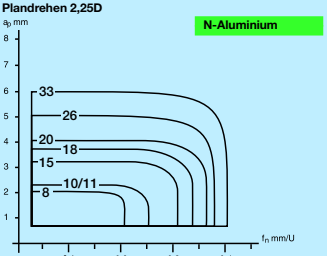


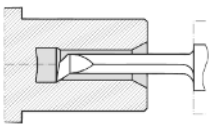
Tabelle 9.40 KOMET UniTurn Feinstdrehen

Katalognummer: 240110; 240111; 240114; 240115; 240118; 240119; 240122; 240123; 240126; 240127; 240130; 240131; 240134; 240135

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festig-keit	$L_2 / D_{min} < 3$								
			v_c [m/min]			f [mm/U]			a_p [mm]		
		[N/mm²]	min	Start	max	min	Start	max	min	Start	max
1.0	allg. Baustähle	< 500	30	**100**	180	0,010	**0,02**	0,030	0,02	**0,08**	0,15
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	30	**90**	130	0,010	**0,02**	0,030	0,02	**0,08**	0,15
2.0	Automatenstähle	< 850	30	**90**	130	0,010	**0,02**	0,030	0,02	**0,08**	0,15
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	20	**80**	120	0,010	**0,02**	0,030	0,02	**0,08**	0,15
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	30	**90**	130	0,010	**0,02**	0,030	0,02	**0,08**	0,15
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	20	**80**	120	0,010	**0,02**	0,030	0,02	**0,08**	0,15
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	30	**100**	180	0,010	**0,02**	0,030	0,02	**0,08**	0,15
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	20	**80**	120	0,005	**0,01**	0,025	0,02	**0,08**	0,15
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	20	**80**	120	0,005	**0,01**	0,025	0,02	**0,08**	0,15
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	30	**90**	130	0,005	**0,01**	0,025	0,02	**0,08**	0,15
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	20	**80**	120	0,005	**0,01**	0,025	0,02	**0,08**	0,15
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	20	**80**	120	0,005	**0,01**	0,025	0,02	**0,08**	0,15
7.0	Nitrierstähle	<1000	5	**30**	50	0,005	**0,01**	0,025	0,02	**0,05**	0,08
7.1	Nitrierstähle	>1000	5	**30**	50	0,005	**0,01**	0,025	0,02	**0,05**	0,08
8.0	Werkzeugstähle	< 850	20	**80**	120	0,005	**0,01**	0,025	0,02	**0,07**	0,10
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	15	**70**	100	0,005	**0,01**	0,025	0,02	**0,07**	0,10
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	15	**70**	100	0,005	**0,01**	0,025	0,02	**0,07**	0,10
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	15	**70**	100	0,005	**0,01**	0,025	0,02	**0,07**	0,10
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC		**–**			**–**			**–**	
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		**–**			**–**			**–**	
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		**–**			**–**			**–**	
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350	5	**30**	50	0,005	**0,01**	0,025	0,02	**0,05**	0,08
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800	5	**30**	50	0,005	**0,01**	0,025	0,02	**0,05**	0,08
12.0	Federstähle	<1500	5	**30**	50	0,005	**0,01**	0,025	0,02	**0,05**	0,08
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	10	**50**	80	0,005	**0,01**	0,025	0,02	**0,07**	0,10
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	10	**50**	80	0,005	**0,01**	0,025	0,02	**0,07**	0,10
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	10	**50**	80	0,005	**0,01**	0,025	0,02	**0,07**	0,10
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	10	**50**	80	0,005	**0,01**	0,025	0,02	**0,07**	0,10
14.0	Sonderlegierungen	< 1200	5	**30**	50	0,005	**0,01**	0,025	0,02	**0,05**	0,08
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	15	**55**	90	0,010	**0,02**	0,035	0,05	**0,10**	0,25
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	15	**55**	90	0,010	**0,02**	0,035	0,05	**0,10**	0,25
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	15	**55**	90	0,010	**0,02**	0,035	0,05	**0,10**	0,25
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	15	**55**	90	0,010	**0,02**	0,035	0,05	**0,10**	0,25
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	5	**30**	50	0,005	**0,01**	0,025	0,02	**0,05**	0,08
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	5	**30**	50	0,005	**0,01**	0,025	0,02	**0,05**	0,08
17.0	Al. langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	30	**180**	300	0,010	**0,02**	0,040	0,02	**0,4**	0,5
17.1	Al-Leg., kurzspanend		30	**180**	300	0,010	**0,02**	0,040	0,02	**0,4**	0,5
17.2	Alu.- Gussleg. >10% Si		30	**160**	250	0,010	**0,02**	0,040	0,02	**0,4**	0,5
18.0	Kupfer, niedriglegiert	<400	30	**160**	250	0,010	**0,02**	0,040	0,02	**0,4**	0,5
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	30	**160**	250	0,010	**0,02**	0,040	0,02	**0,4**	0,5
18.2	Messing, langspanend	< 600	30	**160**	250	0,010	**0,02**	0,040	0,02	**0,4**	0,5
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	30	**160**	250	0,010	**0,02**	0,040	0,02	**0,4**	0,5
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	30	**160**	250	0,010	**0,02**	0,040	0,02	**0,4**	0,5
18.5	Bronze, langspanend	< 850	30	**160**	250	0,010	**0,02**	0,040	0,02	**0,4**	0,5
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	30	**160**	250	0,010	**0,02**	0,040	0,02	**0,4**	0,5
19.0	Graphit		30	**160**	250	0,010	**0,02**	0,040	0,02	**0,4**	0,5
20.0	Thermoplast		30	**180**	300	0,010	**0,02**	0,040	0,02	**0,4**	0,5
20.1	Duroplast		30	**180**	300	0,010	**0,02**	0,040	0,02	**0,4**	0,5
20.2	GFK und CFK		30	**180**	300	0,010	**0,02**	0,040	0,02	**0,4**	0,5

L_2 / D_{min} = 3 bis 5																	
v_c [m/min]					f [mm/U]						a_p [mm]						
min	–	Start	–	max	min	–	Start	–	max		min	–	Start	–	max		
30	–	**120**	–	150	0,010	–	**0,02**	–	0,025		0,02	–	**0,07**	–	0,10		
30	–	**120**	–	150	0,010	–	**0,02**	–	0,025		0,02	–	**0,07**	–	0,10		
30	–	**120**	–	150	0,010	–	**0,02**	–	0,025		0,02	–	**0,07**	–	0,10		
30	–	**120**	–	150	0,010	–	**0,02**	–	0,025		0,02	–	**0,07**	–	0,10		
30	–	**120**	–	150	0,010	–	**0,02**	–	0,025		0,02	–	**0,07**	–	0,10		
30	–	**120**	–	150	0,010	–	**0,02**	–	0,025		0,02	–	**0,07**	–	0,10		
20	–	**80**	–	120	0,005	–	**0,01**	–	0,020		0,02	–	**0,07**	–	0,10		
20	–	**80**	–	120	0,005	–	**0,01**	–	0,020		0,02	–	**0,07**	–	0,10		
30	–	**120**	–	150	0,010	–	**0,02**	–	0,025		0,02	–	**0,07**	–	0,10		
20	–	**80**	–	120	0,005	–	**0,01**	–	0,020		0,02	–	**0,07**	–	0,10		
20	–	**80**	–	120	0,005	–	**0,01**	–	0,020		0,02	–	**0,07**	–	0,10		
5	–	**30**	–	50	0,005	–	**0,01**	–	0,020		0,02	–	**0,07**	–	0,10		
5	–	**30**	–	50	0,005	–	**0,01**	–	0,020		0,02	–	**0,07**	–	0,10		
15	–	**70**	–	100	0,005	–	**0,01**	–	0,020		0,02	–	**0,07**	–	0,10		
15	–	**70**	–	100	0,005	–	**0,01**	–	0,020		0,02	–	**0,07**	–	0,10		
15	–	**70**	–	100	0,005	–	**0,01**	–	0,020		0,02	–	**0,07**	–	0,10		
15	–	**70**	–	100	0,005	–	**0,01**	–	0,020		0,02	–	**0,07**	–	0,10		
		–					–						–				
		–					–						–				
		–					–						–				
5	–	**30**	–	50	0,005	–	**0,01**	–	0,020		0,02	–	**0,06**	–	0,10		
5	–	**30**	–	50	0,005	–	**0,01**	–	0,020		0,02	–	**0,06**	–	0,10		
5	–	**30**	–	50	0,005	–	**0,01**	–	0,020		0,02	–	**0,06**	–	0,10		
10	–	**50**	–	80	0,005	–	**0,01**	–	0,020		0,02	–	**0,07**	–	0,10		
10	–	**50**	–	80	0,005	–	**0,01**	–	0,020		0,02	–	**0,07**	–	0,10		
10	–	**50**	–	80	0,005	–	**0,01**	–	0,020		0,02	–	**0,07**	–	0,10		
10	–	**50**	–	80	0,005	–	**0,01**	–	0,020		0,02	–	**0,07**	–	0,10		
5	–	**30**	–	50	0,005	–	**0,01**	–	0,020		0,02	–	**0,06**	–	0,10		
15	–	**55**	–	90	0,010	–	**0,02**	–	0,030		0,03	–	**0,10**	–	0,20		
15	–	**55**	–	90	0,010	–	**0,02**	–	0,030		0,03	–	**0,10**	–	0,20		
15	–	**55**	–	90	0,010	–	**0,02**	–	0,030		0,03	–	**0,10**	–	0,20		
15	–	**55**	–	90	0,010	–	**0,02**	–	0,030		0,03	–	**0,10**	–	0,20		
5	–	**30**	–	50	0,005	–	**0,01**	–	0,020		0,02	–	**0,06**	–	0,10		
5	–	**30**	–	50	0,005	–	**0,01**	–	0,020		0,02	–	**0,06**	–	0,10		
30	–	**180**	–	300	0,010	–	**0,02**	–	0,040		0,03	–	**0,15**	–	0,30		
30	–	**180**	–	300	0,010	–	**0,02**	–	0,040		0,03	–	**0,15**	–	0,30		
30	–	**160**	–	250	0,010	–	**0,02**	–	0,040		0,03	–	**0,15**	–	0,30		
30	–	**160**	–	250	0,010	–	**0,02**	–	0,040		0,03	–	**0,15**	–	0,30		
30	–	**160**	–	250	0,010	–	**0,02**	–	0,040		0,03	–	**0,15**	–	0,30		
30	–	**160**	–	250	0,010	–	**0,02**	–	0,040		0,03	–	**0,15**	–	0,30		
30	–	**160**	–	250	0,010	–	**0,02**	–	0,040		0,03	–	**0,15**	–	0,30		
30	–	**160**	–	250	0,010	–	**0,02**	–	0,040		0,03	–	**0,15**	–	0,30		
30	–	**160**	–	250	0,010	–	**0,02**	–	0,040		0,03	–	**0,15**	–	0,30		
30	–	**180**	–	300	0,010	–	**0,02**	–	0,040		0,03	–	**0,15**	–	0,30		
30	–	**180**	–	300	0,010	–	**0,02**	–	0,040		0,03	–	**0,15**	–	0,30		
30	–	**180**	–	300	0,010	–	**0,02**	–	0,040		0,03	–	**0,15**	–	0,30		





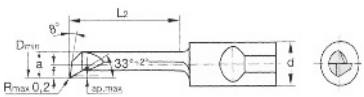
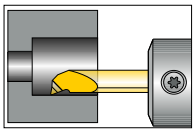
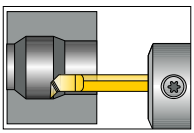


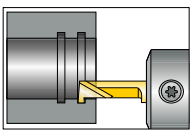
Tabelle 9.41 GARANT Micro-Feindrehprogramm

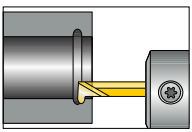
Katalognummer: **270200–270204 mit Einsätzen 270210–270410**
Anzahl Schneiden **2**

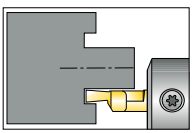
Werk-stoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	Schnittgeschwindigkeit v_c [m/min]			Vorschub f [mm/U]			Kühl-Schmierstoff
		[N/mm²]	min	Start	max	min	Start	max	
1.0	allg. Baustähle	< 500	140	**160**	200	0,01	**0,03**	0,05	Emulsion
1.1	allg. Baustähle	500 – 850	130	**150**	180	0,01	**0,03**	0,05	Emulsion
2.0	Automatenstähle	< 850	130	**150**	180	0,01	**0,03**	0,05	Emulsion
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	120	**140**	170	0,01	**0,03**	0,05	Emulsion
3.0	unleg. Vergütungsst.	<700	130	**150**	180	0,01	**0,03**	0,05	Emulsion
3.1	unleg. Vergütungsst.	700 – 850	130	**150**	180	0,01	**0,03**	0,05	Emulsion
3.2	unleg. Vergütungsst.	850 – 1000	120	**130**	160	0,01	**0,03**	0,05	Emulsion
4.0	leg. Vergütungsst.	850 – 1000	80	**100**	140	0,01	**0,03**	0,05	Emulsion
4.1	leg. Vergütungsst.	1000 – 1200	60	**80**	130	0,01	**0,02**	0,03	Emulsion
5.0	unleg. Einsatzstähle	<750	130	**150**	180	0,01	**0,03**	0,05	Emulsion
6.0	leg. Einsatzstähle	<1000	130	**150**	180	0,01	**0,03**	0,05	Emulsion
6.1	leg. Einsatzstähle	>1000	50	**60**	120	0,01	**0,02**	0,03	Emulsion
7.0	Nitrierstähle	<1000	80	**100**	140	0,01	**0,03**	0,05	Emulsion
7.1	Nitrierstähle	>1000	50	**60**	120	0,01	**0,02**	0,03	Emulsion
8.0	Werkzeugstähle	< 850	80	**100**	140	0,01	**0,03**	0,05	Emulsion
8.1	Werkzeugstähle	850 – 1100	60	**80**	130	0,01	**0,02**	0,03	Emulsion
8.2	Werkzeugstähle	1100 – 1400	50	**60**	120	0,01	**0,02**	0,03	Emulsion
9.0	Schnellarbeitsst.	830 – 1200	60	**80**	130	0,01	**0,02**	0,03	Emulsion
10.0	gehärtete Stähle	45–55 HRC	20	**30**	45	0,01	**0,02**	0,03	Emulsion
10.1	gehärtete Stähle	55–60 HRC		–			–		–
10.2	gehärtete Stähle	60–67 HRC		–			–		–
11.0	verschleißf. Konstr.-St.	1350		–			–		–
11.1	verschleißf. Konstr.-St.	1800		–			–		–
12.0	Federstähle	<1500		–			–		–
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	70	**90**	130	0,01	**0,02**	0,03	Emulsion
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	70	**90**	130	0,01	**0,02**	0,03	Emulsion
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	70	**90**	130	0,01	**0,02**	0,03	Emulsion
13.3	rostfr. St. -martensitisch	< 1100	50	**60**	100	0,01	**0,02**	0,03	Emulsion
14.0	Sonderlegierungen	< 1200		–			–		–
15.0	Gusseisen (GG)	< 180 HB	70	**90**	120	0,01	**0,02**	0,03	Emulsion
15.1	Gusseisen (GG)	> 180 HB	70	**90**	120	0,01	**0,02**	0,03	Emulsion
15.2	Gusseisen (GGG, GT)	> 180 HB	70	**90**	120	0,01	**0,02**	0,03	Emulsion
15.3	Gusseisen (GGG, GT)	> 260 HB	70	**90**	120	0,01	**0,02**	0,03	Emulsion
16.0	Titan, Titanlegierungen	< 850	20	**30**	50	0,01	**0,02**	0,03	Emulsion
16.1	Titan, Titanlegierungen	850 – 1200	20	**30**	50	0,01	**0,02**	0,03	Emulsion
17.0	Al. langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	180	**250**	350	0,01	**0,03**	0,05	Emulsion
17.1	Al-Leg., kurzspanend		180	**200**	350	0,01	**0,03**	0,05	Emulsion
17.2	Alu.- Gussleg. >10% Si		180	**200**	250	0,01	**0,03**	0,05	Emulsion
18.0	Kupfer, niedriglegiert	<400	120	**150**	200	0,01	**0,03**	0,05	Emulsion
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	120	**150**	200	0,01	**0,03**	0,05	Emulsion
18.2	Messing, langspanend	< 600	120	**150**	200	0,01	**0,03**	0,05	Emulsion
18.3	Bronze, kurzspanend	< 600	120	**150**	200	0,01	**0,03**	0,05	Emulsion
18.4	Bronze, kurzspanend	650 – 850	120	**150**	200	0,01	**0,03**	0,05	Emulsion
18.5	Bronze, langspanend	< 850	120	**150**	200	0,01	**0,03**	0,05	Emulsion
18.6	Bronze, langspanend	850 – 1200	120	**150**	200	0,01	**0,03**	0,05	Emulsion
19.0	Graphit			–			–		–
20.0	Thermoplast			–			–		–
20.1	Duroplast			–			–		–
20.2	GFK und CFK			–			–		–

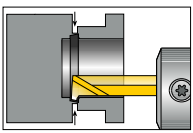












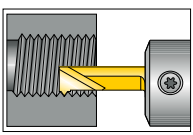



Tabelle 9.42 Rändelformen – spanlose Bearbeitung

Katalognummer **290080–290140 – mit HSS-PM Rändelräder 290161–290199**

Werkstoffaufwurf beim Rändelformen



Rändelprofil nach DIN 82: **RAA (Rändelprofil am Werkstück)**
Rändelprofil nach DIN 403: **AA (Rändelprofil am Rändelrad)**

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	Werkstück-durchmesser	Teilung												
				0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	1,6	1,8	2,0
		[N/mm²]	[mm]	Vergrößerung des Werkstückdurchmessers [mm]												
2.0	Automatenstähle	< 850	5	0,08	0,14	0,18	0,22	0,27	0,29	0,33	0,35	0,50	–	–	–	–
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	15	0,08	0,14	0,18	0,23	0,30	0,40	0,41	0,44	0,50	0,60	0,65	0,67	0,70
			25	0,08	0,15	0,23	0,24	0,28	0,35	0,38	0,44	0,53	0,62	0,70	0,70	0,98
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	5	0,10	0,15	0,20	0,25	0,28	0,30	0,35	0,42	0,41	–	–	–	–
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	15	0,10	0,15	0,19	0,25	0,30	0,34	0,40	0,45	0,51	0,60	–	–	–
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	25	0,10	0,14	0,20	0,26	0,31	0,33	0,38	0,43	0,50	0,62	–	–	–
17.0	Al. langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	5	0,09	0,15	0,19	0,23	0,28	0,30	0,34	0,41	0,40	–	–	–	–
17.1	Al-Leg., kurzspanend		15	0,10	0,15	0,19	0,26	0,29	0,33	0,39	0,45	0,51	0,57	0,65	–	–
			25	0,09	0,15	0,19	0,26	0,29	0,32	0,37	0,45	0,52	0,59	0,65	0,78	0,75
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	5	0,08	0,12	0,18	0,20	0,21	0,22	0,23	0,25	0,28	–	–	–	–
18.2	Messing, langspanend	< 600	15	0,10	0,14	0,20	0,26	0,28	0,29	0,31	0,35	0,41	0,44	0,48	0,50	0,55
			25	0,10	0,15	0,20	0,25	0,28	0,30	0,32	0,36	0,43	0,48	0,50	0,53	0,53

Rändelprofil nach DIN 82: **RBL 30°/RBR 30° (Rändelprofil am Werkstück)**
Rändelprofil nach DIN 403: **BR 30°/BL 30° (Rändelprofil am Rändelrad)**





Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	Werkstück-durchmesser	Teilung												
				0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	1,6	1,8	2,0
		[N/mm²]	[mm]	Vergrößerung des Werkstückdurchmessers [mm]												
2.0	Automatenstähle	< 850	5	0,11	0,15	0,20	0,24	0,28	0,34	0,38	0,45	0,55	–	–	–	–
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	15	0,11	0,15	0,22	0,26	0,30	0,35	0,42	0,45	0,52	0,67	0,73	0,75	0,85
			25	0,11	0,14	0,23	0,25	0,28	0,36	0,42	0,45	0,56	0,70	0,72	0,78	0,90
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	5	0,09	0,14	0,19	0,25	0,31	0,34	0,39	0,45	0,52	–	–	–	–
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	15	0,12	0,20	0,23	0,31	0,35	0,40	0,45	0,51	0,62	0,66	0,73	0,85	0,97
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	25	0,12	0,18	0,24	0,27	0,37	0,39	0,43	0,49	0,59	0,80	0,84	0,93	0,96
17.0	Al. langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	5	0,12	0,14	0,21	0,24	0,29	0,34	0,39	0,41	0,51	–	–	–	–
17.1	Al-Leg., kurzspanend		15	0,12	0,18	0,23	0,26	0,36	0,40	0,43	0,50	0,56	0,56	0,61	0,74	0,75
			25	0,12	0,18	0,25	0,28	0,37	0,39	0,46	0,50	0,58	0,77	0,82	0,84	0,96
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	5	0,10	0,14	0,20	0,23	0,24	0,28	0,30	0,33	0,37	–	–	–	–
18.2	Messing, langspanend	< 600	15	0,10	0,15	0,21	0,23	0,24	0,31	0,36	0,41	0,47	0,53	0,55	0,64	0,63
			25	0,11	0,15	0,22	0,22	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,55	0,61	0,62	0,68

Rändelprofil nach DIN 82: **RGE 30° (Rändelprofil am Werkstück)**
Rändelprofil nach DIN 403: **BR 30° + BL 30° (Rändelprofil am Rändelrad)**



Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit	Werkstück-durchmesser	Teilung												
				0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	1,6	1,8	2,0
		[N/mm²]	[mm]	Vergrößerung des Werkstückdurchmessers [mm]												
2.0	Automatenstähle	< 850	5	0,12	0,16	0,20	0,25	0,33	0,41	0,45	0,55	0,65	–	–	–	–
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	15	0,13	0,22	0,30	0,32	0,35	0,41	0,43	0,52	0,62	0,67	0,81	0,86	0,95
			25	0,12	0,18	0,28	0,32	0,35	0,38	0,43	0,55	0,67	0,77	0,87	0,98	0,98
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	5	0,11	0,20	0,25	0,30	0,36	0,39	0,41	0,55	0,55	–	–	–	–
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	15	0,10	0,14	0,21	0,24	0,29	0,34	0,40	0,43	0,53	0,66	0,72	0,70	0,88
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	25	0,11	0,13	0,20	0,25	0,28	0,32	0,41	0,44	0,52	0,67	0,70	0,71	0,83
17.0	Al. langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	5	0,10	0,15	0,21	0,25	0,33	0,36	0,41	0,50	0,57	–	–	–	–
17.1	Al-Leg., kurzspanend		15	0,11	0,14	0,20	0,25	0,28	0,33	0,39	0,43	0,54	0,67	0,71	0,76	0,89
			25	0,11	0,15	0,22	0,25	0,29	0,34	0,40	0,44	0,53	0,68	0,69	0,71	0,88
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	5	0,12	0,13	0,16	0,20	0,24	0,28	0,30	0,32	0,38	–	–	–	–
18.2	Messing, langspanend	< 600	15	0,12	0,16	0,18	0,24	0,28	0,30	0,37	0,39	0,40	0,48	0,52	0,55	0,63
			25	0,12	0,17	0,22	0,23	0,27	0,30	0,34	0,38	0,41	0,48	0,50	0,63	0,63








AA **BL 30°** **BR 30°** **BL 45°** **BR 45°** **GE 30°** **GV 30°**



Schnittgeschwindigkeit und Vorschub

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festigkeit [N/mm²]	Werkstück-durchmesser [mm]	Rändelrad-durchmesser [mm]	v_c [m/min]	f [mm/U] Radial	Axial Teilung >0,3< 0,5	>0,5< 1,0	>1,0< 1,5	>1,5< 2,0
2.0	Automatenstähle	< 850	< 10	10/15	20 – 50	0,04 – 0,08	0,20	0,13	0,08	0,07
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	10–40	15/20	25 – 55	0,05 – 0,10	0,28	0,18	0,14	0,10
			40–100	20/25	30 – 60	0,05 – 0,10	0,35	0,25	0,17	0,11
			100–250	20/25	30 – 60	0,05 – 0,10	0,42	0,28	0,18	0,13
			>250	25	30 – 60	0,05 – 0,10	0,45	0,29	0,20	0,14
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	< 10	10/15	15 – 40	0,04 – 0,08	0,14	0,09	0,06	0,05
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	10–40	15/20	20 – 50	0,05 – 0,10	0,20	0,13	0,10	0,07
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	40–100	20/25	25 – 50	0,05 – 0,10	0,25	0,18	0,12	0,08
			100–250	20/25	25 – 50	0,05 – 0,10	0,29	0,20	0,13	0,09
			>250	25	25 – 50	0,05 – 0,10	0,31	0,21	0,14	0,10
17.0	Al. langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	< 10	10/15	25 – 60	0,04 – 0,08	0,12	0,08	0,05	0,04
17.1	Al-Leg., kurzspanend		10–40	15/20	30 – 65	0,05 – 0,10	0,17	0,11	0,08	0,06
			40–100	20/25	35 – 70	0,05 – 0,10	0,21	0,15	0,10	0,07
			100–250	20/25	35 – 70	0,05 – 0,10	0,25	0,17	0,11	0,08
			>250	25	35 – 70	0,05 – 0,10	0,27	0,18	0,12	0,08
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	< 10	10/15	30 – 75	0,04 – 0,08	0,22	0,14	0,09	0,08
18.2	Messing, langspanend	< 600	10–40	15/20	40 – 85	0,05 – 0,10	0,31	0,20	0,15	0,11
			40–100	20/25	45 – 90	0,05 – 0,10	0,39	0,28	0,18	0,12
			100–250	20/25	45 – 90	0,05 – 0,10	0,46	0,31	0,20	0,14
			>250	25	45 – 90	0,05 – 0,10	0,49	0,32	0,22	0,15

Tabelle 9.43 Rändelfräsen – spanabhebende Bearbeitung

Katalognummer: 290210–290242 mit HSS-PM Rändelräder 290261–290281

Schnitttiefe = 1/2 Zahnteilung + 0,1 mm

Werkstoff-gruppe	Werkstoff-bezeichnung	Festig-keit [N/mm²]	Werkstück-durchmesser [mm]	Rändelrad-Durchmesser [mm]	v_c [m/min]	Radial
2.0	Automatenstähle	< 850	< 10	10/15	40 – 70	0,04 – 0,08
2.1	Automatenstähle	850 – 1000	10–40	15/25	50 – 90	0,05 – 0,10
			40–100	25/32/42	65 – 110	0,05 – 0,10
			100–250	25/32/42	65 – 110	0,05 – 0,10
			> 250	32/42	80 – 100	0,05 – 0,10
13.0	rostfr. St. -geschwefelt	< 700	< 10	10/15	22 – 40	0,04 – 0,08
13.1	rostfr. St.-austenitisch	< 700	10–40	15/25	30 – 50	0,05 – 0,10
13.2	rostfr. St. -austenitisch	< 850	40–100	25/32/42	35 – 60	0,05 – 0,10
			100–250	25/32/42	35 – 60	0,05 – 0,10
			> 250	32/42	45 – 55	0,05 – 0,10
17.0	Al. langsp.; Al-Knetleg.; Mg	bis 350	< 10	10	70 – 120	0,04 – 0,08
17.1	Al-Leg., kurzspanend		10–40	15/25	80 – 150	0,05 – 0,10
			40–100	25/32/42	110 – 160	0,05 – 0,10
			100–250	25/32/42	110 – 160	0,05 – 0,10
			> 250	32/42	130 – 150	0,05 – 0,10
18.1	Messing, kurzspanend	< 600	< 10	10/15	55 – 100	0,04 – 0,08
18.2	Messing, langspanend	< 600	10–40	15/25	70 – 125	0,05 – 0,10
			40–100	25/32/42	90 – 155	0,05 – 0,10
			100–250	25/32/42	90 – 155	0,05 – 0,10
			> 250	10/15	115 – 140	0,05 – 0,10

f [mm/U]			
Axial			
Teilung			
> 0,3 bis 0,5	> 0,5 bis 1,0	> 1,0 bis 1,5	> 1,5 bis 2,0
0,14	0,09	0,06	0,05
0,20	0,13	0,10	0,07
0,25	0,18	0,12	0,08
0,30	0,20	0,13	0,08
0,32	0,21	0,14	0,10
0,12	0,08	0,05	0,04
0,17	0,11	0,09	0,06
0,21	0,15	0,10	0,07
0,26	0,17	0,11	0,08
0,27	0,18	0,12	0,09
0,18	0,11	0,08	0,06
0,25	0,16	0,13	0,09
0,31	0,23	0,15	0,10
0,38	0,25	0,16	0,11
0,40	0,26	0,18	0,13
0,15	0,09	0,06	0,05
0,21	0,14	0,11	0,07
0,26	0,19	0,13	0,08
0,32	0,21	0,14	0,09
0,34	0,22	0,15	0,10













AA



BL 15°



BR 15°



BL 30°



BR 30°



Inhalt



Tabellenverzeichnis – Standards 935
Technische Merkmale der Werkzeugaufnahmen (GARANT, HOLEX) 936

1 Werkzeugaufnahmen 936
1.1 Steilkegelaufnahmen (SK) 937
1.2 Hohlschaftkegelaufnahmen (HSK) 938
1.3 MTM-Werkzeugsysteme 941
1.3.1 Werkzeugspannsystem mit Polygonkegel (PSC) 941
1.3.2 Hohlschaft-Kegel mit Kugelspannmechanismus (TS) 942
1.3.3 Hohlschaft-Kegel mit Plananlage (HSK) 943
1.3.4 Kompatibilität des HSK-T zu HSK-A und HSK-C 945
1.4 Übersicht Werkzeughalter HSK-T, PSC und TS 946

2 Werkzeugspannfutter 947
2.1 Flächenspannfutter 947
2.2 Spannfutter für Spannzangen 948
2.3 Hydrodehnspannfutter (HD) 949
2.4 Präzisions-ER-Spannzangenfutter Centro P (CP) 951
2.5 Schrumpftechnologie 953
2.5.1 Schrumpffutter nach DIN 69871 953
2.5.2 GARANT Schrumpfgerät 958
2.5.3 GARANT Schrumpfaufnahmen 959
2.5.4 Schrumpftechnologie – Informationen über Zubehör 960
2.6 Einsatzgrenzen der Spannfutter 961
2.6.1 Spannfuttervergleich 961
2.6.2 Grenzdrehzahlen der Spannfutter 963
2.6.3 Einzugs-Spannkräfte für Werkzeugaufnahmen in der Maschinenspindel 963
2.7 Angetriebene Werkzeuge für Bearbeitungszentren 964

3 Auswuchten von Werkzeugaufnahmen 966
3.1 Auswuchten einer statischen Unwucht 967
3.2 Auswuchten einer dynamischen Unwucht 968
3.3 Wuchtgüte und Restunwucht 968

4 VDI-Werkzeughalter 972

5 Angetriebene Werkzeuge für Drehzentren 973
5.1 Angetriebene Werkzeuge in Monoblockbauweise für Drehzentren 973
5.1.1 Bezeichnung und Ausführungen der Werkzeugköpfe 973
5.1.2 Einsatzmöglichkeiten am Revolverkopf 976
5.2 Angetriebene Werkzeuge (AGW´s) in Modularbauweise 977
5.3 Vor- und Nachteile verschiedener Antriebe 978

6 Garant Voreinstellgerät VG1 979

7 NC-Nadelmarkierer GARANT GRAVfix für automatischen Werkzeugwechsel 982

8 Nullpunkt-Spannsystem GARANT ZeroClamp 983

8.1 Aufbau und Merkmale GARANT ZeroClamp 983
8.2 Funktionsprinzip GARANT ZeroClamp 986
8.3 Standardspannsystem und kundenspezifische Lösungen 987
8.3.1 Standardspannsystem für vertikale Maschinen 987
8.3.2 Standardspannsystem für horizontale Maschinen mit Palette 500x500 988
8.3.3 Kundenspezifische Lösungen 989
8.3.4 Spanntöpfe 989
8.3.5 GARANT Mehrfachspannschiene 990
8.3.6 GARANT Teilapparat 994

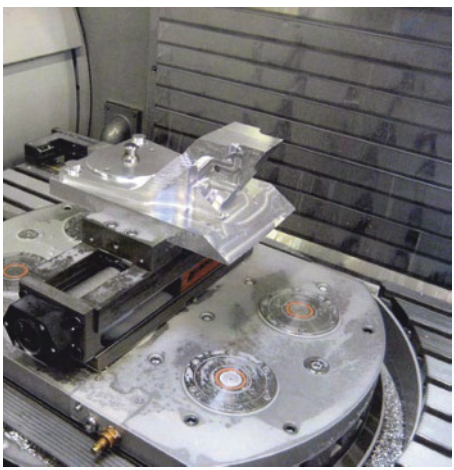
9 Maschinenschraubstöcke 996

10 Vakuumspanntechnik 997

11 Tabellen Werkzeugschäfte nach DIN 228 und DIN 2080 999

Tabellenverzeichnis – Standards

Bezeichnung	Tab.-Nr.	Seite
Werkzeugschäfte nach DIN 228 und DIN 2080 (Hauptmaße)	10.10	999
Querbefestigung nach DIN 1806		
Bohrfutter-Einsteckzapfen nach DIN 238		



Technische Merkmale der Werkzeugaufnahmen (GARANT, HOLEX)



GARANT:

Premium Qualität.

- Beste Qualität, ausgereifte Technik
- Hoche Wuchtgüte G 2,5 / 25000 min^{-1} (Standard)
- Aufnahmen mit Kühlkanalbohrungen (KKB). Standardmäßig mit verschließbaren Gewinden
- HSK-Funktionsflächen nach Wärmebehandlung bearbeitet
- Alle Schäfte hartüberdreht, für mehr Laufruhe
- Zwischenabmessungen A-Maß = 120, 130 und 200 mm.



HOLEX:

Gute Industriequalität zum attraktiven Preis.

- Wuchtgüte G6,3 / 12.000 min^{-1}
  Ausnahme: DIN 2080, 228
- Ausführung in Form AD bzw. A
- Schaftversionen:
  – kurz = brüniert,
  – lang = hartüberdreht,
  – überlang = hartüberdreht.

1 Werkzeugaufnahmen

Der anhaltende Trend nach Reduzierung der Bearbeitungszeiten bei gleichzeitig höchsten Anforderungen an die Fertigungsgenauigkeit und Prozesssicherheit kann nur durch das System Werkzeugmaschine – Werkzeug – Werkzeugaufnahme gemeinschaftlich umgesetzt werden. Dabei ergeben sich im Einzelnen folgende **Anforderungen** aus dem Prozess heraus:

An die Werkzeugmaschine:	Hohe Steifigkeit Schwingungsisolierung des Fundaments Leichtbau bewegter Teile Hohe Rundlaufgenauigkeit der Spindel Einzugskräfte der Maschinenspindel Intelligente Steuerung
An das Werkzeug:	Hohe Rundlaufgenauigkeit Hohe Wuchtgüte (Geometrie, Schaftgestaltung) Hohe Standzeit (Schneidstoff, Beschichtung)
An die Werkzeugaufnahme:	Hohe Rundlaufgenauigkeit Erforderliche Wuchtgüten Sicheres Spannen des Werkzeuges

Das führt zu folgenden **Anforderungsschwerpunkten** für moderne Schnittstellenkonzepte:

- hohe statische Steifigkeit
- höchste dynamische Belastbarkeit
- höchste Genauigkeit
- Eignung für hohe Drehzahlen

1.1 Steilkegelaufnahmen (SK)

Für den automatisierten oder manuellen Wechsel von Bohr- oder Fräswerkzeugen gibt es Steilkegelaufnahmen insbesondere nach DIN 69871, DIN 2080 oder JIS B6339 (MAS-BT). Die Werkzeugsteilkegel (Kegel 7 : 24) werden mit Hilfe zusätzlicher Spanneinrichtungen mit der Maschinenspindel verspannt. Unterschiedliche Funktionsflächen an den Greifflanschen dienen zum Halten und Positionieren der Werkzeuge in Greif- und Speichereinrichtungen. Die **gebräuchlichsten SK-Aufnahmen** sind **nach DIN 69871** die **Form AD/B** mit Trapezrille und Orientierungsnut. Dabei ist die Form AD/B die Kombination aus Durchgangsbohrung (AD) **für** eine **zentrale Kühlschmierstoffzufuhr** bzw. die zentrale **Kühlschmierstoffzufuhr seitlich über den Bund** (B).

Die Drehmomentübertragung erfolgt bei geringen Beanspruchungen über den Reibschluss des Kegels. Für größere Momente und stoßartige Belastungen übernehmen **Mitnehmersteine** den Hauptanteil der Drehmomentübertragung. Die Mitnehmersteine sind asymmetrisch an der Spindelstirnfläche angeordnet, um eine eindeutige Orientierung für das Werkzeug zu garantieren.

Werkzeugschäfte nach DIN 69871/JIS B6339 werden mit Anzugsbolzen versehen und können bei Verwendung von Werkzeugwechsler sehr schnell automatisch gewechselt werden.

Werkzeugschäfte nach DIN 2080 werden mit Hilfe von Anzugsstangen mit Gewindebolzen per Hand in der Spindel eingedreht. Durch den manuellen Schraubvorgang wird für den Werkzeugwechsel eine längere Zeit als mit automatischen Werkzeugwechsel benötigt. Daher spielt die DIN 2080 zunehmend eine untergeordnetere Rolle.

Der **Vorteil** von Steilkegeln ist gekennzeichnet durch eine symmetrische Konstruktion, einfache Fertigung und die Tatsache, dass er sich selbst zentriert. **Nachteilig** ist aber, dass es infolge von hohen Drehzahlen zu einer Aufweitung des Spindelkonus (Fliehkraftverformung) und durch die Wirkung der Einzugskraft zu einem axialen Versatz des Werkzeuges kommen kann, der auch nach Spindelstillstand weiter besteht (Presspassung). Weiterhin hat die Fliehkraftverformung den Nachteil, dass die berührenden Flächen verkleinert und damit auch die reibschlüssige Übertragung des Drehmomentes reduziert wird. Im ungünstigsten Fall kann es zum Durchrutschen des Werkzeuges kommen.

Auch die Voreinstellung der Werkzeuge auf Länge mittels Voreinstellgerät geht durch den axialen Versatz bei hohen Drehzahlen wieder verloren. Ebenfalls nachteilig kann sich der Anzugsbolzen (AB) auswirken. Zum einen stellt der AB ein Verschleißteil dar (= Zusatzkosten!), zum anderen kann ein minderwertiger AB zu einem schlechten Arbeitsergebnis führen (Schrägeinzug, einseitige Belastung der Spindellagerung und Kegel, schlechter Rundlauf) und damit zu geringe Lebensdauer der Werkzeuge und Spindellagerung.

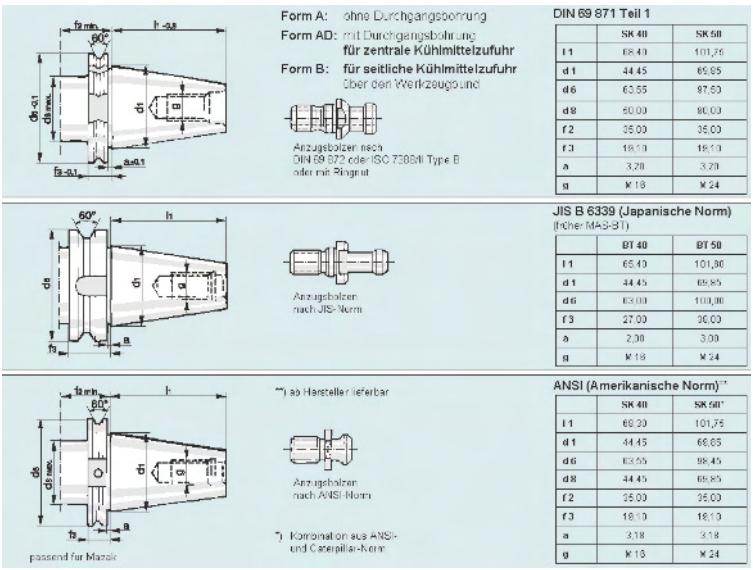


Bild 10.1 Schäfte für NC-Maschinen und Bearbeitungszentren

1.2 Hohlschaftkegelaufnahmen (HSK)

Beim Hohlschaftzylinder handelt es sich um ein Werkzeug mit leicht kegliger Außenkontur (Kegel 1 : 10), das im Inneren hohl ist (*Bild 10.2*). Er hat in der spanenden Bearbeitung eine weite Verbreitung gefunden. Bei neuen modernen Bearbeitungszentren wird die HSK-Schnittstelle gegenüber dem Steilkegel aufgrund der **Vorteile** bezüglich

- Genauigkeit (feste axiale Positionierung durch Plananlage),
- Steifigkeit (hohe Biegemomentaufnahme),
- Eignung für hohe Drehzahlen (hohe Drehmomentübertragung),
- hohe Wiederholgenauigkeit beim Einwechseln von Werkzeugen
- keine Notwendigkeit eines Anzugsbolzens

vorrangig eingesetzt.

Die Drehmomentübertragung wird formschlüssig über zwei gleich breite und unterschiedlich tiefe Mitnehmernuten am Schaftende und kraftschlüssig durch das Übermaß zwischen Schaft und Aufnahme realisiert. Die Plananlage dient zur axialen Fixierung der HSK-Schnittstelle an der Aufnahme und zum Steifigkeitsgewinn bei der Biegebelastung. Der keglige Hohlschaft fixiert die Schnittstelle radial und bietet Platz für das innenliegende Spannsystem. Die Durchgangsbohrung im Schaft ist zur Betätigung von manuellen Spannsystemen notwendig. Trapezrille, Greifertaschen und Indexiernut am Bund werden als Funktionsflächen für den orientierten, automatischen Werkzeugwechsel benötigt. Der Bundaußendurchmesser bestimmt weiterhin die HSK-Größe.

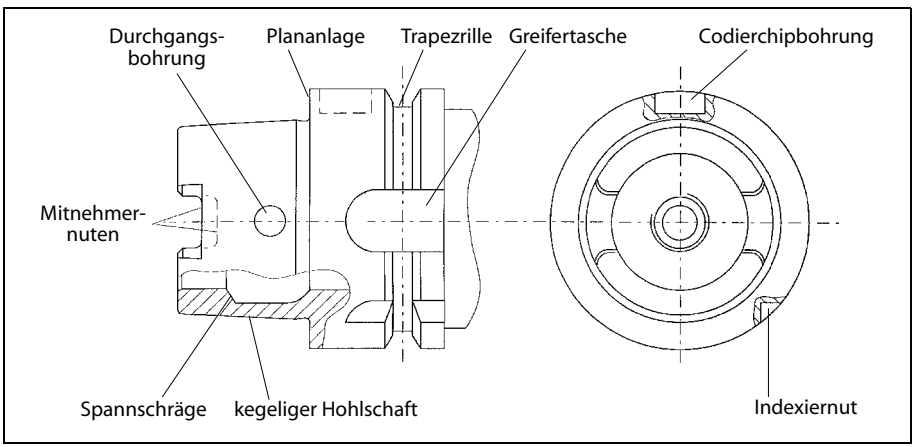


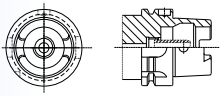
Bild 10.2 Funktionselemente einer HSK-Schnittstelle mit Plananlage nach DIN 69893, Form A

Nachfolgend sind die Formen und Merkmale der HSK-Schnittstellen überblicksmäßig dargestellt (*Bild 10.3*). Die gebräuchlichsten Ausführungen sind die Formen A (für den automatisierten und manuellen Wechsel) und C (nur für den manuellen Wechsel) sowie für die Hochgeschwindigkeitsbearbeitung die mitnehmersteinlose Form E, bei der die Drehmomentübertragung ausschließlich durch den Reibschluss aufgrund des größeren Übermaßes zwischen Kegel und Aufnahme bzw. durch die Reibfläche der Plananlage realisiert wird. Zum automatischen unorientierten Wechsel ist nur die Trapezrille vorhanden.

Kegel-Hohlschäfte für **automatischen Werkzeugwechsel** — mit Greiferrille

ISO 12164-1 (DIN 69893-1 Form A und Form T)

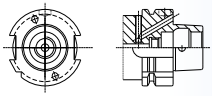
DIN 69893



- Anwendung für Bearbeitungszentren, Fräsmaschinen, Sondermaschinen mit automatischen Werkzeugwechsel.
- **Zentrale, axiale Kühlmittelzufuhr über Kühlmittelrohr.**
- Drehmomentübertragung über **2 Mitnehmernuten** am Kegelende. **Bei Form T ist die Toleranz (Maß b_5) eingeengt.**
- **2 Bundnuten** für Werkzeugmagazin, Positionskerbe.
- Bohrung für Datenträger DIN 69873 im Bund.

DIN 69893-2 Form B

DIN 69893

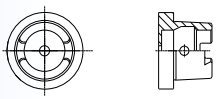


- Anwendung für Bearbeitungszentren, Fräsmaschinen für Schwerzerspanung, Drehmaschinen.
- Mit vergrößertem Bund und Positionierkerbe.
- **Dezentrale KZ über** den **Bund oder zentrale über Kühlmittelrohr.**
- Drehmomentübertragung über **2 Bundnuten.**
- Bohrung für Datenträger DIN 69873 im Bund.

Kegel-Hohlschäfte für **manuellen Werkzeugwechsel**

ISO 12164-1 (DIN 69893-1 Form C)

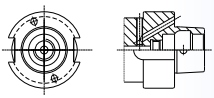
DIN 69893



- Anwendung vorzugsweise bei Spindeln in Transferstraßen und Sondermaschinen ohne automatischen Werkzeugwechsel oder Kurzbohrspindeln und Werkzeugverlängerungen / Reduzierungen.
- **Zentrale, axiale Kühlmittelzufuhr.**
- Drehmomentübertragung über **2 Mitnehmernuten** am Kegelende.

DIN 69893-2 Form D

DIN 69893

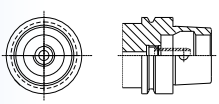


- Anwendung in allen Bereichen, die bei manuellem Werkzeugwechsel noch bessere Abstützung durch große Planlage erfordern.
- Mit vergrößertem Bund.
- **Dezentrale KZ über** den **Bund oder zentral über Kühlmittelrohr.**
- Drehmomentübertragung über **2 Bundnuten.**

Kegel-Hohlschäfte für **höhere Drehzahlen (HSC)** — mit Greiferrille

Vornorm (DIN 69893-5 Form E)

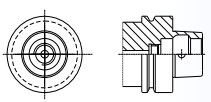
DIN 69893



- Anwendung für Hochfrequenzspindeln, Holzbearbeitungsmaschinen.
- Rotationssymmetrisch, **ohne Mitnehmernuten.**
- Drehmomentübertragung über Reibschluss.
- **Zentrale Kühlmittelzufuhr über Kühlmittelrohr möglich.**

E-DIN 69893-6 Form F

DIN 69893



- Mit vergrößertem Bund.
- **Zentrale Kühlmittelzufuhr über Kühlmittelrohr möglich.**

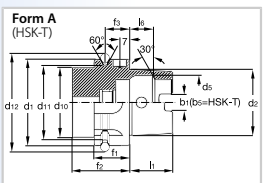
Gegenüber dem Steilkegel hat die HSK-Schnittstelle folgende Vorteile:

- Hohe Wiederholgenauigkeit beim Einwechseln von Werkzeugen.
- Feste axiale Positionierung durch Planlage.
- Eignung für hohe Drehzahlen.
- Kein Anzugsbolzen notwendig.

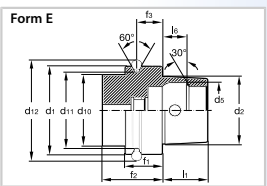
Werkstoff:

- Spezieller Stahl für hochbeanspruchte Bauteile.
- Oberflächenhärte: 58 – 62 HRC.
- **Zugfestigkeit im Kern mindestens 1000 N/mm².**

Form A
(HSK-T)



Form E



HSK	b_1 ± 0,4	b_5 ± 0,035	d_1*) h10	d_2	d_5 H11	d_{10} max.	d_{11} −0,1	d_{12} −0,1	f_1 −0,1	f_2 min.	f_3 ±0,1	l_1 −0,2	l_6 JS10
32	7,05	6,932	32	24,007	20,5	26	26,5	37	20	35	16	16	8,92
40	8,05	7,932	40	30,007	25,5	34	34,8	45	20	35	16	20	11,42
50	10,54	10,425	50	38,009	32	42	43	59,30	26	42	18	25	14,13
63	12,54	12,425	63	48,010	40	53	55	72,30	26	42	18	32	18,13
80	16,04	15,93	80	60,012	50	68	70	88,80	26	42	18	40	22,85
100	20,02	19,91	100	75,013	63	88	92	109,75	29	45	20	50	28,56

***) Nenn-Ø d_1 = Bund-Ø**

Bild 10.3 Formen und Merkmale von HSK-Schnittstellen

1.3 MTM-Werkzeugsysteme

Moderne Bearbeitungsstrategien und Multi-Task-Maschinen wie z.B. Dreh-Fräszentren mit 5 Achsen (siehe auch Abschnitt 2.3 im Kapitel Grundlagen) verlangen nach verbesserten Werkzeugspannsystemen.

Werkzeugsysteme für Multi-Task Maschinen sind (Bild 10.4):

- PSC (ISO 26623-3) – Konischer Polygon-Kegel
- TS (ISO 26622-1) – Hohlschaft-Kegel mit Kugelspannmechanismus
- HSK-T (ISO 12164-3) – Hohlschaft-Kegel mit Plananlage für stehende Werkzeuge

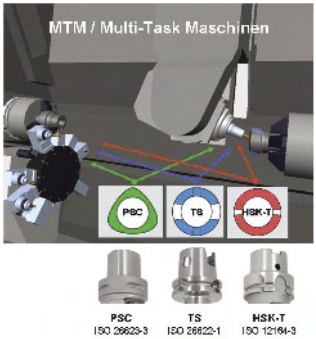


Bild 10.4 Werkzeugsysteme für Multi-Task Maschinen

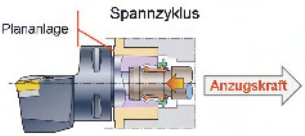
1.3.1 Werkzeugspannsystem mit Polygonkegel (PSC)

Das Werkzeugspannsystem ist durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- Aufbau:



- Spannmechanismus und Klemmkraft:



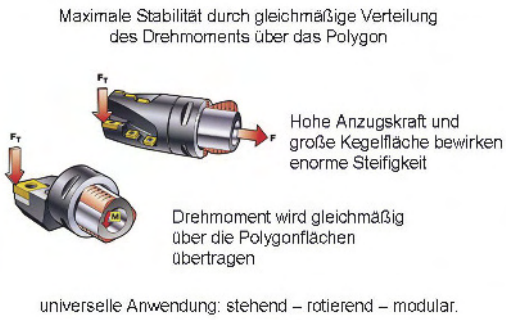
Aufgrund des größeren Querschnitts wesentlich höhere Klemmkraft und Steifigkeit.

Größe	Klemmkraft [kN]
PSC 50	25 (35 – 40)
PSC 63	30 (60 – 70)
PSC 80	40 (60 – 70)

- Wiederholgenauigkeit:



- Stabilität und Steifigkeit

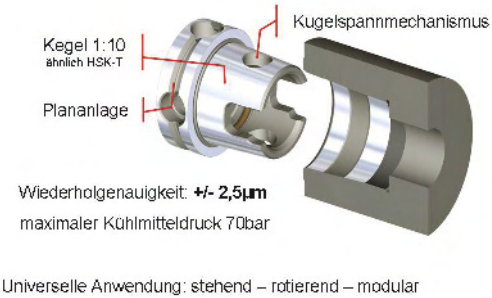


Quelle: Sandvik

1.3.2 Hohlschaft-Kegel mit Kugelspannmechanismus (TS)

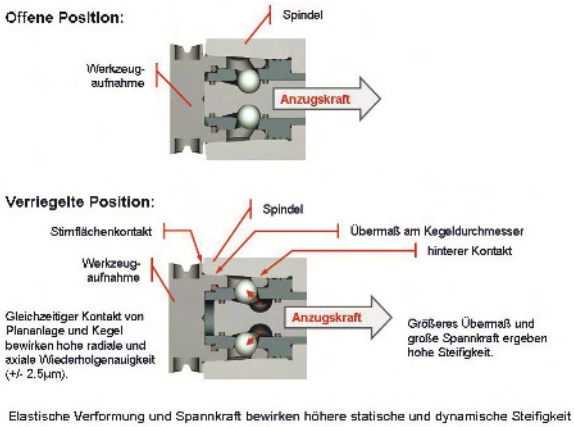
Das Werkzeugspannsystem ist durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- Aufbau:



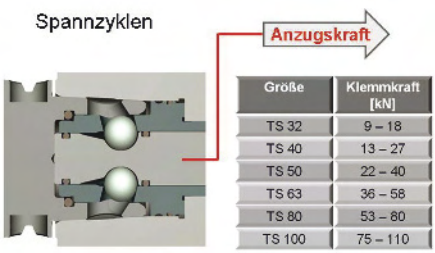
Quelle: Kennametal

- Spannmechanismus:



Elastische Verformung und Spannkraft bewirken höhere statische und dynamische Steifigkeit

- Klemmkraft:



Größe	Klemmkraft [kN]
TS 32	9 – 18
TS 40	13 – 27
TS 50	22 – 40
TS 63	36 – 58
TS 80	53 – 80
TS 100	75 – 110

Kugel bewegt sich auf schiefer Ebene
=> Kraftverhältnis 3:1 bis 6,5:1

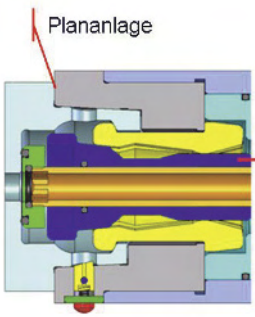
Quelle: Kennametal

1.3.3 Hohlschaft-Kegel mit Plananlage (HSK)

Folgende Normen gelten für Hohlschaft-Kegel mit Plananlage:

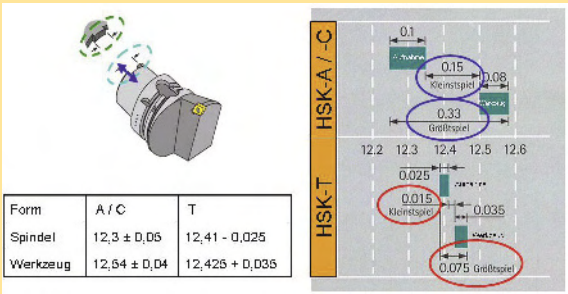
- Für rotierende Werkzeuge (siehe auch Bild 10.3):
  DIN 69893-1: Form A und C (ISO 12164-1: Style A and C)
  DIN 69893-2: Form B und D
  DIN 69893-6: Form F
- Für stehende Werkzeuge:
  ISO12164-3: Form T „Turning“

Das Werkzeugspannsystem HSK verfügt über folgenden Spannmechanismus und Klemmkraft:



Größe	Klemmkraft [kN]
HSK 32	5
HSK 40	6,8
HSK 50	11
HSK 63	18
HSK 80	28
HSK 100	45

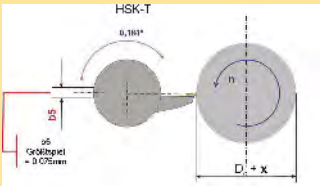
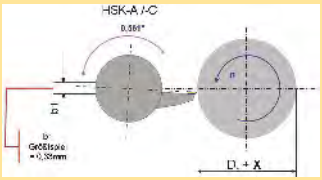
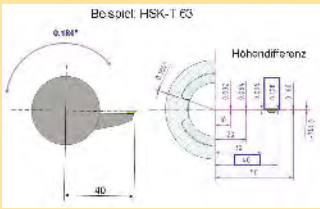
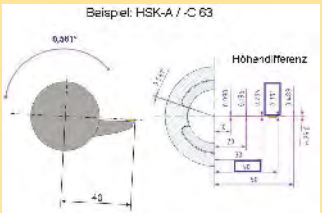
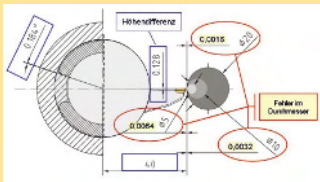
Merkmale des Werkzeugspannsystems HSK für stehende Werkzeuge (HSK-T) im Vergleich zu HSK für rotierender Werkzeuge (HSK-A / -C):

Merkmal	HSK-T für stehende Werkzeuge	HSK-A/ -C für rotierende Werkzeuge
Abmaße / Toleranzen		
	Bei HSK-T ist die diametral zur Schneide liegende Nut (b5) neu vermaßt und enger toleriert	
Passgenauigkeit		
	Das Spiel ist sehr klein bei Verwendung von HSK-T Aufnahme und Werkzeug.	

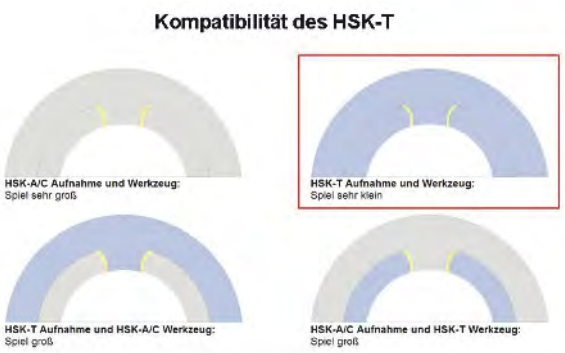
Form	A / C	T
Spindel	12,3 ± 0,05	12,41 - 0,025
Werkzeug	12,54 ± 0,04	12,425 + 0,035

Tabelle 10.1 HSK-T versus HSK-A/-C, Fortsetzung nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 10.1 HSK-T versus HSK-A/-C

Merkmal	HSK-T für stehende Werkzeuge	HSK-A/ -C für rotierende Werkzeuge
Winkel- und Höhenfehler		
		
	Enge Toleranzen reduzieren Winkel- und Höhenfehler und ermöglichen so exaktere Durchmesser	Große Toleranzen verursachen große Winkel- und Höhenfehler und damit einhergehend Fehler im Durchmesser.
Durchmesserfehler		

1.3.4 Kompatibilität des HSK-T zu HSK-A und HSK-C



Quelle: HSK-T Arbeitskreis

1.4 Übersicht Werkzeughalter HSK-T, PSC und TS

Werkzeughalter mit Hohlschaftkegel (HSK) – Form T – für Dreh-/Fräszentren

Vorteile:
- Hohe Wiederholgenauigkeit ± 2,5 mm.
- Plan- und Kegelanlage.
- Kompatibel zu HSK-A/C.

Verwendung: Zum Einsatz auf Dreh-/Fräszentren.
Hinweis: HSK-T mit engeren Toleranzen in der Mitnehmernut.

Werkzeughalter für Klemmhalter mit Vierkantschaft



Bohrstangenhalter



Werkzeughalter mit Polygonschaft (PSC) – für Dreh-/Fräszentren

Vorteile:
- Hohe Wiederholgenauigkeit ± 2 mm.
- Selbsthemmender Kegel 1:20.
- Axiale und radiale Anlage.
- Extrem hohe Steifigkeit und Klemmkräfte

Verwendung: Zum Einsatz auf Dreh-/Fräszentren.

Werkzeughalter für Klemmhalter mit Vierkantschaft



Abstechhalter

Reduktion



Bohrstangenhalter

Verlängerung



Werkzeughalter mit Hohlschaftskegel (TS) – für Dreh-/Fräszentren

Vorteile:
- Hohe Wiederholgenauigkeit ± 2,5 mm.
- Kegelkontaktzone.
- Sehr hohe Steifigkeit durch Kugelbahnen – Spannmechanismus.

Verwendung: Zum Einsatz auf Dreh-/Fräszentren.

Werkzeughalter für Klemmhalter mit Vierkantschaft



Abstechhalter

Reduktion



Bohrstangenhalter

Verlängerung



2 Werkzeugspannfutter

2.1 Flächenspannfutter

In *Tabelle 10.2* sind die Varianten, Merkmale und Verwendungsgebiete der Flächenspannfutter aufgezeigt:

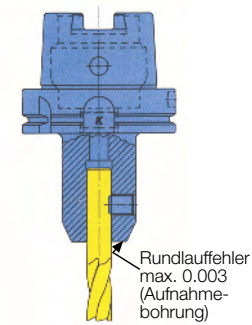
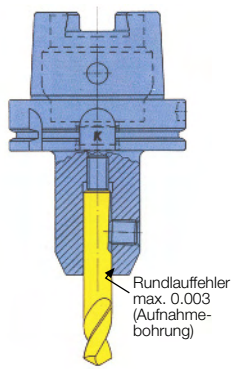
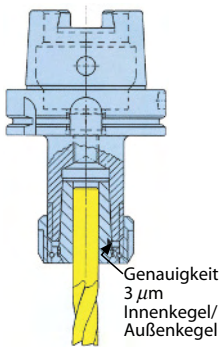
Flächenspannfutter mit seitlicher Mitnahmefläche (Weldon-Futter) nach DIN 1835 B und DIN 6535 HB	
	Merkmal: ● Rundlaufgenauigkeit: **0,010 mm** (gesamtes System) Verwendung: ● Spannen von Werkzeugen mit seitlicher Mitnahmefläche ● Universalfutter zum Bohren und Fräsen (Schruppen und Schlichten)
Flächenspannfutter mit geneigter Spannfläche (Whistle-Notch-Futter) nach DIN 1835 E und DIN 6535 HE	
	Merkmal: ● Rundlaufgenauigkeit: **0,010 mm** (gesamtes System) Verwendung: ● Spannen von Werkzeugen mit Zylinderschaft und geneigter Spannfläche (2°) ● Universalfutter zum Fräsen (Schruppen und Schlichten) und insbesondere zum Bohren, da der Längenverlust durch stirnseitigen Nachschliff der Bohrer mittels axialer Längenverstellung in der Werkzeugaufnahme korrigiert werden kann

Tabelle 10.2 Flächenspannfutter nach DIN 1835 und DIN 6535

2.2 Spannfutter für Spannzangen

Spannzangenfutter sind die am weitesten verbreiteten Spannsysteme für glatte Zylinderschäfte. Sie lassen sich wie folgt beschreiben (*Tabelle 10.3*):

Spannfutter für Spannzangen (OZ-Spannzangen) nach DIN 6388-A



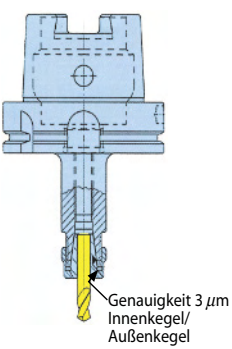
Merkmal:

- Rundlaufgenauigkeit: **0,025 mm** (gesamtes System)

Verwendung:

- Spannen von Werkzeugen mit Zylinderschaft in Spannzangen nach DIN 6388
- Universalfutter zum Fräsen (Schruppen und Schlichten) und Bohren

Spannfutter für Spannzangen (ER-Spannzangen) nach DIN 6499-A



Merkmal:

- Rundlaufgenauigkeit: **0,015 mm** (gesamtes System)
  = **Standard**
- Rundlaufgenauigkeit: **0,003 mm** möglich
  = **optimierte Präzisionsfutter**

Verwendung:

- Spannen von Werkzeugen mit Zylinderschaft in Spannzangen nach DIN 6499
- Universalfutter zum Fräsen (Schruppen und Schlichten) und Bohren

Tabelle 10.3 Spannfutter für Spannzangen nach DIN 6388 und DIN 6499

2.3 Hydrodehnspannfutter (HD)

Hydrodehnspannfutter besitzen eine hohe Rund- und Planlaufgenauigkeit. Sie sind in folgenden **Ausführungen** erhältlich:

- kurze schwere Ausführung
  - max. Steifigkeit,
  - hohe Zerspanleistung (jedoch keine extreme Schwerzerspanung)
  - zum Bohren, Reiben und Fräsen
- kurze schlanke oder lange schlanke Ausführung
  - min. Störkanten
  - kurz: für Werkzeugtoleranz, h6 bei Durchmesser 6 bis 8 mm
    h7 bei Durchmesser 10 bis 20 mm
  - lang: für Werkzeugtoleranz, h7
  - zum Bohren, Reiben und Schlichtfräsen
- Ausführung mit geringer Störkontur
  - zum Werkzeugschärfen, Schleifen
  - Optimaler Schleifscheibenauslauf

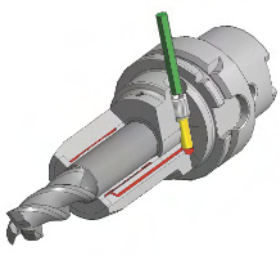
Hydrodehnspannfutter (HD)	
	Merkmal: ● Rundlaufgenauigkeit: **0,003** mm (bei 2,5xD) ● Max. Drehzahl: **40.000 U/min** ● Exakt zentrische Spannung ● Hohe Drehmomentübertragung ● Wartungsfrei (geschlossenes System) ● Kein Verschleiß im Spanndurchmesser ● Höhere Werkzeugstandzeiten (bis 4fach) ● Dosierbare Spannkräfte ● Spannen von Werkzeugschäften mit Ausnehmung möglich Verwendung: ● Hochgenaues Spannen von Werkzeugen mit Zylinderschaft sowie Zylinderschäfte mit seitlicher Mitnahmefläche ● Universalfutter zum Fräsen (Schruppen und Schlichten) und Bohren ● Teilweise für HSC-Bearbeitung, da Dämpfungseigenschaften

Tabelle 10.4 Hydrodehnspannfutter (Fortsetzung nächste Seite)

Tabelle 10.4 Fortsetzung Hydrodehnspannfutter

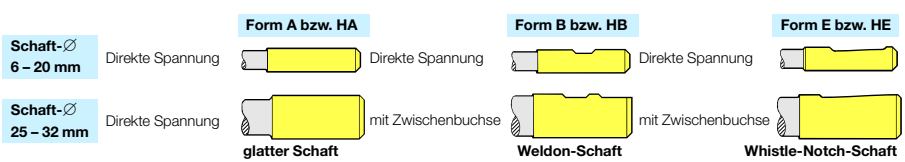
HT-Futter (High Torque)

Hohe Haltekräfte, Gesamtsteifigkeit und gute Dämpfungseigenschaften
für optimale Standzeiten



- Innovatives Herstellungsverfahren mit optimierter Konstruktion
- Besonders geeignet für die **Schwerzerspanung** beim Fräsen
- Gute Dämpfungseigenschaften
- Höchste übertragbare Drehmomente, **550 Nm**.
- Sehr hohe Gesamtsteifigkeit.
- Rundlaufgenauigkeit < 3 µm.
- G2,5 bei 25000 1/min.
- Flexibel durch Zwischenbuchse Nr. 302140.

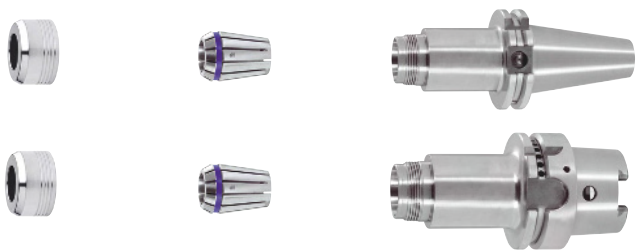
Spannen aller genormter Werkzeugschäfte nach DIN 1835 bzw. DIN 6535 ohne Zwischenbuchse



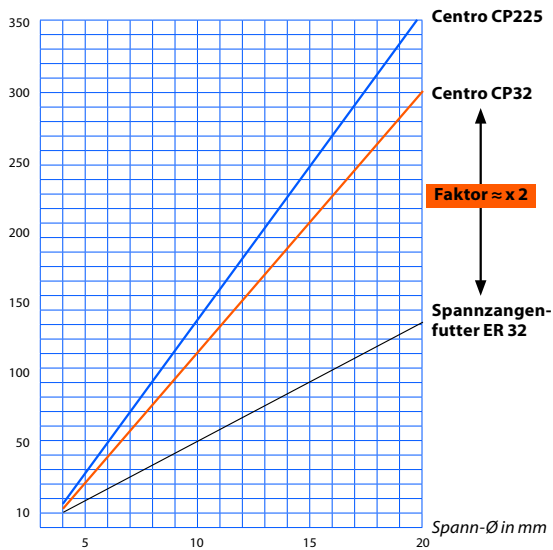
2.4 Präzisions-ER-Spannzangenfutter Centro P (CP)

Das Präzisions-ER-Spannzangenfutter Centro P findet seine Anwendung beim hochgenauen Spannen von Werkzeugen mit Zylinderschaft mit seitlicher Mitnahmefläche nach DIN 1835B und DIN 1835E. In Verbindung mit dem CP-Futter und den dazugehörigen HP-Präzisionsspannzangen (Nr. 309350–309356) ist der **Systemrundlauf ≤ 3 µm**.

Präzisions-ER-Spannzangenfutter Centro P (CP)



Haltemoment *(statisch) in Nm am Werzeug (Anzugsmoment der Spannmutter 105 Nm, Werkzeugschaft gehärtet, geschliffen Rz2,5 und fettfrei).*



Durch diese hohen Systemrundlaufgenauigkeiten entstehen folgende Vorteile:

● Geringe Produktionskosten durch höhere Werkzeugstandzeiten	● Geringe Werkzeugkosten / Rüstzeiten
● Bessere Qualität durch Oberflächengüte	● Engere Fertigungstoleranzen

Tabelle 10.5 Präzisions-ER-Spannzangenfutter (CP)

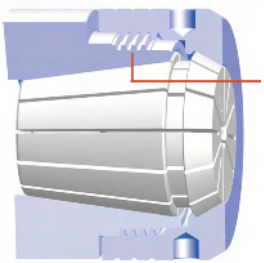
Tabelle 10.5 Fortsetzung Präzisions-ER-Spannzangenfutter (CP)

Durch modernste Fertigungsverfahren werden extrem feine Oberflächen für maximale Flächenpressung erreicht.

Vorteile:

- Weniger Reibung → hohe Haltekraft (Faktor x2)
- Exakte Zentrierung → minimale Unwucht·
- Prozesssicherheit → Spannkraft bleibt auch bei langer Lagerung erhalten
- Optimale Spannkraftverhältnisse → HPC tauglich

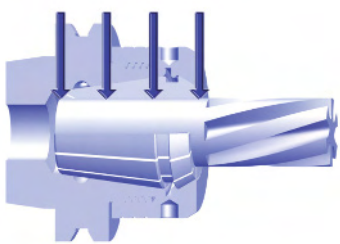
Extreme Haltekraft:



Haltekraft:

→ 30° Trapezgewinde mit geschliffener Doppelführung

→ Gewinde der Spannmutter beschichtet



Vorteile:

- 100% Eintauchtiefe in den Kegelsitz des Futters (d.h. spannt nur Nenndurchmesser im ISO-Toleranzbereich **h10**)
- Klemmkräfte gleichmäßig über gesamte zylindrische Mantelfläche verteilt
- Radiale Kräfte werden optimal aufgenommen
- Damit optimaler Sitz und Stabilität, da keine negativ auswirkende Spannüberbrückung
- Damit perfekte Oberflächen beim Fräsen

Universeller Einsatz für Bohren/Senken/Gewindebohren, Hartfräsen, Präzisionsreiben, HSC-Fräsen im Werkzeug- und Formenbau möglich. Ebenso sind überlange Werkzeughalter für schwer zugängliche Bearbeitungsstellen lieferbar.

2.5 Schrumpftechnologie

2.5.1 Schrumpffutter nach DIN 69871

Die Merkmale von Schrumpffutter sowie deren Einsatzmöglichkeiten sind der *Tabelle 10.6* zu entnehmen.

Schrumpffutter	
Schrumpffutter SK 	Merkmal: ● Rundlaufgenauigkeit: ≤ **0,003 mm** ● Max. Drehzahl: **40.000 U/min** ● Eignung für hohe Drehzahlen ● Spanndurchmesser für Schafttoleranz h6 ausgelegt ● Absolut sichere reibschlüssige Kraftübertragung ● Übertragbares Drehmoment 2 bis 4 fach höher gegenüber Hydrodehn- und Spannzangenfutter ● Geringer Einfluss auf den Wuchtzustand durch rotationssymmetrischen Körper Verwendung: ● Optimal für HSC-Bearbeitung insbesondere auch für kleine Werkzeugdurchmesser ● Zum Spannen von Fräsern und Bohrern mit Zylinderschaft
3° Schrumpffutter 	● 3° Schrumpffutter besonders geeignet für Werkzeug- und Formenbau
Schrumpffutterverlängerung 	● Schrumpffutterverlängerung zum Einsatz in Schrumpffutter, Hydro-Dehnspannfutter und ER-Spannzangenfutter
GARANT Schrumpffutter SC (Shrink Collet) 	Merkmal: ● Grundhalter mit konischer Bohrung zum Einschrumpfen der konischen Spannzangen Typ SC ● **Hohe Eigendämpfung** heißt mehr Präzision, hohe Standzeiten bei sinkenden Wechselzeiten ● Kleine Durchmesser 3–5 mm in HSS schrumpfbar ● Optimaler Rundlauf bei ≤ 5 µm (bei 3xD) ● Prozesssicheres Spannen von Werkzeugen mit Schafttoleranzen von h4 bis h9 Spannzangen in Spanndurchmesser Ø 3; 4; 5 und 6 mm lieferbar

Tabelle 10.6 Schrumpffutter GARANT

Schrumpffutter zeichnen sich durch nachfolgende Vorteile aus:

- Höchste Haltekraft durch extreme Pressung am Schaft
  Höchste Anzugskraft und Drehmoment, sichere Spannung auch bei ungünstigen Schafttoleranzen des Werkzeuges, optimale Prozesssicherheit
- Optimale Abstützung des Fräsers
  Kurze Einführfase-Klemmung bis an die Spitze, kein Totbereich, lange Passung und somit Abstützung des Schaftes auf ganzer Länge, extreme Steifigkeit, hohe Werkzeugstandzeit, kein Walken des Fräsers in der Aufnahme
- Präzise Längeneinstellung durch Feingewinde (spielarm), beidseitige Längeneinstellung durch Sechskant an jedem Ende, einfaches Entfernen des Werkzeuges beim Werkzeugbruch (Sechskant ist immer zugänglich)
- Sicherung einer langen Lebensdauer der Aufnahmen
  Verwendung von hochwarmfesten Stahl (getestet mit über 1000 Schrumpfvorgängen), kein Ausweiten der Spannbohrung durch Rolliereffekt (walken) aufgrund einer hohen Spannkraft und einer kurzen Einführphase, verzugsfrei durch Anwendung eines speziellen Härteverfahrens
- Gewuchtet auf G 2,5 bei 25.000 U/min (Ausnahme: HSK32, 40 und 50 gewuchtet auf U < 1 gmm), Feinwuchtung mit Gewindebohrung möglich
  Flexible standardmäßige Längenanpassung durch Schrumpfverlängerung-Sonderanfertigungen entfallen somit, schlanke optimale Bauweise der Schrumpffutter
- standardmäßig mit Ballufchip-Bohrungen

2.5.2 GARANT Schrumpfgerät SG1

Das GARANT Schrumpfgerät SG1 ist ein kompaktes, beliebig erweiterbares Schrumpfgerät. Ob Hartmetall, HSS oder Stahlwerkzeuge – die leistungsfähige Elektronik des GARANT Schrumpfgerätes SG1 ermöglicht passgenaues Schrumpfen in Sekundenschnelle. Dabei ist über den gesamten Werkzeug-Durchmesserbereich kein Spulenwechsel erforderlich. Der Schrumpfbereich beträgt 3 bis 32 mm Durchmesser (HM/HSS). Die Hochleistungsinduktionsspule mit einer Leistung von bis zu 41 A bei 1000 V Spannung erzeugt schnell wechselnde Wirbelströme, die direkt auf das Futter wirken und exakt die Stelle aufheizen an der das Schneidwerkzeug sitzt. Dadurch produziert das SG1 eine hohe Energiedichte bei geringem Energieeintrag. Gleichzeitig wird nur ein geringer Anteil der Energie im Spannfutter gespeichert. In Kombination mit den handgeführten Kontaktkühlern wird die entstandene Wärme schnell abgeleitet und die Abkühlung beschleunigt. Vier Wechselscheiben mit Schnellwechselung ermöglichen eine gezielte Abschirmung der Magnetstrahlung zwischen Spule und Werkzeugschaft.

Als Zubehör für die GARANT Shrink Collet Schrumpffutter (SC-Futter) stehen zwei spezielle Wechselscheiben zur Verfügung. Mit den SC-Futtern lassen sich alle Schafttoleranzen bis h9 problemlos ein- bzw. ausschrumpfen. Der effiziente Energieeinsatz sowie der sichere und rasche Abkühlungsprozess bieten einen entscheidenden Mehrwert für den Anwender, weil dadurch die schnelle Wiederverwendbarkeit des Werkzeugs gewährleistet wird. Das spart Zeit und Geld.

Design und Ausführung:

Beim SG1 verschmelzen bewährtes GARANT Premium-Design, hohe Funktionalität und beste Ausführung. Die Arbeitsfläche besteht aus einem robusten und temperaturbeständigen Werkstoff. In der Rückwand finden sich praktische Halterungen für Wechselscheiben und Kühladapter. So sind alle Teile jederzeit griffbereit und übersichtlich verstaut. Durch die zwangsgeführten Kühlglocken kann es nicht zu Werkzeugbeschädigungen kommen. Der Wechsel der Kühladapter ist einfach und schnell durchführbar. Kühladapter für alle Einsatzgrößen stehen zur Verfügung.

Fortschrittliches Schrumpfen auch für Anfänger

Das SG1 lässt sich intuitiv bedienen. Die Bedienung funktioniert einfach, sicher und sprachunabhängig. Die Erwärmzeit und Leistung der Induktionsspule muss der Benutzer nicht eigenhändig festlegen. Die passenden Einstellungen werden vom SG1 automatisch berechnet. Lediglich Schrumpffuttertyp und Schaftdurchmesser sind vorzuwählen. Damit ist eine Überhitzung des Schrumpffutters ausgeschlossen. Die eingeschrumpften Werkzeuge lassen sich einfach in die Kühlposition verschieben. Nach kurzer Abkühlzeit sind die Werkzeuge einsatzfähig. Genauso schnell und einfach wie das Einschrumpfen geht das Ausschrumpfen eines Werkzeuges. Das Spannfutter kann sofort wieder neu bestückt werden.

Umfangreiche Grundausstattung

Die umfangreiche Grundausstattung beinhaltet das Basis-Schrumpfgerät, den Aktivkühler eine Aufnahmehülse, vier Wechselscheiben, eine Werkzeugablage sowie ein Set Kühleinsätze.

Sonderzubehör

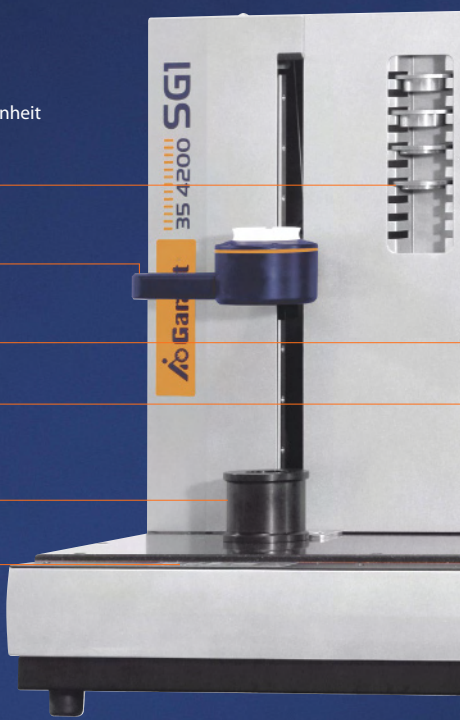
Als Sonderzubehör stehen zusätzliche Aufnahmeflansche, Aufnahmehülsen und Einsatzkühleinsätze zur Verfügung. Die variabel einsetzbaren Aufnahmeflansche für unterschiedliche Werkzeug-Kegelgrößen machen das SG1 für diverse Werkzeugarten und -größen nutzbar. Die zusätzliche Sprühkühleinheit SKE1 kann problemlos an das SG1 angedockt werden. Das SKE1 ermöglicht eine konturunabhängige Kühlung für Schrumpffutter mit bis zu 400 mm Länge. Dabei beträgt die Kühlzeit lediglich 30 Sekunden. Außerdem ist auf Wunsch ein GARANT Unterbauschrank lieferbar, in dem sich Aktiv- und Sprühkühler oder weitere Werkzeuge verstauen lassen.

GARANT 360° Tooling

GARANT Schrumpfgerät SG1

Perfekte Kombination von Technik und Design

- Einzigartiges Design
- Alles am richtigen Platz:
  - Zwangsgeführte Kontaktkühlung
  - Ablage für Kühladapter
  - Ablage für Wechselscheiben
- Einfache Bedienung
- Optionale Erweiterung mit GARANT Sprühkühleinheit



Wechselscheiben

- Unterschiedliche Wechselscheiben für Ø 3 – 32 mm
- Optional Wechselscheiben für Shrink Collet-Futter möglich

Hochleistungsspule

- Handgeführte Spule mit Gewichtskompensation
- Maximal schrumpfbare Werkzeuglänge = 400 mm

Kühleinsätze

- Ablagemöglichkeit für Kühladapter

Kontaktkühlung

- Zwangsgeführte Kontaktkühler
- Konturabhängige Kühlung über die Kühleinsätze, dadurch keine Verletzung der Werkzeugschneide

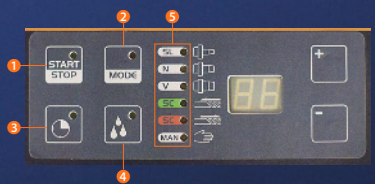
Werkzeuggrundaufnahme

- Kegelreduzierung für sämtliche Schäfte lieferbar

Bedienfeld

Automatische Auswahl der Schrumpfparameter

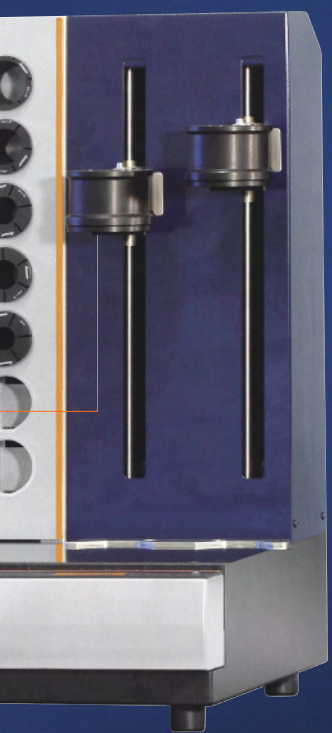
1. Start bzw. Abbrechen des Schrumpfvorgangs
2. Mode-Taste: Auswahl Futtertyp und Schaft-Ø
3. Boost-Taste: Schrumpfzeit-Erhöhung um 15 %
4. Sprühkühler: Einschalten der optionalen Sprühkühleinheit SKE 1
5. Anzeige Futtertyp:
   - SL = schlanke Schrumpffutter
   - N = normale Schrumpffutter
   - V = verstärkte Schrumpffutter
   - SC-grün = Shrink Collet Schrumpffutter – Einschrumpfen
   - SC-rot = Shrink Collet Schrumpffutter – Ausschrumpfen
   - MAN = manuelle Leistungsauswahl



Premium Quality by Hoffmann Group

Zubehör

GARANT Sprühkühleinheit SKE1





GARANT Sprühkühleinheit SKE 1

Zur optionalen Erweiterung zum GARANT Schrumpfgerät SG1

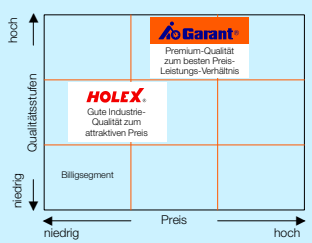
- Für **konturunabhängige** Kühlung der Schrumpfaufnahmen
- Wird über die Sprühkühler-Taste am GARANT Schrumpfgerät SG1 eingeschaltet
- Maximale Werkzeuglänge = 400 mm
- Tank mit Pumpe kann im Unterbauschrank Nr. 35 4290 untergebracht werden:
  - Der Kühlschmierstoff Nr. 35 4282 ist auch gleichzeitig Korrosionsschutz
  - Je nach Benutzung wird empfohlen, die Kühleinheit mit dem Systemreiniger Nr. 35 4284 zu pflegen

Lieferumfang:
SKE 1, 30 l Zusatztank inkl. Pumpe, 1 l Kühlschmierstoff und 1 l Systemreiniger.

2.5.3 GARANT Schrumpfaufnahmen

Garant® Werkzeugaufnahmen — **Information**

GARANT – Designed for Premium Quality



Das bedeutet für Sie:

Garant® bietet:
- beste Qualität und ausgereifte Technik
- höchste Wuchtgüte: G2,5 bei 25.000 U/min
- bestes Preis-Leistungs-Verhältnis

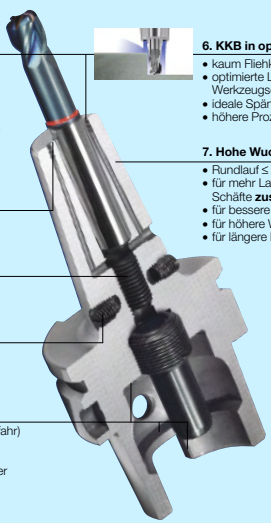
G 2,5 25000 min⁻¹

HOLEX® bietet:
- Gute Industrie-Qualität zum attraktiven Preis

G 6,3 12000 min⁻¹

Nicht im Sortiment der Hoffmann Group

10 Gründe für GARANT



1. Kühlkanalbohrung KKB
- in allen Flächenspannfuttern
- in allen Schrumpffuttern
- bei kurzer Version SK40 und HSK A-63

Verschließbare KKB
- **offen** bei Einsatz von Werkzeugen ohne IK
- **geschlossen** bei Einsatz von Werkzeugen mit IK

2. Verzicht auf Einfuhrschrägen bei Schrumpffuttern
- besserer Rundlauf
- höhere Haltermomente

3. Inklusive Längeneinstellschraube
- geeignet für Kühlmittelzufuhr

4. Gewindebohrungen für Auswuchtschrauben bei Schrumpffuttern
- Optimierung der Wuchtgüte im Gesamtsystem (mit Werkzeug)
- maschinenschonder, ruhiger Spindellauf

5. HSK-Funktionsflächen bearbeitet
- plangenauer Spanngrund (keine Klemmgefahr)
- passgenaue Mitnehmernuten (keine Schläge auf Spindel)
- präzise Krafteinleitung an der Spannschulter (kein Schrägeinzug)

6. KKB in optimaler Winkellage
- kaum Fliehkraftverhalten bei hohen Drehzahlen
- optimierte Lenkung des Wasserstrahls bis an die Werkzeugschneide
- ideale Späneausbringung
- höhere Prozesssicherheit

7. Hohe Wuchtgüte
- Rundlauf ≤ 3 µm
- für mehr Laufruhe (schont Spindel) sind alle Schäfte **zusätzlich** hartüberdreht
- für bessere Oberflächengüten
- für höhere Werkzeugstandzeiten
- für längere Lebensdauer der Spindel



8. Steilkegel (SK) in Form AD/B (=Standard)
- **AD/B** = **wahlweise** zentrale Kühlmittelzufuhr (KMZ) durch die Mitte (= Form AD) **oder** seitlich über den Bund (= Form B)

Bemerkung:
Form **A** = keine innere KZ
Form **AD** = zentrale KMZ durch den Anzugsbolzen (AB mit Durchgangsbohrung verwenden)
Form **B** = seitliche KMZ über den Bund (abgedichteten AB mit O-Ring verwenden)



9. Eingeengte Bohrungstoleranz
- (d_1) H4 (DIN ist H5!) bei Flächenspannfuttern



10. ER-Aufnahmen
- mit feingewuchteter Spannmutter (HSC-tauglich)
- Spannmutter beschichtet, dadurch höhere Spannkraft, geringerer Verschleiß und hohe Prozesssicherheit
- erhöhter Rundlauf, da Konus und Gewinde der Spannmutter in einer Aufspannung geschliffen
- vergrößerter Durchgang (durchbohrt)

Nachfolgend sind aufgeführt Schrumpffutter in der Ausführung – extrem kurz bzw. schlank und lang – (vgl. *Tabelle 10.7*).

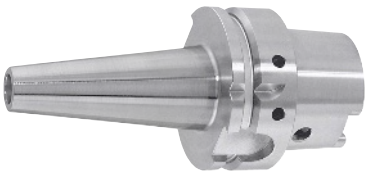
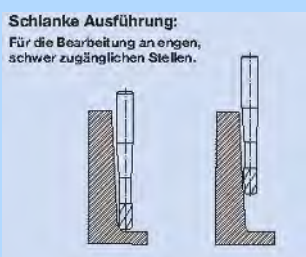
Schrumpffutter	
	Ausführung: Ultrakurze Ausführung mit KKB, verschließbar ● stabil und schwingungssteif ● beste Werkzeugstandzeiten ● höchste Oberflächengüte
	Ausführung: Dünne Ausführung – Für Feinbearbeitung an besonders schwer zugänglichen Stellen ● Extrem schlanke Bauform ● Rundlauf <3 µm ● Keine Störkanten ● Optimale Steifigkeit ● Eignung für hohe Drehzahlen
Einsatz: ● Besonders geeignet im Werkzeug- und Formenbau ● geeignet für Hartmetall-Werkzeuge Verwendung: Zum Spannen von Fräsern und Bohrern mit Zylinderschaft in Toleranz h6	

Tabelle 10.7 GARANT Schrumpffutter – extrem kurze bzw. schlanke, lange Ausführung

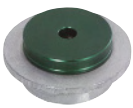
GARANT-Schrumpffutter-Verlängerung	
Schnelle und individuelle Anpassung der Länge:  Lieferung mit oder ohne Kühlkanalbohrung möglich	

2.5.4 Schrumpftechnologie – Informationen über Zubehör

- Wechselscheiben
  – Standard




  – Für GARANT Shrink-Collet-Futter




- Werkzeuggrundaufnahme



- Kegelreduzierungen



- Kühleinsätze 4,5° / 3° /2,5°




- Passender Unterbauschrank zu SG1 / SKE1
  Ausführung:
  – Korpus mit 3 Schubladen und 1 Tür
  (Stauraum für die Unterbringug
  des Aktivkühlers von SG1
  und des Wasserbehälters von SKE1)
  – Beolin Arbeitsplatte



2.6 Einsatzgrenzen der Spannfutter

2.6.1 Spannfuttervergleich

Die Güte der verwendeten Schnittstellen und Spannfutter ist von entscheidender Bedeutung insbesondere bei der Anwendung der Hochgeschwindigkeitstechnologie. Nachfolgend sollen folgende Spannfutter bezüglich ihrer Eigenschaften verglichen werden:

- Spannzangenfutter,
- Hydrodehnspannfutter und
- Schrumpffutter.

Einen Überblick über den Zusammenhang der erreichbaren Werkzeugstandzeit und der Rundlaufgenauigkeit der einzelnen Spannmittel kann dem Kapitel „Bohren“, Abschnitt 10.1 am Beispiel Bohren entnommen werden.

Rutschmoment

Alle o.g. Spannsysteme haben gemeinsam, dass die Übertragung des Drehmomentes reibschlüssig erfolgt. Deshalb ist die Höhe des übertragbaren Moments ein Qualitätsmerkmal der Futter (vgl. *Bild 10.4*). Es ist zu erkennen, dass die größte Drehmomentübertragung mit den **Schrumpffuttern** möglich ist. Dabei sind **statische** Rutschmomente von über 100 Nm (für einen Werkzeugdurchmesser von 10 mm) für normale Zerspanungsaufgaben ausreichend. Problematisch ist die Verwendung von Spannzangenfuttern bei kleinen Werkzeugschäften. Hier kommt es bei Drehmomenten zwischen 15 und 25 Nm (Futter mit Anzugsmoment von 50 Nm gespannt) zum Durchrutschen. Das Spannfutterverhalten unter **dynamischer** Belastung ist selbst bei hohen Drehzahlen (bis 30.000 U/min) maximal 10 bis 15 % kleiner als unter statischer Belastung.

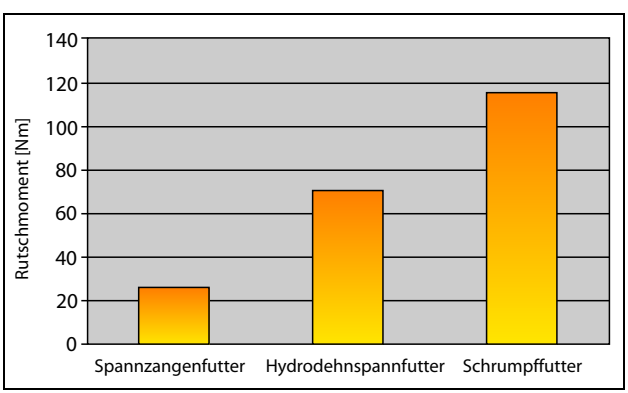


Bild 10.4
Statisches Rutschmoment bei Standard-Spannfuttern

Radiales Nachgiebigkeitsverhalten

Bild 10.5 zeigt die Gesamtnachgiebigkeit der verschiedenen Spannschnittstellen bei 10 und 16 mm Werkzeugspannschaftdurchmesser.

Einen wesentlichen Anteil am Gesamtverhalten haben die Spannfutter. Spannzangen- und Hydrodehnspannfutter haben in etwa die gleiche Gesamtnachgiebigkeit. Schrumpffutter zeigen die besten Ergebnisse, da hier die Nachgiebigkeiten bei ca. 20 bis 30% der anderen Spannfuttertypen liegen.

Weiterhin zeigt sich, dass Spannzangenfutter und Hydrodehnspannfutter bei 10 mm Schaftdurchmesser vergleichbare Nachgiebigkeiten aufweisen und somit diesbezüglich gleichwertig sind. Wird der Spanndurchmesser eines Hydrodehnspannfutters jedoch durch eine Reduzierhülse flexibilisiert, verschlechtert sich die Steifigkeit deutlich.

Der Vergleich von 10 und 16 mm Spanndurchmesser zeigt, dass bei sonst analogen Verhältnissen die Nachgiebigkeiten bei kleinerem Durchmesser etwa dreimal so groß sind wie bei größeren Durchmessern. Daraus folgt, dass das Spannprinzip insbesondere bei kleineren Werkzeugdurchmessern von Bedeutung ist.

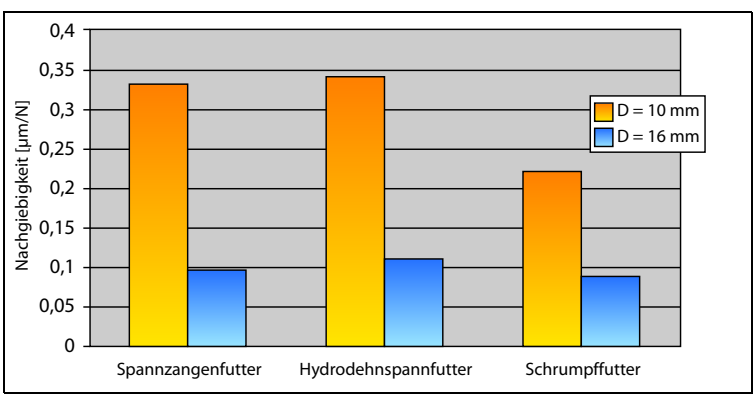
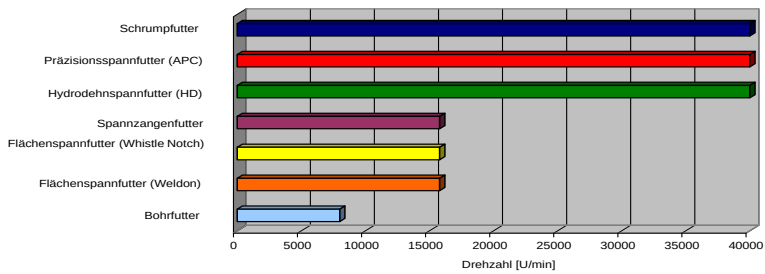


Bild 10.5 Statische Nachgiebigkeit verschiedener Standard-Spannfuttern

2.6.2 Grenzdrehzahlen der Spannfutter

Erreichbare Grenzdrehzahlen verschiedener Spannfutter sind im *Bild 10.6* gegenübergestellt. Ersichtlich ist, dass insbesondere für eine Hochgeschwindigkeitszerspanung der Einsatz von Schrumpffuttern bzw. Hochgenauigkeits- und Hydrodehnspannfuttern wegen des erreichbaren hohen Drehzahlbereiches zu bevorzugen ist.



Voraussetzung: Werkzeuge gewuchtet; Wuchtgüte G 2,5 bei der entsprechenden Drehzahl

Bild 10.6 Grenzdrehzahlen

2.6.3 Einzugs-Spannkräfte für Werkzeugaufnahmen in der Maschinenspindel

Spannkraftprüfer mechanisch oder elektronisch für Maschinenspindeln:

Verwendung:

- Zur Überprüfung der vorhandenen Einzugskraft an der Maschinenspindel
- Sollten die vorhandenen Einzugskräfte unter den empfohlenen Nennwerten liegen, so wird das Bearbeitungsergebnis (Standzeit, Oberflächengüte, Lebensdauer der Spindel) deutlich schlechter.

Vorteile:

- Erhöhte Lebensdauer der Maschinenspindel
- Konstante Bearbeitungsqualität
- Geringere Ausschussquoten
- Einfache Handhabung
- Weglose Messung ohne Verfälschung des Messergebnisses
- Verminderter Werkzeugverschleiß – nur noch selten Werkzeugbruch
- Verbesserte Oberflächengüte
- Entlastung der Hauptspindel und der Führungen
- Stabiler Stahlkörper
- Unempfindlich gegen Temperaturunterschiede
- Spannkraftprüfer kann über Wergzeugmagazin automatisch eingewechselt werden

Empfohlene Mindesteinzugskräfte*:

SK30	→	6,0	kN
SK40	→	12,0	kN
SK50	→	25,0	kN
HSK25	→	2,8	kN
HSK32	→	5,0	kN
HSK40	→	6,8	kN
HSK50	→	11,0	kN
HSK63	→	18,0	kN
HSK80	→	28,0	kN
HSK100	→	45,0	kN

** Genaue Dauer gemäß Bedienungsanleitung der Maschine beachten.*

2.7 Angetriebene Werkzeuge für Bearbeitungszentren

Analog zu den Werkzeugköpfen für den Einsatz auf Drehmaschinen lassen sich angetriebene Werkzeuge zur Kostenminimierung durch Erhöhung der Flexibilität bei der Nutzung der Maschinentechnik, durch Komplettbearbeitung komplizierter Werkstücke sowie durch Rationalisierung der Arbeitsabläufe auch auf Bearbeitungszentren einsetzen. Nachfolgend wird in *Bild 10.8* ein Überblick über verfügbare Werkzeugköpfe mit innerer und externer Kühlmittelzufuhr für den Einsatz auf Bearbeitungszentren gegeben.



Bild 10.7 Schwenkkopf

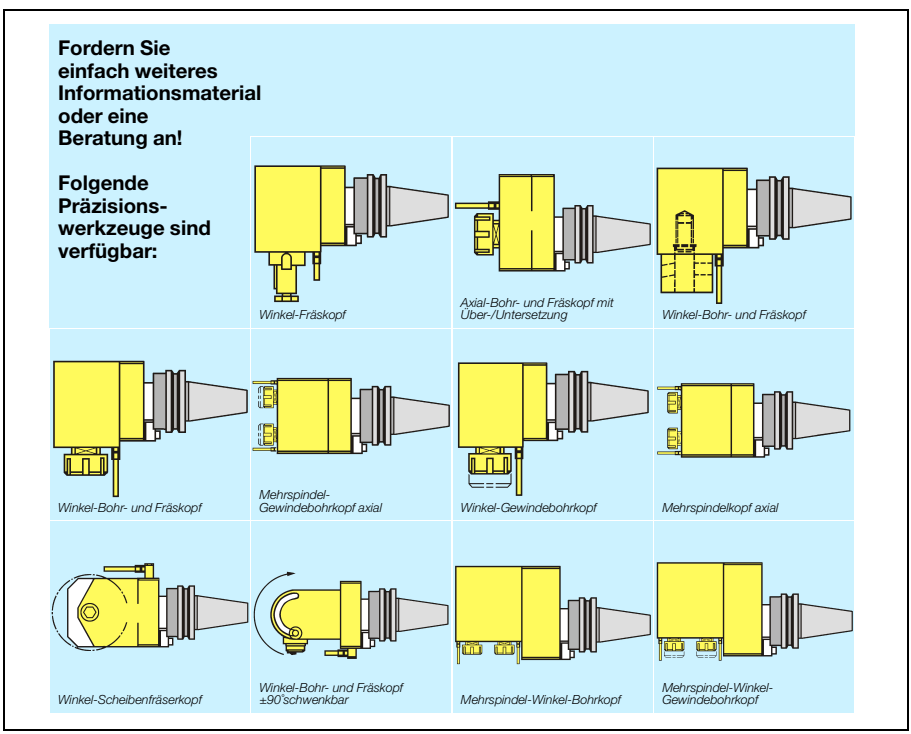


Bild 10.8 Verfügbare angetriebene Werkzeuge für den Einsatz auf Bearbeitungszentren

FRAGEBOGEN

Angetriebene Werkzeuge - für BAZ

Hoffmann Group
The Quality Company

Fragebogen bitte dem Auftrag beilegen

Wichtig: Um eine zügige Abwicklung Ihrer Anfrage zu ermöglichen, bitte die mark. Flächen unbedingt ausfüllen.

Info: Schaftwerkzeuge sind immer abhängig vom Maschinentyp/ Modell!

Firma: _____	**Ansprechpartner:** _____ **Funktion:** _____ **Abteilung:** _____ **Telefon:** _____ **Fax:**

⊘ **Maschinenhersteller (z.B. Heller):** _____	⊘ **Modell (z.B. BEA 05):** _____ **Masch.-Nr. & Baujahr:** _____

Werkzeugtyp:			**Maschinenseitige Aufnahme:**	
Axial mit Übersetzung	EK	IK/EK	SK	Größe: _____
Radial	EK	IK/EK	BT	Größe: _____
Mehrspindelbohrkopf	EK	IK/EK	HSK	Größe: _____
Schwenkbar +/- 90°	EK	IK/EK		
Andere:			Andere: _____	

Momentenstütze	Kühlmittelzufuhr	Ja	Nein
Automat. WZ-Wechsel	durch	Bolzen	HSK
Handwechsel	DIN 69871 Form B		BT, CAT zentral
Axiale Abstützung	DIN 69871 Form AD		Andere: _____

Angaben zum Werkzeug:
Max. WZ-⌀ ohne freie Nebenplätze: _____
Max. WZ-⌀ mit freien Nebenplätzen: _____
Max. WZ-Länge: _____
Max. Wechselmoment: _____
Vertikalmaschine Horizontalmaschine

Werkzeugaufnahme:
Spannzange/ Form ER _____
_____

Bemerkungen: _____
_____
_____

3 Auswuchten von Werkzeugaufnahmen



- Kompaktes **Tischgerät** mit Touchscreen
- Stationäres Auswuchten (1+2 Ebenen) von Werkzeugen (z.B. SK, HSK) und Werkstücken (Rotoren)
- Auf Werkbank stellen, einschalten, loslegen



- Kompaktes, **mobiles Gerät** (1+2 Ebenen)
- Auswuchten an beliebigen Werkzeugmaschinen und Anlagen
- Insbesondere bei unsymmetrischen Drehteilen
- Messung unter Betriebsbedingungen

Bild 10.9 Auswuchtstation BMT

Unwuchten entstehen, wenn der Rotorschwerpunkt außerhalb seiner Drehachse liegt (vgl. *Bild 10.10,* Versatz *e*). Sie können unterschiedliche Ursachen haben wie z.B.:

- Unsymmetrische Bauweise des Rotors (Greiferrille nach DIN 69871 oder Spannschraube bei Weldon-Flächenspannfuttern)
- Unsymmetrische Massenverteilung durch Rundlauffehler
- Fluchtungsfehler bei Montage eines Rotors aus mehereren Bauteilen (Modulare Schnittstelle, z.B. Frässpindel und Werkzeugaufnahme)
- Rundlauffehler in der Lagerung des Rotors (z.B. Lagerung der Spindel)

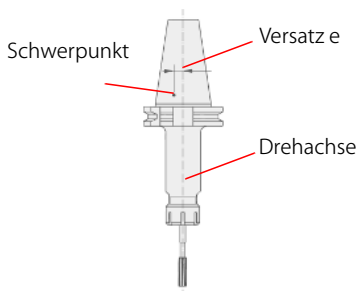


Bild 10.10 Unwucht

Die **Folge** der Unwucht ist, dass

- Fliehkräfte die Spindellagerung belasten (Zerstörung der Spindel möglich),
- Vibrationen die Oberflächengüte des Werkstückes verschlechtern können oder
- die Fertigungsgenauigkeit abnimmt sowie
- die Werkzeugstandzeiten wesentlich verkürzt werden.

Deshalb wird ein **Auswuchten** notwendig. Beim Auswuchten wird die unsymmetrische Massenverteilung eines Rotors wieder ausgeglichen. Dies kann geschehen durch:

- Anbringen einer Masse
- Verstellen von Massen
- Entfernen von Massen

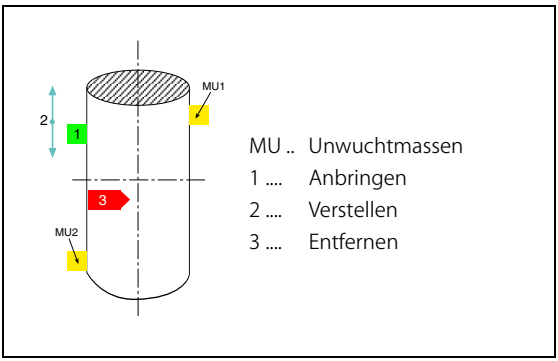


Bild 10.11 Auswuchtmöglichkeiten

3.1 Auswuchten einer statischen Unwucht

Die statische Unwucht ist auch bei stillstehenden Rotor messbar. Sie bewirkt bei Rotation eine Fliehkraft senkrecht zur Drehachse. Es ist ein Auswuchten in einer Ebene erforderlich. Dabei ist die Lage der Auswuchtebenen beliebig (vgl. *Bild 10.12*)

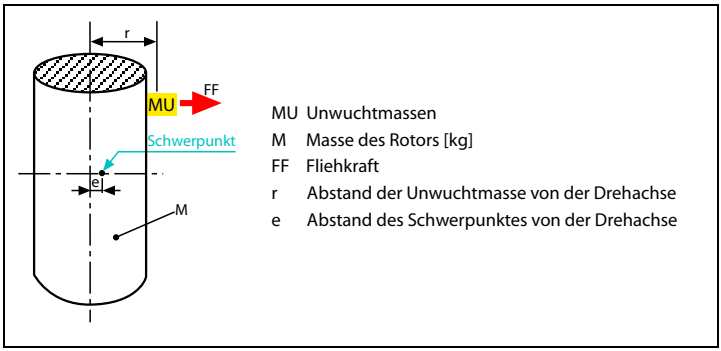


Bild 10.12
Statische Unwucht

3.2 Auswuchten einer dynamischen Unwucht

Die Kombination aus statischer und Momentenunwucht bewirkt bei Rotation eine Taumelbewegung (Fliehkräfte windschief zur Drehachse). In diesem Fall ist das Auswuchten in zwei Ebenen erforderlich. Dabei sollte die Lage der Auswuchtebenen einen möglichst großen Abstand haben.

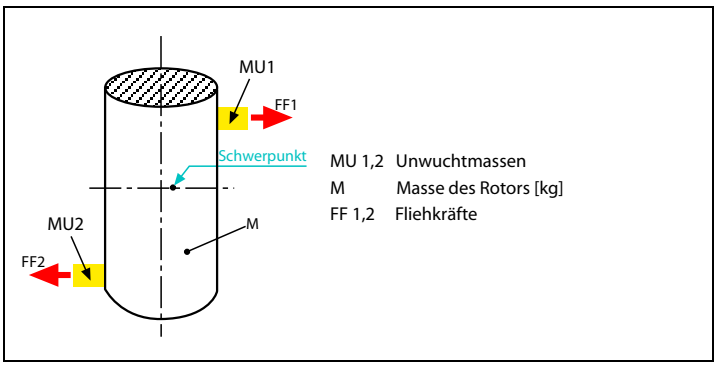


Bild 10.13 Dynamische Unwucht

3.3 Wuchtgüte und Restunwucht

Die Genauigkeit einer Auswuchtung wird mit der **Wuchtgüte G** angegeben. Sie gilt **nur für eine bestimmte Betriebsdrehzahl** des Rotors. Aus Wuchtgüte, Betriebsdrehzahl und Gewicht des Rotors wird die zulässige **Restunwucht U_{zul}** berechnet. Es gelten folgende Zusammenhänge:

$$U_{zul} = \frac{G \cdot M}{n} \cdot 9549$$

U_{zul}	Zulässige Restunwucht des Rotors [gmm]	
G	Wuchtgüte	(Gl. 10.1)
M	Gewicht des Rotors [kg]	
n	Betriebsdrehzahl des Rotors [U/min]	
9549	Umrechnungsfaktor	

Zur Veranschaulichung des Wertes der zulässigen Restunwucht ist es günstig, die Unwucht in **Exzentrizität *e*** umzurechnen (*Gl. 10.2*).

$$e_{zul} = \frac{U_{zul}}{M}$$

e_{zul}	zulässige Exzentrizität [µm]	
U_{zul}	zulässige Restunwucht [gmm]	(Gl. 10.2)
M	Gewicht des Rotors [kg]	

Zu beachten ist, dass selbst neuwertige Spindeln einen Rundlauffehler von bis zu 3 µm aufweisen, was einer Exzentrizität von $e = 1{,}5$ µm entspricht. Als **Fazit** gilt:

In der Praxis ist eine zulässige Restunwucht von **weniger als 1 gmm nicht darstellbar.**

Berechnungsbeispiel erzielbare Genauigkeit:

Ein Fräser wird in eine Spannzange gespannt (Gesamtgewicht 0,8 kg). Das Werkzeug soll bei einer Drehzahl von 15.000 U/min eingesetzt werden. Der Spindelhersteller verlangt eine Wuchtgüte von G 2,5.

Zulässige Unwucht:

$$U_{zul} = \frac{G \cdot M}{n} \cdot 9549 = \frac{2{,}5 \cdot 0{,}8}{15000} \cdot 9549 = \mathbf{1{,}3\ gmm}$$

Zulässige Exzentrizität:

$$e_{zul} = \frac{U_{zul}}{M} = \frac{1{,}3 \cdot gmm}{0{,}8 \cdot kg} = \mathbf{1{,}6\ \mu m}$$

Der Schwerpunkt der Aufnahme darf also um maximal 1,6 µm aus der Drehachse versetzt sein. Beim Auswuchten wird als Drehachse die Achse des Steilkegels bzw. der HSK-Schnittstelle angenommen.

Bild 10.14 zeigt die **zulässige Restunwucht** in Abhängigkeit der Gütestufen und Drehzahlen nach DIN ISO 1940.

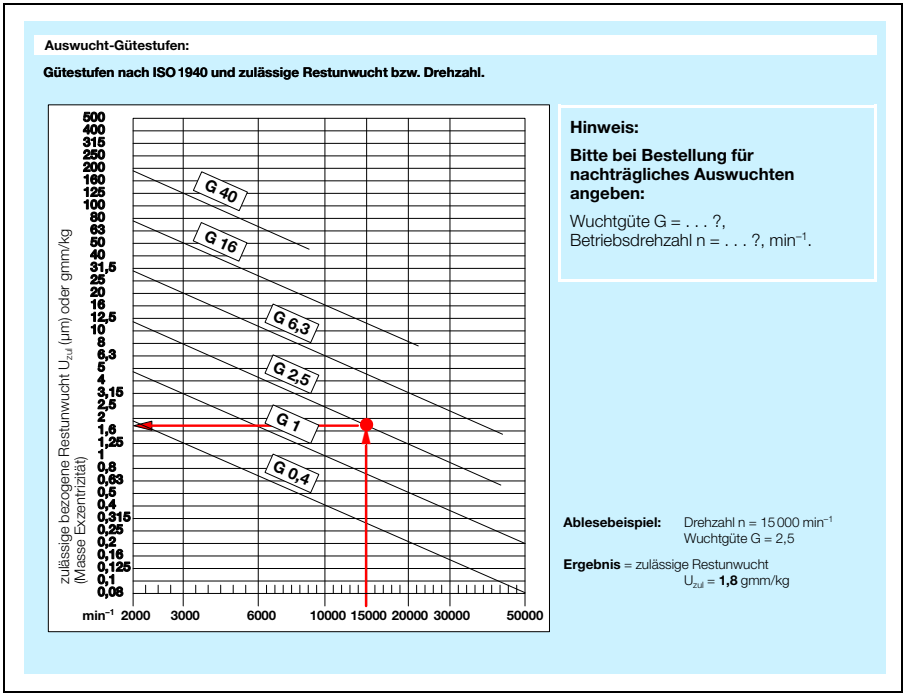


Bild 10.14 Zulässige Restunwucht und Betriebsdrehzahlen in Abhängigkeit der Gütestufen nach DIN ISO 1940

Wichtig bei hohen Drehzahlen ist die ausreichende **Wuchtgüte**, nicht nur des Grundhalters allein, sondern des gesamten Werkzeugsystems. Auch wenn die einzelnen Bestandteile eines modularen Werkzeugsystems für sich gewuchtet sind, kann das zusammengesetzte System aufgrund der Montagetoleranz unwuchtig werden.

In *Bild 10.15* ist beispielhaft die Gesamtwuchtgüte zusammengesetzter Systeme dargestellt. Erkennbar ist, dass bei Verwendung eines Spannfutters mit G 6,3 und eines Fräsers mit G 16 bei einer Drehzahl von 30.000 U/min eine Gesamtwucht von G 2,37 erreicht wird.

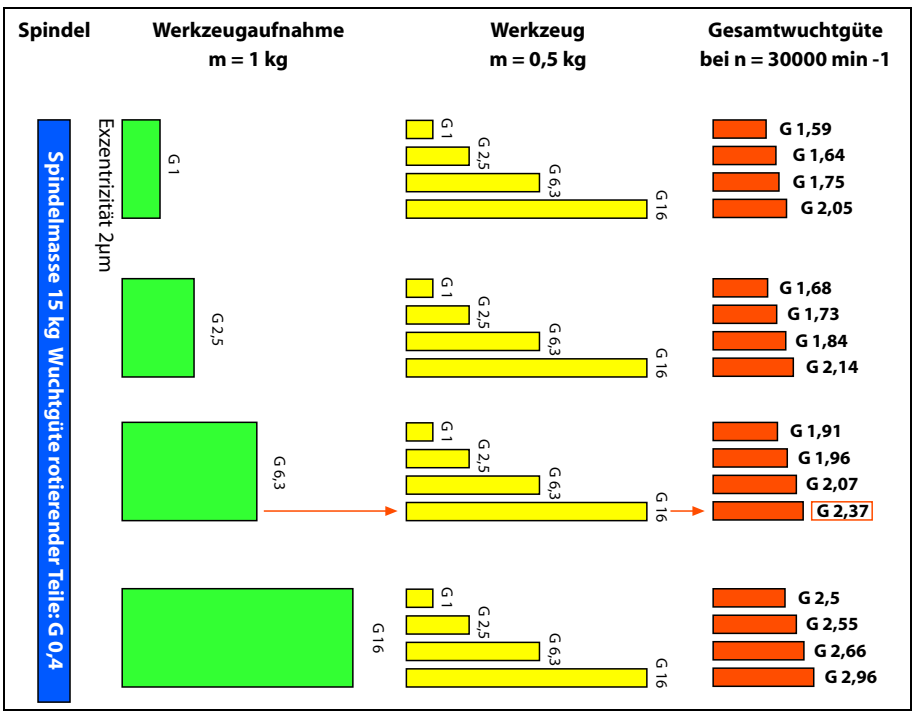


Bild 10.15 Beispielhafte Darstellung der Gesamtwuchtgüte zusammengesetzter Systeme

Heutige Werkzeug- und Spindelsysteme insbesondere für die **HSC-Bearbeitung** stoßen an die Grenzen des Auswuchtens nach Gütestufen entsprechend DIN ISO 1940. Beispielsweise beträgt die zulässige Restunwucht bei einer Drehzahl n von 10.000 U/min für die Gütestufe G 1 U_{zul} = 1 gmm (vgl. *Bild 10.15*). Dies entspricht einer zulässigen Exzentrizität von e_{zul} = 1 µm. Beim Verdoppeln der Drehzahl auf 20.000 U/min halbiert sich dieser Wert auf 0,5 gmm bzw. 0,5 µm. Da sich diese Beträge mit praxisüblichen Geräten wie schon bemerkt nicht mehr reproduzierbar messen und ausgleichen lassen, wurden auf der Basis der in der DIN ISO 1940 definierten Begriffe vom VDMA eine Richtlinie zu Auswuchtanforderungen an schnelldrehende Werkzeugsysteme erarbeitet und herausgegeben.

Als einheitliche Auswucht-Gütestufe wird **G 16** empfohlen, die einen Kompromiss zwischen dem notwendigen Schutz der Spindel sowie dem unter technischen und wirtschaftlichen Aspekten sinnvollen Auswuchten darstellt. Die sich daraus ergebenden zulässigen Exzentrizitäten e_{zul}, die oberhalb der Wechseltoleranz der Werkzeugsysteme liegen, zeigt *Tabelle 10.8*.

	Drehfrequenz [U/min]					
	10.000	15.000	20.000	25.000	30.000	40.000
	Zul. Exzentrizitäten [µm] bzw. Spezif. Restunwucht [gmm/kg]					
G 2,5	2,5	1,7	1,25	1	0,9	0,65
G 6,3	6,3	4,3	3,2	2,6	2,1	1,6
G 16	**16**	**11**	**8**	**6,5**	**5,5**	**4**
G 40	40	27	20	16	13	10

Tabelle 10.8 Zulässige Exzentrizitäten bzw. spezifische Restunwuchten für schnelldrehende Werkzeugsysteme nach VDMA-Richtlinie

4 VDI-Werkzeughalter

Die Werkzeugaufnahmen sind nach DIN 69880 / VDI 3425 genormt.

Bild 10.16 zeigt die einzelnen axialen und radialen Werkzeughalter in Abhängigkeit von der Spindeldrehrichtung **für einen Scheibenrevolver** im Einsatz. Der Einsatz für einen **Sternrevolver** ist im Abschnitt 5.1.2.2 beschrieben

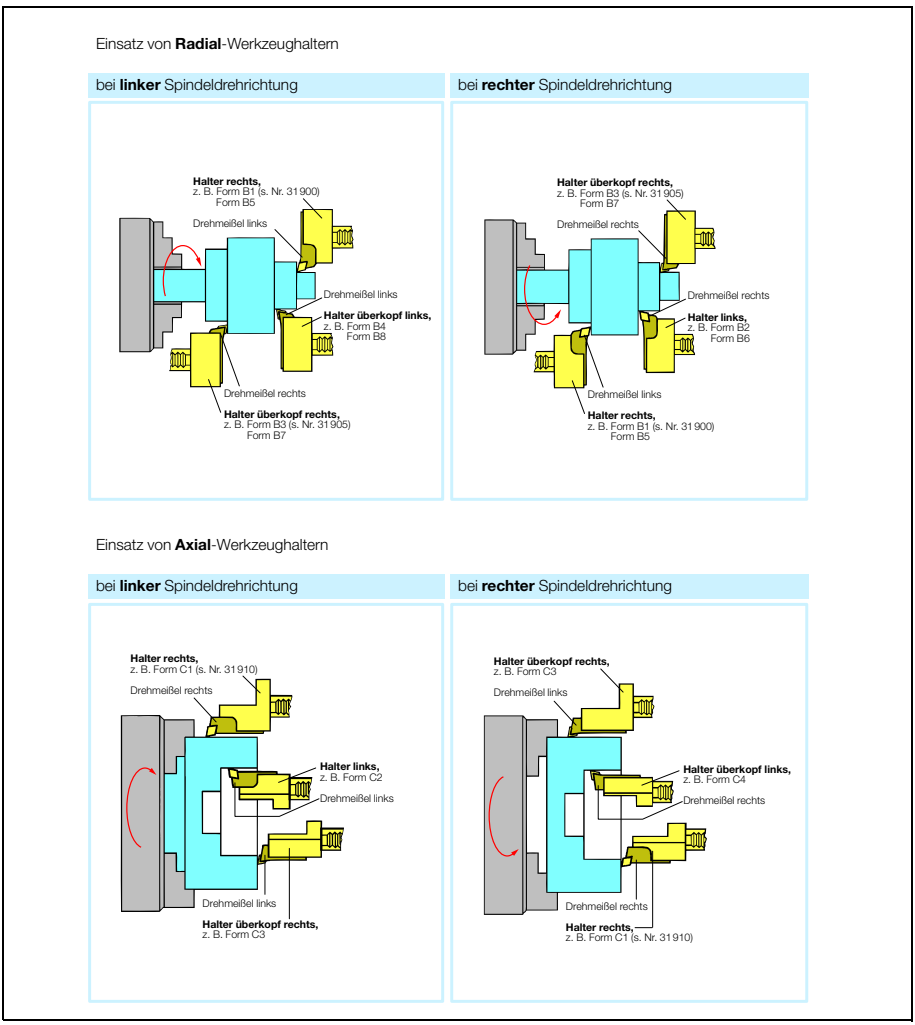


Bild 10.16 Axiale und radiale Werkzeughalter bei einem Scheibenrevolver im Einsatz

5 Angetriebene Werkzeuge für Drehzentren

5.1 Angetriebene Werkzeuge in Monoblockbauweise für Drehzentren

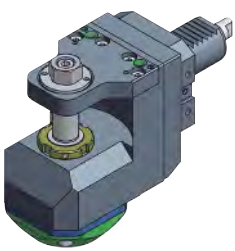
EWS-Werkzeugaufnahmen mit Zylinderschaft nach DIN 69880 sind hochpräzise ausgeführt. Der Schaft, die Verzahnung, als auch die Werkzeugbohrung bzw. Stahlauflagen sind geschliffen. Dasselbe gilt für die Prismenaufnahmen nach DIN 69881.

Unter Berücksichtigung der maschinenspezifischen Gegebenheiten stehen Werkzeugköpfe mit unterschiedlichen Übersetzungen und Bauarten zur Verfügung. Die Variantenvielfalt der Produktpalette bietet für die verschiedensten Aufgabenstellungen optimale Lösungsmöglichkeiten.

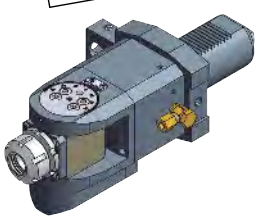
5.1.1 Bezeichnung und Ausführungen der Werkzeugköpfe

Nachfolgend sind einige Ausführungen angetriebener Werkzeuge in Monoblockbauweise aufgeführt (vgl. *Bild 10.17*).

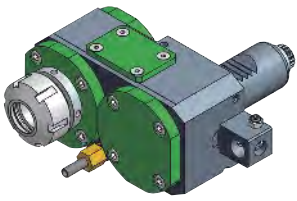
Infos/Anfragen direkt unter
www.hoffmann.ews-tools.com



Scheibenfräskopf



Winkel-Bohr- und Fräskopf, 90° schwenkbar



Axial-Bohr- und Fräskopf, achsversetzt

Bild 10.17 Angetriebene Werkzeuge – Beispiele für Spezialausführungen

Bei der Bezeichnung der Werkzeugköpfe wird vom Werkzeug, nicht von der Bearbeitung, ausgegangen, d.h. es wird unterschieden in (vgl. *Bild 10.8*):

- Axial-Kopf

  Die Werkzeugaufnahme sitzt in Verlängerung zum Schaft oder parallel achsversetzt dazu.
- Winkel- oder Radial-Kopf

  Die Werkzeugaufnahme ist abgewinkelt zum Schaft.

Weitere Präzisionswerkzeuge sind verfügbar für **Sternrevolver**.

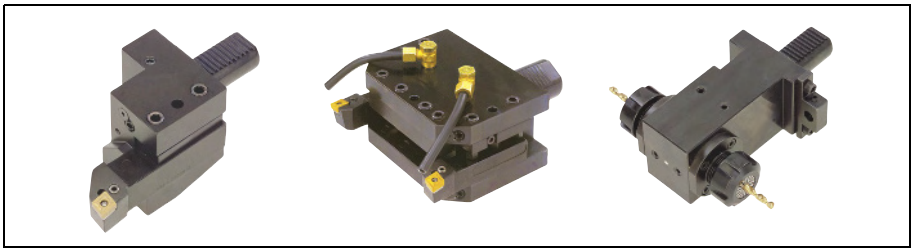
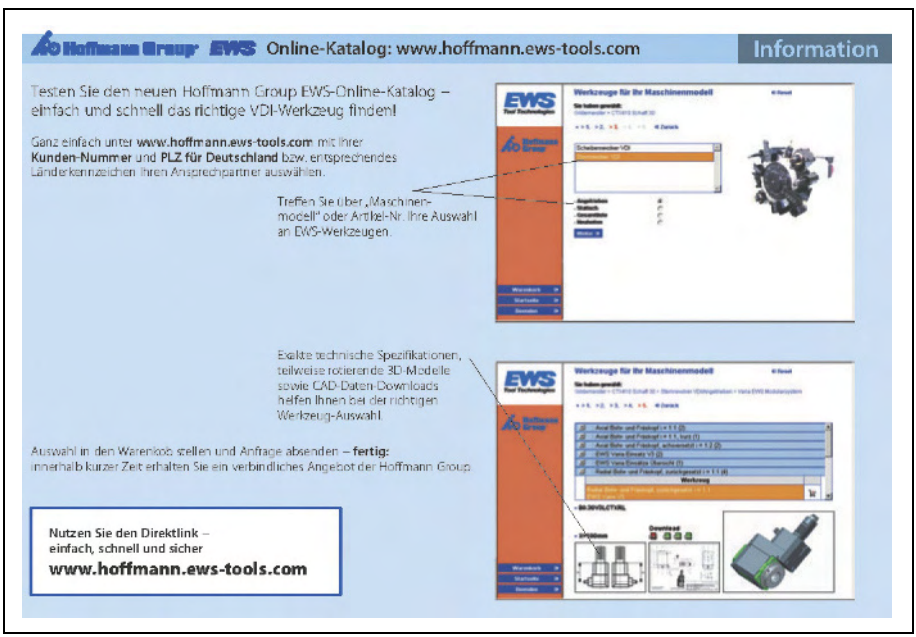


Bild 10.18 Angetriebene Werkzeuge für Sternrevolver – Beispiele



Vor Bestellung immer u.a. nachfolgendes Formular zur Spezifikation ausfüllen.

FRAGEBOGEN

Angetriebene Werkzeuge - für CNC-Drehzentren

Hoffmann Group
The Quality Company

Fragebogen bitte dem Auftrag beilegen

Wichtig: Um eine zügige Abwicklung Ihrer Anfrage zu ermöglichen, bitte die markierten Flächen unbedingt ausfüllen.

Info: Schaftmaße sind immer abhängig vom Maschinentyp/ Modell!

Firma: _____	**Ansprechpartner:** _____ **Funktion:** _____ **Abteilung:** _____ **Telefon:** _____ **Fax:**

⊗ **Maschinenhersteller (z.B. Gildemeister):** _____	⊗ **Modell (z.B. CTX 500):** _____ **Masch.-Nr. & Baujahr:** _____

Werkzeugtyp:			**Schaftdurchmesser:**
Axial	EK	IK/EK	20 mm / VDI 20
Radial	EK	IK/EK	30 mm / VDI 30
Radial zurückgesetzt	EK	IK/EK	40 mm / VDI 40
Schwenkbar +/- 90°	EK	IK/EK	50 mm / VDI 50
Andere:			Andere: _____

Ausrichthilfe vorhanden:	Ja	Nein	
Wenn ja, Art der Ausrichthilfe:			
Stift	Nutenstein		Andere: _____
Nut	Leiste		_____

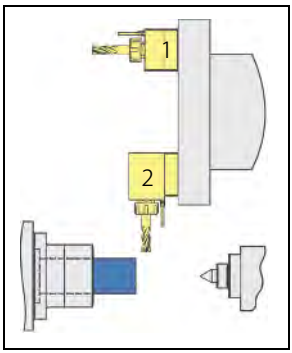
⊗ **Revolvertype/ Nr.(z.B. Sauter 05.473.516), wenn Fremdfabrikat:** Sauter Nr.: _____ Duplomatic Nr.: _____ Baruffaldi Nr.: _____ Andere: _____ _____ _____	**Antrieb:** Kegelrad Keilwellenprofil Zweiflach, Größe: _____ Andere: _____ _____

Werkzeugaufnahme:	
Spannzange/ Form	ER

Bemerkungen: _____
_____
_____

5.1.2 Einsatzmöglichkeiten am Revolverkopf

5.1.2.1 Scheibenrevolver



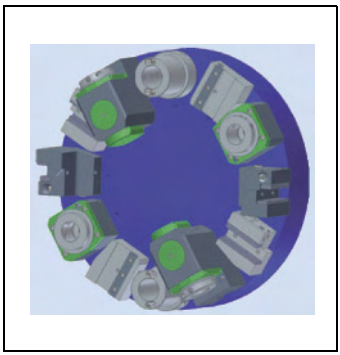


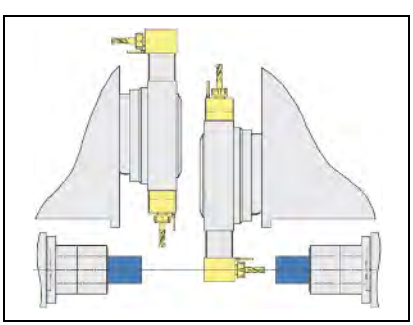
Bild 10.19
Einsatz angetriebener Werkzeuge auf Drehzentren mit Scheibenrevolver

Im *Bild 10.19* ist der Einsatz der angetriebenen Werkzeuge auf Scheibenrevolver prinzipiell dargestellt. Dabei sitzen die Werkzeuge auf der Planseite des Revolvers. Die Axial-Köpfe arbeiten in axialer Richtung (Werkzeugkopf 1) und die Winkel-Köpfe in radialer Richtung (Werkzeugkopf 2). Dabei ist bei den Winkel-Köpfen der Flugkreis zu beachten.

5.1.2.2 Sternrevolver

Beim Sternrevolver sitzen die Werkzeuge am Umfang des Revolvers (vgl. *Bild 10.20)*. Hier ist die Lage des Revolvers zur Spindel wichtig:

- Revolver **senkrecht** zur Spindel: Axial-Kopf = Radial-Bearbeitung
  Winkel-Kopf = Axial-Bearbeitung
- Revolver **parallel** zur Spindel: Axial-Kopf = Axial-Bearbeitung
  Winkel-Kopf = Radial-Bearbeitung



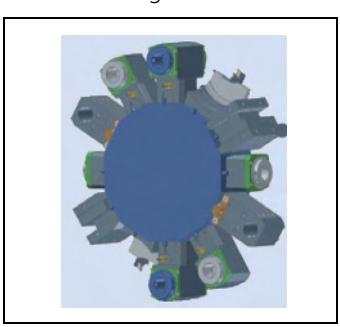


Bild 10.20 Einsatz angetriebener Werkzeuge auf Drehzentren mit Sternrevolver

Maschinen mit Sternrevolver besitzen oft eine Rückseitenspindel (Subspindel). Somit sind rechte und linke Werkzeuge einsetzbar als auch Werkzeuge 180° umsetzbar.

- **Rechtes Werkzeug:**

  Das Werkzeug liegt mit dem Schaft vom Körper weg. Die Verzahnung liegt oben. Wird von oben auf das Werkzeug gesehen – liegt die Schneide rechts.

- **Linkes Werkzeug**

  Werkzeug und Schaft liegt analog oben beschrieben. Die Schneide zeigt jedoch nach links.

5.2 Angetriebene Werkzeuge (AGW´s) in Modularbauweise

EWS-VARIA ist ein auf Drehmaschinen abgestimmtes modulares Schnellwechsel-System, welches ein flexibles und präzises Wechseln der Werkzeugköpfe in Sekunden erlaubt. Das EWS-System berücksichtigt die eingeschränkten Platzverhältnisse von Drehzellen, so dass die Baulängen des Werkzeugsystems möglichst kurz gehalten werden, um zum einen Freiräume in der Bearbeitung zu sichern und zum anderen ein gefahrenfreies Wechseln der Einsätze zu gewährleisten.

Das Lösen des Werkzeugs erfolgt über nur eine Klemmschraube, die um 210° gedreht werden muss (Spannung querkraftfrei, Einhandbedienung). Mit Hilfe des mechanisch beaufschlagten Auswerfersystem lassen sich die Werkzeugeinsätze leicht aus der Aufnahme lösen, selbst dann noch, wenn sie durch Kühlemulsion verklebt sind.

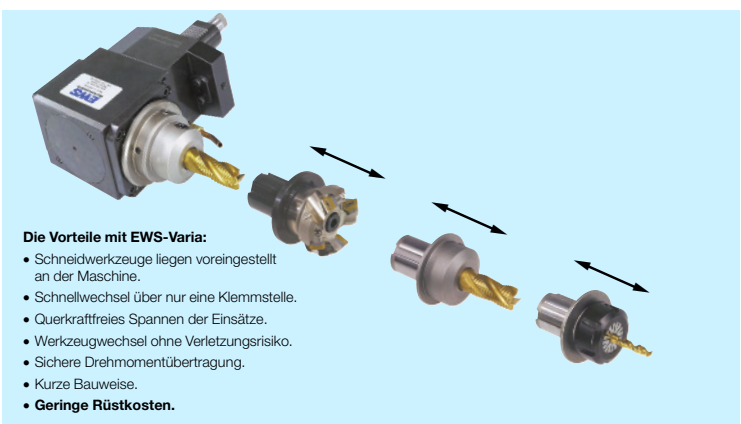


Bild 10.21 EWS-VARIA

Revolver-Schnittstellen

Bild 10.22 zeigt die gängigsten Revolver-Schnittstellen. Damit lassen sich ca. 80% der Kundenbedarfe abdecken.



Bild 10.22 Revolver-Schnittstellen

5.3 Vor- und Nachteile verschiedener Antriebe

DIN-Schaft und Antrieb durch den Schaft

- Einfaches Klemmen → dadurch kurze Rüstzeiten,
- Hoher Ausrichtaufwand bei nicht axialen Köpfen,
- Begrenzte Dimensionierung von Lagerung usw.,
- Werkzeuge neigen zum Abheben bei Schwerzerspanung,
- Teilweise Austauschbarkeit auf unterschiedlichen Maschinen verschiedener Hersteller

DIN-Schaft und externer Antrieb

- Einfaches Klemmen → dadurch kurze Rüstzeiten,
- Meist kein Ausrichten, da externer Antrieb als zusätzliche Positionierung dient,
- Stärkerer Antrieb möglich,
- Kostenintensiver, da oft Getriebestufe nötig (z. B. Axial-Köpfe),
- Abheben der Köpfe bei Schwerzerspanung,
- Keine Austauschbarkeit zu Maschinen verschiedener Hersteller

Rundschaft und Anschraubung

- Hohe Stabilität,
- Kein Abheben bei Schwerzerspanung,
- Keine Schwächung des Schaftes durch Verzahnung,
- Einfaches Umsetzen (rechte und linke Werkzeuge),
- Hohe Momentübertragung durch größere Schäfte,
- Hoher Rüstaufwand durch langwieriges Schrauben,
- Köpfe nicht austauschbar für Maschinen verschiedener Hersteller

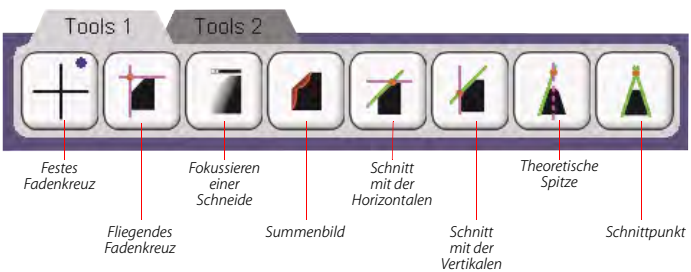
6 GARANT Voreinstellgerät VG1

Das GARANT Voreinstellgerät VG1 gewährleistet eine immer gleiche, bedienerunabhängige und präzise Messung bzw. Einstellung wichtiger Werkzeuge an der Maschine oder der Fertigungsinsel.

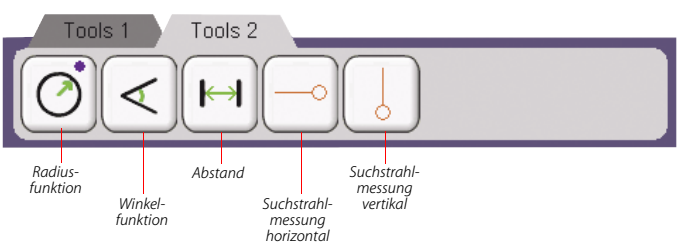
Durch einen verwindungssteifen Körper ist es stabil und solide wie seine Arbeitsleistung. Dank überzeugender Ergonomie und einer leichten Bedienbarkeit kann jeder Anwender schnell das gewünschte Ergebnis mit einer Messgenauigkeit von 1 µm einstellen, einrichten und überprüfen. Das Gerät ist mit nur einer Hand bedienbar.

Kernbestandteile des VG1 sind sein Panel-PC mit innovativer Messsoftware sowie ein hochpräziser 15-Zoll-TFT-Touchscreen-Monitor. Die Basisversion des Voreinstellgerätes VG1 ist mit einer SK50 Spindelhülse mit integrierter Eichkante ausgestattet.

Funktionsleiste –
Basis Messfunktionen:



Erweiterte Messfunktionen



GARANT 360° Tooling

GARANT Voreinstellgerät VG1

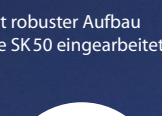
Das Voreinstellgerät VG1 glänzt mit absoluten Highlights

- Einzigartiges Design
- 15"-Touchscreen
- Einfache Bedienung über Symbole
- Ablagemöglichkeiten
- Grundkörper aus Hartgestein, damit robuster Aufbau
- Eichvorrichtung an Grundaufnahme SK 50 eingearbeitet
- z = 500 mm / x = 400 mm



CMOS Digitalkamera

- Schnelles Live-Bild mit 30 Bildern/s
- Telezentrische Optik zur akkuraten Abbildung des Werkzeuges auf dem Kamerachip



Einhandbedienung

- Mit elektromagnetischer Schnellverstellung



SK 50 Spindel

1. Spindel mit Eichkante
2. Indexierung 4 × 90°
3. Feststellbar

Endlosfeinverstellung

- In x- und z-Achse

Robuste Konstruktion

- Verwindungssteifer Granit verleiht dem Gerät eine hohe Stabilität
- Turm besteht aus einer robusten, geschweißten Stahlkonstruktion
- Glasmaßstäbe mit 1 µm Auflösung

Premium Quality by Hoffmann Group

Intelligent und benutzerfreundlich

Bildverarbeitungssoftware mit vollem Funktionsumfang
für die Werkzeugvoreinstellung. Intuitiv zu bedienen durch:

- Klar strukturierte Oberfläche
- Wichtige Funktionen sind einfach und direkt erreichbar
- Funktionen werden über selbsterklärende Symbole angewählt



Optional: GARANT Unterbauschrank Nr. 35 4765

Koordinatenanzeige

- Inkrementelles Messen
- Achsen getrennt vermessen

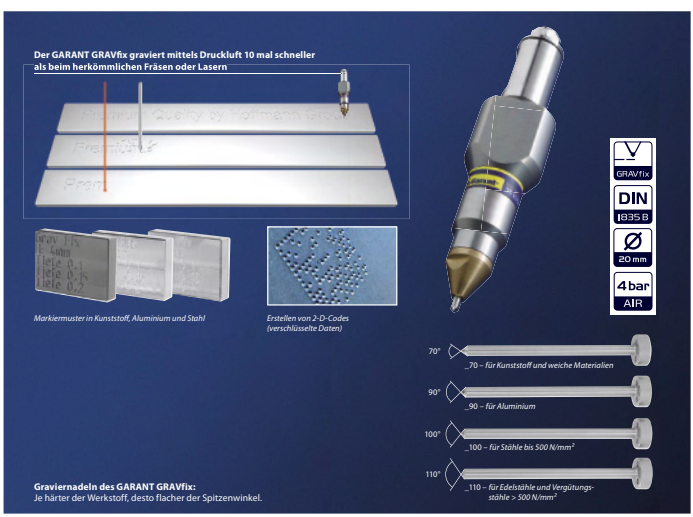


7 NC-Nadelmarkierer GARANT GRAVfix für automatischen Werkzeugwechsel

Einsatzgebiete:

Bei Werkstücken aus den Bereichen Luft- und Raumfahrt, Automotive, Medizintechnik, Sondermaschinenbau, Werkzeug- und Formenbau, etc.

- Einspannung in Standard-Weldon-Aufnahme o. ä. für automatischen Werkzeugwechsel
- Betrieb mit stehender Arbeitsspindel
- Hohe Markier- / Schreibgeschwindigkeit
- Mit 4 bar Druckluft angetrieben
  - Spindel mit Dauerblasluft (M-Funktion der Maschinensteuerung
  - Bei Spindel ohne Dauerblasluft über mitgelieferten Adapter
- 6000 Punkte/min
- Geringe Materialverdichtung – kein zusätzliches Entgraten notwendig
- Rationelle Einbindung der Beschriftung in den Zerspanungsprozess
- (kein separater Arbeitsgang)
- Zuverlässigkeit – saubere Lesbarkeit – korrekte Bezeichnung durch Ablauf über CNC-Maschinenprogramm – Teilemarkierung ist Bestandteil des automatischen Fertigungsprozesses
- Enormes Einsparungspotential beim integrierten Teilebeschriften
- (kein zusätzlicher Umrüstvorgang erforderlich = Rüstkostenersparnis)
- Erhebliche Standzeitvorteile
- Präge-Verfahren, dadurch auch speziell für dünnwandige Teile sehr gut geeignet - kaum Kerbwirkung / kaum Verletzung von Materialfasern



8 Nullpunkt-Spannsystem GARANT ZeroClamp

Das GARANT ZeroClamp Nullpunktspannsystem ist ein professioneller Baukasten zum direkten Spannen von Paletten, Schraubstöcken oder Werkstücken, gepaart mit Schnelligkeit, Kraft und höchster Präzision. Nullpunktspannsysteme tragen deutlich zur Minimierung von Rüst-, Wechsel- und Nebenzeiten bei. Mit vorgerüsteten Paletten lässt sich die Maschinenlaufzeit beim Einsatz des Nullpunktspannsystems GARANT ZeroClamp um bis zu 90% erhöhen, ohne dass dabei hohe Investitionskosten und Erhaltungsaufwendungen entstehen.

Passend auf alle Maschinentypen kann GARANT ZeroClamp für alle Anwendungsfälle individuell und schnell angepasst werden. Das Nullpunktspannsystem GARANT ZeroClamp entfaltet seine vollen Fähigkeiten überall dort wo häufig umgerüstet wird wie z.B. im Prototypenbau oder bei der Fertigung von Klein- und Mittelserien.

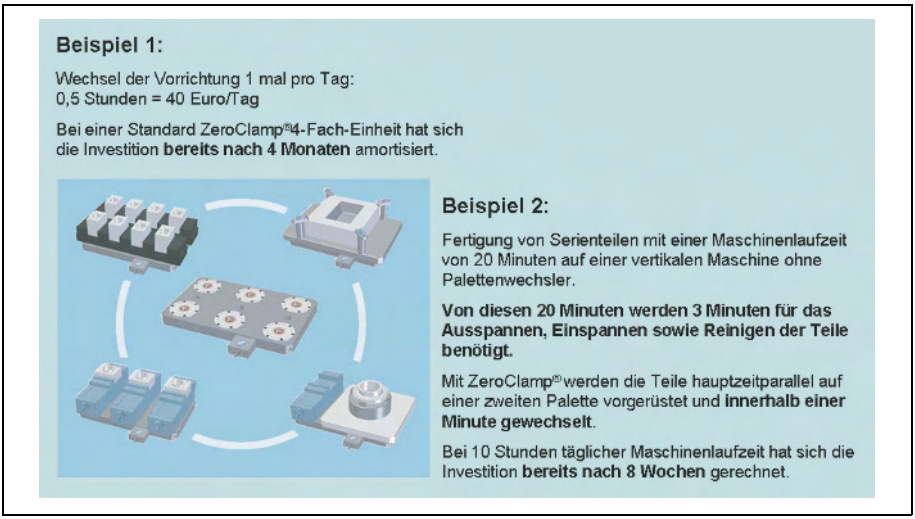


Bild 10.23 Vorteile des Nullpunktspannsystems GARANT ZeroClump

8.1 Aufbau und Merkmale GARANT ZeroClamp

Das Nullpunkt-Spannsystem GARANT ZeroClamp ist einfach und robust aufgebaut. Es gibt keine Kugelkäfige oder offen laufende Spannzangen. Zusätzlich ist die Mechanik gegen Einflüsse von außen abgedichtet.

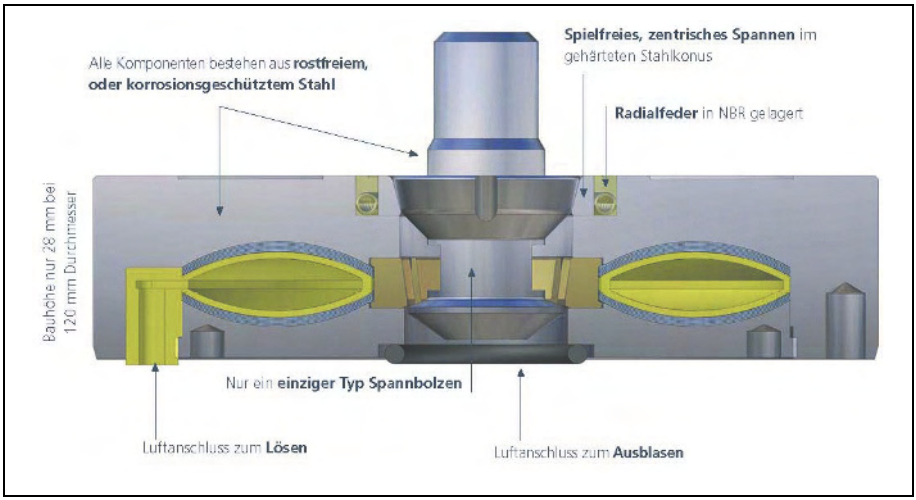


Bild 10.24 Aufbau des GARANT ZeroClamp Nullpunktspannsystem

Herausragende Merkmale sind:

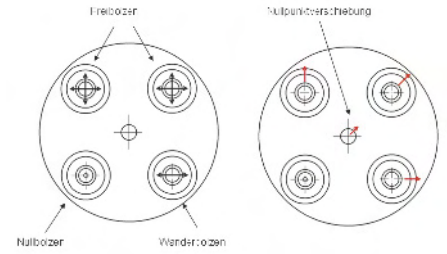
- Spielfreies Spannen über Konen, Wiederholgenauigkeit < 5 µm
- Enorme Haltekräfte von 25 kN bei Spanntopf Ø 120 mm (auch bei Vertikalarbeiten stabil und präzise)
- Besitzt integrierte Ausgleichsfunktion (Thermosymmetrie, siehe *Bild 10.25*)
- Fixierung erfolgt immer nur mit einem Standard-Bolzentyp (keine Wander-Schwert- oder Freibolzen – damit höchste Kompatibilität)
- Einfach und robust aufgebaut (ohne filigrane Kugelkäfige etc.) und somit auch kostengünstig herstellbar
- Erreicht Werte hydraulischer Spannsysteme aufgrund seines Klemmprinzips (wird pneumatisch geöffnet und spannt über Federspeicher)
- Dämpft Schwingungen
- Unempfindlich gegen Späne und Schmutz
- Nicht selbsthemmend, d.h. bei einem etwaigen Ausfall kann die Palette über Abdruckschrauben entfernt werden (erforderliche Kraft ca. 25 kN pro Spannstelle bei 5 bar Version)
- Einfache Handhabung. Selbst ungelernte Arbeitskräfte können die Vorrichtung wechseln ohne dabei Fehler in Bezug auf die Positionierung zu machen

Ohne Thermosymmetrie

→ Nullpunktverschiebung

Übliche Systeme gleichen thermische Schwankungen oder andere Ungenauigkeiten durch sogenannte Wanderbolzen aus.

Speziell bei Rundachsen ergibt sich dabei eine Verlagerung aus dem Zentrum der Achse hinaus



GARANT ZeroClamp ist thermo-symmetrisch

→ Keine Nullpunktverschiebung

Kompensation möglicher thermischer Ausdehnungen der Palette. Die einvulkanisierten und mit Radialfedern versehenen Spannkonen ermöglichen eine Ausgleichsfunktion.

Dadurch bleibt das Zentrum der Palette selbst bei thermischen Änderungen immer im Zentrum des Palettenträgers.

Bei Rundachsen ist damit gewährleistet, dass der Palettennullpunkt immer in der Drehachse liegt.

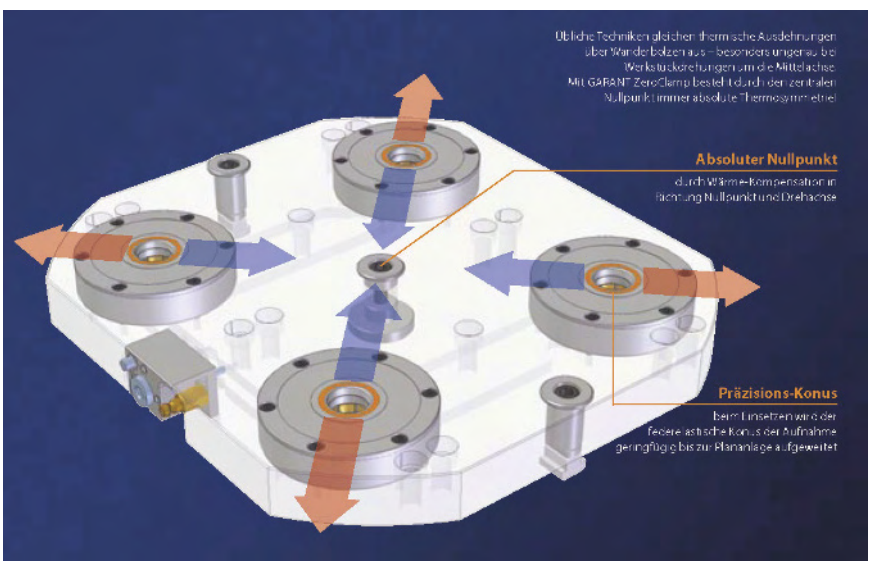


Bild 10.25 Kompensation möglicher thermischer Fehler

8.2 Funktionsprinzip GARANT ZeroClamp

GARANT ZeroClamp funktioniert ähnlich wie ein HSK Werkzeugkegel. Dabei wird durch die Elastizität der Schnittstelle sowohl eine radiale Spielfreiheit, als auch eine axiale Plananlage gewährleistet.

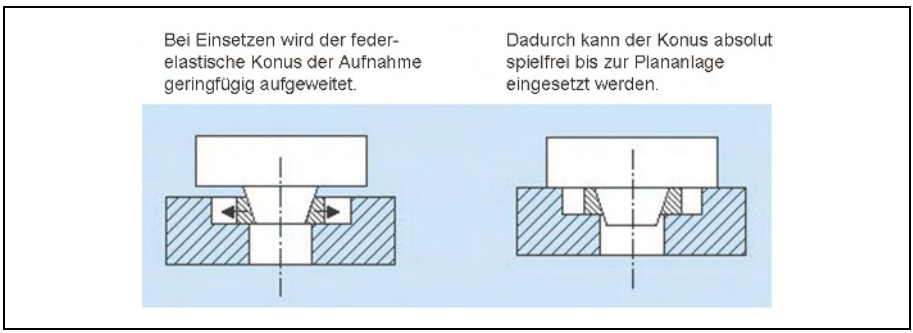


Bild 10.26 Spielfrei Spannen

Nachfolgend dargestellt ist das Funktionsprinzip. Nur 5 bar Druckluft sind zum Lösen der Spannbolzen erforderlich. Die Verriegelung erfolgt dabei über Federspeicher.

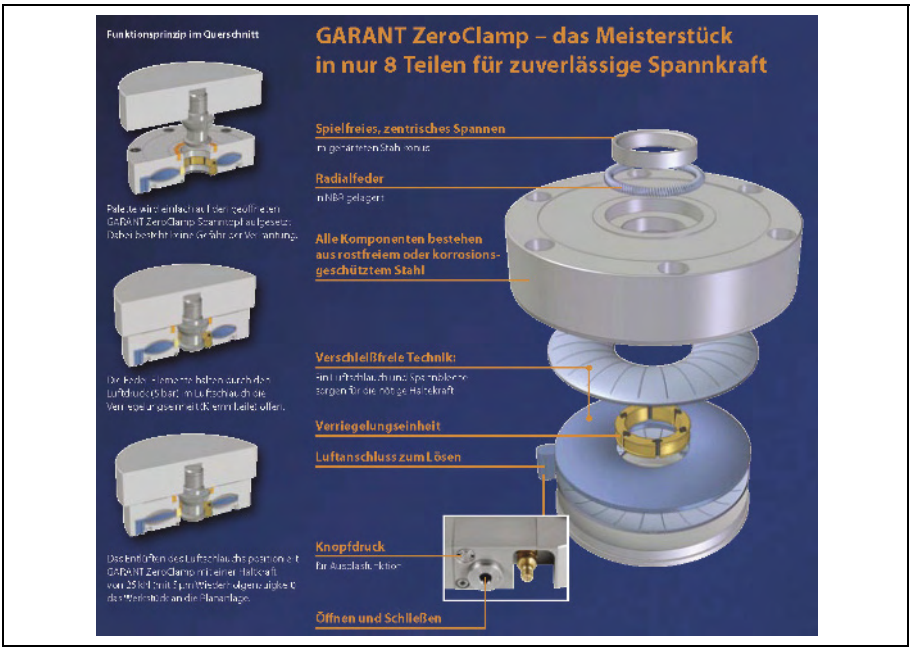
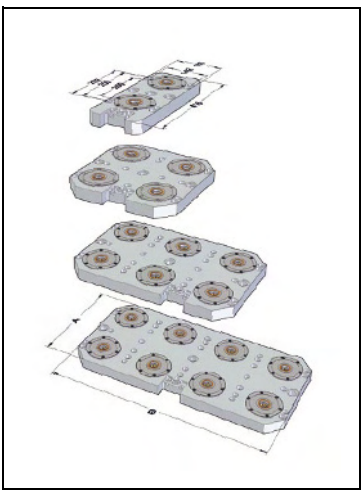


Bild 10.27 Funktionsprinzip GARANT ZeroClamp im Querschnitt

8.3 Standardspannsystem und kundenspezifische Lösungen

Das Spannsystem lässt sich durch seine einfache Technik problemlos in alle Anwendungen und individuellen Fertigungsprozesse integrieren. Kundenspezifische Anpassungen werden mit Hilfe eines speziellen Bolzens ermöglicht, der GARANT ZeroClamp mit den bestehenden Spannabläufen zusammenfügt.

8.3.1 Standardspannsystem für vertikale Maschinen

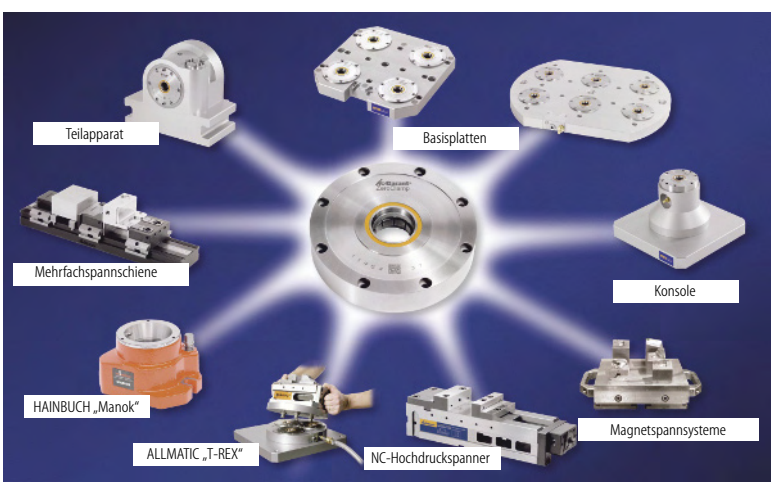


Grundplatten gibt es in günstigen Standard-Starter-Sets bestehend aus 2fach, 4fach und 6fach Einheiten. Die Spannsysteme sind mit Senkbohrungen für Innensechskantschrauben versehen. Die Bohrungen sind für 3 verschiedene T-Nuten-Abstände (63, 100 bzw. 125 mm) verwendbar. Zusätzlich befinden sich in jeder Basiseinheit eine Zentrumsbohrung Ø 25 H7 zur Aufnahme eines Zentriersatzes sowie zwei außen angeordnete Bohrungen Ø 25 H7 für Richtsätze zum Positionieren in der Richtnut. Das Stichmaß beträgt 200 mm in beiden Richtungen (X und Y).

Bild 10.28 Standardspannsystem für vertikale Maschinen

Eine Basis – größte Flexibilität

GARANT ZeroClamp Nullpunkt-Spannsystem für vielfältige Einsatzmöglichkeiten



8.3.2 Standardspannsystem für horizontale Maschinen mit Palette 500 x 500

Das Spannsystem für horizontale Maschinen setzt sich aus folgenden Teilen zusammen:

- **Basisplatte** mit 6 Spanntöpfen (zur Aufnahme der Spanntürme)
  Die Basiseinheit ist mit Senkbohrungen für Innensechskantschrauben M16 im Raster 100 mm versehen. Mittels dieser wird sie am Maschinentisch verschraubt. Zusätzlich befinden sich in jeder Basiseinheit eine Zentrumsbohrung Ø 25 H7 zur Aufnahme eines Zentriersatzes sowie zwei außen angeordnete Bohrungen Ø 25 H7 für Richtsätze zum Positionieren in der Richtnut.
- **Spanntürme** (werden auf die Basisplatte aufgesetzt)
  Die Spanntürme sind in zwei Ausführungen lieferbar. Zum einen mit seitenweise im Paket schaltbaren Spanntöpfen ohne Indexiervorrichtung und zum anderen mit seitenweise einzeln schaltbaren Spanntöpfen mit Indexiermöglichkeit.

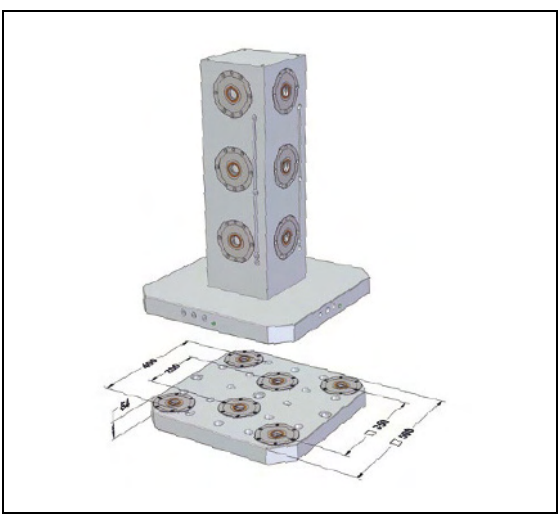


Bild 10.29 Standardspannsystem für horizontale Maschinen

8.3.3 Kundenspezifische Lösungen

In jeder Basiseinheit befindet sich eine Zentrumsbohrung Ø 25 H7 zur Aufnahme eines Zentriersatzes sowie zwei außen angeordnete Bohrungen Ø 25 H7 für Richtsätze zum Positionieren in der Richtnut.

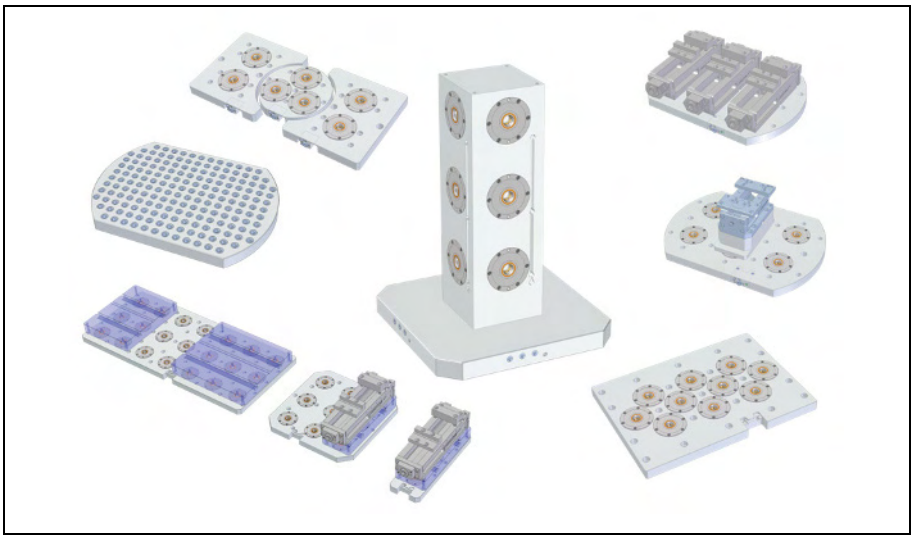


Bild 10.30 Kundenspezifische Lösungen GARANT ZeroClamp

8.3.4 Spanntöpfe

- Zum individuellen Einbau in die Spannvorrichtung
- Ausführung:
  Alle Komponenten aus rostfreiem oder korrosionsgeschütztem Stahl.

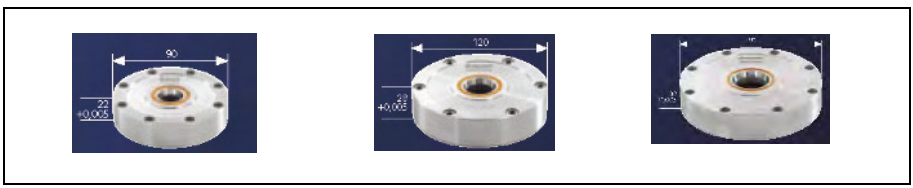


Bild 10.31 Spanntöpfe für individuellen Einbau

8.3.5 GARANT Mehrfachspannschiene (80 bzw. 120 mm breit)

Die GARANT Mehrfachspannschiene macht das Nullpunkt-Spannsystem GARANT ZeroClamp noch flexibler und leistungsfähiger. Aber auch für Benutzer anderer Spannsysteme bietet die Mehrfachspannschiene einzigartige Modularität, Rüstkostenreduzierung, Prozesssicherheit und ein optimales Preis-Leistungs-Verhältnis.

Die Mehrfachspannschiene von GARANT zeichnet sich durch ihre hohe Modularität und praxisgerechte Handhabung aus. Es können sowohl Kleinteile in Mehrfachaufspannungen als auch größere Werkstücke optimal gespannt werden. Die Mehrfachspannschiene ist endlos koppelbar, so dass der Spannbereich stets ausreichend ist.

Ausführung:

- Alle Funktionsflächen präzisionsgeschliffen
- Wiederholgenauigkeit 0,005 mm
- Basisschiene und Backen randschichtgehärtet
- Kompakte modulare Bauform, hohe Spannkraft bis 40 kN (bei Spannschiene 120 mm)
- maximales Anzugsmoment 25 Nm
- Befestigungsbohrbild für GARANT ZeroClamp Nullpunkt-Spannsystem (Stichmaß 200 mm) serienmäßig
- Lineal auf der Basisschienenoberfläche ermöglicht schnell wiederholbares Positionieren der Spannaufsätze in der Verzahnung der Spannschiene
- Einfaches Spannen über Drehmomentschlüssel

Verwendung:

- 5-Seitenbearbeitung auf Mehrachs-Bearbeitungszentren
- Wirtschaftliche Lösung im Einsatz mit dem Nullpunkt-Spannsystem GARANT ZeroClamp oder auf Palettier- bzw. Automatisierungssystemen

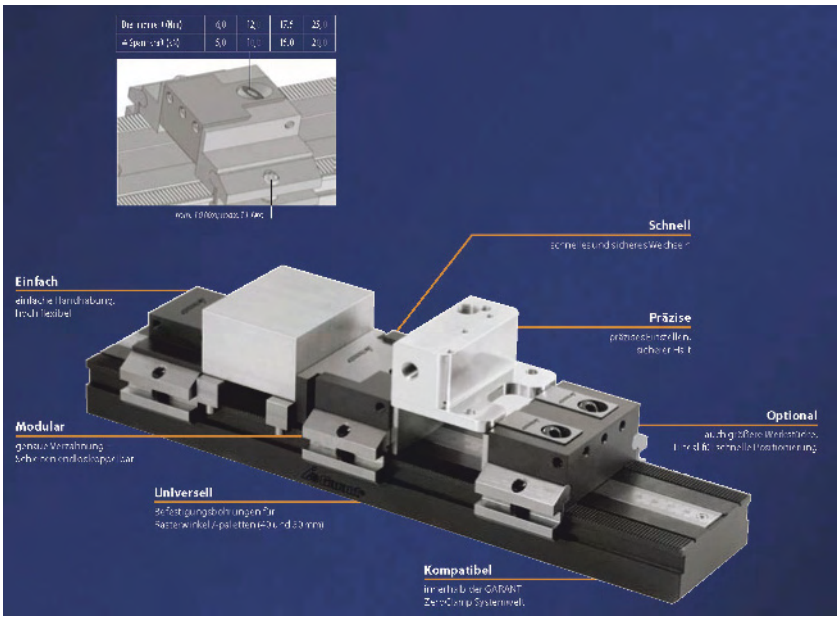


Bild 10.32 GARANT Mehrfachspannschiene

Für die GARANT Mehrfachspannschiene sind eine ganze Reihe von Spannaufsätzen in verschiedenen Breiten und Funktionen verfügbar. Dazu gehören Niederzug- und Parallelspanner. Zusätzlich können die Spannaufsätze mit einem umfangreichen Backenprogramm (*vgl. Bild 10.33*) bestehend aus weichen Backen, beschichteten Vorsatzbacken sowie Backen mit Grippeinsätzen kombiniert werden.



Bild 10.33 Umfangreiches Backenprogramm

Spannung auf höchstem Niveau bietet mehr Effizienz in der Produktion

Ein an der Oberseite eingesetztes Lineal ermöglicht das wiederholbare Positionieren der Spannaufsätze in der Verzahnung der Spannschiene. Somit kann bei wiederkehrenden Aufträgen in kürzester Zeit die benötigte Spannsituation hergestellt werden. Dieser Vorteil kann somit zur wesentlichen Erhöhung der Produktivität in der zerspanenden Fertigung beitragen.

Die GARANT Mehrfachschiene lässt sich unkompliziert in bestehende Arbeitsprozesse integrieren. In Verbindung mit dem Nullpunktspannsystem GARANT ZeroClamp kann eine Rüstkostenreduzierung von bis zu 95 Prozent und eine hohe Prozesssicherheit mit einer Wiederholgenauigkeit von unter 5 µm erreicht werden. Die Mehrfachspannschiene ist schnell auf den zentralen Nullpunkt adaptiert. Dies ist vor allem bei Produktionsarbeiten mit häufigen Umrüstarbeiten von besonderer Bedeutung wie zum Beispiel bei der Fertigung von Klein- und Mittelserien oder im Prototypenbau. Aber auch Eilaufträge außerhalb der Reihe sind damit leicht umsetzbar.

In der Produktpalette von GARANT ZeroClamp stellt das modulare Spannsystem eine echte Alternative zu bestehenden Systemen dar. Es ist selbstverständlich kompatibel zum GARANT Nullpunktspannsystem und natürlich auch eine ideale Ergänzung dazu.

Auch die GARANT Mehrfachspannschiene überzeugt durch die bekannten Vorteile der GARANT ZeroClamp Produkte wie:

- Einfache Handhabung
- Schnelles und sicheres Wechseln
- Hoch flexibel
- Für präzise Einstellungen
- Sicherer Halt
- Praxisgerecht
- Kompatibel innerhalb der GARANT ZeroClamp-Systemwelt

Unkomplizierte Technik für hohe Flexibilität

Die Mehrfachspannschiene von GARANT wurde für Profis mit hohem Flexibilitätsbedarf entwickelt. Wie schon beim Nullpunktspannsystem GARANT ZeroClamp wurde auch hier besonderer Wert auf eine praxisgerechte Funktionalität gelegt. Eine verschmutzungsanfällige Mittelnut oder vorgeschraubte Distanzleisten mit den damit einhergehenden Spänenestern sind nicht zu finden. Somit ist die Mehrfachspannschiene wartungsarm, einfach und unkompliziert einsetzbar. Lange Installations- und Einarbeitungszeiten gibt es nicht – die GARANT Mehrfachschiene lässt sich ohne Aufwand anbringen und ist schnell einsetzbar.

Freie Wahl beim Nullpunktspannsystem

Eine weitere Besonderheit ist die Freiheit im Umgang mit anderen Nullpunktspannsystemen. Die Mehrfachspannschiene ist in erster Linie eine innovative Lösung für die Optimierung von Herstellerprozessen. Sie kann auf sämtliche Systeme anderer Hersteller aufgesetzt und selbst als eigenständiges Spannsystem verwendet werden. Befestigungsbohrungen für Rasterwinkel oder Rasterpaletten im 40 und 50 mm Raster sind standardmäßig vorhanden. Um die für den Kunden passende Lösung zu liefern, wird die Mehrfachspannschiene standardmäßig in 4 Längen gefertigt: 260, 400, 500 sowie 600 mm.

8.3.6 GARANT Teilapparat

Eine weitere Neuheit im GARANT ZeroClamp Baukasten stellt der mechanische Teilapparat dar. So kann beispielsweise ein einzelnes Bauteil, oder aber auch ein Spannmittel wie ein 3-Backenfutter, direkt am Teilapparat angedockt werden um eine Mehr-Seiten-Bearbeitung zu realisieren. Es können aber auch weitere Komponenten wie z.B. Balken oder Wippen mit Gegenlager verwendet werden. Damit kann jede 3-Achs-Maschine zur produktiven Mehr-Seiten-Bearbeitungsmaschine werden.

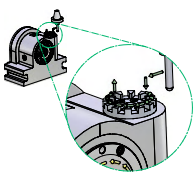
Die Funktion des Teilapparates ist denkbar einfach:

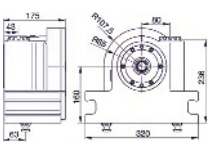
Ein Stift, oder ein geeignetes Werkzeug in der Frässpindel, greift in die Wählscheibe ein. Eine Bewegung in Z-Richtung löst die Indexierung. Anschließend wird in der XY-Ebene ein Kreis oder ein Kreisbogen gefahren. Dabei entsprechen 30° an der Wählscheibe 2,5° an der Teilapparatspindel. Anschließend wird durch Verfahren in Z+ die Teilapparatspindel wieder indexiert.

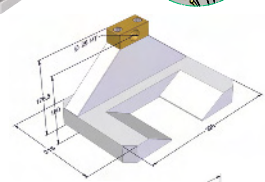
Ausführung: Zur Erweiterung als vierte Achse für 3-Achs-Maschinen. Umrüstzeit < 20 min.

Vorteil: Höhere Produktivität in der Mehr-Seiten-Bearbeitung. Kein zusätzlicher Antrieb notwendig. Wartungs- und Vibrationsfrei. Externes Rüsten der Spannbalken. Spannen der Werkstücke über Spannbalken oder direkt auf Teilapparat



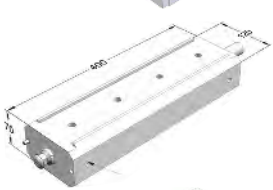


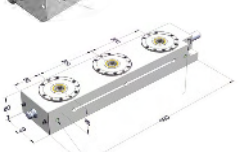




		Datenblatt Teilapparat
Spanntopfgröße	mm	Ø 120
Spitzenhöhe	mm	160
kleinster indexierbarer Winkel	°	2,5
maximales Drehmoment	Nm	2000
Übersetzung	i	1:12
Beladung	kg	300
Indexiergenauigkeit	"	20 (entspricht 10 µm beim Radius 100)
Wiederholgenauigkeit	"	± 3
Gewicht		≈ 30 kg
Funktionsbeschreibung		1. Seitliches Anfahren auf eine der 12 möglichen Positionen. Notwendige Positioniergenauigkeit ± 0,5 mm in X, Y, Z. 2. Verfahren in Z- um 8 mm. Dabei wird die Indexierung gelöst. 3. Fahren einer Kreisbahn mit R = 25 in der XY Ebene. Dabei wird die Indexierung gelöst. Es kann in beiden Drehrichtungen verfahren werden. 4. Verfahren in Z+ um 8 mm, um die Teilapparatspindel wieder zu indexieren.







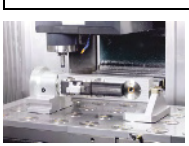


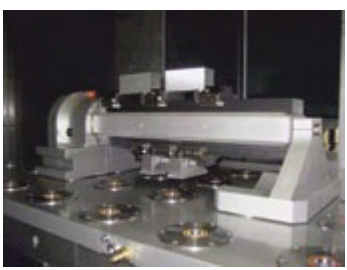
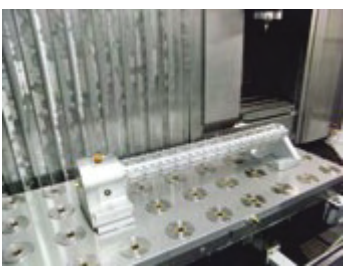


Bild 10.34 GARANT Teilapparat

Einwechseln in kürzester Zeit – geringe Rüstzeiten, höhere Produktivität

Dieser Teilapparat kann, im Gegensatz zu klassischen Lösungen, in kürzester Zeit mit Serienteilen bestückt eingewechselt werden. Sowohl der Teilapparat als auch das optionale Gegenlager sind mit Spannbolzen für das GARANT Nullpunktspannsystem ausgestattet. Dadurch können diese Komponenten in kürzester Zeit positionsgenau eingewechselt werden. Zusätzlich ist jedoch auch die Teilapparatspindel standardmäßig mit dem GARANT ZeroClamp Nullpunktspannsystem ausgeführt. Jetzt kann auch z.B. ein Spannbalken mit mehreren Serienteilen in kürzester Zeit an den Teilapparat angedockt werden.

So besteht z.B. die Möglichkeit, in wenigen Minuten durch den Bediener Teilapparat, Gegenlager und den mit Werkstücken bestückten Spannbalken für die mannlose Nachtschicht einzuwechseln. Die Maschine arbeitet somit noch mehrere Stunden kostengünstig die eingewechselten Werkstücke ab.

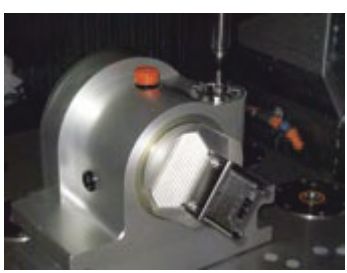
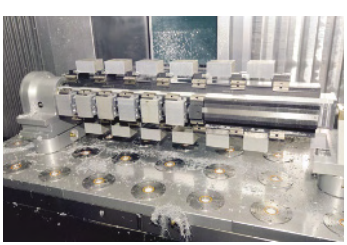




Bild 10.35 Einsatzbeispiele

9 Maschinenschraubstöcke

Für den Einsatz auf Bearbeitungszentren und Fräsmaschinen wird ein breites Produktspektrum modernster NC Hochdruckspanner, Zentrischspanner und Maschinen-Schraubstöcke angeboten. Für schwierigste Spannlösungen liegen die qualitätstechnischen Vorteile in den platzsparenden Bauweisen sowie in der Anwendungs- und Bearbeitungsflexibilität.

NC Hochdruckspanner, Zentrischspanner und Maschinen-Schraubstöcke eignen sich für vielfältige Spannaufgaben. Ob Rohteil- oder Fertigteilspannung – mit verschiedenen Aufsatzbacken, Vorsatzbacken oder Backen mit Grippeinsätzen kann fast jede Spannsituation gelöst werden. Selbst Backen zur Einarbeitung individueller Aufspannungen können geliefert werden. Spannkräfte bis 40 kN und Wiederholgenauigkeiten von 3 µm sind heute möglich. Das Spannen sollte grundsätzlich über Drehmomentschlüssel erfolgen. Je nach Schraubstock sind verschiedene Spannlängen und Spannbreiten lieferbar.



Bild 10.37 Übersicht Maschinenschraubstöcke

10 Vakuumspanntechnik

Was ist Vakuumspannen?

Unter dem zu spannenden Werkstück wird ein Unterdruck erzeugt, d. h. auf die Spannplatte wird das Werkstück durch die Druckdifferenz gespannt. Oberflächenstruktur, Größe des Werkstückes und die Druckdifferenz sind entscheidend für die Halte-/Verschiebekraft des Werkstückes.

Nahezu alle Flächengeometrien unterschiedlicher Werkstoffe, wie auch Folien oder poröse Materialien können über Vakuumtechnik sicher gespannt werden. Vakuumspanntechnik ist für Fräsen, Schleifen, Drehen, Prüfen, Messen, Erodieren, Beschichten, Laserbearbeitung, Polieren, Bohren, Entgraten, Gravieren und Montieren geeignet.

Hohe Teilegenauigkeit, schonende Werkstückbehandlung und Automatisierung der Fertigung erfordern neue Spannsysteme.

Vorteile durch Vakuumspannen:

- Spannen von druckempflindlichen Werkstücken, dadurch keine Beschädigung und Verspannen des Bauteiles.
- Spannen sehr dünner Platten oder Folien möglich.
- 5-Seiten-Bearbeitung in nur einer Aufspannung.
- Keine Schwingungen während der Bearbeitung.
- Reduzierung der Spannzeiten durch Schnelligkeit im Spann-/Lösevorgang (< 1 Sekunde).
- **Adaption auf Nullpunktspannsystem GARANT ZeroClamp möglich.**
- Spannen nichtmagnetischer Werkstoffe.

Welches ist das richtige Vakuumspannsystem?

Unterschiedliche Werkstoffe und Bearbeitungsverfahren erfordern eine exakte Auswahl des richtigen Vakuumspannsystems. **Fordern Sie deshalb unsere Fachberatung an.**

Übersicht der Vakuumspannsysteme siehe nächste Seite.

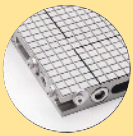
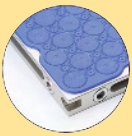
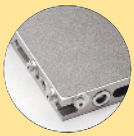
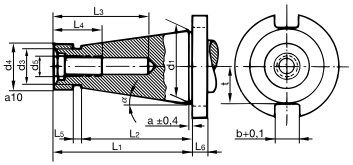
Diverse Systeme zur sicheren Aufspannung ihrer Bauteile im Überblick			
Moderne Raster Vakuumplatten	**Patentiertes Vac-Mat-System**	**Schlitz Vakuumplatten**	**Mikroporöse Vakuumplatten**
			
Für einfach geformte Werkstücke mit rauen Werkstückoberflächen bei schweren Zerspanungsarbeiten. Raster Vakuumplatten aus hochfestem Aluminium oder Stahl. Ausgleich von geringen Unebenheiten und Wölbungen durch Dichtschnüre. Sonderformen und Sondergrößen sind in allen Abmessungen erhältlich. Rasterabstand richtet sich nach Werkstückkontur und -größe. Hohe Haltkräfte, universeller Einsatz, sicheres Spannen von unbearbeiteten Werkstückflächen, da Spannoberfläche mit hohem Reibbeiwert.	Breites Spektrum an Werkstückformen spannbar. Dünne weiche wechselbare Kunststoffmatten mit Vakuumbohrungen, Saugnäpfen in verschiedenen Größen mit elastischen Lippen auf der Oberseite und feinen Bohrungen im Zentrum. Hohe Haltkräfte, Spannoberfläche mit hohem Reibbeiwert. Druchfräsen von Außen- und Innenkonturen möglich, dadurch präzise und saubere Werkstück-Schnittkanten ohne Grat. Kein Verkratzen der Oberflächen, dadurch für empflindliche Werkstoffe geeignet. Deutlich verkürzte Rüstzeiten beim Umspannen von Werkstücken.	Spannoberflächen sind mit Schlitzen versehen. Das Spannen erfolgt über Gummi-Adaptermatten oder Abdeckfolien. Diese werden zwischen Werkstück und Vakuumplatte gelegt. Die Matte wird entsprechend der Werkstückkontur gelocht. Diese wird auf die Vakuumschlitzplatte gelegt und zusammen mit dem Werkstück angesaugt. Der hervorragende Reibbeiwert bietet guten Widerstand gegen die auftretenden Verschiebekräfte während der Bearbeitung.	Bevorzugt für dünnwandige, feine, weiche Werkstücke, wie Papiere, Folien, Platinen, Metallbänder, Optik, Gummi. Ebenso geeignet für Mess- und Prüfverfahren im Mikro- bzw. Nanometerbereich, Präzisionszerpanungen und bei der Siliziumwafer-Produktion. Die Spannoberflächen bestehen je nach Anwendungsfall aus luftdurchlässiger Sinterbronze, Keramik oder porösem Aluminium. Die speziellen Eigenschaften von METAPOR eröffnen vielfältige Einsatzgebiete und neuartige Problemlösungen. Keine Verformung der Werkstücke.
			

Tabelle 10.9 Vakuumspannsysteme

11 Tabellen Werkzeugschäfte nach DIN 228 und DIN 2080

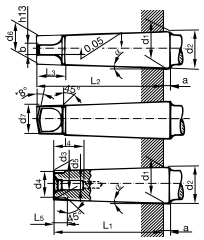
Werkzeugschäfte DIN 228 und DIN 2080 (Hauptmaße)

DIN 228 Morsekegel und metrische Kegel (Ausgabe Mai 1987)
DIN 2080 Steilkegel (Ausgabe Dezember 1978)



Morsekegel und metrischer Kegel DIN 228 mit Austreibgewinde

Morsekegel und metrischer Kegel DIN 228 mit Anzugsgewinde



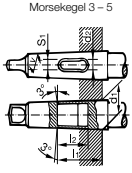
Kegel	Verjüngung	Winkel α	a mm	b mm	d_1 mm	d_2 mm	d_3 mm	d_4 mm	d_5 metr.	d_5 Zoll	d_6 mm	d_7* mm	L_1 mm	L_2 mm	L_3 mm	L_4 mm	L_5 mm	L_6 mm	t* mm
MK0	1:19,212 = 0,05205	1°29'27"	3	3,9	9,045	9,2	6,4	6*	–	–	6,1	6	50	56,5*	10,5*	–	4	–	–
MK1	1:20,047 = 0,04988	1°25'43"	3,5	5,2	12,065	12,2	9,4	9*	M 6	–	9	8,7	53,5	62*	13,5*	16**	5	–	–
MK2	1:20,020 = 0,04995	1°25'50"	5	6,3	17,780	18	14,6	14*	M10	–	14	13,5	64	75*	16*	24**	5	–	–
MK3	1:19,922 = 0,05020	1°26'16"	5	7,9	23,825	24,1	19,8	19*	M12	Wh 1/2"	19,1	18,5	81	94*	20*	24**	7	–	–
MK4	1:19,254 = 0,05194	1°29'15"	6,5	11,9	31,267	31,6	25,9	25*	M16	Wh 5/8"	25,2	24,5	102,5	117,5*	24*	32**	9	–	–
MK5	1:19,002 = 0,05263	1°30'26"	6,5	15,9	44,399	44,7	37,6	35,7*	M20	Wh 3/4"	36,5	35,7	129,5	149,5*	29*	40**	10	–	–
MK6	1:19,180 = 0,05214	1°29'36"	8	19	63,348	63,8	53,9	51*	M24	Wh 1"	52,4	51	182	210*	40*	47*	16	–	–
4			2	–	4	4,1	2,9	2,5*	–	–	–	–	23	–	–	–	2	–	–
6			3	–	6	6,2	4,4	4*	–	–	–	–	32	–	–	–	3	–	–
80			8	26	80	80,4	70,2	67*	M30	Wh 1 3/8"	69	67	196	220*	48*	59**	24	–	–
100			10	32	100	100,5	88,4	85*	M36	Wh 1 3/8"	87	85	232	260*	58*	70**	30	–	–
120	1:20 = 0,05	1°25'56"	12	38	120	120,6	106,6	102*	M36	Wh 1 3/8"	105	102	268	300*	68*	70**	36	–	–
(140)			14	44	140	140,7	124,8	120*	M36	Wh 1 1/2"	123	120	304	340*	78*	70**	42	–	–
160			16	50	160	160,8	143	138*	M48	Wh 1 3/4"	141	138	340	380*	88*	92**	48	–	–
200			18	56	180	180,9	161,2	156*	M48	Wh 1 3/4"	159	156	376	420*	98*	92**	54	–	–
(180)			20	62	200	201	179,4	174*	M48	Wh 2"	177	174	412	460*	108*	92**	60	–	–
SK30	7 : 24 = 1 : 3,4286 = 0,29167	8°17'50"	1,6	16,1	31,75	–	16,5	17,4	M12	1/2"-13UNC	–	–	68,4	48,4	33,5	24	3	8**	16,2
SK40			1,6	16,1	44,45	–	24	25,3	M16	5/8"-11UNC	–	–	93,4	65,4	42,5	32	5	10**	22,5
SK50			3,2	25,7	69,85	–	38	39,6	M24	1"-8UNC	–	–	126,8	101,8	61,5	47	8	12**	35,3
SK60			3,2	25,7	107,95	–	58	60,2	M30	1 1/4"-7UNC	–	–	206,8	161,8	76	59	10	16**	60

Querbefestigung DIN 1806 (Ausgabe Juni 1964)

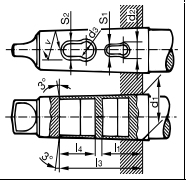
für Werkzeugschäfte DIN 228

Kegel	d_2* mm	d_3* mm	L_1* mm	L_2* mm	L_3* mm	L_4* mm	s_1* mm	s_2* mm
MK3	9,2	–	55,5	32	–	–	8,3	–
MK4	9,4	–	59,5	37	–	–	8,3	–
MK5	14	–	64	42	–	–	12,4	–
MK6	18,75	22,5	56	35	122	47	16,4	19,5
80	22,5	30	64	43	136	54	19,5	26,5
100	30	37	70	51	155	61	26,5	32,5
120	37	43,5	76	59	160	68	32,5	38,5
160	50	57	98	75	207	82	44,5	50,5

Morsekegel 3 – 5

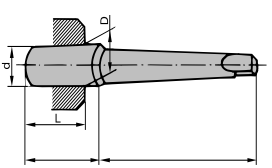


Morsekegel 6 und metrischer Kegel 80 – 160



Bohrfutter-Einsteckzapfen DIN 238 (Ausgabe Juni 1962)

Zapfen Größe	D mm	d mm	L mm	kombinierb. mit Morsekegel	für Bohrfutter mit Spannber.	Gr. Spann-Ø des Bohrfutters
B6	6,350	5,850	10	MK0 bis MK2	bis 3 mm	–
B10	10,094	9,4	14,5	MK0 bis MK2	3 mm bis 4 mm	8
B12	12,065	11,1	18,5	MK0 bis MK2	6 mm bis 8 mm	10
B16	15,733	14,5	24	MK1 bis MK3	10 mm bis 13 mm	16
B18[1)]	17,431	16,2	32	MK1 bis MK3	16 mm	16
B22	21,793	19,8	40,5	MK2 bis MK4	20 mm	20
B24	23,825	21,3	50,5	MK3 bis MK5	26 mm bis 32 mm	26



Die in ( ) stehenden Größen sind möglichst zu vermeiden!
*) Größtmaße **) Kleinstmaße
1) verkürzte Ausführung

Tabelle 10.10 Standards

Inhalt

Tabellenverzeichnis – Richtwerte Abrichten von Schleifkörpern 1002

1 Verfahren 1002
1.1 Zerspanprozess beim Schleifen 1002
1.2 Einteilung der Schleifverfahren 1005

2 Aufbau und Zusammensetzung von Schleifwerkzeugen 1006
2.1 Schleifmittel / Schleifkorn 1007
2.1.1 Schleifmittelarten 1007
2.1.2 Schleifkörnung / Korngröße 1010
2.2 Bindungen 1011
2.2.1 Bindungsarten 1012
2.2.2 Schleifkörperhärte 1013
2.3 Porosität / Gefüge 1014

3 Schleifkörperformen und Spezifikation von Schleifscheiben 1015
3.1 Formen und Kennzeichnung konventioneller Schleifkörper 1015
3.2 Grundkörper und Schleifbeläge von Diamant- und CBN-Werkzeugen 1016

4 Stell- und Kenngrößen beim Schleifen 1017
4.1 Stellgrößen 1017
4.2 Kenngrößen beim Schleifen 1018

5 Kraft- und Leistungsbedarf beim Schleifen 1022

6 Bestimmung der Hauptzeit beim Schleifen 1026
6.1 Außen- und Innenrundschleifen 1026
6.1.1 Längsschleifen 1026
6.1.2 Einstechschleifen 1027
6.2 Flach- oder Planschleifen 1027
6.2.1 Umfangsschleifen 1027
6.2.2 Stirnschleifen 1028

7 Schleifscheibenverschleiß 1029

8 Konditionieren von Schleifwerkzeugen 1030
8.1 Grundlagen 1030
8.2 Stehende Abrichtwerkzeuge 1032
8.2.1 Auswahl und Einsatzempfehlung von stehenden Abrichtwerkzeugen 1032
8.2.2 Stell- und Kenngrößen beim Abrichten mit stehendem Werkzeug 1032
8.2.3 Einsatz von Einkornabrichtwerkzeugen 1036
8.3 Rotierende Abrichtwerkzeuge 1037
8.4 Konditionieren von Diamant- und CBN-Schleifscheiben 1038
8.4.1 Abrichten (Profilieren) 1039
8.4.2 Schärfen mit Schärfsteinen 1040

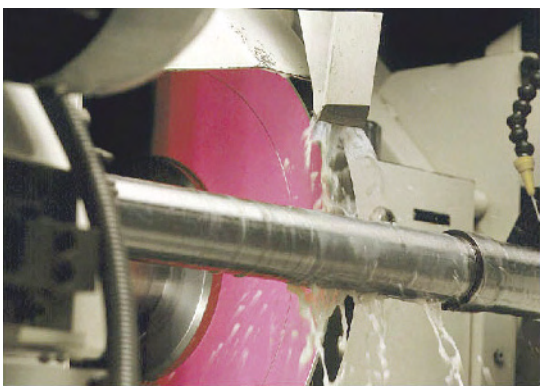
9 Kühlschmierstoffe 1040

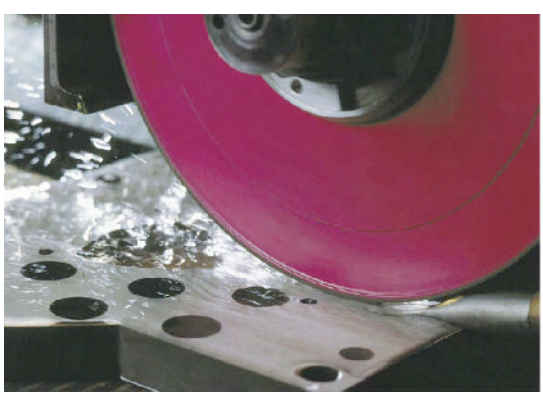
9.1 Kühlschmierstoffarten 1041
9.2 Kühlschmierstoffzufuhr 1042
9.3 Kühlschmierstoffprüfung 1043

10 Sicherheitsmaßnahmen beim Schleifen 1044

10.1 Zulässige Umfangsgeschwindigkeit 1044
10.2 Sicherheitstechnische Aspekte beim Schleifen 1044

11 Problemlösungen für das Schleifen 1046





Tabellenverzeichnis – Abrichten von Schleifkörpern

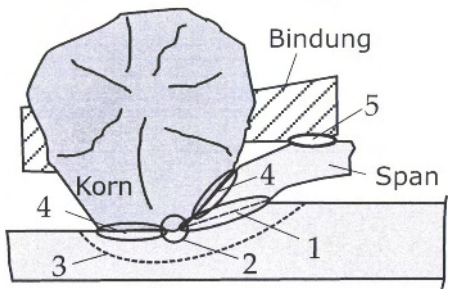
	Bearbeitung	Tab.-Nr.	Seite
Abrichten stehendes Abrichtwerkzeug	Arbeitsgeschwindigkeit beim Abrichten mit Einkorndiamant	11.12	1033
	Abrichtzustellung und Abrichtvorschub	11.13	1034
	Wirkbreite	11.14	1034
	Überdeckungsgrad	11.15	1035
Abrichten Fliehkraftbremsgerät AV 500	Abrichtparameter	11.18	1039

1 Verfahren

Nach DIN 8589 gehört das Schleifen zur Gruppe „Spanen mit geometrisch unbestimmten Schneiden“. Mit Hilfe dieses Feinbearbeitungsverfahrens lassen sich sehr hohe Maßgenauigkeiten, hohe Form- und Profilgenauigkeiten und definierte Oberflächengüten erzielen. Es eignet sich insbesondere auch zur Bearbeitung von harten und schwierig zerspanbaren Werkstoffen. Heute lässt sich dieses Verfahren aufgrund der erreichbaren Abtragraten, die auch die Zerspanung hoher Werkstoffvolumina wirtschaftlich ermöglichen, nicht nur zur Endbearbeitung einsetzen. Obwohl die Materialabnahme pro Schneide relativ gering ist, können große Werkstoffmengen je Zeiteinheit durch hohe Schnittgeschwindigkeiten in Kombination mit den Schleifparametern Werkstückgeschwindigkeit und Eingriffsbreite sowie der großen Anzahl an Schneiden abgeschliffen werden.

1.1 Zerspanprozess beim Schleifen

Durch die unregelmäßige Form und Lage der Schleifkörner (Schneiden) einer Schleifscheibe ergibt sich eine Vielzahl von möglichen Eingriffbedingungen am Werkstück. Prinzipiell laufen bei den Verfahren mit geometrisch bestimmten und geometrisch unbestimmten Schneiden gleiche Trennmechanismen ab (vgl. auch *Kapitel „Grundlagen“*). Die Schneiden beim Schleifen werden allerdings durch Hartstoffkörner gebildet, wobei ein Korn mehrere aktive Schneiden haben kann. Die Größenordnungen der beteiligten Elemente sind jedoch erheblich geringer als beim Spanen mit geometrisch bestimmten Schneiden. Die Eingriffszonen beim Schleifen sind dem *Bild 11.1* zu entnehmen.



1… Scherzone
2… Trennzone, Stauchzone
3… elastisch und plastisch verformte Werkstückzone
4… Reibzone Korn/Werkstoff
5… Reibzone Span/Bindung

Bild 11.1 Eingriffszonen beim Schleifen nach TÖNSHOFF

Um den Span abzunehmen wird in der Scherzone (Bereich 1, *Bild 11.1*) Verformungsarbeit und an der Schneidkante im Bereich 2 Trennarbeit verrichtet. Bereich 3 kennzeichnet die Werkstückzone, die dabei elastisch und plastisch verformt wird. Da beim Schleifen im Gegensatz zur geometrisch bestimmten Schneide kein definierter Freiwinkel vorgegeben werden kann, verteilt sich die Reibung (Bereich 4) in Abhängigkeit von der Kornform auf Span- und Freifläche. Zusätzlich kann im Bereich 5 Reibung zwischen Span und Bindung der Schleifkörner auftreten.

Die sehr hohe Zahl an Einzelschneiden, die zudem in der Regel einen stark negativen Spanwinkel aufweisen, führen in der Kontaktzone zwischen Werkstück und Schleifscheibe zu verstärkten Wärmeentwicklungen. Insbesondere ist das beim Schleifen von Metallen mit Korunden (geringe Wärmeleitfähigkeit, relativ großer Schneidenradius) der Fall. Die Verhältnisse sind im *Bild 11.2* dargestellt.

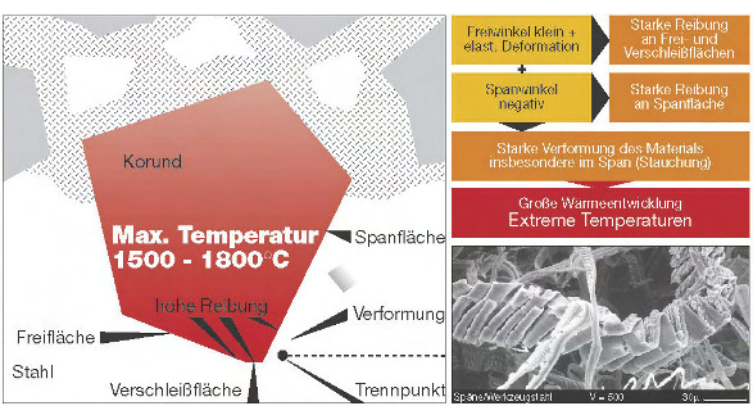


Bild 11.2 Wärme- und Temperaturentwicklung in der Kontaktzone

Beim Schleifen treten verschiedene Abtragprozesse sowohl als Einzelprozesse bei verschiedenen Körnern gleichzeitig oder auch bei der Spanbildung nacheinander auf. (*vgl. Bild 11.3*) Folgende Prozesse sind beim Schleifen von Metallen, wie z.B. von Stählen und Superlegierungen, zu beobachten:

- **Zerspanen:** Bildung von Fließ- und Schälspänen bei geringer Wärmeentwicklung
- **Pflügen:** Entstehen von „Furchen" und „Bandspänen", ungünstige Energiebilanz
- **Furchen:** Furchenbildung durch plastische Deformationen, Materialverschiebung ohne Zerspanung
- **Reiben:** Erzeugen von Reibungswärme und Kornverschleiß, schädlich

Der Anteil der Zerspanung soll möglichst hoch und der Anteil der Reibung möglichst gering sein. Der Zerspanungsanteil lässt sich vergrößern mit einer Steigerung:

- der Schnittgeschwindigkeit,
- der Korneindringtiefe sowie der Normal- bzw. Radialkräfte auf die Körner,
- des Reibkoeffizienten zwischen Werkstück und Schleifkorn sowie
- der Zähigkeit des Werkstückwerkstoffes.

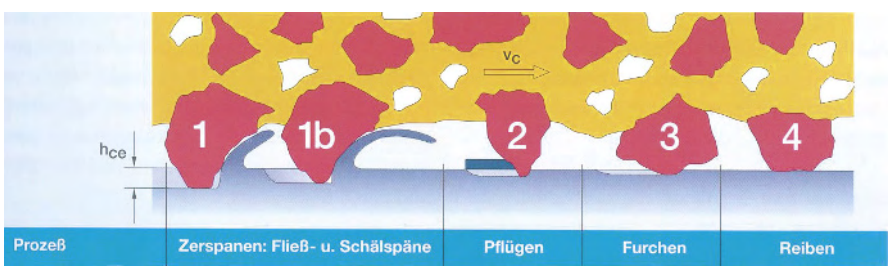


Bild 11.3 Abtragmechanismen beim Schleifen von Metallen

Die Eingriffsverhältnisse beim Schleifen unterliegen durch Kornverschleiß und Kornausbrüche im Gegensatz zu geometrisch bestimmten Schneiden einer permanenten Veränderung.

1.2 Einteilung der Schleifverfahren

Die Einteilung der Schleifverfahren erfolgt grundsätzlich nach DIN 8589. Die gängigsten Schleifverfahren sind im *Bild 11.4* dargestellt und lassen sich prinzipiell unterteilen nach

- der Form und Lage der erzeugten Fläche,
- der Wirkfläche des Schleifwerkzeuges sowie
- der Vorschubbewegung.

Einteilungskriterien für Schleifverfahren entsprechend DIN 8589

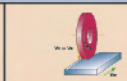
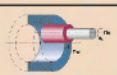
Ordnungsmerkmale	SCHLEIFVERFAHREN			
1. Art der erzeugten Fläche	Flachschleifen (Planschleifen)		Rundschleifen	
	Profilschleifen		Formschleifen (Werkzeugschleifen)	
2. Lage der erzeugten Fläche am Werkstück	Außen-(rund)schleifen		Innen-(rund)schleifen	
3. Wirkfläche des Schleifwerkzeuges	Umfangschleifen		Seitenschleifen	
4. Vorschubbewegung (-richtung)	Längsschleifen			
	Querschleifen			
	Schrägschleifen			

Bild 11.4 Einteilung der Schleifverfahren

Analog dem Fräsen (vgl. *Kapitel „Fräsen", Abschnitt 1.1*) wird auch beim Schleifen zwischen Gleich- und Gegenlaufschleifen unterschieden. *Bild 11.5* zeigt das am Beispiel des Außenrund- und des Flachschleifens.

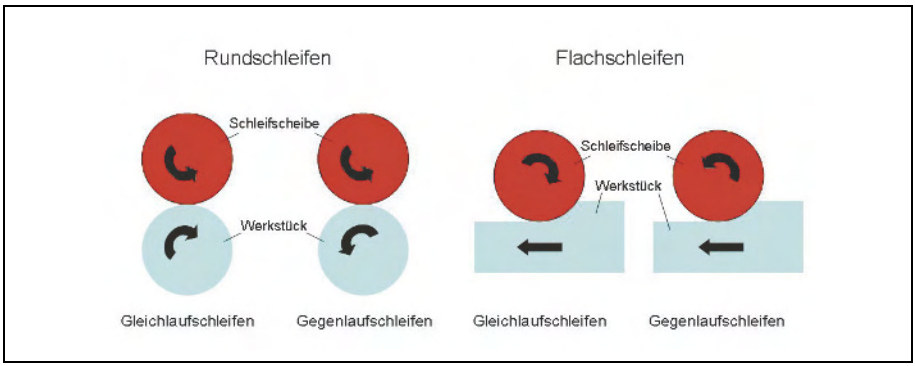


Bild 11.5 Gleich- und Gegenlaufschleifen nach DIN 8589

2 Aufbau und Zusammensetzung von Schleifwerkzeugen

Die spanenden Eigenschaften eines Schleifkörpers hängen ganz wesentlich von den Eigenschaften und dem Zusammenwirken der Komponenten Schleifkorn, Bindung und Poren, die das Gefüge festlegen, ab. Die Gefügekomponenten haben dabei folgende Funktion:

- Das **Schleifmittel** sorgt für eine hohe Verschleißfestigkeit (dient als Schneide),
- die **Bindung** für die Zähigkeit (Dämpfung, Härtegrad) und
- die **Poren** nehmen die Späne und den Kühlschmierstoff auf (Abtransport).

- Korn
  - Art (Korund, SiC, CBN, Diamant)
  - Form
  - Größe
- Bindung
  - Art (Kunstharz, Keramik, Metall)
  - Bestandteile
- Pore
  - künstliche
  - natürliche
  - Porenvolumen

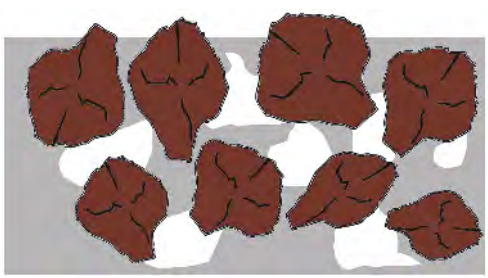


Bild 11.6 Bestandteile einer Schleifscheibe

Nachfolgende Übersicht zeigt zusammenfassend den Einfluss einzelner Komponenten der Schleifkörper auf das Wirkverhalten eines Schleifwerkzeuges.

Bestandteile des Schleifkörpers	Beeinflussung von
Schleifkorn	Standzeit, Zerspanleistung, thermische Belastung, Oberflächenqualität, Kosten
Korngröße	Oberflächenqualität, Zerspanleistung
Bindungsart	Standzeit, Schnittigkeit, Dämpfung, Profilhaltigkeit, thermische Belastung
Härtegrad (Widerstand, den die Bindung dem Kornausbruch unter Einfluss der Schneidkraft entgegensetzt)	Standzeit, Schnittigkeit, thermische Belastung, Festigkeit
Struktur / Konzentration (relativer Volumenanteil der Körnung am Gesamtvolumen des Schleifwerkzeuges, Abstand der Körner) **Porosität** (Größe der Poren in der Bindung)	Standzeit, Schnittigkeit, Profilhaltigkeit, Kühlmittelzufuhr, Spanabführung, thermische Belastung

Tabelle 11.1 Einflussgrößen auf das Verhalten eines Schleifkörpers

2.1 Schleifmittel / Schleifkorn

2.1.1 Schleifmittelarten

Die Einteilung der Schleifmittel ist nach DIN genormt. Korund und Siliziumkarbid werden nach DIN ISO 525 und Diamant und CBN nach DIN ISO 6104-2005 eingeteilt. Heute werden fast ausschließlich synthetische Schleifmittel verwendet, die mit definierten Eigenschaften reproduzierbar hergestellt werden können. Von den als Hartstoffe in Frage kommenden Verbindungen haben sich in der Praxis die **Korunde**, **Siliziumkarbide (SiC), das kubische Bornitrid (CBN)** und **Diamant** durchgesetzt. Allgemein üblich ist dabei die Einteilung in **konventionelle** (Korund, SiC) und **superabrasive (Super-) Schleifmittel.**

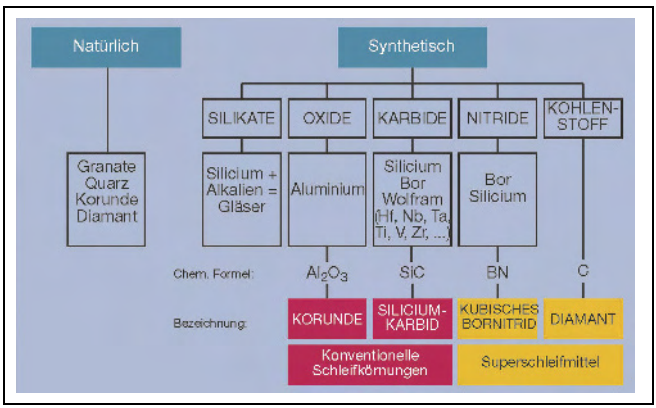
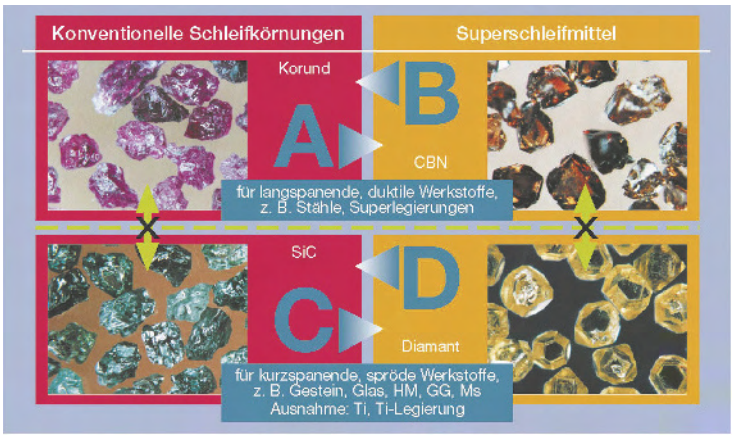


Bild 11.7 Einteilung der Schleifmittel



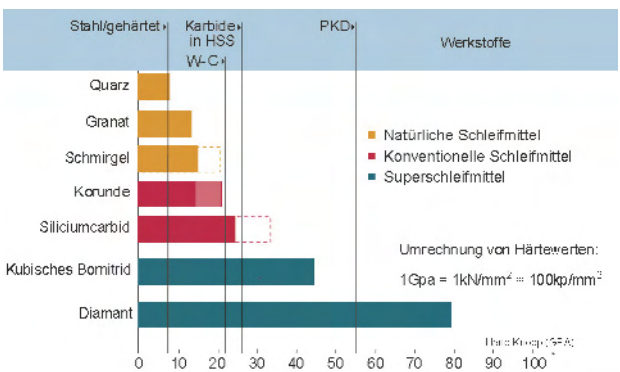


Bild 11.8 Schleifmittelarten

Je nach Schleifaufgabe werden an die verschiedenen Schleifmittel zum Teil recht hohe Anforderungen gestellt, was deren Härte (nicht zu verwechseln mit Bindungshärte), Zähigkeit und Splittercharakter betrifft. Diese Eigenschaften können den Anforderungen wie folgt gegenübergestellt werden:

- hohe Härte → hoher Widerstand gegen Verschleiß
- scharfe Kanten beim Splittern → gute und „kühle" Zerspanung
- thermische Beständigkeit → kein Verschleiß durch zu hohe Temperaturen
- chemische Resistenz → unempfindlich gegen äußere Einflüsse
- Druckfestigkeit → Widerstand gegen Stoßbelastungen
- Sprödigkeit → Art der Splitterfreundlichkeit

Diese Anforderungen werden von den zur Verfügung stehenden Schleifmitteln in unterschiedlicher Weise erfüllt. Nachfolgende Übersicht zeigt die Hauptmerkmale ausgewählter Schleifmittel.

Schleifmittel	Eigenschaften	Einsatzgebiete
Konventionelle Schleifmittel		
Normalkorund (Al_2O_3)	hart, zäh, druckfest, von allen Korunden geringste Splitterneigung, splittert blockig (körnig)	große Zerspanleistung (für Schrupparbeiten), Putzen, Entgraten von ungehärteten und niedriglegierte Stählen, Stahl- und Temperguss
Edelkorund weiß (Al_2O_3) rein ca. 99,9%	hart, spröd, splittert spitz-bizarr	für unlegierte, legierte und hochlegierte, weiche und gehärtete (auch rostfreie) Stähle, geeignet für Werkzeug- und Schnellarbeitsstähle (HSS) sowie für Nitrierstähle, Stahl-, Sphäro- und Temperguss (auch Werkzeugschleifen)
Edelkorund rosa (Al_2O_3) enthält ca. 0,2% Chromoxid	sehr hart, spröd, kanten- und stoßfest, splittert spitz	prinzipiell gleiche Anwendung wie Edelkorund weiß, jedoch besonders geeignet für hochlegierte Stähle mit hoher Festigkeit sowie für schwer spanbare Werkstoffe wie Nickelbasis-Legierungen
Edelkorund rubin (Al_2O_3) enthält ca. 2% Chromoxid	sehr hart, kanten- und stoßfest, splittert spitz	für Edelstähle (weich oder gehärtet) mit hoher Festigkeit und/oder hoher Dehnung
Sinterkorund hellblau (Al_2O_3-Sol-Gel)	sehr hart, extrem gut splitternd, stumpft nicht ab, splittert je nach Belastung scharf und in unterschiedlich großen Kristallitbrocken	für niedrig und hochlegierte Stähle, weiche und gehärtete Stähle (bis 64 HRC) sowie für Einsatz-, Werkzeug- und Schnellarbeitsstähle (HSS), auch einsetzbar für schwer spanbare Werkstoffe
Siliziumkarbid dunkel (SiC)	sehr hart, zäh, splittert etwas blockig, druckfest, leistungsstark	für Werkstoffe mit geringer Zugfestigkeit, Grau-Hartguss, Temperguss vor dem Glühen, Messing, Bronze, Aluminium, organische, mineralische und z.T. keramische Werkstoffe
Siliziumkarbid grün (SiC)	weniger zäh, sehr splitterfreudig, leistungsstark	für austenitische Stähle, rost-, säure- und warmfeste Stähle, gehärtete Stähle bis 64 HRC, Nitrierstahl gehärtet, Hartmetall, Grauguss, keramische Werkstoffe, Buntmetalle, Aluminium und Kunststoffe
Superschleifmittel		
Kubisches Bornitrid (CBN)	sehr hart, hoch widerstandsfähig, leistungsstark	für schwer spanbare Werkstoffe ab 54 HRC (hohe Festigkeit, Dehnung und/oder Härte), Schnellarbeitsstähle (HSS)
Diamant	Extrem hart, druckfest, gut splitternd, wärmeempfindlich	für hochharte Werkstoffe mit geringer Dehnung (Hartmetalle, Glas, Keramik usw.), nicht geeignet für kohlenstoffhaltige Werkstoffe

Tabelle 11.2 Eigenschaften und Einsatzgebiete ausgewählter Schleifmittel

Da die Forderung an das Schleifkorn sowohl eine hohe Härte als auch eine hohe Wärmebeständigkeit ist, muss bei der Wahl des Schleifkorns immer ein Kompromiss eingegangen werden.

2.1.2 Schleifkörnung / Korngröße

Schleifkörner sind außer durch physikalische Eigenschaften durch geometrische Merkmale wie Korngröße und Kornform gekennzeichnet. Die Korngröße im groben Bereich (bis zur Körnung 220) ergibt sich durch Siebung (siehe auch *Bild 11.9*). Im Feinbereich (Korngrößen feiner als 220) wird sie durch optische Sedimentation aus einer Suspension bestimmt.

Die Siebanalyse bringt mit sich, dass die Schleifkörner in Fraktionen mit typischen Verteilungen, die auch von der Kornform abhängen, vorliegen. Zur Siebung werden standardisierte Drahtsiebe verwendet. Da wegen der uneinheitlichen Kornform eine statistische Verteilung der Korndurchmesser nach dem Sieben vorliegt, wurde eine Klassifizierung der zulässigen Toleranzen vorgenommen. Die Korngrößenangabe erfolgt in der Regel nach dem FEPA-Standard (Europäischer Verband der Schleifmittelhersteller) oder direkt in US-Mesh. Klassifiziert wird bei

- konventionellen Schleifmitteln (Korund, Siliziumkarbid) nach der **Mesh-Skala**
  Das Korngrößenmaß entspricht der Maschenanzahl je Zoll des Siebgewebes bei festgelegtem Drahtdurchmesser (mesh = Zahl der Sieböffnungen je Zoll). Eine Körnung 30 wird also mit einem Sieb von 30 Maschen je Zoll, also mit einer Siebteilung von 0,85 mm, aus dem Korngemisch abgezogen. Ein Korn ist feinkörnig, wenn die Maschenzahl und damit die Kennnummer groß ist.
- Superschleifmitteln (Diamant, CBN) nach der **µ-Skala**
  Die mittlere Korngröße wird nach der lichten Maschenweite der Siebe direkt in µm angegeben. Die Kennzahl korreliert direkt mit dem Korndurchmesser. Der Feinheitsgrad der Körner nimmt mit zunehmender Korngröße ab.

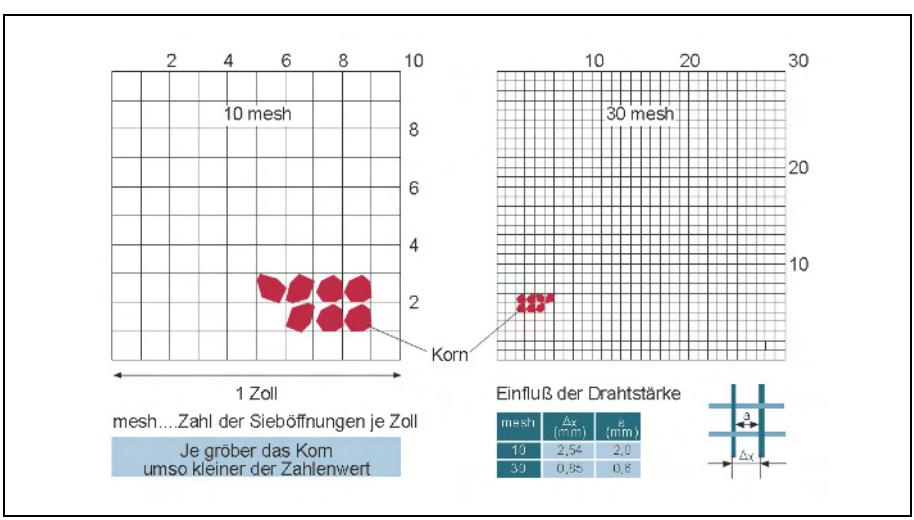


Bild 11.9 Schleifkorngrößen mittels Siebung

Oberflächengüte, Formgenauigkeit und Zerspanleistung sind die Hauptkriterien nach welchen die Korngröße ausgewählt und festgelegt wird.

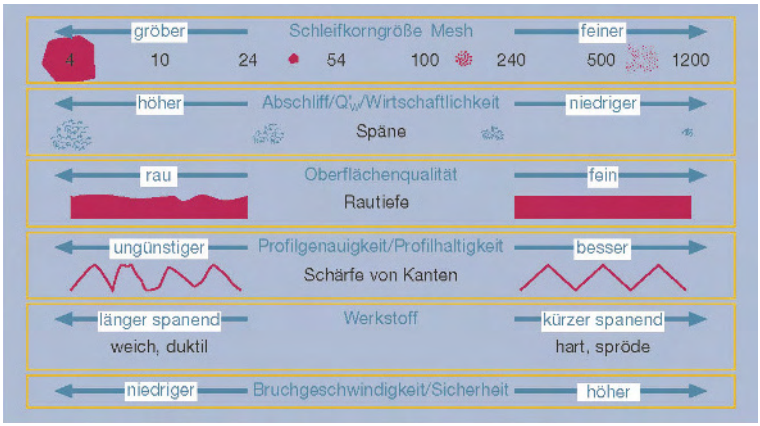


Bild 11.10 Kriterien für Auswahl der Korngröße

2.2 Bindungen

Die Schleifkornbindung hat die Aufgabe, das **Schleifkorn** im richtigen Abstand so lange im Schleifwerkzeug **festzuhalten, bis es durch den Schleifprozess abgestumpft ist**. Dann soll das Korn entweder brechen und damit neue Schneiden bilden oder ausbrechen und neuen, scharfen Kanten Platz machen (**Selbstschärfung**).

Bindungen müssen so zusammengesetzt sein, dass sie von den Kühlschmierstoffen nicht negativ beeinflusst werden. Zudem muss die jeweilige Bindungsart die Kontaktzonentemperaturen im Schleifprozess schadlos überstehen können, d.h. keinerlei Veränderungen zeigen.

Die Bindung hat entscheidenden Einfluss auf den Abschliff, das Standzeitverhalten, die Formgenauigkeit, die Profilhaltigkeit, das Abrichtverhalten und die Arbeitssicherheit. Wesentlich sind dabei:

- die innere Struktur der Bindung (verantwortlich für Steifigkeit, Festigkeit, Dämpfung)
- die Grenzschichtausbildung der Bindung (Einbindefestigkeit)
- die Verarbeitungseigenschaften der Bindung (Reaktion mit dem Korn, Fließverhalten, Brand)

2.2.1 Bindungsarten

Grundsätzlich kann zwischen folgenden Bindungen unterschieden werden:

- organisch: Kunstharz, Gummi, Leim
- anorganisch: keramisch, metallisch, mineralisch

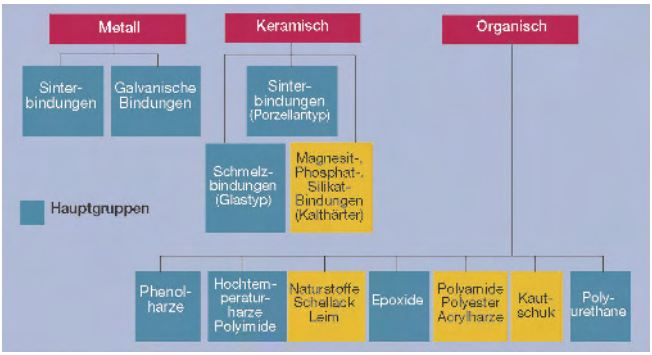


Bild 11.11 Einteilung der Bindungen

Die gebräuchlichsten Bindungen sind keramische Bindungen, Kunstharzbindungen und metallische Bindungen, wobei die einzelnen Bindungen mit Kennbuchstaben gekennzeichnet werden.

Bindungsart / Zeichen		Vorteile	Nachteile	Anwendungs-gebiete
Keramische Bindung	V	Gute Profilhaltigkeit leichte Abrichtbarkeit hochporöse Strukturen herstellbar kühler Schliff	Sprödigkeit und daher hohe Stoß-empfindlichkeit geringe Wärme-leitfähigkeit	Häufigste Bindungs-art für Korund- und SiC-Präzisionsschleif-werkzeuge
Kunstharz-bindung (Phenolharz-bindungen)	B	hohe Zähigkeit und Schlag-festigkeit hohe Dämpfung hohe Oberflächenqualität der Werkstücke Einbringung von schleifakti-ven Zusatzstoffen möglich	Geringe Profilhaltigkeit	Bei starken mechani-schen Belastungen und hohen Oberflächengüten Häufigste Bindungsart für Diamant- und CBN-Schleifwerkzeuge
Metallbindung (Sintermetall-, Galvanische Metallbindung	M G	Hoher Verschleiß-widerstand Für höchste Arbeitsge-schwindigkeiten geeignet Hohe Profilhaltigkeit	Schwierig zu profilieren Hohe Schleiftemperatur Geringe Dämpfung	Abrichtwerkzeuge Diamant- und CBN-Präzisionsschleif-werkzeuge für spröde Werkstoffe

Tabelle 11.3 Schleifscheibenbindungen

2.2.2 Schleifkörperhärte

Der Begriff der Schleifkörperhärte bezieht sich nicht auf das Schleifkorn, sondern auf das Verhalten der jeweiligen Bindung gegenüber äußeren Belastungen. Unter der **Härte einer Schleifscheibe** ist somit der Widerstand gegen das Herauslösen von Schleifmittelkörnern aus dem Schleifkörper, der von der Haftfähigkeit der Bindung am Korn und von der Festigkeit der Bindungsbrücken abhängt, zu verstehen. Die Härte wird daher unmittelbar durch das Schleifgefüge, d.h. durch die volumetrische Zusammensetzung von Korn, Bindung und Porenraum und deren Verteilung bestimmt. Sie wird aufgrund von Prozessvorgaben gewählt und nach ISO spezifiziert. Die Kennbuchstaben von A bis Z charakterisieren dabei den Härtegrad.

Kennbuchstabe	Härtegrad
A B C	Äußerst weich
D E F G	sehr weich
H J K	weich
L M N O	mittel
P Q R S	hart
T U V W	sehr hart
X Y Z	äußerst hart

Tabelle 11.4 Einteilung der Härtegrade

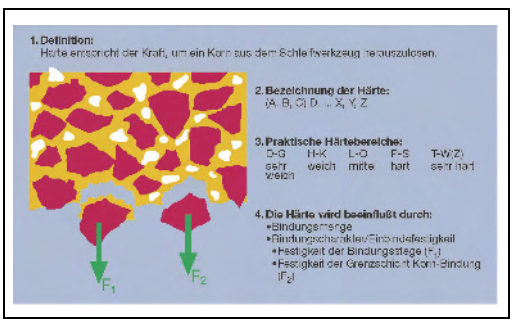


Bild 11.12 Härte eines Schleifkörpers

Härtegrad der Bindung	Thermische Belastung	Griffigkeit	Anpress-druck	Abtrag-leistung	Standzeit
weicher	niedriger	höher	niedriger	höher	niedriger
härter	höher	niedriger	höher	niedriger	höher

Tabelle 11.5 Wirkung unterschiedlicher Härtegrade der Bindung

Die oben beschriebene Härte wird auch als statische Härte bezeichnet. Unter der Wirkung der Schleifkräfte brechen Körner aus der Bindung heraus. Je größer die Schleifkräfte sind, um so leichter brechen die Körner aus, wodurch die Schleifscheibe weicher wirkt. Die **Wirkhärte** dagegen ist die Härte der Schleifscheibe im Schleifvorgang selbst. Sie nimmt zu durch die Erhöhung der Schnittgeschwindigkeit, des Scheibendurchmessers oder durch eine Verringerung der Werkstückgeschwindigkeit, des Arbeitseingriffs oder des Verschleißes.

2.3 Porosität / Gefüge

Das Zusammenwirken der Komponenten Schleifkorn, Bindung und Poren legen das Gefüge oder Struktur eines Schleifkörpers fest.

Das Gefüge ergibt sich aus der Rezeptur und den Herstellungsbedingungen. Die größten Veränderungen des Gefüges können durch Pressdruckveränderungen, höhere Verdichtung oder Zugabe von zusätzlichen Porenbildnern bewirkt werden. Besonders für die produktiven Tief- und Vollschnittschleifprozesse sind poröse Schleifscheiben notwendig, die den erzeugten Span in den Spankammern aufnehmen und den Kühlschmierstoff direkt in die Kontaktzone transportieren können.

Jede Schleifscheibe besitzt eine natürliche Porosität (Strukturziffer 1–9). Die künstlich erhöhte Porosität wird in den Strukturzahlen 11–19 ausgedrückt. Der prozentuale Porenanteil sagt aus, wie dicht ein Gefüge gepackt ist. Eine große Gefügenummer kennzeichnet ein offenes, poröses Gefüge mit einem hohen Porenanteil.

Die Poren einer Schleifscheibe beeinflussen:

- die Bindungshärte
  Mit steigenden Bindungsanteil sinkt der volumetrische Anteil der Poren in der Schleifscheibe. Damit steigt bei konstantem Kornvolumen die Härte der Bindung.
- den Spanraum
  Poren dienen während des Schleifprozesses als „Stauraum" für die zerspanten Werkstoffspäne.
- die Kühlschmierstoffaufnahme
  In den Poren wird Kühlschmierstoff in die Kontaktzone transportiert.

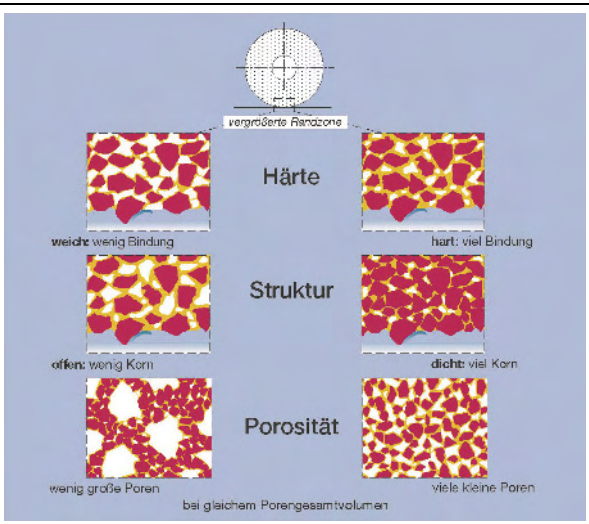


Bild 11.13 Schleifscheibengefüge

3 Schleifkörperformen und Spezifikation von Schleifscheiben

3.1 Formen und Kennzeichnung konventioneller Schleifkörper

Die große Vielzahl der Formen von Schleifwerkzeugen wird eingeteilt nach deren Grundform (Normung nach DIN 69111 – Kennzeichnung mit Nummern), deren Randform (Profilform der Schleifscheibe – Kennzeichnung mit Buchstaben) sowie der Befestigungsart zum Aufspannen des Schleifkörpers (z.B. Zylindrische Bohrung, Lochkranz, geklemmte oder geklebte Schleifsegmente auf einer Tragscheibe). Nachfolgend aufgeführt sind einige Beispiele für Schleifkörperformen konventioneller Schleifwerkzeuge (Korund und Siliziumkarbid).

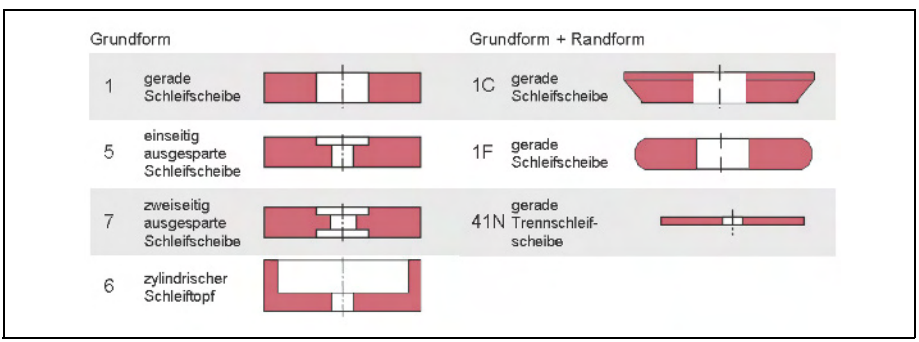


Bild 11.14 Gebräuchliche Formen konventioneller Schleifkörper

Die Bezeichnung von Schleifkörpern aus gebundenem Korn erfolgt nach DIN 69100. Nachfolgend ist die Bezeichnung einer konventionellen Schleifscheibe anhand eines Beispiels dargestellt.

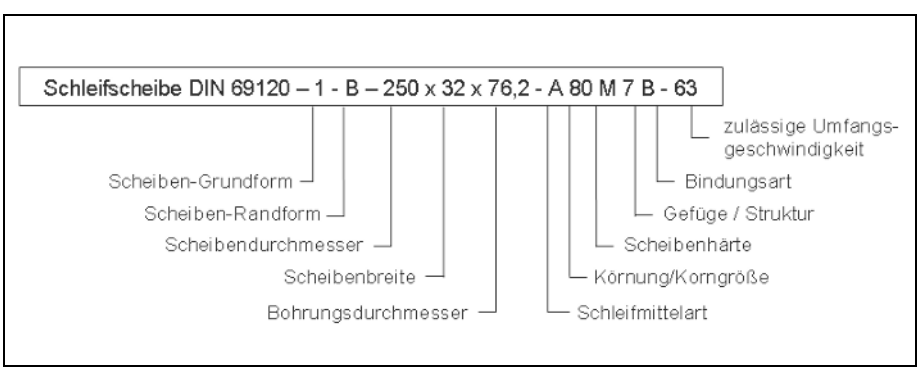


Bild 11.15 Kennzeichnung für konventionelle Schleifkörper (Beispiel)

3.2 Grundkörper und Schleifbeläge von Diamant- und CBN-Werkzeugen

Für Diamant- und CBN-Schleifkörper gelten sinngemäß Kennzeichnungen und Formen konventioneller Schleifkörper, jedoch werden bei Schleifkörpern mit Superschleifmitteln die Form und die Anordnung der Schleifbeläge angegeben. Im *Bild 11.16* sind die gebräuchlichsten Formen anhand eines Beispiels aufgezeigt.

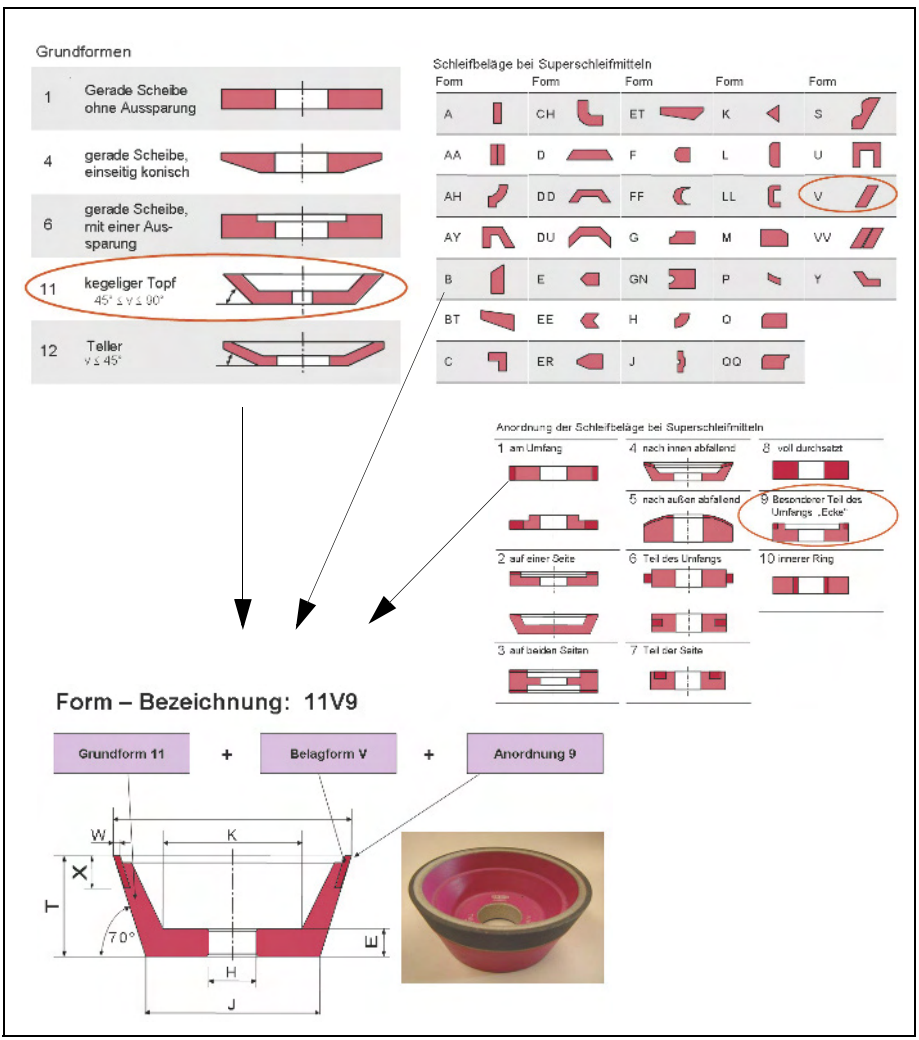


Bild 11.16 Aufbau von Diamant- und CBN- Schleifkörper (Beispiel)

4 Stell- und Kenngrößen beim Schleifen

4.1 Stellgrößen

Nachfolgend sind die Stellgrößen, d.h. die Parameter, die an der Maschine eingestellt werden, aufgeführt.

- **Schnittgeschwindigkeit v_c**

  Die Schnittgeschwindigkeit einer Schleifscheibe ist gleich der Geschwindigkeit eines Punktes (Kornschneide) der aktiven Schleiffläche (Kontaktfläche Werkzeug – Werkstück). Beim umfangsseitigen Schleifen mit **geraden Schleifscheiben** (z.B. Form 1 oder 6, vgl. *Bild 11.14*) wie sie beim Flach-, Außenrund-, Innenrund- oder Trennschleifen eingesetzt werden, **entspricht** die **Umfangsgeschwindigkeit der Schleifscheibe** (Arbeitsgeschwindigkeit) der **Schnittgeschwindigkeit**.

$$v_c = \frac{d_s \cdot \pi \cdot n_s}{1000 \cdot 60}$$

v_c Schnittgeschwindigkeit [m/s]
d_s Schleifscheibendurchmesser [mm]
n_s Schleifscheibendrehzahl [U/min] (Schleifspindeldrehzahl)

(Gl. 11.1)

Die Schnittgeschwindigkeit ist die wichtigste Stellgröße, um das dynamische Wirkverhalten der Scheibe zu beeinflussen. Die dynamische **Wirkhärte** der Scheibe wird größer **mit erhöhter Schnittgeschwindigkeit** bzw. **kleiner mit reduzierter Schnittgeschwindigkeit**.

Einfluss der Schnittgeschwindigkeit:

	v_c erhöhen	v_c reduzieren
Werkstückrautiefe	geringer	höher
Schleifkraft	geringer	höher
Scheibenverschleiß	geringer	höher
Profilhaltigkeit	höher	geringer
Wärmeentwicklung	höher	geringer

Tabelle 11.6 Einfluss der Schnittgeschwindigkeit beim Schleifen

- **Werkstückgeschwindigkeit v_w**

  Rundschleifen:

$$v_w = \frac{d_w \cdot \pi \cdot n_w}{1000}$$

v_w Werkstückgeschwindigkeit [m/min]
d_w Werkstückdurchmesser [mm]
n_w Werkstückdrehzahl [U/min]

(Gl. 11.2)

  Flachschleifen (Planschleifen):

$$v_w = \frac{v_T}{1000}$$

v_w Werkstückgeschwindigkeit [m/min]
v_T Tischvorschubgeschwindigkeit [mm/min]

(Gl. 11.3)

Einfluss der Werkstückgeschwindigkeit:

	v_w erhöhen	v_w reduzieren
Werkstückrautiefe	höher	geringer
Schleifkraft	höher	geringer
Scheibenverschleiß	höher	geringer
Profilhaltigkeit	geringer	höher
Wärmeentwicklung	geringer	höher

Tabelle 11.7 Einfluss der Werkstückgeschwindigkeit beim Schleifen

- **Vorschub f und Vorschubgeschwindigkeit v_f**

  Rundschleifen – Einstechen:

  Radiale Vorschubgeschwindigkeit v_{fr}:

$$v_{fr} = f_r \cdot n_w$$

v_{fr} Radiale Vorschubgeschwindigkeit [mm/min]
f_r Radialvorschub pro Werkstückumdrehung [mm/U]
n_w Werkstückdrehzahl [U/min] (Gl. 11.4)

  Rundschleifen – Längsschleifen / Flachschleifen (Planschleifen):

  Axiale Vorschubgeschwindigkeit v_{fa}:

$$v_{fa} = f_a \cdot n_w$$

v_{fa} Axiale Vorschubgeschwindigkeit [mm/min]
f_a Axialvorschub pro Werkstückumdrehung [mm/U]
n_w Werkstückdrehzahl [U/min] (Gl. 11.5)

- **Arbeitseingriff (Zustellung) a_e**

Einfluss des Arbeitseingriffs (Zustellung):

	a_e erhöhen	a_e reduzieren
Werkstückrautiefe	höher	geringer
Schleifkraft	höher	geringer
Scheibenverschleiß	höher	geringer
Profilhaltigkeit	geringer	höher
Wärmeentwicklung	höher	geringer

Tabelle 11.8 Einfluss der Zustellung beim Schleifen

4.2 Kenngrößen beim Schleifen

Die Kenngrößen dienen zur Charakterisierung und Analyse von Schleifprozessen. Um die Vielzahl unterschiedlicher Schleifverfahren miteinander vergleichen zu können, die Einflussgrößen zu reduzieren und die Ergebnisse zu verallgemeinern, werden schleifspezifische Kenngrößen gebildet.

- **Geschwindigkeitsverhältnis q_s**

$$q_s = \frac{v_c \cdot 60}{v_w}$$

q_s Geschwindigkeitsverhältnis (Gl. 11.6)
v_c Schnittgeschwindigkeit [m/s]
v_w Werkstückgeschwindigkeit [m/min]

Das Geschwindigkeitsverhältnis bewegt sich im Normalfall zwischen 60 und 120. Der Bereich zwischen 120 und 1000 sollte wegen der Gefahr der thermischen Randzonenschädigung am Werkstück möglichst vermieden werden.

Als Richtwerte können angenommen werden:

- Vorschleifen: $q_s = 60$ bis 80
- Fertigschleifen: $q_s = 80$ bis 120
- Vollschnittschleifen: $q_s > 1000$

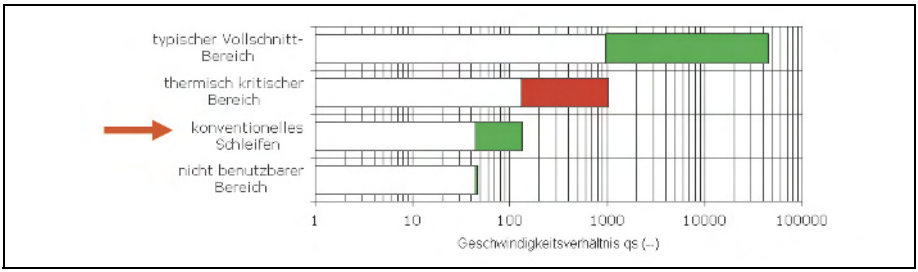


Bild 11.17 Richtwerte für Geschwindigkeitsverhältnis

- **Zerspanvolumen V_w und bezogenes Zerspanvolumen V_w'**

  Das Zerspanvolumen beschreibt das zerspante Werkstückvolumen bei der Schleifbearbeitung.

Außenrundschleifen:

$$V_w = (d_{w1}^2 - d_{w2}^2)\frac{\pi}{4} \cdot l_w$$

V_w Zerspanungsvolumen [mm³] (Gl. 11.7)
d_{w1} Anfangs-Werkstückdurchmesser [mm]
d_{w2} End-Werkstückdurchmesser [mm]
l_w Bearbeitungslänge am Werkstück [mm]

Für geringe Aufmaße kann vereinfacht angenommen werden:

$$V_w = (d_w - z_w) \cdot \pi \cdot z_w \cdot l_w$$

V_w Zerspanungsvolumen [mm³] (Gl. 11.8)
d_w Werkstückdurchmesser [mm]
z_w Schleifaufmaß [mm]
l_w Bearbeitungslänge am Werkstück [mm]

Flach-Längsschleifen:

$$V_w = b_w \cdot z_w \cdot l_w$$

V_w Zerspanungsvolumen [mm³] (Gl. 11.9)
b_w Werkstückbreite [mm]
z_w Schleifaufmaß [mm]
l_w Bearbeitungslänge am Werkstück [mm]

Flach-Querschleifen:

$$V_w = b_s \cdot z_w \cdot l_w$$

V_w Zerspanungsvolumen [mm³] (Gl. 11.10)
b_s Schleifscheibenbreite [mm]
z_w Schleifaufmaß [mm]
l_w Bearbeitungslänge am Werkstück [mm]

Bezogenes Zerspanvolumen V_w'

Um eine verfahrensunabhängige Kenngröße zu haben, wird das Zerspanvolumen häufig auch auf 1 mm Eingriffsbreite der Schleifscheibe b_k bezogen.

$$V_w' = \frac{V_w}{b_k}$$

V_w' Bezogenes Zerspanvolumen [mm³/mm] (Gl. 11.11)
V_w Zerspanungsvolumen [mm³]
b_k Kontaktbreite der Schleifscheibe [mm]

- **Zeitspanvolumen Q_w und bezogenes Zeitspanvolumen Q_w'**

Das Zeitspanvolumen gibt das je Zeiteinheit zerspante Werkstückvolumen an und ermöglicht einen Vergleich der Leistungsfähigkeit der einzelnen Schleifverfahren untereinander. Es gilt vereinfacht:

$$Q_w = \frac{V_w}{t}$$

Q_w Zeitspanungsvolumen [mm³/s] (Gl. 11.12)
V_w Zerspanungsvolumen [mm³]
t Zeiteinheit [s]

$$Q_w = a_e \cdot a_p \cdot v_{ft}$$

Q_w Zeitspanungsvolumen [mm³/s] (Gl. 11.13)
a_e Arbeitseingriff (Zustellung) [mm]
a_p Eingriffsbreite der Schleifscheibe [mm]
v_{ft} Tangentialvorschubgeschwindigkeit [mm/s]

Bezogenes Zeitspanvolumen Q_w'

Wird das Zeitspanvolumen auf 1 mm Kontaktbreite der Schleifscheibe b_k bezogen, ergibt sich das bezogene Zeitspanvolumen Q_w'. Es ist der wichtigste Kennwert für das Schleifen, da alle für den Prozess relevanten Faktoren indirekt erfasst werden.

$$Q_w' = \frac{Q_w}{b_k}$$

Q_w' Bezogenes Zeitspanvolumen [mm³/mms]
Q_w Zeitspanvolumen [mm³/s]
b_k Kontaktbreite der Schleifscheibe [mm] (Gl. 11.14)

- **Schleifverhältnis G**

Der G-Wert kann auch durch Division von abgetragenem Spanvolumen durch das zwischen zwei Konditionierungen (Abrichten) verschlissene und abgetragene Scheibenvolumen berechnet werden. Es ist eine reine Verhältniszahl, deren Größe bei konventionellen Schleifarbeiten und Standardschleifsorten zwischen 3 und 30 schwanken kann. Bei Einsatz von CBN können Werte über 1200 bis etwa 12.000 erreicht werden (in Abhängigkeit von der jeweiligen Schleifaufgabe und/oder von den Leistungsansprüchen).

$$G = \frac{V_w}{V_S}$$

V_W abgetragenes Werkstoffvolumen [mm³]
(vgl. Gl.11.7 bis Gl. 11.10) (Gl. 11.15)
V_S verbrauchtes Scheibenvolumen [mm³]

Durch die Beanspruchung während des Schleifens verschleißt die Schleifscheibe (siehe auch *Abschnitt 6* dieses Kapitels). Das Schleifscheibenverschleißvolumen V_s berechnet sich wie folgt:

$$V_S = V_{sr} + V_{sk} \quad \text{(Gl. 11.16)}$$

V_s abgetragenes Werkstoffvolumen [mm^3]
V_{sr} Radialverschleißvolumen [mm^3]
V_{sk} Kantenverschleißvolumen [mm^3]

Dabei gilt nach *Bild 11.18:*

$$V_{sr} = \pi \cdot d_S \cdot A_{sr}$$
$$V_{sr} = \pi \cdot d_S \cdot A_{sk} \quad \text{(Gl. 11.17)}$$

d_s Schleifscheibendurchmesser [mm]
A_{sr} Radialverschleißfläche [mm^2]
A_{sk} Kantenverschleißfläche [mm^2]

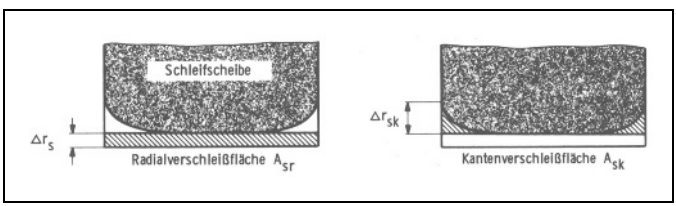


Bild 11.18
Schleifscheibenverschleiß

- **Äquivalenter Schleifscheibendurchmesser D_{se} und geometrische Kontaktlänge l_g**

Damit die Eingriffsverhältnisse verschiedener Schleifverfahren auf das sehr gut untersuchte Planschleifen bezogen werden können, wird aus dem Werkstückdurchmesser d_w und den Scheibendurchmesser d_s ein äquivalenter Scheibendurchmesser D_{se} definiert.

$$D_{se} = \frac{d_w \cdot d_s}{d_w \pm d_s} \quad \text{(Gl. 11.18)}$$

D_{se} Äquivalenter Schleifscheibendurchmesser [mm]
\+ für das Außenrundschleifen
– für das Innenrundschleifen
d_w Werkstückdurchmesser [mm]
d_s Schleifscheibendurchmesser [mm]

Definitionsgemäß gilt für das Flachschleifen mit einer ebenen Werkstückoberfläche und damit $d_w = \infty$:

$$D_{se} = d_s \quad \text{(Gl. 11.19)}$$

Die Bahnkurve der Schneide entspricht beim umfangsseitigen Flach- bzw. Rundschleifen der Kontaktlänge l_g (Länge des Eingriffsbogens). Die geometrische Kontaktlänge wird bei einer ideal glatten Werkstückoberfläche ($R_z = 0$ µm) nach folgender Formel ermittelt:

$$l_g = \sqrt{a_e \cdot D_{se}} \quad \text{(Gl. 11.20)}$$

l_g geometrische Kontaktlänge [mm]
D_{se} äquivalenter Schleifscheibendurchmesser [mm]
a_e Arbeitseingriff (Zustellung) [mm]

Unter Beachtung, dass die Werkstückoberfläche nicht ideal glatt ist, sich das Werkstück und die Schleifscheibe während der Spanabnahme elastisch verformen und dadurch sich die Kontaktlänge ändert gilt folgende Gleichung:

$$l_g = \sqrt{(R_z + a_e) \cdot D_{se}}$$

(Gl. 11.21)

l_g geometrische Kontaktlänge [mm]
D_{se} äquivalenter Schleifscheibendurchmesser [mm]
a_e Arbeitseingriff (Zustellung) [mm]
R_z gemittelte Rautiefe [mm]

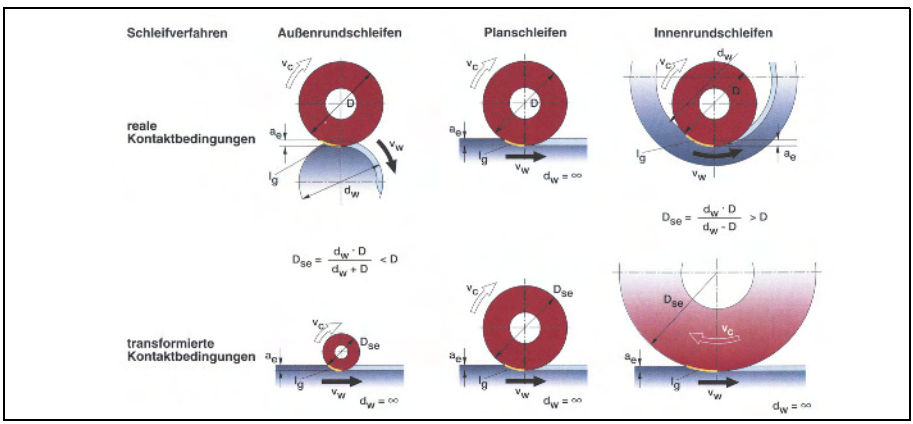


Bild 11.19 Kontaktbedingungen bei unterschiedlichen Schleifverfahren und Transformation der realen Kontaktbedingungen mit Hilfe des äquivalenten Schleifscheibendurchmessers

5 Kraft- und Leistungsbedarf beim Schleifen

Beim Spanen mit geometrisch unbestimmter Schneide besteht bei der **Schnittkraftberechnung** das Problem, dass zum einen die Geometrie der Schneide (besonders die Winkel) nicht bestimmt sind und zum anderen die Anzahl der im Eingriff befindlichen Schneiden (Körner) **nur annähernd** abgeschätzt werden kann. Hinzu kommt, dass der abzuspanende Querschnitt bzw. die Spanungsdicke sehr klein sind. Damit liegt aber auch der Wert der spezifischen Schnittkraft k_c außerhalb der linearen Gesetzmäßigkeiten (vgl. *Kapitel „Grundlagen", Abschnitt 1.4)*.

Es gilt demzufolge eine Beziehung für die Berechnungen beim Schleifen zu finden, einen entsprechenden Korrekturfaktor für geometrisch unbestimmte Schneiden (mit überwiegend stark negativen Spanwinkel am Schleifkorn) und ähnlich wie beim Fräsen die im Eingriff befindliche Zähnezahl zu bestimmen. Damit kann dann die bewährte Schnittkraftbeziehung nach KIENZLE auch auf das Schleifen angewendet werden, einschließlich der werkstoffabhängigen Hauptwerte der spezifischen Schnittkraft $k_{c1.1}$ und der Anstiegswerte der Tangente (Exponent) m (vgl. *Kapitel „Werkstoffe", Abschnitt 1*).

Die **mittlere Spanungsdicke h_m** errechnet sich wie folgt für

- das **Rundschleifen** (gekrümmte Werkstückflächen)

$$h_m = \frac{\lambda_{ke}}{q_s} \cdot \sqrt{a_e \cdot \left(\frac{1}{d_s} \pm \frac{1}{d_w}\right)}$$

h_m mittlere Spanungsdicke [mm]
$+$ für das Außenschleifen
$-$ für das Innenschleifen
a_e Arbeitseingriff [mm]
d_s Schleifkörperdurchmesser [mm] (Gl. 11.22)
d_w Werkstückdurchmesser [mm]
q_s Geschwindigkeitsverhältnis (siehe *Gl. 11.6)*
λ_{ke} effektiver Kornabstand [mm] (vgl. *Tabelle 11.8*)

- das **Flachschleifen** (ebene Werkstückflächen)

$$h_m = f_z \cdot \sqrt{\frac{a_e}{d_s}} = \frac{\lambda_{ke}}{q_s} \cdot \sqrt{\frac{a_e}{d_s}}$$

h_m mittlere Spanungsdicke [mm] (Gl. 11.23)
f_z Zahnvorschub [mm]
a_e Arbeitseingriff [mm]
d_s Schleifkörperdurchmesser [mm]
q_s Geschwindigkeitsverhältnis (siehe *Gl. 11.6*)
λ_{ke} effektiver Kornabstand [mm] (vgl. *Tabelle 11.8)*

Dabei lässt sich der Vorschub pro Schneide f_z aus dem effektiven Kornabstand $\bullet_{ke}$ (Abstand zwischen 2 zum Einsatz kommenden Schleifkörnern) und dem Geschwindigkeitsverhältnis q_s bestimmen. Der **effektive Kornabstand** $\bullet_{ke}$ ist in Abhängigkeit vom Arbeitseingriff a_e beim Rund- und Flachschleifen für verschiedene Körnungen der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

a_e [mm] / Körnung	Schlichten				Schruppen		
	0,003	0,004	0,005	0,006	0,01	0,02	0,03
60	39	38	37	36	33	23	15
80	47	46	45	44	40	31	24
100	54	53	52	51	48	38	30
120	60	59	58	57	53	44	37
150	64	63	62	61	56	48	40

Tabelle 11.9 Effektiver Kornabstand $\bullet_{ke}$ beim Rund- und Flachschleifen

Damit kann nach *Gl. 11.24* die spezifische Schnittkraft k_{cm} als Mittelwert berechnet werden.

$$k_{cm} = \frac{k_{c1.1}}{h_m^m} \cdot f_{Sch} \cdot K_{Sch}$$

k_{cm} mittlere spezifische Schnittkraft [N/mm^2] (Gl. 11.24)
$k_{c1.1}$ Hauptwert der spez. Schnittkraft [N/mm^2] (vgl. *Kapitel „Werkstoffe“*)
h_m mittlere Spanungsdicke [mm]
m Anstieg (werkstoffspezifisch – vgl. *Kapitel „Werkstoffe“)*
f_{Sch} Verfahrensfaktor Schleifen (vgl. *Bild 11.20*)
K_{Sch} Korrekturfaktor für Einfluss der Korngröße (vgl. *Tabelle 11.10*)

Der **Verfahrensfaktor f_{Sch}** berücksichtigt speziell die Einflüsse des stark negativen Spanwinkels am Schleifkorn sowie andere Einflüsse des Schleifkörpers wie Körnung, Härte und Bindung. Der Verfahrensfaktor kann annähernd nach *Bild 11.20* bestimmt werden.

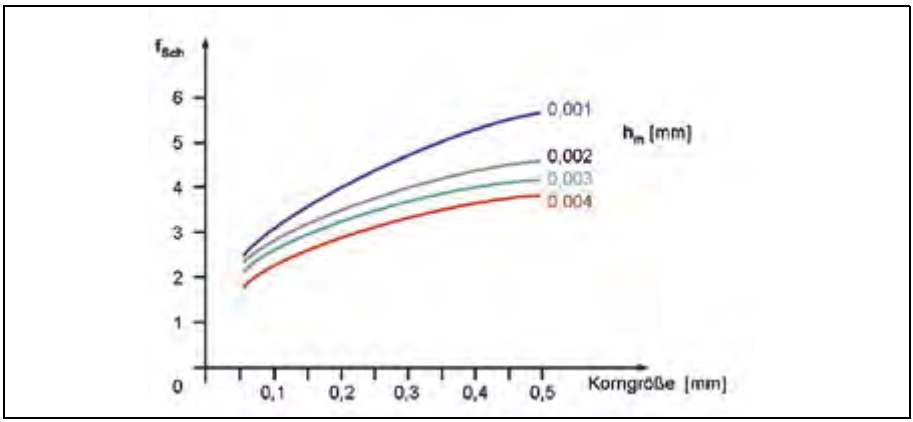


Bild 11.20 Verfahrensfaktor Schleifen nach PREGER

Körnung \ h_m [mm]	0,001	0,002	0,003	0,004
40	5,0	4,3	4,0	3,6
60	4,5	3,9	3,5	3,2
80	4,0	3,6	3,2	3,0
120	3,4	3,0	2,8	2,5
180	3,0	2,6	2,4	2,2
280	2,5	2,2	2,0	1,9

Tabelle 11.10 Korrekturfaktor K_{Sch} in Abhängigkeit von Körnung und mittlerer Spanungsdicke h_m

Die **mittlere Hauptschnittkraft je Schneide F_{cmz}** ergibt sich somit:

$$F_{cmz} = b \cdot h_m \cdot k_{cm}$$

(Gl. 11.25)

F_{cmz} mittlere Schnittkraft je Schneide [N]
b Spanungsbreite = wirksame Schleifbreite [mm]
h_m mittlere Spanungsdicke [mm]
k_{cm} mittlere spezifische Schnittkraft [N/mm^2]

Dabei lässt sich die **Spanungsbreite b** wie folgt ermitteln:

- Außenrundschleifen: b = Axialvorschub f_a
- Außenrundeinstechschleifen: b = Breite des Einstichs
- Stirnschleifen: b = Zustellung a_p

Der **Eingriffswinkel** errechnet sich wie folgt:

- **Rundschleifen**

$$\Delta\varphi \approx 2 \cdot \sqrt{\frac{a_e}{D_{se}}}$$

$\Delta\phi$ Eingriffswinkel [°] (Gl. 11.26)
a_e Arbeitseingriff [mm]
D_{se} Äquivalenter Schleifscheibendurchmesser [mm] (vgl. *Gl. 11.18*)

- **Flach- oder Planschleifen**

(geometrische und kinematische Ähnlichkeit zum Umfangsfräsen, siehe *Kapitel „Fräsen"*)

$$\Delta\varphi \approx 2 \cdot \sqrt{\frac{a_e}{d_s}}$$

$\Delta\phi$ Eingriffswinkel [°] (Gl. 11.27)
a_e Arbeitseingriff [mm]
d_s Schleifscheibendurchmesser [mm]

Für die Ermittlung der Gesamtschnittkraft ist die Berechnung der **Anzahl der im Eingriff befindlichen Schneiden z_{iE}** , die sich näherungsweise ermitteln lässt, erforderlich.

$$z_{iE} = \frac{d_s \cdot \pi \cdot \Delta\varphi}{\lambda_{ke} \cdot 360°}$$

z_{iE} Anzahl der im Eingriff befindlichen Schneiden
d_s Schleifscheibendurchmesser [mm] (Gl. 11.28)
$\Delta\phi$ Eingriffswinkel [°]
λ_{ke} Effektiver Kornabstand [mm] (vgl. *Tabelle 11.8*)

Somit lässt sich die mittlere Gesamtschnittkraft F_{cm} nach folgender Gleichung ermitteln:

$$F_{cm} = F_{cmz} \cdot z_{iE}$$

F_{cm} Mittlere Gesamtschnittkraft [N] (Gl. 11.29)
F_{cmz} Mittlere Schnittkraft je Schneide [N]
z_{iE} Anzahl der im Eingriff befindlichen Schneiden

Komponenten der Schleifkraft sind die Tangentialkraft F_t (entspricht der Schnittkraft F_{cm}), die Normalkraft F_n und die Vorschubkraft F_f. Die Tangentialkraft F_t wirkt, bezogen auf das Werkstück tangential zur Scheibenoberfläche in Richtung der Schnittbewegung und bestimmt die im Schleifprozess notwendige Schleifleistung. Die Normalkraft F_n steht senkrecht auf der zu bearbeitenden Fläche und ist verantwortlich für die Verformungen von Maschine, Werkstück und Werkzeug. Die Vorschubkraft F_f (bzw. Aktivkraft F_a) wirkt in Vorschubrichtung und ist verhältnismäßig klein. Beschrieben wird der Zusammenhang zwischen Normal- und Tangentialkraft durch das **Kraftverhältnis (Schleiffaktor)** $\bullet_c$. Das Verhältnis ist abhängig von der Schleifscheiben-Werkstoff-Paarung und den Kühlschmierbedingungen. Allgemein gilt ein Kraftverhältnis zwischen $\bullet_c = 2 \ldots 3$.

$$\mu_c = \frac{F_n}{F_t}$$

μ_c Kraftverhältnis (Gl. 11.30)
F_n Normalkraft [N]
F_t Tangentialkraft [N]

Die **Schnittleistung P_c** ist der Schnittkraft F_{cm} bzw. Tangentialkraft F_t direkt proportional.

$$P_c = \frac{F_{cm} \cdot v_c}{1000} = \frac{F_t \cdot v_c}{1000}$$

(Gl. 11.31)

P_c Schnittleistung [kW]
F_{cm} Mittlere Schnittkraft [N]
F_t Tangentialkraft [N]
v_c Schnittgeschwindigkeit [m/s]

Unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades ist die **Antriebsleistung P_a** somit:

$$P_a = \frac{P_c}{\eta}$$

(Gl. 11.32)

P_a Antriebsleistung [kW]
P_c Schnittleistung [kW]
η Wirkungsgrad

6 Bestimmung der Hauptzeit beim Schleifen

6.1 Außen- und Innenrundschleifen

6.1.1 Längsschleifen

Hier liegen die Bedingungen wie beim Drehen vor (vgl. *Kapitel „Drehen"*). Allgemein gilt:

$$t_h = \frac{L \cdot i}{v_{fa}} = \frac{L \cdot i}{f \cdot n_w}$$

(Gl. 11.33)

t_h Hauptzeit [min]
i Anzahl der Schliffe
f_a Axialvorschub pro Werkstückumdrehung [mm/U]
n_w Werkstückdrehzahl [U/min]
v_{fa} Axiale Vorschubgeschwindigkeit [mm/min]

Für den Schleifweg L gilt:

$$L = l - \frac{1}{3} \cdot B$$

(Gl. 11.34)

L Weg der Schleifscheibe in Längsrichtung [mm]
l Werkstücklänge [mm]
B Breite der Schleifscheibe [mm]

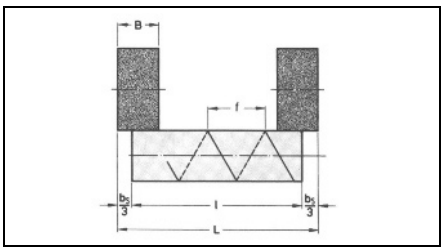


Bild 11.21 Außenrundschleifen mit Längsvorschub

Die Anzahl der Schliffe ergibt sich aus der Durchmesserdifferenz des Werkstückes vor und nach dem Schleifvorgang.

$$i = \frac{\Delta d_w}{2 \cdot a_e} + 8$$

i	Anzahl der Schliffe	(Gl. 11.35)
Δd_w	Werkstückdurchmesserdifferenz [mm]	
a_e	Zustellung pro Schliff [mm]	
8	Anzahl der Doppelhübe zum Ausfeuern	

Für • d_w gilt der absolute Wert, ohne Berücksichtigung des Vorzeichens, das beim Innenschleifen negativ wird.

$$\Delta d_w = |d_{wv} - d_{wn}|$$

Δd_w	Werkstückdurchmesserdifferenz [mm]	(Gl. 11.36)
d_{wv}	Werkstückdurchmesser vor dem Schleifen [mm]	
d_{wn}	Werkstückdurchmesser nach dem Schleifen [mm]	

6.1.2 *Einstechschleifen*

$$t_h = \frac{L}{v_{fr}} = \frac{\Delta d_w + l_a}{2 \cdot a_e \cdot n_w}$$

t_h	Hauptzeit [min]	(Gl. 11.37)
Δd_w	Werkstückdurchmesserdifferenz [mm]	
a_e	Zustellung pro Schliff = Radialvorschub [mm]	
n_w	Werkstückdrehzahl [U/min]	
l_a	Anlaufweg (Richtwert: 0,1...0,3) [mm]	
v_{fr}	Radiale Vorschubgeschwindigkeit [mm/min]	

6.2 Flach- oder Planschleifen

6.2.1 *Umfangsschleifen*

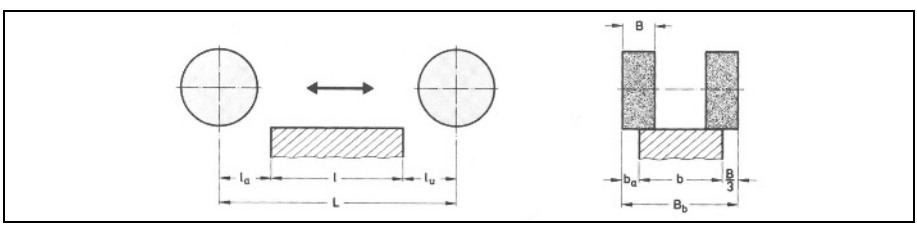


Bild 11.22 Flachschleifen – Umfangsschleifen

$$t_h = \frac{B_b \cdot i}{f \cdot n}$$

t_h	Hauptzeit [min]	(Gl. 11.38)
B_b	Weg der Schleifscheibe in Querrichtung [mm]	
i	Anzahl der Schliffe mit Ausfeuern	
f	Vorschub je Doppelhub [mm/DH]	
n	Anzahl der Doppelhübe pro Minute [DH/min]	

Es gilt:

$$B_b = \frac{2}{3} \cdot B + b$$

$$b_a = \frac{1}{3} \cdot B$$

B_b Weg der Schleifscheibe in Querrichtung [mm]
B Breite der Schleifscheibe [mm] (Gl. 11.39)
b Werkstückbreite [mm]
b_a Überlauf der Schleifscheibe [mm] (Gl. 11.40)

$$n = \frac{v_w}{2 \cdot L}$$

n Anzahl der Doppelhübe pro Minute [DH/min]
v_w Werkstückgeschwindigkeit [mm/min] (Gl. 11.41)
L Weg der Schleifscheibe in Längsrichtung (Hublänge) [mm]

$$i = \frac{z_h}{a_e} + 8$$

i Anzahl der Schliffe (Gl. 11.42)
z_h Bearbeitungszugabe [mm]
a_e Zustellung pro Doppelhub (Schnitteingriff) [mm]
8 Anzahl der Doppelhübe zum Ausfeuern

$$L = l_a + l + l_u$$

$$l_a = l_u \approx 0{,}4 \cdot l$$

L Weg der Schleifscheibe in Längsrichtung [mm]
l_a Anlaufweg [mm] (Gl. 11.43)
l_u Überlaufweg [mm]
l Werkstücklänge [mm]

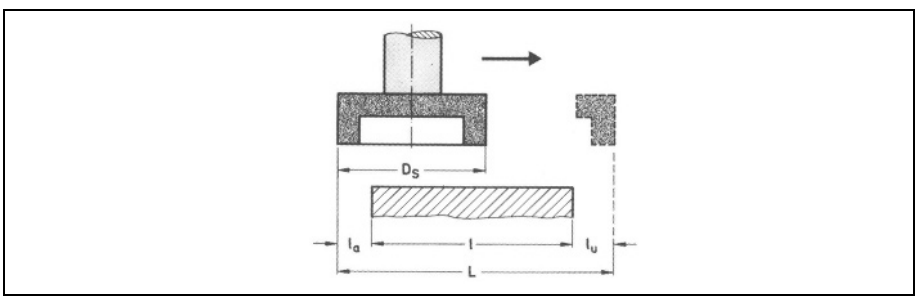


Bild 11.23 Flachschleifen – Stirnschleifen

6.2.2 Stirnschleifen

Weil beim Stirnschleifen der Schleifscheibendurchmesser D_s in der Regel gleich oder etwas größer ist als die Breite des Werkstücks, gibt es hier keinen Weg in Querrichtung. Für die Hauptzeit gilt somit:

$$t_h = \frac{i \cdot z_h}{n \cdot f_a}$$

t_h Hauptzeit [min] (Gl. 11.44)
i Anzahl der Schliffe (Verschiebung in seitlicher Richtung)
z_h Bearbeitungszugaben [mm]
n Anzahl der Doppelhübe pro Minute [DH/min]
f_a Axialvorschub [mm/U]

7 Schleifscheibenverschleiß

Beim Schleifscheibenverschleiß tritt Korn- und Bindungsverschleiß auf. Von Scheibenverschleiß wird gesprochen, wenn der Kornverlust sich im Makrobereich bewegt. Liegt er im Mikrobereich, so spricht man von Selbstschärfung. Beim Kornverschleiß lassen sich folgende Verschleißarten unterscheiden:

- **Druck – Erweichen**

  Dieses Phänomen kann bei Korund auftreten, dessen Festigkeit bereits bei 1200 °C auf ein Sechstel seiner Druckfestigkeit bei Raumtemperatur absinkt. Als Folge der Druckerweichung treten hohe Reibkräfte und verrundete Schneidkanten auf, was die Spanbildungstemperaturen zusätzlich erhöht. Es kann sich ein instabiler Zustand einstellen, der zum Erliegen der Schleifscheibe führt. Der Volumen- und Radiusverschleiß ist gering.

- **Abrasion**

  Als Folge der Reibung zwischen Korn und Werkstoff kommt es zu mechanischen Abrieb. Das Korn wird kontinuierlich abgetragen und bildet unerwünschte, verrundete Schneidkanten. Der Volumen- oder Radiusverschleiß ist gering.

- **Absplittern (Kornbruch)**

  Durch thermische Beanspruchung und anschließendes schnelles Abkühlen, aber auch durch mechanische Belastung bei ausreichender Splitterfähigkeit des Schleifkorns splittern Teile der Körner ab und bilden so neue Schneidkanten. Diese Verschleißart ist günstig auch wenn der Volumen- und Radiusverschleiß im Vergleich zu Druck – Erweichung und abrasiven Verschleiß größer ist. Der Verschleiß ist jedoch ausreichend gering, so dass dennoch scharfe Schneiden entstehen können.

- **Ausbrechen (Kornausbruch)**

  Es brechen ganze Körner aus dem Bindungsverband aus, da die Haltekräfte der Bindung nicht ausreichen (die Bindung ist zu weich). Es kommt zu starkem Volumen- und Radiusverschleiß. Die Schleiffähigkeit der Schleifscheibe wird jedoch beibehalten.

Der Verschleiß einer Schleifscheibe wird zahlenmäßig durch den **Volumenverschleiß V_S** oder den **Radiusverschleiß • r_S** erfasst. Der Volumenverschleiß geht direkt in das **Schleifverhältnis G** (vgl. *Gl. 11.15*) oder Gütefaktor (grinding ratio) ein.

Für maß- und formgenaues Schleifen ist meist der Radiusverschleiß, d. h. der lokale Abtrag der Schleifscheibe nach einer bestimmten Schleifaufgabe oder Schleifzeit, bedeutsamer. Die mittlere Radiusverschleißgeschwindigkeit hängt mit dem Schleifverhältnis G zusammen.

$$\frac{\Delta r_S}{\Delta t} = \frac{1}{G} \cdot \frac{a_e \cdot v_{ft}}{2\pi \cdot r_S}$$

$\Delta r_S/\Delta t$	Radiusverschleißgeschwindigkeit [m/min]	(Gl. 11.45)
G	Schleifverhältnis	
a_e	Arbeitseingriff [mm]	
v_{ft}	tangentiale Vorschubgeschwindigkeit [m/min]	
r_S	Schleifscheibenradius [mm]	

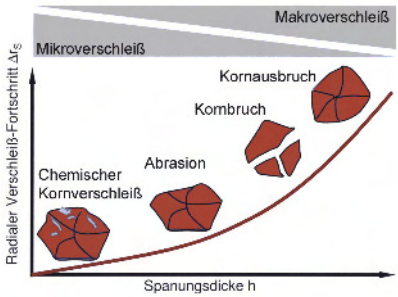


Bild 11.24 Abhängigkeit zwischen Spanungsdicke und Verschleiß

8 Konditionieren von Schleifwerkzeugen

8.1 Grundlagen

Der Begriff „Konditionieren" umfasst unterschiedliche Prozesse zur Aufbereitung von Schleifwerkzeugen *(Bild 11.24)*.

Grundsätzlich wird zwischen dem Abrichten und Reinigen von Schleifkörpern unterschieden. Das **Profilieren**, das Geometriefehler beseitigt und dem Werkzeug die gewünschte Form verleiht, und das **Schärfen**, das die erforderliche Schneidfähigkeit wieder erzeugt, werden zusammen als **Abrichten** bezeichnet. Das **Reinigen** der Schleifscheibe dient dem Entfernen von Zusetzungen durch Span-, Korn- und Bindungsreste aus den Porenräumen des Schleifkörpers.

Je nach Schleifscheibenspezifikation können Schärfen und Profilieren **getrennte Prozesse** sein (bei Diamant- und CBN-Schleifscheiben). Zunächst muss das gewünschte Profil aufgebracht werden. Die Schleifkörner besitzen nach dem Profilieren keinen Überstand über die Bindung, d.h. die Poren fehlen. Die Schleifscheibe ist in diesem Zustand nicht einsatzfähig. Die Schneidfähigkeit der Schleifscheibe (Kornüberstand) muss danach durch einen Schärfprozess, d.h. durch Zurücksetzen der Bindung mittels Schärfstein, hergestellt werden.

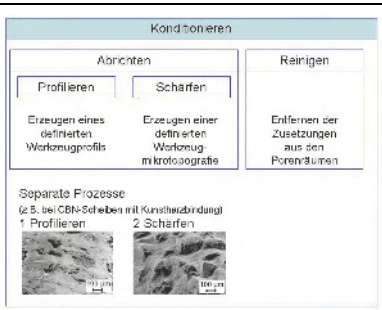


Bild 11.25 Konditionieren von Schleifkörpern

Die erzeugte Oberfläche beim Schleifen ist nicht nur von der gewählten Schleifkorngröße abhängig. Sie wird auch durch das Schleif- und Abrichtverfahren beeinflusst. Griffig abgerichtete Schleifscheiben sind leistungsfähiger, erzeugen aber auch eine rauere Oberfläche.

Schleifscheiben können mit stehenden oder rotierenden Konditionierwerkzeugen abgerichtet werden (vgl. *Bild 11.25*). **Stehende Abrichtwerkzeuge** sind Einzeldiamanten (Oktaederförmiger Rohdiamant in einem Stahlhalter eingelötet) und Vielkornabrichter auf Diamantbasis (besitzt eine räumliche Anordnung der Diamantsplitter und erlaubt wegen der größeren Wirkbreite auch größere Abrichtvorschübe, zum Abrichten für gerade Flächen, Abrichtergebnis nicht genau vorher bestimmbar, Überdeckungsgrad nicht definierbar, aufgrund besserer Abstützung/Eingriffsbreite gut geeignet zum Abrichten von Innenrundschleifkörpern). Der Abrichtprozess mit stehenden Abrichtwerkzeugen entspricht kinematisch dem Drehen. **Rotierende Abrichtwerkzeuge** führen eine zusätzliche Rotationsbewegung aus. Verbreitete rotierende Diamantwerkzeuge zum Abrichten sind die **Profilrolle, Formrolle** und **Topfscheibe**.

Insbesondere bei hochharten Schleifscheiben haben stehende Abrichtwerkzeuge den entscheidenden Nachteil, dass nur wenige Diamanten mit der Schleifscheibe in Eingriff kommen. Dadurch sind diese Werkzeuge einem starken Verschleißangriff unterworfen, was zu Profilfehlern der Schleifscheibe führt. Deshalb werden zum Abrichten von hochharten Schleifscheiben meistens rotierende Abrichtwerkzeuge genutzt.

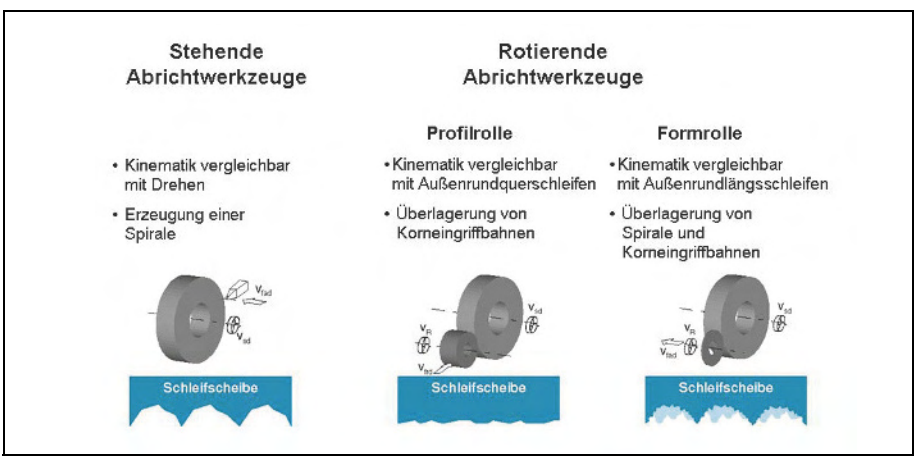


Bild 11.26 Kinematik der Abrichtverfahren

8.2 Stehende Abrichtwerkzeuge

8.2.1 Auswahl und Einsatzempfehlung von stehenden Abrichtwerkzeugen

Nach folgenden Kriterien kann der Einsatz von Einkorn- und Vielkornabrichtwerkzeugen gewählt werden:

Abrichtwerkzeug	Schleifscheibenprofil	Schleifverfahren / Fertigungsart
Einkornabrichter 	Geradlinig (zylindrisch, kegelig) Einprofilig (konvexe, konkave Radien)	Außenrund-, Flach-, Innenrund- und Spitzenlosschleifen Einzel- und Kleinserienfertigung
Vielkornabrichter 	Geradlinig (zylindrisch, kegelig)	Innenrundschleifen (Flach- und Außenrundschleifen bedingt) Einzel- und Kleinserienfertigung

Tabelle 11.11 Einsatzempfehlungen für Einkorn- und Vielkornabrichtwerkzeuge

8.2.2 Stell- und Kenngrößen beim Abrichten mit stehendem Werkzeug

Bei stehenden Abrichtwerkzeugen entsteht die Schleifscheibentopografie durch axiales Anfahren der Scheibenkontur. Zwischen Abrichtwerkzeug und der sich drehenden Schleifscheibe liegt eine Abrichtgeschwindigkeit v_{fad} vor. Das Abrichtwerkzeug wird zwischen zwei Abrichthüben radial um die Abrichtzustellung a_{ed} zugestellt.

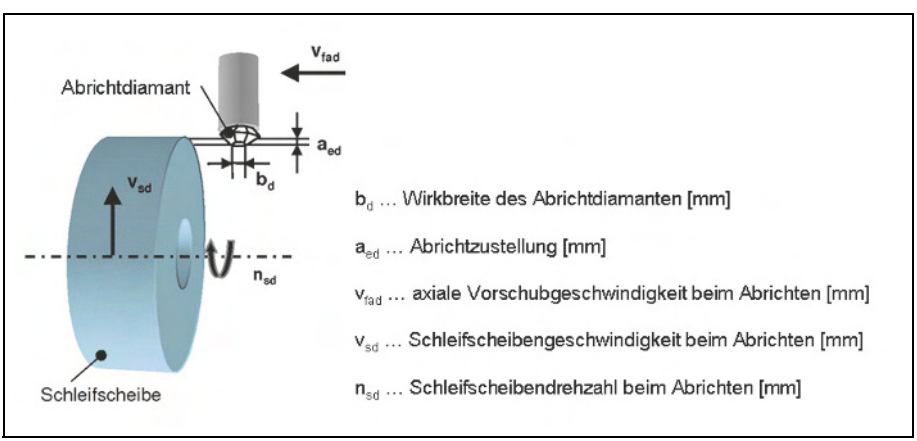


Bild 11.27 Eingriffsbedingungen beim Abrichten mit stehendem Werkzeug

Folgende Beziehungen gelten für das **Abrichten mit stehendem Werkzeug**:

- **Schleifscheibendrehzahl n_{sd} und Schleifscheibenumfangsgeschwindigkeit v_{fsd} beim Abrichten**

$$v_{sd} = \frac{d_s \cdot \pi \cdot n_{sd}}{1000 \cdot 60}$$

$$n_{sd} = \frac{v_{sd} \cdot 60 \cdot 1000}{d_s \cdot \pi}$$

(Gl. 11.46)

v_{sd} Schleifscheibengeschwindigkeit beim Abrichten [m/s]
n_{sd} Schleifscheibendrehzahl beim Abrichten [U/min]
d_s Schleifscheibendurchmesser [mm]

Nach Möglichkeit sollte die Umfangsgeschwindigkeit beim Abrichten v_{sd} der Schnittgeschwindigkeit v_c beim Schleifen (Arbeitsgeschwindigkeit) entsprechen. Somit werden dynamische Unwuchten vermieden. Ist dies aufgrund starker Vibrationen nicht möglich, sollte die Schleifscheibe zunächst mit kleinerer Umfangsgeschwindigkeit rund gerichtet und danach mit Arbeitsgeschwindigkeit abgerichtet werden. (vgl. auch *Tabelle 11.12*)

	Arbeitsgeschwindigkeit < 35 m/s	**Arbeitsgeschwindigkeit > 35 m/s**
Prozessschritte	1. Rundrichten mit 15 bis 20 m/s	1. Rundrichten mit 15 bis 20 m/s
	2. Abrichten mit Arbeitsgeschwindigkeit	2. Abrichten mit Arbeitsgeschwindigkeit
		3. Wuchten mit Arbeitsgeschwindigkeit
		4. Abrichten mit Arbeitsgeschwindigkeit

Tabelle 11.12 Prozessschritte beim Abrichten mit Einkorndiamant

- **Abrichtzustellung a_{ed}**

  Die Abrichtzustellung (siehe *Tabelle 11.13*) ist in erster Linie von der Korngröße im Schleifwerkzeug abhängig. Um die Schleifscheibe schnittfreudiger zu machen werden häufig unverhältnismäßig hohe Zustellbeträge eingestellt. Dies führt zu erhöhtem Verschleiß am Abricht- und Schleifwerkzeug. Die bessere Lösung ist den Abrichtvorschub f_{ad} zu erhöhen bzw. den Abrichtüberdeckungsgrad U_d zu reduzieren.

  Im Wesentlichen gelten für Vielkornabrichter die gleichen Einsatzempfehlungen wie für Einkornabrichter. Aufgrund der im Vergleich zum Einkorndiamant größeren Wirkbreite b_d sind höhere Abrichtvorschübe möglich. Je nach Anforderung bezüglich der Oberflächenrautiefe und der Ist-Situation nach dem ersten Schliff muss der Abrichtvorschub entsprechend geändert werden.

	Abrichtzustellung a_{ed} [mm/Hub]	Abrichtvorschub f_{ad} [mm/Schleifscheibenumdrehung]
Einkornabrichter	Grobkörnige Schleifscheiben (<Korn 120): 0,01 bis 0,03	0,02 bis 0,6 (je nach Überdeckungsgrad)
	Feinkörnige Schleifscheiben (>Korn 150): 0,005 bis 0,01	
	Nass anwenden	
Vielkornabrichter	Grobschleifen: 0,02 bis 0,03	0,02 bis 0,6
	Feinschleifen: 0,01	
	Nass anwenden	

Tabelle 11.13 Abrichtzustellung und Abrichtvorschub für stehende Abrichtwerkzeuge

- **Axiale Vorschubgeschwindigkeit v_{fad} und axialer Vorschub f_{ad} beim Abrichten**

$$v_{fad} = f_{ad} \cdot n_{sd}$$

$$f_{fad} = \frac{v_{fad}}{n_{sd}}$$

(Gl. 11.47)

v_{fad} Axiale Abrichtvorschubgeschwindigkeit [mm/min]
f_{ad} Axialer Achsvorschub [mm]
n_{sd} Schleifscheibendrehzahl beim Abrichten [U/min]

- **Wirkbreite am Abrichtwerkzeug b_d**

  Die Wirkbreite beeinflusst maßgeblich die Schleifscheibentopografie. Nach Möglichkeit sollten Abrichtwerkzeuge zum Einsatz kommen, die eine konstante Wirkrautiefe über die komplette Standzeit gewährleisten.

  Mit zunehmenden Abrichtzerspanvolumen erhöht sich bei einem Einkorndiamant die Wirkbreite b_d aufgrund des Verschleißverhaltens. Somit wird die Wirkrautiefe auf der Schleifscheibe deutlich reduziert.

Abrichtwerkzeug	Wirkbreite b_d [mm]
Einkorndiamant „neu“	0.2 bis 0,4
Einkorndiamant „alt“	0,6 bis 0,9
Vielkorndiamant	1,5 bis 5,0

Tabelle 11.14 Richtwerte für Wirkbreiten beim Abrichten

- **Überdeckungsgrad U_d**

  Definiert wird die erzielte Schleifscheibenwelligkeit („Gewindesteigung“) durch den Überdeckungsgrad U_d. Der Überdeckungsgrad ergibt sich aus der Anzahl der Schleifscheibenumdrehungen während des Versatzes des Abrichtwerkzeuges (Abrichtvorschub f_{ad}) um seine Wirkbreite b_d. Bei steigendem Überdeckungsgrad wird die Welligkeit der Scheibenoberfläche kleiner, die Scheibe damit glatter und die Wirkrautiefe R_{th} kleiner.

$$U_d = \frac{b_d}{f_{ad}} = \frac{n_{sd} \cdot b_d}{v_{fad}}$$

(Gl. 11.48)

U_d Überdeckungsgrad
b_d Wirkbreite [mm]
f_{ad} Axialer Achsvorschub [mm]
n_{sd} Schleifscheibendrehzahl beim Abrichten [U/min]
v_{fad} Axiale Vorschubgeschwindigkeit [mm/min]

	Überdeckungsgrad U_d
Grobschliff (Schruppen)	2 bis 3
Normalschliff (Mittelschliff)	4 bis 6
Feinschliff (Schlichten)	> 7

Tabelle 11.15 Richtwerte für Überdeckungsgrad beim Abrichten

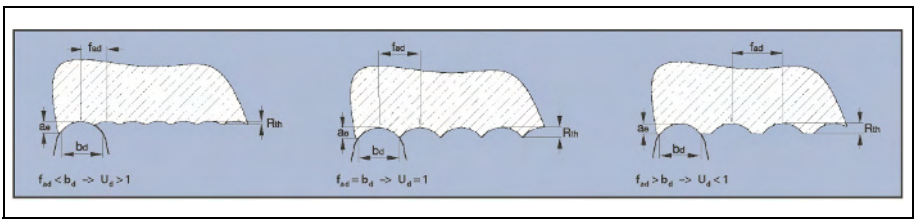


Bild 11.28 Zusammenhang von Überdeckungsgrad und Schleifscheibenwelligkeit

Überdeckungsgrad	Gewindesteigung	Schleifscheibenoberfläche	Zerspanungsleistung	Werkstückoberfläche	Brand- und Rissgefahr an wärmeempfindlichen Bauteilen
hoch	klein	glatt	gering	fein	zunehmend
niedrig	groß	rau	hoch	grob	gering

Tabelle 11.16 Zusammenhänge beim Strukturieren von Schleifscheibenoberflächen

8.2.3 Einsatz von Einkornabrichtwerkzeugen

Beim Einsatz von Einkornabrichtdiamanten ist auf folgende Punkte zu achten:

- Einhalten der **Neigung** der Abrichtachse (vgl. *Bild 11.28*)
- Abrichter in **regelmäßigen Abständen um ca. 90° im Halter drehen** zur Vermeidung von ungleichmäßigen Verschleiß
- **Kurz spannen** (Ausspannlänge < 2d) zur Vermeidung von Schwingungen
- **Ausreichende Kühlschmierung** zur Erhöhung der Lebensdauer des Diamanten. Ausrichten der Kühlmittelstrahls genau in die Kontaktzone zwischen Schleifscheibe und Abrichter. Wegen Zerstörungsgefahr des Diamanten **plötzliches Abkühlen vermeiden**. Die Zuführung des Kühlschmiermittels muss deshalb vor Beginn des Abrichtprozesses erfolgen.

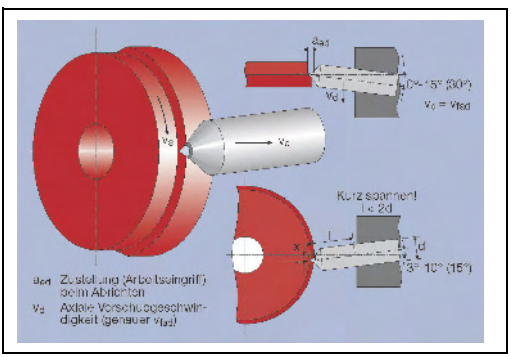


Bild 11.29 Einsatz von Einkornabrichtern

Die Auswahl des Einkornabrichters (Diamantgewicht in Karat) erfolgt in Abhängigkeit der Schleifscheibenabmessung (vgl. *Tabelle 11.17*).

Scheiben-durchmesser [mm]	Scheibenbreite [mm]				
	< 20	20 bis 110	110 bis 170	170 bis 250	250 bis 300
< 50	0,4 Karat	0,4 Karat	0,4 Karat	0,8 Karat	0,8 Karat
50 bis 100			0,8 Karat		
100 bis 200		0,8 Karat			1,5 Karat
200 bis 300				1,5 Karat	
300 bis 400	0,8 Karat		1,5 Karat		
400 bis 500					
500 bis 600		1,5 Karat			
600 bis 700	1,5 Karat				
700 bis 800					
800 bis 900					
900 bis 1000					

Tabelle 11.17 Auswahl des Einkornabrichters

8.3 Rotierende Abrichtwerkzeuge

Beim Abrichten mit rotierenden Werkzeugen wird zwischen **Formen** (Bahnsteuerung, formungebundene Diamantrollen, überwiegend in der Kleinserienfertigung zur Herstellung häufig wechselnder Profilformen) und **Profilieren** (Einstechen, form- bzw. werkstückgebundene Diamantabrichtrollen, überwiegend in der Massenfertigung) unterschieden.

Die Diamantabrichtrollen sind an ihrer Oberfläche mit Diamanten ein- oder mehrschichtig belegt. Beim Abrichten wird die Abrichtrolle angetrieben. Je nach Geschwindigkeitsquotienten q_d, der Drehrichtung zwischen Rolle und Schleifscheibe (Gleich- oder Gegenlauf), dem radialen Vorschub der Rolle f_{rd}, der Diamantkorngröße und -konzentration lässt sich das Abrichtergebnis ändern:

- Schlichten: Wirkrautiefe ca. $R_{th} = 2$ µm (Geschwindigkeitsquotient $q_d = -0{,}7$)
- Schruppen: Wirkrautiefe ca. $R_{th} = 18$ µm (Geschwindigkeitsquotient $q_d = 0{,}9$)

- **Geschwindigkeitsverhältnis q_d**

$$q_d = \frac{v_{rd}}{v_{sd}}$$

q_{sd} Geschwindigkeitsquotient (Gl. 11.49)
v_{rd} Geschwindigkeit der Abrichtrolle [m/s]
v_{sd} Abrichtgeschwindigkeit der Schleifscheibe [m/s]

- **Wirkbreite am Abrichtwerkzeug b_d**

  Die Wirkbreite beeinflusst maßgeblich die Schleifscheibentopografie.

  Gerade Formrollen:

  b_d = Aktive Belagbreite der Diamantierung

  Formrollen mit Radius:

$$b_d = \sqrt{8 \cdot r_p \cdot a_{ed}}$$

b_d Wirkbreite am Abrichtwerkzeug [mm] (Gl. 11.50)
r_p Radius der Abrichtrolle [mm]
a_{ed} Zustellbetrag beim Abrichten [mm]

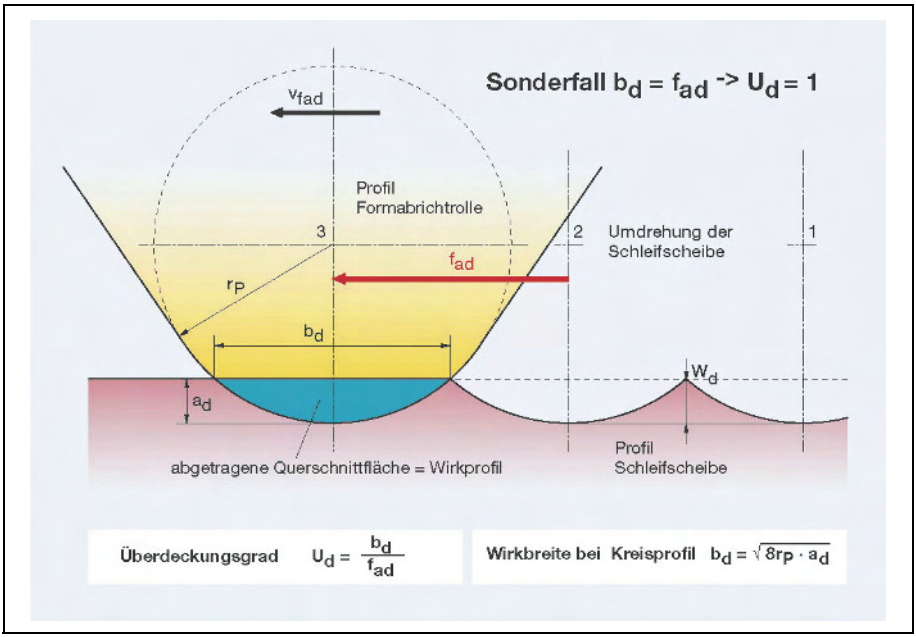


Bild 11.30 Wirkbreite und Überdeckungsgrad beim Abrichten

- **Eingriffsbreite a_{pd}**

  Die Eingriffsbreite bei Radienformrollen ist nur dann mit der Wirkbreite identisch, wenn der Überdeckungsgrad $U_d = 1$ ist. Wird der Abrichtvorschub f_{ad} bei konstanten Bedingungen reduziert, wird die Eingriffsbreite a_{pd} kleiner.

$$a_{pd} = 0{,}5 \cdot (b_d + f_{ad})$$

a_{pd} Eingriffsbreite [mm] (Gl. 11.51)
b_d Wirkbreite am Abrichtwerkzeug [mm]
f_{ad} Axialer Vorschub pro Scheibenumdrehung [mm/U]

8.4 Konditionieren von Diamant- und CBN-Schleifscheiben

Beim Abrichten von Diamant- oder CBN-Schleifwerkzeugen kann das Profilieren und Schärfen der Scheiben durch die hohe Härte der Schleifkörner nicht in einem Arbeitsgang wie bei konventionellen Schleifscheiben durchgeführt werden (vgl. auch *Bild 11.24*). Beim Profilieren der Scheibe wird die Oberfläche so eingeebnet, dass durch das anschließende Schärfen die Rauheit (Kornüberstand) der Schleifscheibe erst erzeugt werden muss.

8.4.1 Abrichten (Profilieren)

Zum Profilieren von Diamant- und CBN-Schleifscheiben wurde eine Fülle unterschiedlicher Verfahren entwickelt. Diese Scheiben sollten nicht mit Diamantkorn abgerichtet werden. Profilierverfahren ohne Diamantkorn greifen primär die Schleifscheibenbindung an.

Ein wegen seiner Flexibilität sehr häufig eingesetztes Verfahren ist das Profilieren mit SiC-Schleifscheiben, welches bei allen abrichtbaren Bindungstypen Anwendung finden kann. Beim Schleifen mit der SiC-Schleifscheibe wird diese entweder abgebremst oder angetrieben und zur Herstellung des erforderlichen Profils auf einer entsprechenden Bahn geführt. Nachfolgend aufgeführt ist das Abrichten mit einem Fliehkraftbremsgerät.

- **Abrichten mit Fliehkraftbremsgerät AV 500 (Artikel 59 9600)**

Das Abrichtgerät AV 500 wird als Aufsatz auf den Supportschlitten der Schleifmaschine aufgebracht. Es ist mit einer rotierenden SiC-Schleifscheibe zum Abrichten (Profilieren) von Diamant- oder CBN-Schleifscheiben bestückt. Der Abrichtvorgang erfolgt dabei über das Fliehkraftbremsverfahren.

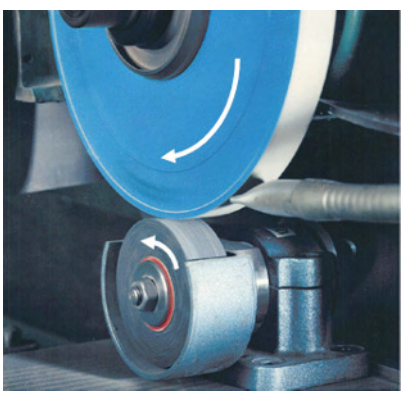


Bild 11.31 Abrichten mit Fliehkraftbremsgerät AV 500

Einsatzhinweise:

- Abrichtgerät AV 500 ausschließlich auf starren Maschinen einsetzen
- Ausschließlich trocken anwenden
- Auf Drehrichtung achten (Gleichlauf)
- Abrichtscheibe und Schleifscheibe leicht schräg zueinander stellen
- SiC-Abrichtscheibe vor der Berührung der Diamant- oder CBN-Schleifscheibe in Drehung versetzen, um Flachstellen an der Abrichtscheibe zu vermeiden
- Die Oszillationsbewegung des abzurichtenden Belages sollte innerhalb der Bandbreite der Abrichtscheibe erfolgen
- Nachfolgend schärfen

Abrichtgeschwindigkeit [m/s]	Abrichtzustellung a_{ed} [mm/Hub]	Abrichtvorschub f_{ad} [mm/min]	Querhub [%]
= Arbeitsgeschwindigkeit v_s	0,01 bis 0,015	200 bis 400	Max. 50
Trocken anwenden.			

Tabelle 11.18 Abrichtparameter beim Abrichten mit Fliehkraftbremsgerät AV 500

8.4.2 Schärfen mit Schärfsteinen

Der Schärfprozess erfolgt durch Verwendung von Korund- oder SiC-Schärfsteinen in keramischer oder Kunstharzbindung. Das Schärfen (Erzeugen von Kornüberständen) von Diamant- oder CBN-Schleifscheiben wird dabei nach dem Abrichten (Profilieren) oder während des Schleifprozesses durchgeführt. Der Einsatz erfolgt handgeführt oder stationär im Einstechverfahren, in der Regel nass.

Schärfstein	Größe = Kornart und Körnung	Anwendung	Korngröße der zu schärfenden Schleifscheibe	Bindungsart
59 9800	EK600	Werkzeugschleifen	25 µm	Keramisch
59 9820	EK240		25 µm	
59 9840	EK240, EK600	Flach- und Außenrundschleifen	46 bis 181 µm	
59 9860	SC220			Kunstharz
Es wird empfohlen den Schärfstein in Kühlschmiermittel zu tränken.				

Tabelle 11.19 Schärfsteinauswahl

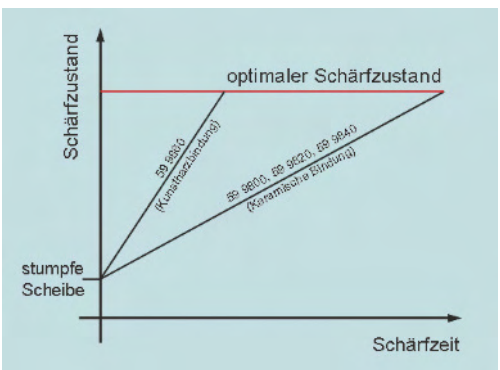


Bild 11.32 Beeinflussung des Schärfzustandes

9 Kühlschmierstoffe

Während bei der Zerspanung mit geometrisch bestimmter Schneide die Späne den größten Teil der Wärme abtransportieren, befinden sich beim Schleifen die Hauptwärmequellen unterhalb der Schneide, so dass der überwiegende Teil der Wärme zunächst in das Werkstück eindringt und dort zu einem örtlichen Temperaturanstieg führt. Durch diesen Temperaturanstieg kann es je nach Höhe und Einwirkzeit unerwünschte Gefügeänderungen im Werkstück (z.B. Schleifbrand) geben. Mit Einsatz von Kühlschmierstoffen lassen sich die Einwirkzeit und die Höhe des Temperaturanstiegs günstig beeinflussen.

Primäraufgaben des Kühlschmierstoffes sind somit:

- Reduzierung der Reibung durch **Schmierung** und damit eine verringerte Wärmeentstehung

  An die Schmierfähigkeit des Kühlschmierstoffes werden aufgrund der hohen Drücke und Temperaturen, die beim Schleifen auftreten, extrem hohe Anforderungen gestellt. Um Reibung zu verhindern oder aufzuheben, muss ein Trennfilm aufgebaut werden. Mit einem Flüssigkeitsfilm ist dies nicht zu erreichen, denn die hohe Flächenpressung verhindert, dass Flüssigkeitsfilme zwischen die Erhebungen der sich reibenden Oberflächen dringen und dort verbleiben können. Es liegt hier also stets der Zustand der so genannten **Grenzschmierung** vor. Hinsichtlich der Schmiereigenschaften eines Kühlschmiermittels muss also gefordert werden, dass sie unter den spezifischen Bedingungen beim Spanen auch im Grenzreibungsbereich eine Schmierwirkung erzielt. Diese Grenzschmierwirkung hängt von der Schwere der Schleifoperation ab. Bei leichten Zerspanaufgaben (z.B. Außenrundlängsschleifen) ist die Schmierfähigkeit, die dem Kühlschmierstoff durch verschiedene Komponenten wie Additive und Emulgatoren ohnehin eigen ist, gewöhnlich ausreichend. Bei schweren Zerspanarbeiten (z.B. Einstechschleifen, Profilschleifen) dagegen sind besondere Wirkstoffe, EP-Zusätze (extrem pressure – Hochdruckzusätze) erforderlich, die Zwischenschichten bilden, die den Kontakt der Flächen weitestgehend verhindern.
- **Kühlung** durch Aufnahme und Abtransport der entstandenen Wärme aus der Bearbeitungszone

  Die Fähigkeit, Wärme aufzunehmen, zu transportieren und wieder abzugeben ist bei den verschiedenen Kühlschmierstoffen unterschiedlich. Am ausgeprägtesten ist diese Fähigkeit bei Wasser. Dort wo die Kühlung besonders hoch sein muss, wird deshalb bevorzugt ein wassermischbares Kühlschmiermittel eingesetzt.

Daneben besitzt der Kühlschmierstoff noch **Sekundäraufgaben** wie:

- **Reinigung** von Schleifscheibe und Werkstück,
- **Späneabtransport** weg von der Bearbeitungsstelle sowie
- **Korrosionsschutzbildung** für Maschine und Werkstück.

Die Auswahl des geeigneten Kühlschmierstoffes hängt vom jeweiligen Anwendungsfall ab. In den meisten Fällen besteht die optimale Auswahl in einem Kompromiss zwischen Kühlung und Schmierung.

9.1 Kühlschmierstoffarten

Grundsätzlich lassen sich Kühlschmierstoffe in zwei Hauptgruppen unterteilen:

1. Nicht wassermischbare Kühlschmierstoffe
2. Wassermischbare Kühlschmierstoffe

Nachfolgende Übersicht zeigt die Einteilung der Kühlschmierstoffe.

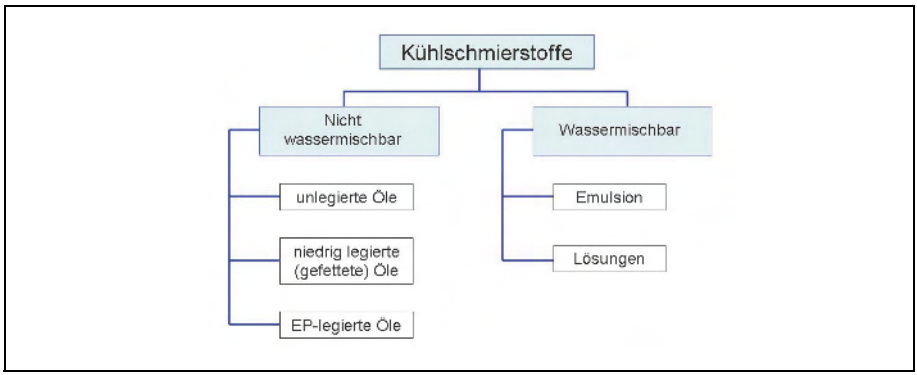


Bild 11.33 Einteilung der Kühlschmierstoffe

9.2 Kühlschmierstoffzufuhr

Eine angemessene Zufuhr von Kühlschmierstoff in die Schleifzone ist von höchster Wichtigkeit. Dies ist nicht ausschließlich die Frage von genügender Menge und hohen Druck sondern, dass der Kühlschmierstoff-Strahl auch annähend die gleiche Geschwindigkeit wie die Schleifscheibe an ihrem Umfang aufweisen muss. Damit wird sicher gestellt, dass die Scheibe den Kühlschmierstoff auch in die Schleifzone transportieren kann.

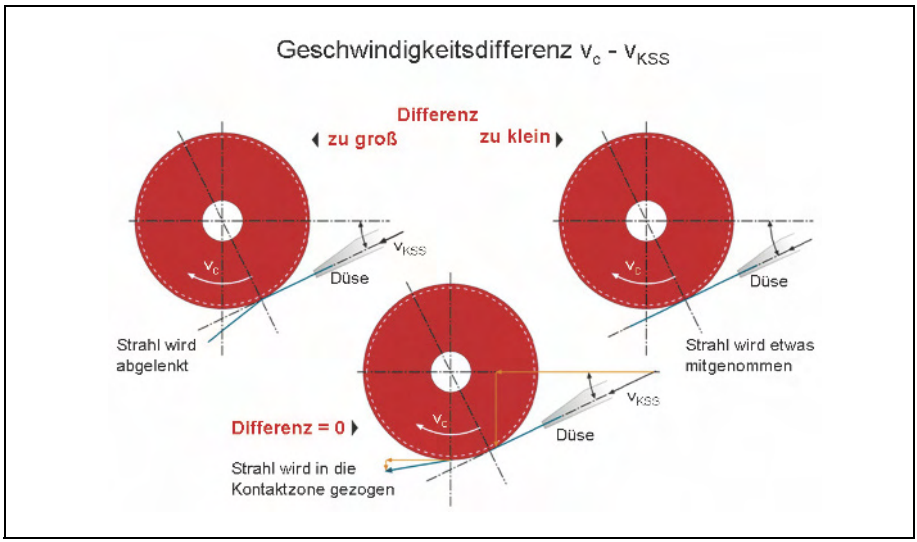


Bild 11.34 Kühlschmiermittelzufuhr und optimale Strömung

Eine gute Versorgung der Kontaktzone mit Kühlschmierstoff wird durch eine optimale Düsenauslegung erreicht. Eine angemessene Düse weist sowohl eine gerade Zone auf als auch einen scharfe Austrittsmündung. Der Anstellwinkel des Kühlmittelstrahles sollte ca. 20° betragen.

Beim Schleifen werden unterschiedliche Düsensysteme eingesetzt. Das meist verbreitete und einfachste Zuführsystem ist die **Überflutungsdüse**, bei der ein großer Kühlschmierstoff-Volumenstrom relativ ungezielt auf die Bearbeitungsstelle gerichtet ist. Nachteil dieser Düse ist, dass ein Teil des Kühlschmierstoffes an der Bearbeitungsstelle vorbei strömt (Verlustvolumenstrom).

Zur Steigerung der Effizienz des Gesamtvolumenstroms kann mit Hilfe einer **Nadel- oder Schuhdüse** der Großteil des Gesamtvolumenstroms gezielt zur Bearbeitungsstelle geführt werden.

9.3 Kühlschmierstoffprüfung

Unabhängig davon, welcher Kühlschmierstoff für eine Bearbeitungsaufgabe gewählt wurde, hängt ein erfolgreicher Einsatz der Kühlschmierung insbesondere über einen längeren Zeitraum von der sachgerechten Behandlung der Kühlschmierstoffe ab. Die Voraussetzung dafür ist eine ständige Überprüfung der chemischen, physikalischen und nicht zuletzt biologischen Eigenschaften der Kühlschmiermittel.

Einen ersten Aufschluss über den Zustand von Ölen gibt bereits die Farbe. Sie ermöglicht durch den Vergleich mit Farbgläsern Rückschlüsse auf den Verschmutzungsgrad und den Gebrauchszustand.

Die Dichte und Viskosität sind durch geeignete Messgeräte bestimmbar. Eine Veränderung dieser Größen lässt entweder auf eine „Ausmagerung“ des Öls oder auf die ungewollte Beimischung von Fremdflüssigkeit schließen.

Die fertige Emulsion sollte ständig kontrolliert werden. Aussehen und Geruch erlauben dabei nur eine pauschale Beurteilung. Wichtig ist der ph-Wert. Ein Absinken dieses Wertes deutet auf einen zunehmenden Bakterienbefall hin. Der ph-Wert lässt sich leicht durch Indikatorpapier bestimmen.

10 Sicherheitsmaßnahmen beim Schleifen

10.1 Zulässige Umfangsgeschwindigkeit

Je nachdem, wie fest die Schleifmittel in der Bindung festgehalten werden (Härte des Schleifkörpers) dürfen Schleifscheiben aus Gründen der Arbeitssicherheit nur bis zu einer bestimmten Umfangsgeschwindigkeit eingesetzt werden. *Tabelle 11.20* zeigt übliche Farbkennzeichnungen für die zulässigen Umfangsgeschwindigkeiten. Alle Schleifscheiben, die nicht farblich gekennzeichnet sind, dürfen bis max. 40 m/s Umfangsgeschwindigkeit eingesetzt werden.

Farbkennzeichen	ohne	blau	gelb	rot	grün	grün + blau	grün + gelb	grün + rot
Zulässige Umfangsgeschwindigkeit [m/s]	40	50	63	80	100	125	140	160

Tabelle 11.20 Farbkennzeichnung von Schleifscheiben für zulässige Umfangsgeschwindigkeiten

10.2 Sicherheitstechnische Aspekte beim Schleifen

Zur Sicherheit beim Schleifen tragen Maschinenhersteller, Schleifkörperproduzenten und Anwender gleichermaßen bei. Schleifkörper sind beim Schleifvorgang hohen Beanspruchungen ausgesetzt. Deshalb müssen Schleifmaschine, Schleifkörper sowie Handhabung und Anwendung optimal aufeinander abgestimmt sein, so dass ein sicheres Schleifen gewährleistet ist. Für die Schleifmaschinen sind im allgemeinen Maschinenbedingungen und Schutzhaubenbestimmungen zu berücksichtigen.

Während Schleifmaschine und Schleifkörper von den Herstellern mit der vorschriftsmäßigen Sicherheit ausgestattet werden, trägt der Anwender die Verantwortung für die Sicherheit beim Schleifen durch zweckbestimmten Gebrauch der Schleifmaschine sowie durch richtige Handhabung und Anwendung der Schleifkörper.

Die nachstehenden Empfehlungen sind nur als Zusammenfassung der wichtigsten Maßnahmen im Umgang und im Einsatz von Schleifkörpern zu verstehen.

Betreff	Schleifscheiben allgemein
Überprüfung bei Anlieferung	**Verpackung** bei Anlieferung **überprüfen**. Bei sichtbaren Schäden an der Verpackung soll die Überprüfung des Schleifkörpers auf eventuelle Transportschäden besonders sorgfältig durchgeführt werden.
Lagerung	Schleifkörper sind in geeigneten Regalen oder Behältnissen so zu lagern, dass sie nicht beschädigt werden und die Entnahme ohne Umsetzen leicht möglich ist. Ältere Lagerbestände sollten zuerst entnommen werden. Um Schäden vorzubeugen, hat die Lagerung trocken, frostfrei und geschützt vor größeren Temperaturschwankungen und Erschütterungen zu erfolgen. **Keramisch gebundene** Schleifscheiben sind **unbegrenzt lagerfähig**. Mit **Kunstharz gebundene** Schleifscheiben sollen **nicht länger als 3 Jahre** gelagert werden, da durch Versprödung eine Festigkeitsverminderung eintreten kann. Die Lagerung geschieht am besten wie folgt für verschiedene Schleifkörper: ● **Trennscheiben** auf ebener Unterlage ohne Zwischenlagen lagern und mit einer Stahl- oder Gussplatte beschweren. ● **Große, gerade Schleifscheiben** senkrecht aufgestellt aufbewahren und gegen Wegrollen sichern. Idealerweise erfolgt die Lagerung im GARANT-Schleifscheibenschrank (Nr. 958760/8765). ● **Schleifzylinder, zylindrische Schleiftöpfe** und **Schleifteller** unter Verwendung von weichen Zwischenlagen stapeln. ● **Kegelige Schleiftöpfe** (Form 11) jeweils mit den Stirn- bzw. Bodenseiten aufstapeln. ● **Kleine Schleifkörper** in geeigneten Behältnissen lagern.
Kennzeichnung	Zweck der Kennzeichnung ist es, insbesondere Personen, die das Aufspannen der Schleifkörper vornehmen, Angaben für den sicheren Einsatz und die bestimmungsgemäße Anwendung zu vermitteln. Schleifkörper dürfen nur dann verwendet werden, wenn sie mit folgenden **Mindestangaben** gekennzeichnet sind (siehe auch Abschnitt 3 dieses Kapitels): ● Hersteller ● Abmessungen des Schleifkörpers ● Werkstoff (mindestens Art der Bindung) ● Höchstzulässige Drehzahl des neuen Schleifkörpers ● Arbeitshöchstgeschwindigkeit in m/s **Zusätzliche Kennzeichnungen** sind beispielsweise: ● Farbstreifen (siehe auch Abschnitt 11.1 dieses Kapitels) Verwendungseinschränkungen (sind bestimmten Schleifverfahren und Anwendungsweisen zugeordnet)
Überprüfen vor dem Aufspannen	Vor jedem Aufspannen müssen die Schleifkörper **gereinigt** und durch **Sichtkontrolle** auf Beschädigungen überprüft werden. Unmittelbar vor dem Aufspannen einer neuen oder gebrauchten Scheibe ist die **Klangprobe** durchzuführen. Für die Klangprobe werden leichte Schleifkörper auf Dorn und Finger geschoben, schwere Schleifkörper auf festen Boden gestellt. Beschädigte Schleifkörper dürfen nicht aufgespannt werden. Man klopft den Schleifkörper mit einem nichtmetallischen Gegenstand an mehreren Punkten ab. Eine unbeschädigte Schleifscheibe gibt einen klaren, eine beschädigte einen dumpfen, unklaren Klang. Alle **Kontaktflächen** von Schleifkörpern, Zwischenlagen und Spannflanschen müssen **eben** (plan) und **frei von Fremdkörpern** sein. Fremdpartikel zwischen Schleifkörper und Spannflanschen erzeugen Druckstellen und Spannungen, die zum Bruch des Schleifkörpers führen können.

Tabelle 11.21 Sicherheitstechnische Aspekte beim Umgang mit Schleifkörpern

Fortsetzung Tabelle 11.21 Sicherheitstechnische Aspekte beim Umgang mit Schleifkörpern

Betreff	Schleifscheiben allgemein
Aufspannen	Das Aufspannen der Schleifkörper hat eine fachkundige Person vorzunehmen oder zu überwachen. Je nach Maschinen- und Schleifart sowie Schleifkörperform werden folgende **Aufspannarten** unterschieden: ● **Aufnahme in der zentralen Bohrung mittels Spannflanschen** Spannflansche haben die Aufgabe, Antriebskräfte zu übertragen und müssen daher so beschaffen sein, dass es beim Spannen nicht zu einer Verformung der Spannflansche kommt. Die **Anlageflächen** müssen **eben** (plan) sein und dürfen **keinen Grat** aufweisen, der Planlauf des Schleifkörpers muss gesichert sein. Es dürfen nur im **Außendurchmesser gleich große** und auf der Anlageseite **gleich geformte Spannflansche** verwendet werden. Sie sind so zu hinterdrehen, dass nur eine ringförmige Fläche des Spannflansches anliegt. ● **Aufnahme mittels eingelassener Befestigungselemente** Die Schleifkörper werden mittels eingelassener Befestigungselemente an der Schleifmaschine befestigt. Beispiele dafür sind das Aufspannen von zylindrischen und kegeligen Schleiftöpfen. ● **Aufnahme mittels Tragscheiben** Die Schleifkörper werden mit Tragscheiben entweder verklebt oder verschraubt. Bei richtiger Verschraubung darf das Schraubenende den Boden des Schleifkörpers nicht berühren. ● **Aufnahme mittels Spannkopf**
Probelauf vor Inbetriebnahme	Jeder Normalschleifkörper (Durchmesser größer 80 mm) ist vor dem ersten Einsatz und nach jedem Wiederaufspannen einem **Probelauf mit der Arbeitshöchstgeschwindigkeit** zu unterziehen. Die **Dauer eines Probelaufs** beträgt bei Schleifkörpern auf Handschleifmaschinen ½ Minute und bei allen anderen Schleifmaschinen 1 Minute. Der Probelauf darf erst dann vorgenommen werden, nachdem der Gefahrenbereich abgesichert und sofern der Schleifkörper mit der Schutzhaube verwendet werden muss, diese angebracht ist. Erst nachdem der Probelauf ohne Beanstandung erfolgt ist, darf der Schleifkörper für die vorgesehene Arbeit benutzt werden.
Schutzhauben, Abdekkungen, Augenschutz, Schutzkleidung	Alle vom Maschinenherstellervorgesehenen **Schutzeinrichtungen** müssen vor Beginn der Schleifarbeiten ordnungsgemäß **angebracht** und in korrekte Position (**geschlossen**) gebracht werden. Alle Schleifarbeiten, bei denen Personen durch wegfliegende Schleifkörper- bzw. Werkstückteilchen gefährdet sind, dürfen nur mit **Augenschutz** (Schutzbrille) und wenn nötig sonstiger **Schutzkleidung** (z. B. Lederschürze und Lederhandschuhe) durchgeführt werden.

11 Problemlösungen für das Schleifen

Der Schleifprozess ist sehr komplex und daher schwieriger zu beherrschen als beispielsweise der Drehprozess. Einige ausgewählte Probleme und deren Behebung sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst:

	Störung	Mögliche Ursachen
1	Zu raue Oberfläche	Zu große Zustellung
		Ausfunkzeit zu kurz
		Körnung zu grob
		Schleifscheibenhärte zu gering
		Kühlmittel oder -zuführung falsch
		Schnittgeschwindigkeit zu gering
		Scheibenbreite zu gering
		Überdeckungsgrad zu gering
2	Rattermarken	Scheibe hat Unwucht
		Schnittgeschwindigkeit zu hoch
		Härte der Scheibe zu groß
		Werkstück schwingt
3	Brandflecken / Schleifrisse	Schleifscheibe zugesetzt
		Falsches Kühlmittel
		Kühlmittelzufuhr nicht auf Prozess gerichtet
		Scheibe hat Unwucht
		Schleifscheibe zu hart
4	Lautes Schleifgeräusch	Schleifscheibe zugesetzt
5	Standzeit zu gering	Schleifkorn bricht zu früh aus
		Schnittgeschwindigkeit zu gering
		Scheibendurchmesser zu gering
		Falscher Kühlschmierstoff
6	Zylinder werden kegelig	Schleifscheibe schlecht ausgerichtet
		Schlechtes Abrichten der Scheibe
7	Werkstück beim Profilschleifen ungenau	Profilscheibe verschlissen

1	2	3	4	5	6	7	Abhilfe
■							Zustellung verrringern
■							Ausfunkzeit verlängern
■							Korngröße verringern
■				■		■	Härtere Schleifscheiben verwenden
	■						Schleifscheibenhärte verringern
		■					Schleifscheibe mit offenerem Gefüge verwenden
				■			Kühlschmierstoff ändern
■							Schleiföl verwenden
		■					Kühlmittelemulsion verwenden
■		■					Zuführung Kühlmittel prüfen / ändern
■				■			Schnittgeschwindigkeit erhöhen
	■						Schnittgeschwindigkeit verringern
■				■			Scheibendurchmesser vergrößern
■							Scheibenbreite vergrößern
■							Vorschub verringern
	■	■					Auswuchten
	■				■		Aufnahme prüfen / Spindelspiel
		■	■				Schleifscheibe aufrauen
					■	■	Schleifscheibe abrichten

Tabelle 11.22 Ursachen und Abhilfe von Störungen beim Schleifen

Stichwortverzeichnis

A

Abstechen 829
  Richtwerttabelle 916
Aktivkraft 113
Aluminium 60
  Einteilung 60
  Schnittparameter 64
  Technologiewerte 62
  Zerspanbarkeit 61
Angetriebene Werkzeuge 973
  Monoblockbauweise (Drehzentren) 973
  Modularbauweise (Drehzentren) 977
Aufbauschneide 102
Auswuchten 966
  Dynamische Unwucht 968
  Gesamtwuchtgüte 970
  Restunwucht 969
  Statische Unwucht 967
  Wuchtgüte 968

B

Beschichtungen 135, 152
  Verfahren 152
  Eigenschaften 154
Bohren 168
  Ausbohren, Ausspindeln 194, 195, 196
  Bohrtiefe 186
  Einflüsse auf Bohrergebnis 204
  Einsatzbeispiele 197
  Hauptzeit 185
  Kräfte, Drehmoment, Leistung 181
  Richtwerttabellen 170, 207
  Spanungsgrößen 179
  Spiralbohrer 174, 176, 187
  Störungsbehebung 205
  Tieflochbohren 199
  Vollhartmetall-Bohrer 176, 191
  Vorbohrdurchmesser 186
  Wechselkopfbohrer 192
  Wendeplattenbohrer 178, 192, 202
Bohrstangen 195, 819
Bornitrid 149
Bronze 68
Bruch 107

C

Cermet 148
CFK 75, 87

D

Diamant 151
Drehen 808
  Abstechen 812, 829, 836, 916
  Drehverfahren 812
  Drehmeißel 817
  Drehwendeschneidplatten 810, 820
  Einsatzbeispiele 838
  Einstechen 829
  Feindrehen 832, 840
  Feinstdrehen 834
  Gewindedrehen 356
  Hauptzeit 815
  Innendrehen 828
  Klemmhalter 818
  Kräfte, Leistung 113, 814
  Längsdrehen 98, 812, 815
  Plandrehen 812, 816
  Problemlösungen 835
  Richtwerttabellen 809, 861
  Stechdrehen 812, 829, 836, 918, 920
  Spanbrecher 824
  Spanungsgrößen 98, 813
  Wiper-Wendeplatten 823
Drehmoment 122
Drehzahl 160
Duroplaste 73

E

Einschrumpfen 954
Einstechen 829
Einstellwinkel 121
Einzugskraft Maschinenspindel 963
Einzugs-Spannkräfte 963
Eisengusswerkstoffe 55
  Einteilung 55

Zerspanbarkeit 57
Eisenwerkstoffe 45
ER-Spannzangenfutter 951

F

Farbleitsystem 172
Faserverstärkte Kunststoffe 74, 87
Ferrit 46
Flächenspannfutter 947
Fräsen 460
Arbeitswertberechnung 491
Beeinflussung der Fräsergenbisse 495
Einsatzbeispiele 497
Fräsverfahren 478
Fräswerkzeuge 480
Problemlösungen 501
Richtwerttabellen 461, 502
Spanungsgrößen 484, 491
Stirnfräsen 485, 488
Umfangsfräsen (Walzenfräsen) 487, 490
Wahl des Fräserdurchmessers 495
Werkzeugtyp 474
Werkzeugübersicht 466, 468, 475
Freiflächenverschleiß 104, 114
Formelverzeichnis 160

G

Gewinde 312
Arten 320
Kenngrößen 320
Kernlochtabellen 322, 326
Vorarbeitsdurchmesser für Bolzen 328
Werkzeugübersicht 314, 316, 318
Gewindebohren 331
Formen 332
Kräfte, Leistung 334
Richtwerttabellen 335
Schnittaufteilung 333
Gewindedrehen 356
Bearbeitungsmethode 359
Einsatzbeispiel 362
Hauptzeit 363
Profiltypen 356
Richtwerttabelle 365
Schnittanzahl 359
Unterlegplatten 359
Zustellung 357
Gewindeformen 335
Anwendungshinweis 336
Richtwerttabelle 337, 338
Gewindefräsen 340
Besonderheiten 341
Bohrgewindefräsen 342
Hauptzeit 340
Polygon- und Dreikantplatten 353
Prinzip 340
Schaftgewindefräsen 344
Wendeplattengewindefräsen 349
GFK 75, 87
Gleichungen 160
Graphit 57, 58
Grauguss 56, 57
Gravierwerkzeug 981
Gusseisen 45, 55, 57
ADI-Guss 58
Benennung 40
Einteilung 55
Grauguss 56, 57
Hartguss 57
Schnittparameter 59
Sphäroguss 56
Temperguss 57
Vermicularguss 58

H

Hartguss 55, 57
Hartmetall 146
Hartzerspanung 136
Härteprüfung 89
Metalle 89
Kunststoffe 90
Hauptzeit 165
High Performance Cutting (HPC) 129
High Speed Cutting (HSC) 127
Hohlschaftkegelaufnahmen 938, 942
Hohlschaftkegel mit Kugelspann-mechanismus 942
HSK-T 943
HSS 144
Hydrodehnspannfutter 949

K

Kammrissbildung 106
Kerbverschleiß 106
Kraft 113, 161, 162, 163, 164
Kobaltbasislegierungen 71
  Schnittparameter 72
Kolkverschleiß 105
Kühlschmierstoffe 1040
Kupfer 68
  Schnittparameter 69
Kunststoffe 72
  Bezeichnung 44
  Duroplaste 73
  Eigenschaften 76
  Einteilung 72
  Erkennung und Eigenschaften 84
  Faserverstärkte Kunststoffe 74, 87
  Glasübergangstemperatur 76
  Härteprüfung 90
  Thermoplaste 73
  Werkzeug-Verwendungstabellen 82
  Zerspanbarkeit 85

L

Leistung 122, 123, 161, 162, 163, 164

M

Magnesium 64
  Schnittparameter 65
Maschinenschraubstöcke 996
Mehrfachspannschiene 990
Messing 68
Microschmiersystem 319
Mikrozerspanung 141
Minimalmengenschmierung 135
Multi Task Cutting (MTC) 131
Moment 122, 161, 162, 163, 164

N

Nadelmarkierer 982
NC-Schraubstöcke 996
Nichteisenmetalle 60
  Benennung 42
Nickelbasislegierungen 69
  Schnittparameter 70
Nullpunkt-Spannsystem 983
  Aufbau 983
  Funktionsprinzip 986

O

Oberfläche 124, 160

P

Passivkraft 113, 120
Perlit 46
PM-Stahl 144
Polygonkegel (PSC) 941
Präzisionsspannzangenfutter 951
PRE-Faktor 52

R

Rauheit 124
  Kennwerte 125, 160
Rändeln 841
  Einsatzwerte 930, 932
  Profile 841
  Rändelrad-Material 843
  Verfahren 845
Reiben 408
  Reibahlen - Ausführungen 411
  Reibuntermaß 418
  Richtwerttabellen 408, 419
  Hauptzeit 410
  Kräfte, Drehmoment, Leistung 410
  Toleranzen und Passungen 416
  Spanungsgrößen 409
Rundlauffehler 204

S

Schneidstoffe 142, 154
  CBN 149
  Cermet 148
  Eigenschaften 142
  Diamant 151
  DIHART-Schneidstoffe 157
  GARANT-Schneidstoffe 155, 157, 158

- Hartmetall 146
- HSS 144
- KOMET-Schneidstoffe 157
- KYOCERA-Schneidstoffe 156, 159
- PM-Stähle 144
- Schneidstoffübersichten 154
- Stellram-Schneidstoffe 156, 159

Schnittgeschwindigkeit 160
Schnittkraft 114, 161, 162, 163, 164
- Einflussgrößen 119
- Korrekturfaktoren 118
- Spezifische Schnittkraft 115, 116, 119

Sägen 440
- Genauigkeiten 441
- Hauptzeit 444
- Kraft, Leistung 444
- Richtwerttabellen 440, 454
- Spanungsgrößen 442
- Störungsbehebung 451
- Zahnformen 446
- Zahnteilung 446

Senken 388
- Hauptzeit 392
- Kräfte, Drehmoment, Leistung 391
- Richtwerttabellen 388, 393
- Spanungsgrößen 390

Schleifen 1000
- Abrichtwerkzeuge 1032, 1037
- Flachschleifen 1005, 1027
- Hauptzeit 167, 1026
- Konditionieren 1030
- Kräfte, Leistung 164, 1022
- Kühlung 1040
- Planschleifen 1005, 1027
- Problemlösungen 1046
- Rundschleifen 1005, 1026
- Scheibenverschleiß 1029
- Schleifkörper 1006
- Sicherheitsmaßnahmen 1044
- Stell- und Kenngrößen 1017
- Verfahren 1002

Schrumpffutter 953
Schrumpfgerät 958
Span 97, 99, 100
- Spanarten 99
- Spanformen 100
- Spanraumzahl 101

Spanbildung 96
Spanbrecher 824
Spannen 934
- Angetriebene Werkzeuge 973, 977
- Auswuchten 966
- Einsatzgrenzen, Spannfutter 961
- Flächenspannfutter 947
- Hohlschaftkegelaufnahme 938, 942, 943
- Hydrodehnspannfutter 949
- Maschinenschraubstöcke 996
- Nadelmarkierer 982
- Nullpunkt-Spannsystem 983
- Präzisions-ER-Spannzangenfutter 951
- Schrumpftechnologie 953
- Spannfuttervergleich 204, 961
- Spannzangen 948
- Steilkegelaufnahme 937
- Vakuumspanntechnik 997
- VDI-Werkzeughalter 972
- Voreinstellgerät 979
- Werkzeugaufnahmen 936
- Werkzeugschäfte 999

Spannkraftprüfer 963
Spannleiste 990
Spannschiene 990
Spannzangenfutter 948
Spanungsgrößen 98
Spanungsquerschnitt 98
Spanraumzahl 101
Spanvolumen 122
- Spezifisches Spanvolumen 123, 160
- Zeitspanvolumen 122, 160

Stahl 38, 45
- Benennung 38
- Einteilung 45
- HSS 144
- Kohlenstoffstahl 46
- Legierter Stahl 45, 48, 50
- PM-Stahl 144
- Toolox 54
- Unlegierter Stahl 45,50

Wärmebehandelt 49
Zerspanbarkeit 46, 48, 49, 50, 54
Stahlguss 55
Standzeit 108
Einflussgrößen 110
Standzeit-Gleichung 108
Stechdrehen 829
Richtwerttabelle 918, 920
Steilkegelaufnahme 937
Stellit 71

T

Teilapparat 994
Temperguss 55, 57
Thermoplaste 73
Titan 66
Schnittparameter 67
Tieflochbohren 199
Trockenzerspanung 132

V

Vakuumspannen 997
Verschleiß 103
Ursachen 103
Formen 104
Zulässige Verschleißmarkenbreite 108
Verformung, plastische 105
VDI-Werkzeughalter 972
Voreinstellgerät 979
Vorschub 160
Vorschubkraft 113, 120

W

Wärmebehandlung 49
Wendeschneidplatten 821
Werkstoffe 2
Benennung 37
Werkstoffmaterialgruppen 4
Einteilung 4
Werkzeugspannfutter 947
Einsatzgrenzen 961
Flächenspannfutter 947
Grenzdrehzahlen 963
Hydrodehnspannfutter 949
Präzisions-ER-Spannzangenfutter 951
Schrumpffutter 953
Spannzangen 948
Werkzeugschäfte 999
Werkzeugverschleiß 103

Z

Zeitspanvolumen 122, 160
Zentrischspanner 996
Zerspanbarkeit 46, 57, 85
Zerspankraft 113
Komponenten 113

Spannkräfte und Spannmomente (Drehmomente)

Für metrische Schrauben.

Richtwerte für Gewindereibungszahl μ (Kleinstwerte).

Schraubengewinde / Mutterngewinde			Stahl, geschwärzt oder Zn-phosphat: gepresst, gerollt	gedreht, geschnitten	geschliffen	verkadmet 6 µ	verzinkt 6 µ
Stahl	gewalzt	leicht geölt	0,14	0,10	0,16	0,10	0,10
	geschliffen	leicht geölt	0,16	0,10	0,16	0,10	0,10
	gewalzt geschliffen	Zn-phosphat, leicht geölt	0,14		0,10		
	gedreht geschliffen	Zn-phosphat, leicht geölt	0,10				
	gedreht geschliffen	leicht geölt	0,10		0,10	0,10	0,10
	verkadmet	6 µ, leicht geölt				0,14	
	verzinkt	6 µ, leicht geölt					0,10
	verkadmet	6 µ, trocken	0,10		0,10	0,14	
	verzinkt	6 µ, trocken	0,10		0,10		0,14

Richtwerte für Unterkopfreibungszahl μ (Kleinstwerte)

Schraubenkopf- oder Mutternauflage / Werkstückoberfläche			Stahl, geschwärzt oder Zn-phosphat: gepresst	gedreht	gestoßen	verkadmet 6 µ	verzinkt 6 µ
Stahl	gehobelt gefräst gedreht	leicht geölt	0,10		0,10	0,10	0,10
	gehobelt gefräst gedreht	Zn-phosphat, leicht geölt	0,10				
	geschliffen	leicht geölt	0,14		0,10		
	geschliffen	trocken	0,16	0,10	0,16	0,10	0,10
	verkadmet	6 µ, trocken	0,10	0,10	0,10	0,14	
	verzinkt	6 µ, trocken	0,10	0,10	0,10		0,16
	verkadmet	6 µ, trocken	0,10		0,10	0,16	
	verzinkt	6 µ, trocken	0,10		0,10		
GG	gehobelt gefräst gedreht	leicht geölt	0,10		0,10	0,10	0,10
GTS	geschliffen	leicht geölt	0,16	0,10	0,16	0,10	0,10

Spannkräfte und Spannmomente

Spannkräfte Fsp und Spannmomente Msp für Schrauben mit metrischem Regelgewinde nach **DIN 13** und Kopfauflagemaßen **wie DIN 6912, DIN 7984, DIN 7990, ISO 4762, ISO 4014, EN 24032.**

Die Tabellenwerte Fsp und Msp basieren auf der SI-Einheit N (Newton).

1 N = 0,102 kp, 1 Ncm = 0,102 kpcm,
1 Nm = 0,102 kpm, 1 kp = 9,81 N,
1 kpcm = 9,81 cNm, 1 kpm = 9,81 Nm.

Die in der linken Tabelle aufgeführten Spannkräfte Fsp ergeben eine 90 %ige Ausnutzung der Schraubenstreckgrenze $\sigma_{0,2}$ **(DIN 267 Bl. 3)** durch die Vergleichsspannung σ_{red1} in Abhängigkeit von der jeweiligen Gewindereibungszahl μ.

Aus der Spannkraft-Tabelle ist abzulesen, welche Schraube mit welcher Qualität bei einer bestimmten Gewindereibung benötigt wird, um eine vorgegebene Montagekraft F_M aufzubringen (Fsp ≥ F_M).

Die Spannmomente Msp sind aus den Spannkräften Fsp, unter Annahme von $\mu = \mu_K = \mu_{ges}$ errechnet.

Die Bestimmung des Spannmomentes Msp zur 90 %igen Streckgrenzenausnutzung für eine in Abmessung und Qualität vorgegebene Schraube, erfolgt nach der rechten Tabelle in Abhängigkeit von der auftretenden Unterkopfreibung (μ_K), ohne Beachtung einer hiervon abweichenden Gewindereibung.

Um das verwendbare Nenndrehmoment zu erhalten, ist vom gefundenen Spannmoment Msp noch die halbe Streubreite des vorgesehenen Drehmomentschlüssels abzuziehen.

Gewinde-reibungszahl μ	Spannkraft Fsp (N) 6.9	8.8	10.9	12.9	Gewinde	Unterkopf-reibungszahl μ_K	Spannmoment Msp (cNm) 6.9	8.8	10.9	12.9
0,10	475	565	795	955		0,10	12,5	14,5	21	25
0,14	440	520	730	875	**BM 1,6**	0,14	15	18	25	30
0,16	420	495	700	840		0,16	16	19	27	32
0,10	560	665	935	1120		0,10	15,5	18,5	26	31
0,14	520	610	860	1030	**M 1,7**	0,14	19	22	31	38
0,16	495	585	825	990		0,16	20	24	34	40
0,10	790	940	1320	1590		0,10	26	30	43	51
0,14	730	865	1210	1460	**M 2**	0,14	31	37	52	62
0,16	700	825	1160	1400		0,16	34	40	56	67
0,10	1140	1350	1900	2280		0,10	41	49	69	83
0,14	1050	1250	1750	2100	**M 2,3**	0,14	51	60	84	101
0,16	1010	1190	1680	2020		0,16	54	65	91	109
0,10	1320	1570	2210	2650		0,10	52	62	88	105
0,14	1220	1450	2030	2440	**M 2,5**	0,14	64	76	107	128
0,16	1170	1380	1950	2340		0,16	69	82	115	138
0,10	1460	1730	2440	2930		0,10	59	70	99	119
0,14	1350	1600	2250	2700	**M 2,6**	0,14	73	86	121	145
0,16	1290	1530	2150	2580		0,16	78	93	130	156
0,10	2020	2390	3370	4040		0,10	92	109	154	185
0,14	1860	2210	3110	3730	**M 3**	0,14	113	134	189	225
0,16	1790	2120	2980	3580		0,16	122	145	205	242
0,10	2710	3210	4520	5420		0,10	142	168	235	285
0,14	2500	2960	4170	5000	**M 3,5**	0,14	173	205	290	345
0,16	2400	2840	4000	4790		0,16	187	220	310	375
0,10	3500	4150	5830	7000		0,10	210	250	350	425
0,14	3230	3830	5380	6460	**M 4**	0,14	260	305	430	515
0,16	3100	3670	5160	6190		0,16	280	330	465	555
0,10	5720	6780	9540	11450		0,10	415	490	690	830
0,14	5280	6260	8810	10550	**M 5**	0,14	510	605	850	1020
0,16	5070	6010	8450	10150		0,16	550	650	915	1100
							Spannmoment Msp (Nm)			
0,10	8080	9570	13450	16150		0,10	7,1	8,5	12	14,5
0,14	7450	8830	12400	14900	**M 6**	0,14	8,7	10,5	14,5	17,5
0,16	7150	8470	11900	14300		0,16	9,4	11	15,5	19
0,10	11800	14000	19650	23600		0,10	11,5	14	19,5	23
0,14	10900	12950	18200	21800	**M 7**	0,14	14,5	17	24	29
0,16	10450	12400	17450	20900		0,16	15,5	18,5	26	31
0,10	14800	17550	24700	29600		0,10	17	20	29	34
0,14	13700	16200	22800	27400	**M 8**	0,14	21	25	35	42
0,16	13150	15550	21900	26300		0,16	23	27	38	46
0,10	23600	27900	39300	47200		0,10	34	41	57	69
0,14	21800	25800	36300	43600	**M 10**	0,14	42	50	71	85
0,16	20900	24800	34900	41800		0,16	46	54	76	92
0,10	34400	40700	57300	68700		0,10	59	70	99	119
0,14	31800	37700	53000	63500	**M 12**	0,14	73	87	122	147
0,16	30500	36100	50800	61000		0,16	79	94	132	159
0,10	47200	55900	78600	94300		0,10	94	112	157	189
0,14	43600	51700	72700	87300	**M 14**	0,14	117	138	195	235
0,16	41900	49600	69800	83800		0,16	126	150	210	250
0,10	64800	76800	108000	129500		0,10	144	170	240	285
0,14	60100	71200	100000	120000	**M 16**	0,14	179	210	300	360
0,16	57700	68400	96100	115500		0,16	194	230	325	385
0,10	78900	93500	131500	157500		0,10	199	235	330	395
0,14	73000	86500	121500	146000	**M 18**	0,14	245	290	410	490
0,16	70100	83000	117000	140000		0,16	265	315	445	530
0,10	101500	120000	169000	202500		0,10	280	330	465	560
0,14	93900	111000	156500	187500	**M 20**	0,14	350	410	580	695
0,16	90100	107000	150000	180500		0,16	375	445	625	755
0,10	126500	150000	211000	253000		0,10	375	445	625	755
0,14	117500	139000	195500	235000	**M 22**	0,14	470	555	785	940
0,16	112500	133500	188000	225000		0,16	510	605	850	1020
0,10	146000	173000	243000	292000		0,10	480	570	800	965
0,14	135000	160000	225000	270000	**M 24**	0,14	560	710	1000	1200
0,16	130000	154000	216000	260000		0,16	650	770	1080	1300
0,10	192000	227000	320000	384000		0,10	710	840	1180	1420
0,14	178000	211000	297000	356000	**M 27**	0,14	890	1050	1480	1780
0,16	171000	203000	285000	342000		0,16	965	1140	1610	1930
0,10	233000	276000	389000	466000		0,10	965	1140	1610	1930
0,14	216000	256000	361000	433000	**M 30**	0,14	1200	1430	2010	2410
0,16	208000	246000	346000	416000		0,16	1310	1550	2180	2610
0,10	291000	344000	484000	581000		0,10	1300	1540	2170	2600
0,14	270000	320000	450000	539000	**M 33**	0,14	1630	1940	2720	3270
0,16	259000	307000	432000	518000		0,16	1770	2100	2950	3540
0,10	341000	404000	568000	682000		0,10	1680	1990	2790	3350
0,14	316000	375000	527000	633000	**M 36**	0,14	2100	2490	3500	4200
0,16	304000	360000	507000	608000		0,16	2300	2700	3790	4550
0,10	410000	485000	663000	819000		0,10	2170	2570	3610	4330
0,14	380000	451000	634000	761000	**M 39**	0,14	2720	3220	4540	5440
0,16	366000	433000	610000	731000		0,16	2960	3500	4930	5910

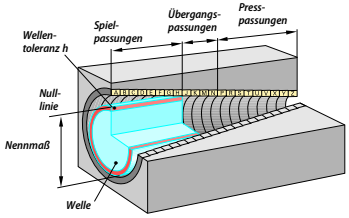
Berechnung der Tabellenwerte und Hinweise zur Anwendung nach VDI 2230.

ISO-Passungen System Einheitswelle

Information

(Auszug aus DIN 7155)
Nennmaße in µ (= 0,001 mm).

Beim System Einheitswelle erhalten alle Wellen h-Toleranzen. Das Größtmaß einer Welle geht dadurch bis zur Nulllinie und ist gleich dem Nennmaß. Das Kleinstmaß der Welle ist um die Toleranz kleiner als ihr Nennmaß.



Bohrungen	Passungs-art*)	Nennmaß über . . . bis . . . mm																						
		1 3	3 6	6 10	10 14	14 18	18 24	24 30	30 40	40 50	50 65	65 80	80 100	100 120	120 140	140 160	160 180	180 200	200 225	225 250
Welle h5		0 – 4	0 – 5	0 – 6	0 – 8		0 – 9		0 – 11		0 – 13		0 – 15		0 – 18			0 – 20		
P 6		– 6 – 12	– 9 – 17	– 12 – 21	– 15 – 26		– 18 – 31		– 21 – 37		– 26 – 45		– 30 – 52		– 36 – 61			– 41 – 70		
N 6		– 4 – 10	– 5 – 13	– 7 – 16	– 9 – 20		– 11 – 24		– 12 – 28		– 14 – 33		– 16 – 38		– 20 – 45			– 22 – 51		
M 6		– 2 – 8	– 1 – 9	– 3 – 12	– 4 – 15		– 4 – 17		– 4 – 20		– 5 – 24		– 6 – 28		– 8 – 33			– 8 – 37		
J 6		+ 2 – 4	+ 5 – 3	+ 5 – 4	+ 6 – 5		+ 8 – 5		+ 10 – 6		+ 13 – 6		+ 16 – 6		+ 18 – 7			+ 22 – 7		
H 6		+ 6 0	+ 8 0	+ 9 0	+ 11 0		+ 13 0		+ 16 0		+ 19 0		+ 22 0		+ 25 0			+ 29 0		
Welle h6		0 – 6	0 – 8	0 – 9	0 – 11		0 – 13		0 – 16		0 – 19		0 – 22		0 – 25			0 – 29		
S 7		– 14 – 24	– 15 – 27	– 17 – 32	– 21 – 39		– 27 – 48		– 34 – 59	– 42 – 72	– 48 – 78	– 58 – 93	– 66 – 101	– 77 – 117	– 85 – 125	– 93 – 133	– 105 – 151	– 113 – 159	– 123 – 169	
R 7		– 10 – 20	– 11 – 23	– 13 – 28	– 16 – 34		– 20 – 41		– 25 – 50	– 30 – 60	– 32 – 62	– 38 – 73	– 41 – 76	– 48 – 88	– 50 – 90	– 53 – 93	– 60 – 106	– 63 – 109	– 67 – 113	
N 7		– 4 – 14	– 4 – 16	– 4 – 19	– 5 – 23		– 7 – 28		– 8 – 33		– 9 – 39		– 10 – 45		– 12 – 52			– 14 – 60		
M 7		– 2 – 12	0 – 12	0 – 15	0 – 18		0 – 21		0 – 25		0 – 30		0 – 35		0 – 40			0 – 46		
K 7		0 – 10	+ 3 – 9	+ 5 – 10	+ 6 – 12		+ 6 – 15		+ 7 – 18		+ 9 – 21		+ 10 – 25		+ 12 – 28			+ 13 – 33		
J 7		+ 4 – 6	+ 6 – 6	+ 8 – 7	+ 10 – 8		+ 12 – 9		+ 14 – 11		+ 18 – 12		+ 22 – 13		+ 26 – 14			+ 30 – 16		
H 7	S	+ 10 0	+ 12 0	+ 15 0	+ 18 0		+ 21 0		+ 25 0		+ 30 0		+ 35 0		+ 40 0			+ 46 0		
G 7	S	+ 12 + 2	+ 16 + 4	+ 20 + 5	+ 24 + 6		+ 28 + 7		+ 34 + 9		+ 40 + 10		+ 47 + 12		+ 54 + 14			+ 61 + 15		
F 7		+ 16 + 6	+ 22 + 10	+ 28 + 13	+ 34 + 16		+ 41 + 20		+ 50 + 25		+ 60 + 30		+ 71 + 36		+ 83 + 43			+ 96 + 50		
Welle h9		0 – 25	0 – 30	0 – 36	0 – 43		0 – 52		0 – 62		0 – 74		0 – 87		0 – 100			0 – 115		
H 8	S	+ 14 0	+ 18 0	+ 22 0	+ 27 0		+ 33 0		+ 39 0		+ 46 0		+ 54 0		+ 63 0			+ 72 0		
H 11	S	+ 60 0	+ 75 0	+ 90 0	+ 110 0		+ 130 0		+ 160 0		+ 190 0		+ 220 0		+ 250 0			+ 290 0		
F 8	S	+ 20 + 6	+ 28 + 10	+ 35 + 13	+ 43 + 16		+ 53 + 20		+ 64 + 25		+ 76 + 30		+ 90 + 36		+ 106 + 43			+ 122 + 50		
E 9	S	+ 39 + 14	+ 50 + 20	+ 61 + 25	+ 75 + 32		+ 92 + 40		+ 112 + 50		+ 134 + 60		+ 159 + 72		+ 185 + 85			+ 215 + 100		
D 10	S	+ 60 + 20	+ 78 + 30	+ 98 + 40	+ 120 + 50		+ 149 + 65		+ 180 + 80		+ 220 + 100		+ 260 + 120		+ 305 + 145			+ 355 + 170		
C 11	S	+ 120 + 60	+ 145 + 70	+ 170 + 80	+ 205 + 95		+ 240 + 110		+ 280 + 110	+ 290 + 130	+ 330 + 140	+ 340 + 150	+ 390 + 170	+ 400 + 180	+ 450 + 200	+ 460 + 210	+ 480 + 230	+ 530 + 240	+ 550 + 260	+ 570 + 280
Welle h11		0 – 60	0 – 75	0 – 90	0 – 110		0 – 130		0 – 160		0 – 190		0 – 220		0 – 250			0 – 290		
H 11	S	+ 60 0	+ 75 0	+ 90 0	+ 110 0		+ 130 0		+ 160 0		+ 190 0		+ 220 0		+ 250 0			+ 290 0		
D 11	S	+ 80 + 20	+ 105 + 30	+ 130 + 40	+ 160 + 50		+ 195 + 65		+ 240 + 80		+ 290 + 100		+ 340 + 120		+ 395 + 145			+ 460 + 170		
C 11	S	+ 120 + 60	+ 145 + 70	+ 170 + 80	+ 205 + 95		+ 240 + 110		+ 280 + 120	+ 290 + 130	+ 330 + 140	+ 340 + 150	+ 390 + 170	+ 400 + 180	+ 450 + 200	+ 460 + 210	+ 480 + 230	+ 530 + 240	+ 550 + 260	+ 570 + 280
A 11	S	+ 330 + 270	+ 345 + 270	+ 370 + 280	+ 400 + 290		+ 430 + 300		+ 470 + 310	+ 480 + 320	+ 530 + 340	+ 550 + 360	+ 600 + 380	+ 630 + 410	+ 710 + 460	+ 770 + 520	+ 830 + 580	+ 950 + 660	+1030 + 740	+1110 + 820

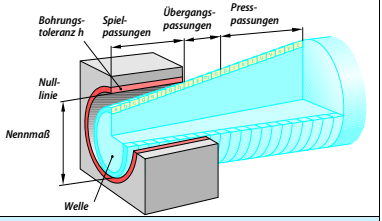
*) Vorzugspassungen nach DIN 7157 **S** = (Spielpassung.)

ISO-Passungen System Einheitsbohrung

Information

(Auszug aus DIN 7154)
Nennmaße in µ (= 0,001 mm).

Bei diesem System werden alle Bohrungen einheitlich mit einer H-Toleranz gefertigt. Das Kleinstmaß einer Bohrung geht dadurch genau bis zur Nulllinie und ist gleich dem Nennmaß.
Das Größtmaß geht um die Toleranz über die Nulllinie hinaus.



Wellen	Passungs-art*)	Nennmaß über . . . bis . . . mm																						
		1 3	3 6	6 10	10 14	14 18	18 24	24 30	30 40	40 50	50 65	65 80	80 100	100 120	120 140	140 160	160 180	180 200	200 225	225 250
Bohrung H6		+ 6 0	+ 8 0	+ 9 0	+ 11 0	+ 13 0		+ 16 0		+ 19 0		+ 22 0		+ 25 0			+ 29 0			
p 5		+ 10 + 6	+ 17 + 12	+ 21 + 15	+ 26 + 18	+ 31 + 22		+ 37 + 26		+ 45 + 32		+ 52 + 37		+ 61 + 43			+ 70 + 50			
n 5		+ 8 + 4	+ 13 + 18	+ 16 + 10	+ 20 + 12	+ 24 + 15		+ 28 + 17		+ 33 + 20		+ 38 + 23		+ 45 + 27			+ 51 + 31			
k 6		+ 6 0	+ 9 + 1	+ 10 + 1	+ 12 + 1	+ 15 + 2		+ 18 + 2		+ 21 + 2		+ 25 + 3		+ 28 + 3			+ 33 + 4			
j 6		+ 4 – 2	+ 6 – 2	+ 7 – 2	+ 8 – 3	+ 9 – 4		+ 11 – 5		+ 12 – 7		+ 13 – 9		+ 14 – 11			+ 16 – 13			
h 5		0 – 4	0 – 5	0 – 6	0 – 8	0 – 9		0 – 11		0 – 13		0 – 15		0 – 18			0 – 20			
Bohrung H7		+ 10 0	+ 12 0	+ 15 0	+ 18 0	+ 21 0		+ 25 0		+ 30 0		+ 35 0		+ 40 0			+ 46 0			
s 6	P	+ 20 + 14	+ 27 + 19	+ 32 + 23	+ 39 + 28	+ 48 + 35		+ 59 + 43		+ 72 + 35	+ 78 + 59	+ 93 + 71	+ 101 + 79	+ 117 + 92	+ 125 + 100	+ 133 + 108	+ 151 + 122	+ 159 + 130	+ 169 + 140	
r 6	P	+ 16 + 10	+ 23 + 15	+ 28 + 19	+ 34 + 23	+ 41 + 28		+ 50 + 34		+ 60 + 41	+ 62 + 43	+ 73 + 51	+ 76 + 54	+ 88 + 63	+ 90 + 65	+ 93 + 68	+ 106 + 77	+ 109 + 80	+ 113 + 84	
n 6	Ü	+ 10 + 4	+ 16 + 8	+ 19 + 10	+ 23 + 12	+ 28 + 15		+ 33 + 17		+ 39 + 20		+ 45 + 23		+ 52 + 27			+ 60 + 31			
m 6		+ 8 + 2	+ 12 + 4	+ 15 + 6	+ 18 + 7	+ 21 + 8		+ 25 + 9		+ 30 + 11		+ 35 + 13		+ 40 + 15			+ 46 + 17			
k 6	Ü	+ 6 0	+ 9 + 1	+ 10 + 1	+ 12 + 1	+ 15 + 2		+ 18 + 2		+ 21 + 2		+ 25 + 3		+ 28 + 3			+ 33 + 4			
j 6	Ü	+ 4 – 2	+ 6 – 2	+ 7 – 2	+ 8 – 3	+ 9 – 4		+ 11 – 5		+ 12 – 7		+ 13 – 9		+ 14 – 11			+ 16 – 13			
h 6	S	0 – 6	0 – 8	0 – 9	0 – 11	0 – 13		0 – 16		0 – 19		0 – 22		0 – 25			0 – 29			
g 6	S	– 2 – 8	– 4 – 12	– 5 – 14	– 6 – 17	– 7 – 20		– 9 – 25		– 10 – 29		– 12 – 34		– 14 – 39			– 15 – 44			
f 7	S	– 6 – 16	– 10 – 22	– 13 – 28	– 16 – 34	– 20 – 41		– 25 – 50		– 30 – 60		– 36 – 71		– 43 – 83			– 50 – 96			
Bohrung H8		+ 14 0	+ 18 0	+ 22 0	+ 27 0	+ 33 0		+ 39 0		+ 46 0		+ 54 0		+ 63 0			+ 72 0			
x 8	P	+ 34 + 20	+ 46 + 28	+ 56 + 34	+ 67 + 40	+ 72 + 45	+ 87 + 54	+ 97 + 64	+ 119 + 80	+ 136 + 97	+ 168 + 122	+ 192 + 146	+ 232 + 178	+ 264 + 210	+ 311 + 248	+ 343 + 280	+ 373 + 310	+ 422 + 350	+ 457 + 385	+ 497 + 425
u 8	P	+ 32 + 18	+ 41 + 23	+ 50 + 28	+ 60 + 33	+ 60 + 33	+ 74 + 41	+ 81 + 48	+ 99 + 60	+ 109 + 70	+ 133 + 87	+ 148 + 102	+ 178 + 124	+ 198 + 144	+ 233 + 170	+ 253 + 190	+ 273 + 210	+ 308 + 236	+ 330 + 258	+ 356 + 284	
h 9	S	0 – 25	0 – 30	0 – 36	0 – 43	0 – 52		0 – 62		0 – 74		0 – 87		0 – 100			0 – 115			
f 7	S	– 6 – 16	– 10 – 22	– 13 – 28	– 16 – 34	– 20 – 41		– 25 – 50		– 30 – 60		– 36 – 71		– 43 – 83			– 50 – 96			
d 9	S	– 20 – 45	– 30 – 60	– 40 – 76	– 50 – 93	– 65 – 117		– 80 – 142		– 100 – 174		– 120 – 207		– 145 – 245			– 170 – 285			
Bohrung H11		+ 60 0	+ 75 0	+ 90 0	+ 110 0	+ 130 0		+ 160 0		+ 190 0		+ 220 0		+ 250 0			+ 290 0			
h 9	S	0 – 25	0 – 30	0 – 36	0 – 43	0 – 52		0 – 62		0 – 74		0 – 87		0 – 100			0 – 115			
h 11	S	0 – 60	0 – 75	0 – 90	0 – 110	0 – 130		0 – 160		0 – 190		0 – 220		0 – 250			0 – 290			
d 9	S	– 20 – 45	– 30 – 60	– 40 – 76	– 50 – 93	– 65 – 117		– 80 – 142		– 100 – 174		– 120 – 207		– 145 – 245			– 170 – 285			
c 11	S	– 60 – 120	– 70 – 145	– 80 – 170	– 95 – 205	– 110 – 240		– 120 – 280	– 130 – 290	– 140 – 330	– 150 – 340	– 170 – 390	– 180 – 400	– 200 – 450	– 210 – 460	– 230 – 480	– 240 – 530	– 260 – 550	– 280 – 570	
a 11	S	– 270 – 330	– 270 – 345	– 280 – 370	– 290 – 400	– 300 – 430		– 310 – 470	– 320 – 480	– 340 – 530	– 360 – 550	– 380 – 600	– 410 – 630	– 460 – 710	– 520 – 770	– 580 – 830	– 660 – 950	– 740 –1030	– 820 –1110	

*) Vorzugspassungen nach DIN 7157 (**P** = Presspassung, **Ü** = Übergangspassung, **S** = Spielpassung).

Ergänzung zu ISO-Passungen System Einheitsbohrung

Information

(Auszug aus DIN 7160, DIN 7161)
Nennabmaße in µ (= 0,001 mm)

Außenmaße

Wellen	Nennmaß über . . . bis . . . mm									
	1 3	**3 6**	**6 10**	**10 18**	**18 30**	**30 50**	**50 80**	**80 120**	**120 180**	**180 250**
d 11	– 20 – 80	– 30 – 105	– 40 – 130	– 50 – 160	– 65 – 195	– 80 – 240	– 100 – 290	– 120 – 340	– 145 – 395	– 170 – 460
e 8	– 14 – 28	– 20 – 38	– 25 – 47	– 32 – 59	– 40 – 73	– 50 – 89	– 60 – 106	– 72 – 126	– 85 – 148	– 100 – 172
f 8	– 6 – 20	– 10 – 28	– 13 – 35	– 16 – 43	– 20 – 53	– 25 – 64	– 30 – 76	– 36 – 90	– 43 – 106	– 50 – 122
f 9	– 6 – 31	– 10 – 40	– 13 – 49	– 16 – 59	– 20 – 72	– 25 – 87	– 30 – 104	– 36 – 123	– 43 – 143	– 50 – 165
h 7	0 – 10	0 – 12	0 – 15	0 – 18	0 – 21	0 – 25	0 – 30	0 – 35	0 – 40	0 – 46
h 8	0 – 14	0 – 18	0 – 22	0 – 27	0 – 33	0 – 39	0 – 46	0 – 54	0 – 63	0 – 72
h 10	0 – 40	0 – 48	0 – 58	0 – 70	0 – 84	0 – 100	0 – 120	0 – 140	0 – 160	0 – 185
h 12	0 – 100	0 – 120	0 – 150	0 – 180	0 – 210	0 – 250	0 – 300	0 – 350	0 – 400	0 – 460
js 11	+ 30 – 30	+ 38 – 38	+ 45 – 45	+ 55 – 55	+ 65 – 65	+ 80 – 80	+ 95 – 95	+ 110 – 110	+ 125 – 125	+ 145 – 145
js 12	+ 50 – 50	+ 60 – 60	+ 75 – 75	+ 90 – 90	+ 105 – 105	+ 125 – 125	+ 150 – 150	+ 175 – 175	+ 200 – 200	+ 230 – 230
js 14	+ 125 – 125	+ 150 – 150	+ 180 – 180	+ 215 – 215	+ 260 – 260	+ 310 – 310	+ 370 – 370	+ 435 – 435	+ 500 – 500	+ 575 – 575
js 16	+ 300 – 300	+ 375 – 375	+ 450 – 450	+ 550 – 550	+ 650 – 650	+ 800 – 800	+ 950 – 950	+ 1100 – 1100	+ 1250 – 1250	+ 1450 – 1450
k 10	+ 40 0	+ 48 0	+ 58 0	+ 70 0	+ 84 0	+ 100 0	+ 120 0	+ 140 0	+ 160 0	+ 180 0
k 11	+ 60 0	+ 75 0	+ 90 0	+ 110 0	+ 130 0	+ 160 0	+ 190 0	+ 220 0	+ 250 0	+ 290 0
k 12	+ 90 0	+ 120 0	+ 150 0	+ 180 0	+ 210 0	+ 250 0	+ 300 0	+ 350 0	+ 400 0	+ 460 0
k 16	+ 600 0	+ 750 0	+ 900 0	+ 1100 0	+ 1300 0	+ 1600 0	+ 1900 0	+ 2200 0	+ 2500 0	+ 2900 0

SI-Einheiten – Internationale Maßeinheit

Am 5. Juli 1976 wurden die SI-Einheiten in der Bundesrepublik Deutschland eingeführt. Nach einer Übergangsfrist sind sie seit **1. Januar 1978** verbindlich.

Die wichtigsten SI-Einheiten*

Größe	Name	Zeichen
Länge	Meter	m
Masse	Kilogramm	kg
Zeit	Sekunde	s
Elektr. Stromstärke	Ampere	A
Kraft	Newton	N
Drehmoment	Newtonmeter	Nm
Leistung	Watt	W
Energie (Arbeit)	Joule	J
Druck	Pascal	Pa
Temperatur**	Kelvin	K

Die wichtigsten Vorsatzzeichen und ihre Anwendung

Mega	M	1 000 000	$= 10^6$	1MW	=	1 000 000 W
Kilo	k	1 000	$= 10^3$	1 kW	=	1 000 W
Hekto	h	100	$= 10^2$	1 hl	=	100 l
Deka	da	10		1 daN	=	10 N
Dezi	d	0,1	$= 10^{-1}$	1 dm	=	0,1 m
Zenti	c	0,01	$= 10^{-2}$	1 cm	=	0,01 m
Milli	m	0,001	$= 10^{-3}$	1 mm	=	0,001 m
Mikro	µ	0,000001	$= 10^{-6}$	1µm	=	0,000001 m

Energie/Arbeit (Joule)

Die Energieeinheit hat 3 zahlengleiche Bezeichnungen:

1. Das Newtonmeter Nm (Mechanische Energieform)
2. Die Wattsekunde Ws (Elektrische Energieform)
3. Das Joule J (Kalorische Energieform)

Durch die Wahl der Bezeichnungen kann zum Ausdruck gebracht werden, ob es sich um mechanische, elektrische oder kalorische Energieformen handelt:

1 J = 1 Nm = 1 Ws (in Bezug auf die absolute Größe)

Die wichtigsten Umrechnungen zwischen den (bisherigen und den neuen SI-Einheiten

Si-Eineiten zur bisherigen Einheit:

1 N	=	0,102 kp
1 Nm	=	0,102 kpm (=1 Joule)
1 W	=	0,102 kpm/s (= 1 J/s)
1 kW	=	1,36 PS
1 kW	=	860 kcal/h
1 J	=	0,102 kp/m²
1 J	=	0,239 cal
1 Pa	= (1 N/m²) =	0,102 kp/m²
K	=	°C + 273,15

Bisherige Einheit zur SI-Einheit:

1 kp	=	9,81 N
1 kpm	=	9,81 Nm
1 kpm/s	=	9,81 W
1 PS	=	0,736 kW
1 kcal/h	=	$1{,}16.10^{-3}$ kW = 0,00116 kW
1 kpm	=	9,81 J
1 cal	=	4,19 J
1 kp/m²	=	9,81 Pa = 9,81 N/m²

Aus den Tabellen ist zu ersehen, daß
1 kp = 9,81 N bzw. 1 N = 0,102 kp ist.
Mit einer Fehlerquote von nur 2 Prozent liegen kp und N um den Faktor 10 auseinander.

In der Praxis rechnet man daher mit folgenden Werten:

1 kp = 10 N
1 N = 0,1kp

Umrechnung mechanischer Spannungen

Einheit	N/mm²	PA	kp/mm²
1 N/mm²	1	10^6	0,102
1 Pa	10^{-6}	1	0,102 - 10^{-6}
1 kp/mm²	9,81	9,81 - 10^6	1

Auch hier wird in der Praxis mit ausreichender Genauigkeit (2 Prozent Abweichung) wie folgt gerechnet:

1 N/mm² = 0,1 kp/mm²
1 kp/mm² = 10 N/mm²

Bisherige Namen und Einzelheiten, die beibehalten werden

Größe	Name	Zeichen	Beziehungen zur SI-Einheit
Volumen	Liter	l	1 l = 1 dm³ = 0,001 m³
Masse	Tonne	t	1 t = 1 Mg = 1000 kg
Druck	Bar	bar	1 bar = 10^5 Pa
Fläche	Ar	a	1 a = 10^2 m²
Winkel	Grad	°	1° = 17,45 mrad
	Minute	'	1'/60 = 0,291 mrad
	Sekunde	"	1''/60 = 4,85 rad
Zeit	Minute	min	1 min = 60 s
	Stunde	h	1h = 3600 s
Geschwindigkeit		km/h	1km/h = 1/3,6 m/s
			1 m/s = 3,6 km/h

Durch das Si-System kann eindeutig zwischen Kraft einerseits und Masse (Gewicht) andererseits unterschieden und die Verwirrung zwischen den Begriffen kp und kg ausgeräumt werden.

Die Einheit der Kraft ist das Newton (N)
Die Einheit der Masse (Gewicht) ist das Kilogramm (kg)
Der Unterschied wird durch die Fallbeschleunigung von 9,81 m/s² hervorgerufen.

Zum Beispiel:

1. Ein Träger wird belastet mit 10 kN
2. Der Träger wiegt 200 kg

Die Kelvin-Skala beginnt beim absoluten Nullpunkt = - 273,15°C.

Folgende Tabelle soll den Zusammenhang °C und K deutlich machen:

	Kelvin	°C
Absoluter Nullpunkt	0 K	- 273,15°C
Schmelzpunkt Eis	273,15 K	0°C
Siedepukt des Wassers	373,15 K	+ 100°C

In der Praxis wird z. B. die Angabe, das Wasser ist 20°C warm, beibehalten. Nur bei Temperaturdifferenzen muß diese in Kelvin K angegeben werden. Hier entspricht 1°C genau 1 K.
Zum Beispiel: Die Differenz zwischen der Temperatur am Fensterrahmen außen und am Fensterrahmen innen beträgt 15 K. Das Zeichen ° für Grad entfällt bei der Temperaturangabe in Kelvin

*) SI-Systèm International d'Unités = Internationale Maßeinheiten
**) Die SI-Einheit für die Temperatur ist das Kelvin.

Umrechnungstafel Zoll in Millimeter von 1/64″ bis 12″

nach DIN 4890 Blatt 2. Gerechnet: 1 Zoll = 25,400000 Millimeter, siehe DIN 4890 Blatt 1 (gerundet)

ganze Zoll	0 Zoll	1 Zoll	2 Zoll	3 Zoll	4 Zoll	5 Zoll	6 Zoll	7 Zoll	8 Zoll	9 Zoll	10 Zoll	11 Zoll	12 Zoll
Zollbrüche	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0	**0**	25,400	50,800	76,200	101,600	127,00	152,40	177,80	203,20	228,60	254,00	279,40	304,80
1/64	0,397	25,797	51,197	76,597	102,997	127,40	152,80	178,20	203,60	229,00	254,40	279,80	305,20
1/32	0,794	26,194	51,594	76,994	102,394	127,79	153,19	178,60	203,99	229,39	254,79	280,19	305,59
3/64	1,191	26,591	51,991	77,391	102,791	128,19	153,59	178,99	204,39	229,79	255,19	280,59	306,99
1/16	1,588	26,988	52,388	77,788	103,188	128,59	153,99	179,39	204,79	230,19	255,59	280,99	306,39
5/64	1,984	27,384	52,784	78,184	103,584	128,98	154,38	179,78	205,18	230,58	255,99	281,39	306,79
3/32	2,381	27,781	53,181	78,581	103,981	129,38	154,78	180,18	205,58	230,98	256,38	281,78	307,18
7/64	2,778	28,178	53,578	78,978	104,978	129,78	155,18	180,58	205,98	231,38	256,78	282,18	307,58
1/8	3,175	28,575	53,975	79,375	104,775	130,18	155,58	180,98	206,38	231,78	257,18	282,58	307,98
9/64	3,572	28,972	54,372	79,772	105,172	130,57	155,97	181,37	206,77	232,17	257,57	282,97	308,37
5/32	3,969	29,369	54,769	80,169	105,569	130,97	156,37	181,77	207,17	232,57	257,97	283,37	308,77
11/64	4,366	29,766	55,166	80,566	105,966	131,37	156,77	182,17	207,57	232,97	258,37	283,77	309,17
3/16	4,763	30,163	55,563	80,963	106,363	131,76	157,16	182,56	207,96	233,36	258,76	284,16	309,56
13/64	5,159	30,559	55,959	81,359	106,759	132,16	157,56	182,96	208,36	233,76	259,16	284,56	309,96
7/32	5,556	30,956	56,356	81,756	107,156	132,56	157,96	183,36	208,76	234,16	259,56	284,96	310,36
15/64	5,953	31,353	56,753	82,153	107,553	132,95	158,35	183,75	209,15	234,55	259,95	285,35	310,75
1/4	6,350	31,750	57,150	82,550	107,950	133,35	158,75	184,15	209,55	234,95	260,35	285,75	311,15
17/64	6,747	32,147	57,547	82,947	108,347	133,75	159,15	184,55	209,95	235,35	260,75	286,15	311,55
9/32	7,144	32,544	57,944	83,344	108,744	134,14	159,54	184,94	210,34	235,74	261,14	286,54	311,94
19/64	7,541	32,941	58,341	83,741	109,141	134,54	159,94	185,34	210,74	236,14	261,54	286,94	312,34
5/16	7,938	33,338	58,738	84,138	109,538	134,94	160,34	185,74	211,14	236,54	261,94	287,34	312,74
21/64	8,334	33,734	59,134	84,534	109,934	135,33	160,73	186,13	211,53	236,93	262,34	287,74	313,14
11/32	8,731	34,131	59,531	84,931	110,331	135,73	161,13	186,53	211,93	237,33	262,73	288,13	313,53
23/64	9,128	34,528	59,929	85,328	110,728	136,13	161,53	186,93	212,33	237,73	263,13	288,53	313,93
3/8	9,525	34,925	60,325	85,725	111,125	136,53	161,93	187,32	212,73	238,13	263,53	288,93	314,33
25/64	9,922	35,322	60,722	85,122	111,522	136,92	162,32	187,72	213,12	238,52	263,92	289,32	314,72
13/32	10,319	35,719	61,119	86,519	111,919	137,32	162,72	188,12	213,52	238,92	264,32	289,72	315,12
27/64	10,716	36,116	61,516	86,916	112,316	137,72	163,12	188,52	213,92	239,32	264,72	290,12	315,52
7/16	11,113	36,513	61,913	87,313	112,713	138,11	163,51	188,91	214,31	239,71	265,11	290,51	315,91
29/64	11,509	36,909	62,309	87,709	113,109	138,51	163,91	189,31	214,71	240,11	265,51	290,91	316,31
15/32	11,906	37,306	62,706	88,106	113,506	138,91	164,31	189,71	215,11	240,51	265,91	291,31	316,71
31/64	12,303	37,703	63,103	88,503	113,903	139,30	164,70	190,10	215,50	240,90	266,30	291,70	317,10
1/2	12,700	38,100	63,500	88,900	114,300	139,70	165,10	190,50	215,90	241,30	266,70	292,10	317,50
33/64	13,097	38,497	63,897	89,297	114,697	140,10	165,50	190,90	216,30	241,70	267,10	292,50	317,90
17/32	13,494	38,894	64,294	89,694	115,094	140,49	165,89	191,29	216,69	242,09	267,49	292,89	318,29
35/64	13,891	39,291	64,691	90,091	115,491	140,89	166,29	191,69	217,09	242,49	267,89	293,29	318,69
9/16	14,288	39,688	65,088	90,488	115,888	141,29	166,69	192,09	217,49	242,89	268,29	293,69	319,09
37/64	14,684	40,084	65,484	90,884	116,284	141,68	167,08	192,48	217,88	243,28	268,69	294,09	319,49
19/32	15,081	40,481	65,881	91,281	116,681	142,08	167,48	192,88	218,28	243,68	269,08	294,48	319,88
39/64	15,478	40,878	66,287	91,678	117,078	142,48	167,88	193,28	218,68	244,08	269,48	294,88	320,28
5/8	15,875	41,275	66,675	92,075	117,475	142,88	168,28	193,68	219,08	244,48	269,88	295,28	320,68
41/64	16,272	41,672	67,072	92,472	117,872	143,27	168,67	194,07	219,47	244,87	270,27	295,67	321,07
21/32	16,669	42,069	67,469	92,869	118,269	143,67	169,07	194,47	219,87	245,27	270,67	296,07	321,47
43/64	17,066	42,466	67,866	93,266	118,666	144,07	169,47	194,87	220,27	245,67	271,07	296,47	321,87
11/16	17,463	42,863	68,263	93,663	119,063	144,46	169,86	195,26	220,66	246,06	271,46	296,86	322,26
45/64	17,859	43,259	68,659	94,059	119,459	144,86	170,26	195,66	221,06	246,46	271,86	297,26	322,66
23/32	18,256	43,656	69,056	94,456	119,856	145,26	170,66	196,06	221,46	246,86	272,26	297,66	323,06
47/64	18,653	44,053	69,453	94,853	120,253	145,65	171,05	196,45	221,85	247,25	272,65	298,05	323,45
3/4	19,050	44,450	69,850	95,250	120,650	146,05	171,45	196,85	222,25	247,65	273,05	298,45	323,85
49/64	19,447	44,847	70,247	95,647	121,047	146,45	171,85	197,25	222,65	248,05	273,45	298,85	324,25
25/32	19,844	45,244	70,644	96,044	121,444	146,84	172,24	197,64	223,04	248,44	273,84	299,24	324,64
51/64	20,241	45,641	71,041	96,441	121,841	147,24	172,64	198,04	223,44	248,64	274,24	299,64	325,04
13/16	20,638	46,038	71,438	96,838	122,238	147,64	173,04	198,44	223,84	249,24	274,64	300,04	325,44
53/64	21,034	46,434	71,834	97,234	122,634	148,03	173,43	198,83	224,23	249,64	275,04	300,44	325,84
27/32	21,432	46,831	72,231	97,631	123,031	148,43	173,83	199,23	224,63	250,03	275,43	300,83	326,23
55/64	21,828	47,228	72,628	98,028	123,428	148,83	174,23	199,63	225,03	250,43	275,83	301,23	326,63
7/8	22,225	47,625	73,025	98,425	123,825	149,23	174,63	200,03	225,43	250,83	276,23	301,63	327,03
57/65	22,622	48,022	73,422	98,822	124,222	149,62	175,02	200,42	225,82	251,22	276,62	302,02	327,42
29/32	23,019	48,419	73,819	99,219	124,619	150,02	175,42	200,82	226,22	251,62	277,02	302,42	327,82
59/64	23,416	48,816	74,216	99,616	125,016	150,42	175,82	201,22	226,62	252,02	277,42	302,82	328,22
15/16	23,813	49,213	74,613	100,013	125,413	150,81	176,21	201,61	227,01	252,41	277,81	303,21	328,61
61/64	24,209	49,609	75,009	100,409	125,809	151,21	176,61	202,01	227,41	252,81	278,21	303,61	329,01
31/32	24,606	50,006	75,406	100,806	126,206	151,61	177,01	202,41	227,81	253,21	278,61	304,01	329,41
63/64	25,003	40,403	75,803	101,203	126,603	152,00	177,40	202,80	228,20	253,60	279,00	304,40	329,80

Umrechnung Millimeter in Zoll

Dezimal-Teilung; Umrechnungswert: 1 Zoll = 25,4 mm

mm	Millimeter in Zoll 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0.03937″	0.07874″	0.11811″	0.15748″	0.19685″	0.23622″	0.27559″	0.31496″	0.35433″
10	0.39370″	0.43307″	0.47244″	0.51181″	0.55118″	0.59055″	0.62992″	0.66929″	0.70866″	0.74809″
20	0.78740″	0.82677″	0.86614″	0.90551″	0.94488″	0.98425″	1.02362″	1.06299″	1.10236″	1.14173″
30	1.18110″	1.22047″	1.25984″	1.29921″	1.33858″	1.37795″	1.41732″	1.45669″	1.49606″	1.53543″
40	1.57480″	1.61417″	1.65354″	1.69291″	1.73228″	1.77165″	1.81102″	1.85039″	1.88976″	1.92913″
50	1.96851″	2.00787″	2.04724″	2.08661″	2.12598″	2.16535″	2.20472″	2.24409″	2.28346″	2.32283″
60	2.36221″	2.40157″	2.44095″	2.48031″	2.51968″	2.55905″	2.59842″	2.63779″	2.67716″	2.71653″
70	2.75591″	2.79527″	2.83465″	2.87401″	2.91338″	2.95275″	2.99212″	3.03149″	3.07086″	3.11024″
80	3.14961″	3.18897″	3.22835″	3.26772″	3.30709″	3.34646″	3.38583″	3.42520″	3.46457″	3.50394″
90	3.54331″	3.58268″	3.62205″	3.66142″	3.70079″	3.74016″	3.77953″	3.81890″	3.85827″	3.89764″

Beispiel: 64,362 mm = 64 mm + 0,36 mm + 0,002 mm
= 2.51968 + 0.01417 + 0.00008 = 2.53393″

Vergleichstabelle der Vickers-Brinell-Rockwell-Härte und Zugfestigkeit[1)]

Information

Vickershärte HV 10	Brinellhärte[2)] HB 30	Rockwellhärte[3)] HRB	HRC	Zugfestigkeit σB N/mm²
85	81	41,0	–	270
91	87	49,0	–	290
97	92	53,4	–	310
100	95	56,2	–	320
107	101	60,2	–	340
113	107	63,4	–	360
118	112	66,0	–	380
121	116	67,4	–	390
128	122	70,4	–	410
132	125	71,8	–	420
138	131	74,1	–	440
143	136	76,2	–	460
147	140	77,5	–	470
153	146	79,7	–	490
157	149	80,7	–	500
163	154	82,5	–	520
168	160	84,5	–	540
172	163	85,4	–	550
178	169	86,8	–	570
184	175	88,0	–	590
187	178	88,7	–	600
193	184	90,2	–	620
200	190	91,5	–	640
205	195	92,5	–	660
208	198	93,2	–	670
212	201	93,7	–	680
222	211	95,4	–	710
225	214	96,0	–	720
228	217	96,4	–	730
233	222	97,2	–	750
236	225	–	19,2	760
243	231	–	21,0	780
250	238	–	22,2	800
255	242	–	23,1	820
258	245	–	23,7	830
265	252	–	24,8	850
272	258	–	25,8	870
275	261	–	26,4	880
280	266	–	27,1	900
287	273	–	28,0	920
293	278	–	28,8	940
295	280	–	29,7	950
302	287	–	30,0	970
308	293	–	30,8	990
314	299	–	31,5	1010
323	307	–	32,5	1040
336	319	–	33,9	1080
345	328	–	34,9	1110
355	338	–	36,0	1140

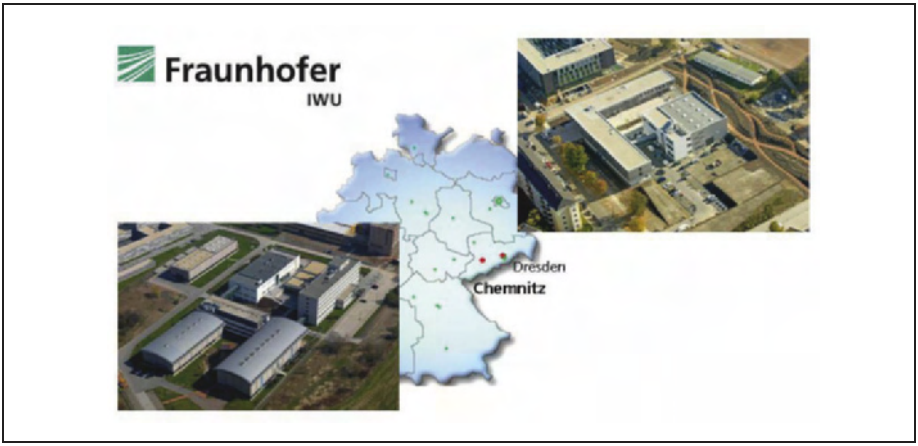
Vickershärte HV 30	Brinellhärte[2)] HB 30	Rockwellhärte[3)] HRB	HRC	Zugfestigkeit σB N/mm²
364	346	–	37,1	1170
373	355	–	38,1	1200
383	364	–	39,1	1230
391	372	–	39,9	1260
400	380	–	40,8	1290
410	390	–	41,8	1320
420	399	–	42,7	1350
429	408	–	43,4	1380
437	415	–	44,2	1410
443	421	–	44,7	1430
452	430	–	45,4	1460
455	–	–	45,7	1470
464	–	–	46,4	1500
473	–	–	47,1	1530
481	–	–	47,8	1560
489	–	–	48,3	1590
500	–	–	49,1	1630
509	–	–	49,7	1660
520	–	–	50,5	1700
528	–	–	51,0	1730
536	–	–	51,4	1760
547	–	–	52,1	1800
556	–	–	52,7	1830
567	–	–	53,4	1870
575	–	–	53,9	1900
586	–	–	54,4	1940
596	–	–	55,0	1980
607	–	–	55,6	2020
615	–	–	56,0	2050
629	–	–	56,7	2100
639	–	–	57,2	2140
650	–	–	57,8	2180
670	–	–	58,0	–
680	–	–	58,5	–
690	–	–	59,0	–
700	–	–	59,5	–
720	–	–	60,4	–
740	–	–	61,2	–
760	–	–	62,0	–
780	–	–	62,8	–
800	–	–	63,6	–
820	–	–	64,3	–
840	–	–	65,0	–
860	–	–	65,7	–
880	–	–	66,3	–
900	–	–	66,9	–
920	–	–	67,5	–
940	–	–	68,0	–

1) Alle mittels verschiedener Härteprüfverfahren an verschiedenen Werkstoffen ermittelten Härtewerte sind nur annähernd vergleichbar; nach DIN 50150.

2) Errechnet aus: HD = 0,95 × HV.

3) Die auf eine Dezimale angegeben Rockwellwerte dienen nur der Interpolation und sind im Endergebnis auf ganze Zahlen zu runden.

Erstellt in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IWU



Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU – dieser Name steht für anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung für den Automobil- und Maschinenbau in enger Zusammenarbeit mit Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft. Als Leitinstitut für ressourceneffiziente Produktion in Europa gehört das Fraunhofer IWU heute zu den bedeutendsten Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen auf dem Gebiet der Produktionswissenschaften.

Mit rund 450 hochqualifizierten Mitarbeitern entwickelt das Institut Effizienztechnologien in den Kernkompetenzen Werkzeugmaschinen, Zerspanungs- und Umformtechnik, Adaptronik/Mechatronik, Füge- und Montagetechnik sowie Virtuelle Realität in Chemnitz und Dresden. Im Fokus der Forschungsarbeiten stehen intelligente Produktionsanlagen und Technologien für die gesamte Prozesskette – von der Herstellung innovativer Karosserie- und Powertrain-Komponenten bis hin zur Optimierung der damit verbundenen umformenden und spanenden Fertigungsprozesse.

Zur Förderung von Spitzen- und Schlüsseltechnologien übernimmt das Institut strategische Forschungsprojekte im Auftrag von Bund und Ländern. Im Rahmen der Europäischen Gemeinschaft beteiligt sich das Institut an entsprechenden Technologieprogrammen.

Vor dem Hintergrund der weltweit zunehmenden Ressourcenknappheit ist ein möglichst effizienter Einsatz von Rohstoffen und Energie im produzierenden Gewerbe essentiell. Die Entwicklung material- und energieeffizienter Technologien und Produkte sowie die Optimierung der produktionstechnischen Prozesskette unter dem Gesichtspunkt der Ressourceneffizienz stehen daher im Mittelpunkt der Forschung. In gemeinsamer Arbeit mit Partnern aus dem Maschinenbau und der Automobilindustrie werden Lösungen zur Verbesserung der Ressourceneffizienz erarbeitet und für die industrielle Umsetzung vorbereitet.



Zentrales Forschungsthema am Fraunhofer IWU ist die Entwicklung innovativer Zerspanungstechnologien sowie die Verkürzung der Bearbeitungszeiten – vor allem für Powertrain-Komponenten sowie in der mechanischen Fertigung im Werkzeug- und Formenbau, aber auch für Bauteile der Luftfahrt-, Energie- und Medizintechnik. Wesentliche Schwerpunkte sind dabei die Durchführung von Fertigungsanalysen und Machbarkeitsstudien, die technologische Spezifikation und Dimensionierung von Fertigungseinrichtungen, die Erprobung von neuen Werkzeugen, Werkstoffen und Bearbeitungsstrategien sowie die Fertigung von Prototypen und Kleinserien.

Die spanende Fertigung ist mit Materialabfall in Form von Spänen und einem hohen Energieeinsatz bei der Kühlschmiermittelnutzung und -aufbereitung verbunden. Der Übergang auf eine Bearbeitung mit Minimalmengenschmierung oder, wenn machbar, auf eine durchgängige Trockenbearbeitung sind mögliche Schritte zur Verbesserung der Energie- und Ressourceneffizienz.

Zusätzlich im Prozess eingebrachte Kälte oder Wärme sowie adaptronisch oder ultraschallgestützte Überlagerung von Werkzeugbewegungen sind Gegenstand der Entwicklung hybrider Prozesse. Diese bieten ein deutliches Potential zur Verschiebung von bisher angewandten fertigungstechnischen Grenzen.

Ein weiterer Schwerpunkt ist die Prozessgestaltung für die spanende Bearbeitung von Leichtbauwerkstoffen und hochfesten Werkstoffen wie Titan, Inconel sowie Werkstoffverbunden und Verbundwerkstoffen. Hier steht insbesondere die Entwicklung moderner Kühlstrategien im Vordergrund.

Basis der Arbeiten zur Entwicklung ressourceneffizienter Bearbeitungsprozesse ist die numerische Simulation von Span- und Gratbildung, Werkzeugdesign, Werkzeug- und Werkstückspanntechniken, Schicht-Substrat-Systemen sowie dem Einfluss von Prozesskräften und -temperaturen auf das Bauteilverhalten. Gesamtziel der numerischen Betrachtungen ist die Kopplung von Maschinen- und Bearbeitungssimulation zu einer durchgängigen Prozesssimulation.

Auch in den nächsten Jahren werden die Forschungsschwerpunkte des Fraunhofer IWU auf der Optimierung bestehender Fertigungsprozesse und -systeme sowie der Initiierung und Umsetzung völlig neuer Produktionsmethoden liegen. Damit verfolgt das Institut konsequent die Strategie einer ressourceneffizienten Produktion.

www.iwu.fraunhofer.de

GARANT ist Premium

Premium spricht für sich. Premium steht für exzellente Produkte und Services von höchster Qualität, für außergewöhnliche Ansprüche und besondere Leistungen.






Höchste Zuverlässigkeit
erfordert Premium-Werkzeuge.
Garant®
www.hoffmann-group.com
Premium Quality by Hoffmann Group

GARANT Innovationen

Ausgesuchte Highlights aus dem Premium-Sortiment



GARANT für Leichtbau

- **Prozesssicher:** Hochleistungs-Diamantbeschichtung Hochleistungs-PKD-Schneidstoff der neuesten Generation
- **Gratfrei:** Definierte Einstellmöglichkeit der wirksamen Zerspanungskräfte
- **Einfach:** Neues Schwarzring-Programm



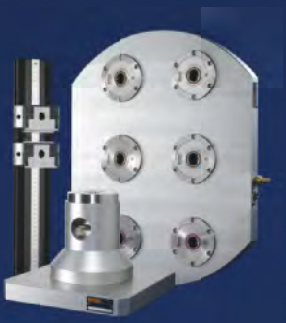
GARANT Gewindeformer

- **Längere Standzeiten:** Neue Polygon-Geometrie
- **Prozesssicher:** Geringes Drehmoment und effektives Eindringen
- **Einfach:** Durchgängiges Farbring-System



GARANT eco

- **Effizient:** Direkte Kühlung beim Stechdrehen
- **Innovativ:** Patentierte Kühlmittelübergabe
- **Produktiv:** Mehr Standzeit bei höherer Oberflächen-Qualität



GARANT ZeroClamp

- **Flexibel:** Eine Basis für vielfältige Einsatzmöglichkeiten
- **Einfach:** Nur ein Spannbolzen-Typ
- **Präzise:** Wiederholgenauigkeit < 5 µm



GARANT HT Futter

- **Kraftvoll:** Höchste Haltekräfte, 550 Nm Höchste Gesamtsteifigkeit
- **Robust:** Auch für Fräsen in der Schwerzerspanung
- **Ruhig:** Hervorragende Schwingungsdämpfung



GARANT DI1

- **Sicher:** Keine Fehlbedienung durch Tastensperre
- **Praktisch:** Einfache Ablesung durch kontraststarke 12 mm LCD-Anzeige



GARANT TopCut

- **Flexibel:**
  Unterschiedliche Wechselkopf-Geometrien und Durchmesser
- **Genau:**
  Rundlaufgenauigkeit ≤ 10 µm
- **Variabel:**
  Stahl-/VHM-Aufnahmen und SK40 / HSK-A-63 Direktadaptionen
- **Leistungsstark:**
  Breites Anwendungsspektrum



GARANT Softcut

- **Leistungsstark:**
  Höchste Produktivität, niedrige Prozesskosten
- **Flexibel:**
  3 Plattengrößen, 6 Anwendungen
- **Schnittfreudig:**
  Maximales Volumen, weicher Schnitt
- **Einfach:**
  Hauptanwendung eingeprägt



GARANT VG1

- **Einfach:**
  Intuitive Touchscreen Bedienung
- **Präzise:**
  Hartgestein Basis
- **Praktisch:**
  Fertig installiert geliefertes Gerät
- **Komplett:**
  Inklusive Ablagebleche und eingearbeiteter Eichvorrichtung in der Grundaufnahme
- **Durchdacht:**
  Optionaler GARANT Unterbau



GARANT MM1

- **Präzise:**
  Messgenauigkeit E_1: 1,5 µm
- **Intuitiv:**
  Bedienung über HD-Touch-Screen
- **Effizient:**
  Automatisches Erkennen, Messen und Auswerten von Standard-Geometrien

Das ABC für Zerspanungsprofis

Das neue GARANT Zerspanungshandbuch umfasst unser geballtes Wissen zum Thema Zerspanung und Spannen von A bis Z.
Auf über 1000 Seiten finden Sie viele hilfreiche Informationen, Anwendungstipps und Tricks – kompakt, übersichtlich und aktuell aufbereitet.
Das ideale Nachschlagewerk für Ihren täglichen Arbeitseinsatz!



GARANT 360°Tooling

Leistungsstarke Services für produktivere Zerspanungsprozesse



Ihre Vorteile:

- Leistungsstarke Services aus einer Hand
- Professionelle technische Beratung
- Produktivere Zerspanungsprozesse

www.toolscout.com

ISBN 3-00-016882-6

Art.-Nr. 11 0950 DE

1105-00169-Dm-KT

GARANT ToolScout Zerspanungshandbuch

Premium Quality by Hoffmann Group

Premium Quality by Hoffmann Group

4 045197 233509