

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	<b>V</b>
<b>Die Autoren</b> .....	<b>VII</b>
<b>1 Was ist eine CNC-Maschine?</b> .....	<b>1</b>
1.1 Das Koordinatensystem .....	6
1.2 Fragen zum Kapitel .....	8
<b>2 Die Sprache der Maschine, Grundlagen</b> .....	<b>9</b>
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

<b>3</b>	<b>Nullpunkte und Frames</b>	<b>41</b>
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
<b>4</b>	<b>Einführung in die flexible Programmierung</b>	<b>71</b>
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
<b>5</b>	<b>Die 5-Achs-Programmierung im Kontext der Digitalisierung</b>	<b>101</b>
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
<b>6</b>	<b>Ergänzende Übungen .....</b>	<b>135</b>
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
<b>Index</b>	<b>.....</b>	<b>169</b>