

Karl-Heinz Engels
Eric Engels



Die CNC-Programmierung im Kontext der Digitalisierung

Vom G-Code zum Digitalen Zwilling



HANSER

Engels, Engels
**Die CNC-Programmierung
im Kontext der Digitalisierung**



Ihr Plus – digitale Zusatzinhalte!

Auf unserem Download-Portal finden Sie zu diesem Titel kostenloses Zusatzmaterial. Geben Sie dazu einfach diesen Code ein:

plus.hanser-fachbuch.de



Bleiben Sie auf dem Laufenden!

Hanser Newsletter informieren Sie regelmäßig über neue Bücher und Termine aus den verschiedenen Bereichen der Technik. Profitieren Sie auch von Gewinnspielen und exklusiven Leseproben. Gleich anmelden unter

www.hanser-fachbuch.de/newsletter

Karl-Heinz Engels
Eric Engels

Die CNC-Programmierung im Kontext der Digitalisierung

Vom G-Code zum Digitalen Zwilling

HANSER

Der Autoren:

Karl-Heinz Engels ist staatlich geprüfter Maschinenbautechniker bei der Siemens AG.

Eric Engels ist Werkzeugmechaniker in Fachrichtung Formentechnik, aktuell in der Weiterbildung zum
Handwerksmeister.

Alle in diesem Buch enthaltenen Informationen wurden nach bestem Wissen zusammengestellt und mit Sorgfalt geprüft und getestet. Dennoch sind Fehler nicht ganz auszuschließen. Aus diesem Grund sind die im vorliegenden Buch enthaltenen Informationen mit keiner Verpflichtung oder Garantie irgendeiner Art verbunden. Autor und Verlag übernehmen infolgedessen keine Verantwortung und werden keine daraus folgende oder sonstige Haftung übernehmen, die auf irgendeine Art aus der Benutzung dieser Informationen – oder Teilen davon – entsteht.

Ebenso wenig übernehmen Autor und Verlag die Gewähr dafür, dass beschriebene Verfahren usw. frei von Schutzrechten Dritter sind. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches, oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) – auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung – reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

© 2021 Carl Hanser Verlag München, www.hanser-fachbuch.de

Lektorat: Dipl.-Ing. Volker Herzberg

Herstellung: Cornelia Speckmaier

Coverkonzept: Marc Müller-Bremer, www.rebranding.de, München

Titelmotiv: © gettyimages.de/Phuchit

Coverrealisation: Max Kostopoulos

Satz: Eberl & Koesel Studio GmbH, Krugzell

Druck und Bindung: CPI books GmbH, Leck

Printed in Germany

Print-ISBN: 978-3-446-46739-2

E-Book-ISBN: 978-3-446-47005-7

ePub-ISBN: 978-3-446-47215-0

Vorwort

Die klassische G-Code-Programmierung ist immer noch die Grundlage der modernen CNC-Programmierung. Vielleicht heute mehr denn je.

Die schon längst totgesagte Form der CNC-Programmierung erlebt über die Prozesskette CAD – CAM – VR bis zur Maschine eine Neuauflage. Mit den neuen digitalen Möglichkeiten ändern sich auch die Möglichkeiten, CNC-Programme zu erstellen und zu visualisieren.

Dieses Buch wendet sich an Ausbilder, Auszubildende und alle CNC-Interessierten. Es nimmt Sie mit auf eine „etwas andere“ Reise in die Programmierwelt von CNC-Maschinen, unter besonderer Berücksichtigung neuer Technologien.

Die Autoren zeigen, wie spannend dieses Thema jetzt und in Zukunft ist und welche Wege uns hier durch die Digitalisierung eröffnet werden.

Nein, das Programmieren ist nicht ein langweiliges Aneinanderreihen von Codes.

Ja, um Werkzeugmaschinen zu Programmieren muss eine neue Sprache erlernt werden.

Die Sprache der CNC-Maschinen.

Diese „alte Sprache“ eröffnet dem, der Sie kennt, in der digitalen Welt neue Möglichkeiten.

Lassen Sie sich überraschen!

Karl-Heinz Engels

Eric Engels

Die Autoren

■ Karl-Heinz Engels

- Ausbildung zum Feinmechaniker
- Abschluss als staatlich geprüfter Maschinenbau-techniker
- Seit 20 Jahren bei der Siemens AG im Technologiecenter



Aufgaben:

Erstellen von Schulungsunterlagen für die SINUMERIK, die CNC-Steuerung von Siemens.

Entwicklung und Umsetzung neuer Trainingsformen für den Bereich Bedienen und Programmieren. Ein Beispiel: Cloudbasierte Trainings mit Einbindung von digitalen Zwillingen.

Mitarbeit bei einem Team zur Entwicklung neuer Software rund um die SINUMERIK.

■ Eric Engels

- Ausbildung zum Werkzeugmechaniker Fachrichtung Formentechnik
- Aktuell in der Weiterbildung zum Handwerksmeister für Feinwerktechnik



Aufgaben:

Beruflich in der Planung/Umsetzung im Bereich Prototypen- und Sondermaschinenbau für Medizin und Luft- und Raumfahrttechnik tätig.

Inhalt

Vorwort	V
Die Autoren	VII
1 Was ist eine CNC-Maschine?	1
1.1 Das Koordinatensystem	6
1.2 Fragen zum Kapitel	8
2 Die Sprache der Maschine, Grundlagen	9
2.1 Der G-Code aus DIN 66035/ISO 6983	9
2.2 Der Werkstück-Nullpunkt	11
2.3 Aufbau eines CNC-Programms	16
2.3.1 Der Programmkopf	20
2.3.1.1 Die Arbeitsebene	22
2.3.1.2 Das Maßsystem	23
2.3.1.3 Maßangaben absolut oder inkrementell	24
2.3.2 Fahrbefehle und Werkzeugaufruf	26
2.3.2.1 Der Werkzeugaufruf	27
2.3.2.2 Die Technologiedaten für das Werkzeug	30
2.3.2.3 Der Eilgang	31
2.3.2.4 Linear Verfahren mit Vorschub	32
2.3.2.5 Verfahren im Kreisbogen mit Vorschub	34
2.3.2.6 Die Werkzeug-Radiuskorrektur	36
2.3.3 Das Programmende	38
2.4 Fragen zum Kapitel	39

3	Nullpunkte und Frames	41
3.1	Einleitung	41
3.2	Wie erstelle ich ein Programm mit der SINUMERIK	44
3.3	Erweitertes Wissen über das Koordinatensystem und die Frames	48
	3.3.1 Der Basisbezug	50
	3.3.2 Die Feinverschiebung	52
	3.3.3 Die programmierbaren Verschiebungen/Frames	54
	3.3.4 Unterdrücken von Frames	63
	3.3.5 Übung zum Thema programmierbare Transformationen	65
3.4	Fragen zum Kapitel	70
4	Einführung in die flexible Programmierung	71
4.1	Die lineare CNC-Programmierung	71
4.2	Die flexible Programmierung	72
4.3	Flexibel programmieren mit Unterprogrammen	76
4.4	Flexibel programmieren mit Variablen	82
	4.4.1 R-Parameter/R-Variablen	82
	4.4.2 Anwendervariablen und Systemvariablen	87
4.5	Die flexible Programmierung und der digitale Zwilling	97
4.6	Fragen zum Kapitel	99
5	Die 5-Achs-Programmierung im Kontext der Digitalisierung ..	101
5.1	Was genau versteht man unter einer 5-Achs-Programmierung?	101
	5.1.1 Die 3+2-Achsenbearbeitung	101
	5.1.2 Der Zyklus für die 5-Achs-Positionierung	104
	5.1.3 Die 5-Achs-Simultanbearbeitung	106
	5.1.4 Die maschinenunabhängige Programmierung	111
	5.1.4.1 Die Richtungsvektoren	112
	5.1.4.2 Beispielprogramm mit Richtungsvektoren	113
	5.1.4.3 Eine weitere Möglichkeit der 5-Achs-Programmierung ..	120
	5.1.4.4 Weitere Befehle zur Optimierung eines 5-Achs-Programms	121
	5.1.4.5 Freiformflächen	125

5.2	Vom Modell zur Bearbeitung	126
5.2.1	Das Erstellen eines Modells im CAD	126
5.2.2	Die Bearbeitung im CAM erstellen	127
5.2.3	Der Postprozessor	128
5.2.4	Der digitale Zwilling	130
5.3	Fragen zum Kapitel	133
6	Ergänzende Übungen	135
6.1	Aufgabe: G-Code nach DIN 66025/ISO 6983	135
6.2	Aufgabe: Hochsprache mit falschem Werkzeugtyp	141
6.3	Aufgabe: 3+2-Programmierung (2 ½ D-Bearbeitung)	148
6.4	Aufgabe: 5-Achs-Simultanprogrammierung mit Vektoren	163
Index	169