

Inhaltsverzeichnis

1	Entwicklung der NC-Technik	9
1.1	Begriffe	9
1.2	Vom Transistor zum Chip	10
1.3	Von den Anfängen der NC-Technik bis zur integrierten Fertigung	11
1.4	NC-Technik in der Holzbearbeitung	12
1.5	Vorteile der NC-Anwendung	19
2	Funktion der CNC-Maschine	22
2.1	Zahlensysteme	22
2.2	Datenträger	26
2.3	Programmeingabe	28
2.4	Steuerungsprinzip der CNC-Maschine	29
2.4.1	Datenschnittstelle	32
2.4.2	CNC – numerische Steuerung	32
2.4.3	Antriebssteller	34
2.4.4	Maschine	34
2.4.5	PLC – speicherprogrammierbare Anpaßsteuerung	36
2.5	Interpolation und Lageregelung	38
2.6	Wegmeßsystem	41
2.7	Antriebsregelkreise	42
2.8	Steuerungsarten	44
3	Mechanik der CNC-Maschine	45
3.1	Prinzipieller Maschinenaufbau	45
3.2	Maschinendynamik und -steifigkeit	48
3.3	Vorschubmotoren	50
3.4	Kugelgewindetrieb	54
3.5	Vorschubführungen	55
3.6	Arbeitsaggregate	58
3.6.1	Aggregatearten	58
3.6.2	Frässpindel-Drehzahlen	66
3.6.3	Frässpindel-Leistungen	69
3.6.4	Aggregate-Anordnung	76
3.7	Werkzeugaufnahmen	80
3.8	Werkzeuge	84
3.8.1	Bauarten der Fräswerkzeuge	85
3.8.2	Qualität der Fräswerkzeuge	87
3.8.3	Winkel an der Werkzeugschneide	88
3.8.4	Schnittgeschwindigkeit	89
3.8.5	Vorschubgeschwindigkeit	90
3.8.6	Fräsrichtung	90
3.9	Unwucht bei Frässpindeln und Werkzeugen	91
3.10	Späneabsaugung	93
3.11	Beschickung	101
3.12	Werkstückspannsysteme	106

3.12.1	Allgemeine Anforderungen	106
3.12.2	Sicherheitsvorkehrungen	107
3.12.3	Arten der Spannkrafterzeugung	108
3.12.4	Vakuum als häufigstes Spannumedium	109
3.12.5	Unterschiedliche Vakuumerzeuger	115
3.12.6	Besondere Spannsysteme	120
3.12.7	Werkstückanschläge	122
4	Voraussetzungen für die Programmerstellung	125
4.1	Koordinatensystem	125
4.1.1	Hauptachsen	125
4.1.2	Zusatzachsen	127
4.1.3	Bezugspunkte	127
4.1.4	Schreibweise der Zahlenangaben	128
4.2	Programmcode	129
4.3	Programmerstellung	129
4.3.1	Programmieren an der Maschine	130
4.3.2	Programmieren im Büro	131
4.3.3	Programmoptimierung	134
5	Grundlagen der Programmierung	135
5.1	Programmbestandteile	135
5.2	Programmwort	135
5.3	Programmschlüssel	136
5.4	Satzaufbau	139
5.5	Programmaufbau	140
6	Beschreibung der Werkstückgeometrie	141
6.1	Allgemeines über Wegbedingungen	141
6.2	Bemaßungsarten	141
6.3	Interpolationsarten	143
6.4	Kreisbogenradius	146
6.5	Streckenteilpunkte	151
6.6	Ein- und Austauschen	153
6.7	Interpolationsebenen	154
6.8	Bahnübergänge	157
7	Programmieren der Vorschubgeschwindigkeit	161
7.1	Bahngeschwindigkeit	161
7.1.1	F-Wort	161
7.1.2	Bahn-Definition	161
7.1.3	Geschwindigkeitsfestlegung	162
7.2	Satzübergangsgeschwindigkeit	162
8	Programmieren von Korrekturen	166
8.1	Werkzeuglängenkorrektur	166
8.2	Werkzeuginnenradiuskorrektur	169

8.3	Nullpunktverschiebungen	174
8.3.1	Einstellbare Nullpunktverschiebungen	174
8.3.2	Additive Nullpunktverschiebung	176
8.3.3	Unterdrückung der Nullpunktverschiebungen	176
9	Fortgeschrittene Programmiertechniken	179
9.1	Unterprogramme	179
9.2	Parameter	184
9.2.1	Zuweisen von Werten	184
9.2.2	Zuordnen von Parametern	185
9.3	Sprungfunktionen	186
9.4	Programmspiegeln	191
9.5	Koordinatendrehung	193
10	Maschinenbezogene Zusatzfunktionen	194
10.1	Bedeutung der Zusatzfunktionen	194
10.2	Häufig verwendete Zusatzfunktionen	194
10.3	Programmschema	196
	Stichwortverzeichnis	205
	Bildquellennachweis	217
	Fachausdrücke und Fremdwörter	219