

Inhaltsverzeichnis

Teil 1 Einführung in die CNC-Technik	13
1. Historische Entwicklung der NC-Fertigung	15
1.1 Erste Nachkriegsjahre	15
1.2 Wiederaufbau der Werkzeugmaschinenindustrie	15
1.3 Weltweite Veränderungen	16
1.4 Neue, typische NC-Maschinen	17
1.5 Der japanische Einfluss	17
1.6 Die deutsche Krise	17
1.7 Ursachen und Auswirkungen	18
1.8 Flexible Fertigungssysteme	19
1.9 Weltwirtschaftskrise 2009	20
1.10 Situation und Ausblick	21
1.11 Fazit	22
2. Meilensteine der NC-Entwicklung	23
3. Was ist NC und CNC?	26
3.1 Der Weg zu NC	26
3.2 Hardware	27
3.3 Software	28
3.4 Steuerungarten	31
3.5 NC-Achsen	33
3.6 SPS, PLC	34
3.7 Anpassteil	36
3.8 Computer und NC	36
3.9 NC-Programm und Programmierung	38
3.10 Dateneingabe	41
3.11 Bedienung	43
3.12 Zusammenfassung	45
Das sollte man sich merken	47
Teil 2 Funktionen der CNC-Werkzeugmaschine	49
1. Ausführung der Weginformationen	51
1.1 Einführung	51
1.2 Achsbezeichnung	51
1.3 Lageregelkreis	54
1.4 Positionsmessung	56
1.5 Vorschubantriebe	70

1.6	Zusammenfassung	80
	Das sollte man sich merken	83
2.	Ausführung der Schaltinformationen	84
2.1	Werkzeugwechsel	84
2.2	Automatischer Werkstückwechsel	90
2.3	Drehzahlwechsel	94
2.4	Zusammenfassung	94
	Das sollte man sich merken	96
3.	Funktionen der numerischen Steuerung	97
3.1	Definition	97
3.2	CNC-Grundfunktionen	97
3.3	CNC-Sonderfunktionen	103
3.4	Anzeigen in CNC's	120
3.5	Offene Steuerungen	120
3.6	Preisbetrachtung	123
3.7	Vorteile neuester CNC-Entwicklungen	126
3.8	Zusammenfassung	126
	Das sollte man sich merken	128
4.	SPS – Speicherprogrammierbare Steuerungen	129
4.1	Definition	129
4.2	Entstehungsgeschichte der SPS	129
4.3	Aufbau und Wirkungsweise von SPS	130
4.4	Datenbus und Feldbus	132
4.5	Vorteile von SPS	138
4.6	Programmierung von SPS und Dokumentation	141
4.7	Programm	143
4.8	Programmspeicher	144
4.9	SPS, CNC und PC im integrierten Betrieb	145
4.10	SPS-Auswahlkriterien	147
4.11	Zusammenfassung	147
	Das sollte man sich merken	152
5.	Einfluss der CNC auf Baugruppen der Maschine	153
5.1	Maschinenkonfiguration	153
5.2	Maschinengestelle	155
5.3	Führungen	157
5.4	Hauptantriebe	158
5.5	Maschinenverkleidung	164
5.6	Kühlmittelversorgung	164
5.7	Späneabfuhr	165
5.8	Zusammenfassung	165
	Das sollte man sich merken	166

Teil 3	Die Arten von numerisch gesteuerten Maschinen	167
1.	CNC-Werkzeugmaschinen	169
1.1	Bearbeitungszentren, Fräsmaschinen	169
1.2	Drehmaschinen	182
1.3	Schleifmaschinen	190
1.4	Verzahnmaschinen	199
1.5	Bohrmaschinen	208
1.6	Parallelkinematische Maschinen	215
1.7	Sägemaschinen	216
1.8	Laser-Bearbeitungsanlagen	220
1.9	Stanz- und Nibbelmaschinen	227
1.10	Rohrbiegemaschinen	231
1.11	Funkenerosionsmaschinen	233
1.12	Elektronenstrahl-Maschinen	236
1.13	Wasserstrahlschneidmaschinen	239
1.14	Entwicklungstendenzen bei numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen	240
1.15	Messen und Prüfen	243
1.16	Zusammenfassung	248
	Das sollte man sich merken	249
2.	Generative Fertigungsverfahren	253
2.1	Einführung	253
2.2	Definition	254
2.3	Verfahrenskette	256
2.4	Einteilung der generativen Fertigungsverfahren	258
2.5	Vorstellung der wichtigsten Schichtbauverfahren	260
2.6	Zusammenfassung	267
	Das sollte man sich merken	268
3.	Flexible Fertigungssysteme	269
3.1	Definition	269
3.2	Flexible Fertigungsinseln	272
3.3	Flexible Fertigungszellen	272
3.4	Technische Kennzeichen flexibler Fertigungssysteme	275
3.5	FFS-Einsatzkriterien	275
3.6	Fertigungsprinzipien	278
3.7	Maschinenauswahl und -anordnung	280
3.8	Werkstück-Transportsysteme	280
3.9	FFS-geeignete CNC's	290
3.10	FFS-Leitrechner	291
3.11	Wirtschaftliche Vorteile von FFS	293
3.12	Probleme und Risiken bei der Auslegung von FFS	295
3.13	Flexibilität und Komplexität	296

3.14	Simulation von FFS	299
3.15	Produktionsplanungssysteme (PPS)	301
3.16	Zusammenfassung	303
	Das sollte man sich merken	307
4.	Industrieroboter und Handhabung	308
4.1	Definition: Was ist ein Industrieroboter?	309
4.2	Aufbau von Industrierobotern	309
4.3	Mechanik/Kinematik	311
4.4	Greifer oder Effektor	311
4.5	Steuerung	313
4.6	SafeRobot Technologie	316
4.7	Programmierung	318
4.8	Sensoren	319
4.9	Anwendungsbeispiele von Industrierobotern	320
4.10	Einsatzkriterien für Industrieroboter	323
4.11	Vergleich Industrie-Roboter und CNC-Maschine	325
4.12	Zusammenfassung und Ausblick	326
	Das sollte man sich merken	328
Teil 4	Werkzeugsystematik für CNC-Maschinen	329
1.	Werkzeugsystematik	331
1.1	Einführung	331
1.2	Werkzeugsysteme	332
1.3	Werkzeug-Voreinstellung	341
1.4	Betriebliche Werkzeugkataloge	344
1.5	Werkzeug-Identifikation	348
1.6	Werkzeugverwaltung	356
1.7	Werkzeugmessung und -überwachung mit Lasersystemen	359
1.8	Zusammenfassung	362
	Das sollte man sich merken	363
2.	Prozessnahe Fertigungsmesstechnik im Verbund mit mechatronischen Werkzeugsystemen	364
2.1	Einführung	364
2.2	Parallele Messtechniken	364
2.3	Prozessnahe Messen in Nebenzeiten	364
2.4	Mit Bohrungsmessköpfen nah am Prozess	365
2.5	Aktorische Werkzeugsysteme schließen den Regelkreis	366
2.6	Mechatronische Werkzeugsysteme	367
2.7	Geschlossene Prozesskette	367
2.8	Ausblick	367
2.9	Zusammenfassung	370
	Das sollte man sich merken	372

Teil 5 NC-Programm und Programmierung	373
1. NC-Programm	375
1.1 Definition	375
1.2 Struktur der NC-Programme	375
1.3 Programmaufbau, Syntax und Semantik	378
1.4 Schaltbefehle (M-Funktionen)	379
1.5 Weginformationen	379
1.6 Wegbedingungen (G-Funktionen)	383
1.7 Zyklen	386
1.8 Nullpunkte und Bezugspunkte	390
1.9 Transformation	393
1.10 Werkzeugkorrekturen	393
1.11 Zusammenfassung	398
Das sollte man sich merken	399
2. Programmierung von CNC-Maschinen	400
2.1 Definition der NC-Programmierung	400
2.2 Programmiermethoden	400
2.3 NC-Programmierer	409
2.4 Arbeitserleichternde Grafik	409
2.5 Verteilte Intelligenz	412
2.6 Auswahl des geeigneten Programmiersystems	413
2.7 Zusammenfassung	414
Das sollte man sich merken	416
3. CNC-Programmiersysteme	417
3.1 Einleitung	417
3.2 Bearbeitungsverfahren im Wandel	418
3.3 Der Einsatzbereich setzt die Prioritäten	419
3.4 Eingabedaten aus unterschiedlichen Quellen	421
3.5 Leistungsumfang eines modernen NC-Programmiersystems (CAM)	421
3.6 Datenmodelle auf hohem Niveau	421
3.7 CAM-orientierte Geometrie-Manipulation	422
3.8 Nur leistungsfähige Bearbeitungsstrategien zählen	423
3.9 3D-Modelle bieten mehr	424
3.10 Innovativ mit Feature-Technik	424
3.11 Automatische Objekterkennung	425
3.12 Bearbeitungsdatenbank	426
3.13 Werkzeuge	427
3.14 Aufspannplanung und Definition der Reihenfolge	427
3.15 Die Simulation bringt es auf den Punkt	429
3.16 Postprozessor	429
3.17 Erzeugt Daten und Schnittstellen zu den Werkzeugmaschinen	429

3.18	Zusammenfassung	430
	Das sollte man sich merken	431
4.	Fertigungs-Simulation	432
4.1	Einleitung	432
4.2	Qualitative Abgrenzung der Systeme	432
4.3	Komponenten eines Simulationsszenarios	436
4.4	Ablauf der NC-Simulation	439
4.5	Einsatzfelder	441
4.6	Zusammenfassung	444
	Das sollte man sich merken	446
Teil 6	Einbindung der CNC-Technik in die betriebliche Informationsverarbeitung	447
1.	DNC – Direct Numerical Control oder Distributed Numerical Control	449
1.1	Definition	449
1.2	Aufgaben von DNC	449
1.3	Einsatzkriterien für DNC-Systeme	450
1.4	Datenkommunikation mit CNC-Steuerungen	451
1.5	Technik des Programmanforderns	452
1.6	Heute angebotene DNC-Systeme	453
1.7	Netzwerktechnik für DNC	455
1.8	Vorteile beim Einsatz von Netzwerken	457
1.9	NC-Programmverwaltung	457
1.10	Vorteile des DNC-Betriebes	461
1.11	Kosten und Wirtschaftlichkeit von DNC	462
1.12	Stand und Tendenzen	462
1.13	Zusammenfassung	463
	Das sollte man sich merken	465
2.	LAN – Local Area Networks	466
2.1	Einleitung	466
2.2	Local Area Network (LAN)	466
2.3	Was sind Informationen?	466
2.4	Kennzeichen und Merkmale von LAN	468
2.5	Gateway und Bridge	475
2.6	Auswahlkriterien eines geeigneten LAN's	476
2.7	Schnittstellen	476
2.8	Zusammenfassung	480
	Das sollte man sich merken	482

3.	Digitale Produktentwicklung und Fertigung: Von CAD und CAM zu PLM	483
3.1	Einleitung	483
3.2	Begriffe und Geschichte	484
3.3	Digitale Produktentwicklung	489
3.4	Digitale Fertigung	494
3.5	Zusammenfassung	498
	Das sollte man sich merken	499
Teil 7	Anhang	501
	Richtlinien, Normen, Empfehlungen	503
	VDI-Richtlinien	503
	DIN-Normen	505
	NCG-Empfehlungen	507
	NC-Fachwortverzeichnis	509
	Stichwortverzeichnis	551
	Empfohlene NC-Literatur	556
	Inserentenverzeichnis	558
	Tabellen und Übersichtstafeln	559
	Bezugsquellenverzeichnis	560