
Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen und Abkürzungen	XV
1 Einleitung	1
1.1 Volkswirtschaftliche Bedeutung der Werkzeugmaschinen	1
1.2 Historische Entwicklung der Werkzeugmaschinen	4
1.3 Allgemeine konstruktive Anforderungen an Werkzeugmaschinen ..	11
2 Begriffe im Werkzeugmaschinenbau	15
2.1 Gliederung der Fertigungsverfahren	15
2.2 Gliederung der Werkzeugmaschinen	15
2.3 Einteilung und Bezeichnung der Werkzeugmaschinen	17
2.4 Automatisierung von Werkzeugmaschinen	18
3 Einzelmaschinen	25
3.1 Universalmaschinen	25
3.1.1 Urformende Maschinen und Anlagen	25
3.1.1.1 Wirtschaftliches Bearbeiten von Gusskomponenten	28
3.1.1.2 Maschinen zur Gießformherstellung	29
3.1.1.3 Schleudergießmaschinen	30
3.1.1.4 Druckgießmaschinen	32
3.1.1.5 Stranggießmaschinen	34
3.1.1.6 Anlagen für das Gussputzen	36
3.1.1.7 Fertigungsanlagen für das Sintern	36
3.1.1.8 Anlagen für das Gießen von Reaktionsharzbeton ..	39
3.1.2 Umformende Maschinen	43
3.1.2.1 Hämmern	48
3.1.2.2 Pressen	55
3.1.2.2.1 Spindelpressen	56
3.1.2.2.2 Exzenter- und Kurbelpressen	63
3.1.2.2.3 Kniehebelpressen	82
3.1.2.2.4 Keilpressen	86

	3.1.2.2.5	Hydraulische Pressen und Umformmaschinen mit hydraulischem Wirkprinzip	86
	3.1.2.3	Schmiedemaschinen	96
	3.1.2.4	Schutzeinrichtungen an Umformmaschinen	99
	3.1.2.5	Walzmaschinen	102
	3.1.2.6	Biegemaschinen	112
	3.1.2.7	Ziehmaschinen	118
3.1.3		Zerteilende Maschinen	121
	3.1.3.1	Scheren	122
	3.1.3.2	Schneidpressen	125
3.1.4		Spanende Maschinen für Werkzeuge mit geometrisch bestimmter Schneide	127
	3.1.4.1	Drehmaschinen	130
	3.1.4.1.1	Universal- bzw. Werkstattdrehmaschinen	132
	3.1.4.1.2	Drehautomaten	134
	3.1.4.1.3	Langdrehen auf Drehautomaten	136
	3.1.4.1.4	Mehrschlitten-Einstechdrehautomat ...	139
	3.1.4.1.5	Mehrspindel-Drehautomaten	141
	3.1.4.1.6	Drehmaschinen mit vertikaler Spindel .	145
	3.1.4.1.7	Waagrecht-Großdrehmaschinen	149
	3.1.4.1.8	Senkrechtdrehmaschinen	152
	3.1.4.1.9	Hochpräzisions- und Ultrapräzisionsdrehen	153
	3.1.4.1.10	Kombinationsmaschinen	156
	3.1.4.2	Bohrmaschinen	157
	3.1.4.2.1	Säulenbohrmaschinen	159
	3.1.4.2.2	Auslegerbohrmaschinen	161
	3.1.4.2.3	Tiefbohrmaschinen	163
	3.1.4.3	Fräsmaschinen und Bearbeitungszentren	170
	3.1.4.3.1	Maschinen mit horizontaler Werkzeugspindel	173
	3.1.4.3.2	Maschinen mit vertikaler Werkzeugspindel	181
	3.1.4.3.3	Maschinen mit parallelkinematischen Strukturen	191
	3.1.4.4	Stoß- und Ziehmaschinen	198
	3.1.4.5	Räummaschinen	201
	3.1.4.5.1	Innenräummaschinen	202
	3.1.4.5.2	Außenräummaschinen	205
	3.1.4.6	Sägemaschinen	207
	3.1.4.6.1	Bügelsägemaschinen	207
	3.1.4.6.2	Bandsägemaschinen	211
	3.1.4.6.3	Kreissägemaschinen	213
	3.1.4.6.4	Sägezentren	215

3.1.5	Spanende Maschinen für Werkzeuge mit geometrisch unbestimmten Schneiden	216
3.1.5.1	Schleifmaschinen	219
3.1.5.1.1	Rundschleifmaschinen	220
3.1.5.1.2	Spitzenlosschleifmaschinen	223
3.1.5.1.3	Planschleifmaschinen oder Flachschleifmaschinen	227
3.1.5.1.4	Formschleifmaschinen	232
3.1.5.1.5	Werkzeugschleifmaschinen	232
3.1.5.1.6	Abrichtsysteme	235
3.1.5.1.7	Spindelaufbau und Antrieb	240
3.1.5.1.8	Auswuchteinrichtungen	244
3.1.5.1.9	Kühlmitteleinrichtungen	248
3.1.5.1.10	Sicherheitseinrichtungen	250
3.1.5.1.11	Messeinrichtungen	252
3.1.5.2	Bandschleifmaschinen	253
3.1.5.3	Honmaschinen	254
3.1.5.4	Läppmaschinen	257
3.1.5.4.1	Konventionelle Läppmaschinen	257
3.1.5.4.2	Ultraschall-Bearbeitungsanlagen	260
3.1.6	Abtragende Maschinen	261
3.1.6.1	Chemische Ätzanlagen	261
3.1.6.2	Elektrochemische Bearbeitungsanlagen	264
3.1.6.3	Funkenerosive Bearbeitungsanlagen	267
3.1.6.3.1	Funkenerosive Senkanlagen	268
3.1.6.3.2	Funkenerosive Schneidanlagen	277
3.1.6.4	Elektronenstrahlbearbeitungsanlagen	280
3.1.6.4.1	Elektronenstrahlbohren	281
3.1.6.5	Laserbearbeitungsanlagen	281
3.1.6.5.1	Strahlquellen	285
3.1.6.5.2	Strahlführung und -formung	292
3.1.6.5.3	Laserschneidanlagen	295
3.1.6.5.4	Weitere Anwendungen der Lasermaterialbearbeitung	299
3.1.7	Universalmaschinen für Sonderfertigungsverfahren	308
3.1.7.1	Drehschälmaschinen	308
3.1.7.2	Richtmaschinen	312
3.1.7.3	Entgratemaschinen	316
3.1.7.3.1	Maschinen zum mechanischen Entgraten	316
3.1.7.3.2	Maschinen zum thermisch- chemischen Entgraten	318
3.1.7.4	Gleitschleifmaschinen	320
3.1.8	Wasserstrahl-Schneidanlagen	323
3.2	Einzweckmaschinen	326
3.2.1	Verzahnende Maschinen	326

3.2.1.1	Spanende Verzahnmaschinen für Werkzeuge mit geometrisch bestimmten Schneiden	330
3.2.1.1.1	Wälzhobelmaschinen	330
3.2.1.1.2	Wälzstoßmaschinen	331
3.2.1.1.3	Wälzfräsmaschinen	335
3.2.1.1.4	Wälzschälmaschinen	349
3.2.1.1.5	Zahnrad-Räummaschinen	352
3.2.1.1.6	Formfräsmaschinen	354
3.2.1.1.7	Zahnrad-Schabmaschinen	356
3.2.1.2	Spanende Verzahnmaschinen für Werkzeuge mit geometrisch unbestimmten Schneiden	359
3.2.1.2.1	Zahnrad-Formschleifmaschinen	362
3.2.1.2.2	Zahnrad-Wälzschleifmaschinen	369
3.2.1.2.3	Zahnradhonmaschinen	378
3.2.1.2.4	Zahnradlappmaschinen	380
3.2.1.3	Umformende Verzahnmaschinen	382
3.2.1.3.1	Zahnrad-Taumelpressen	382
3.2.1.3.2	Zahnrad-Walzmaschinen	384
3.2.2	Maschinen für die Kurbelwellenproduktion	386
3.2.2.1	Kurbelwellen-Fräsmaschinen	387
3.2.2.1.1	Innen-Fräsen mit feststehendem Werkstück (Wirbeln)	388
3.2.2.1.2	Innen-Fräsen mit Werkstückdrehung ..	389
3.2.2.1.3	Achsparalleles Außen-Umfangsfräsen (Drehfräsen)	390
3.2.2.1.4	Stimmdrehfräsen (Außenfräsen)	392
3.2.2.2	Kurbelwellendrehen, -räumen	393
3.2.2.2.1	Kurbelwellen-Drehen	393
3.2.2.2.2	Kurbelwellen-Drehräumen	394
3.2.2.2.3	Kurbelwellen-Dreh-Drehräumen	396
3.2.2.3	Kurbelwellen-Schleifmaschinen	397
3.2.2.4	Kurbelwellen-Walzmaschinen	400
3.2.3	Maschinen für die Nockenwellenproduktion	403
3.2.3.1	Nockenwellen-Fräsmaschinen	405
3.2.3.2	Nockenwellen-Schleifmaschinen	405
3.2.4	Extruderschnecken- und Gewindefräsmaschinen	407
4	Mehrmaschinensysteme	411
4.1	Nicht universell einsetzbare Mehrmaschinensysteme	412
4.1.1	Rundtaktmaschinen	413
4.1.2	Transferstraßen	415
4.1.3	Flexible Transferstraßen	420
4.2	Universell einsetzbare Mehrmaschinensysteme	432
4.2.1	Flexible Fertigungszellen	434
4.2.2	Flexible Fertigungssysteme	440

4.2.3	Mechanische Schnittstellen	447
4.2.4	Steuerung und Bedienung flexibler Fertigungssysteme	449
5	Ausrüstungskomponenten für Werkzeugmaschinen	453
5.1	Aufgabe und Bedeutung	453
5.1.1	Funktionen von Haltern und Spanneinrichtungen	454
5.1.1.1	Lagebestimmen	455
5.1.1.2	Spannen	458
5.1.2	Funktionen von Wechsel- und Speichereinrichtungen	460
5.1.3	Ausrüstungszubehör am Beispiel einer Drehmaschine	462
5.2	Werkzeugsysteme für Werkzeugmaschinen	464
5.2.1	Werkzeugsysteme an Drehmaschinen	464
5.2.1.1	Werkzeuge, Halter und Spanner für die Drehbearbeitung	464
5.2.1.2	Werkzeugträger für Drehmaschinen	467
5.2.1.3	Wechseleinrichtungen für Werkzeuge	474
5.2.2	Werkzeugsysteme an Bohr- und Fräsmaschinen	475
5.2.2.1	Werkzeugspanner	475
5.2.2.2	Werkzeugträger: Schnittstelle zwischen Maschinenspindel und Werkzeug	478
5.2.2.3	Spannsysteme für Steilkegel- und Hohlschaftkegelwerkzeuge	485
5.2.2.4	Wechseleinrichtungen und Speicher für Werkzeuge	490
5.2.2.5	Werkzeuggestaltungsstrategien in Speichermedien	496
5.2.3	Modulare Werkzeugsysteme	499
5.2.4	Identifikationssysteme für Werkzeuge	505
5.3	Werkstückspannsysteme und Vorrichtungen	507
5.3.1	Werkstückspannsysteme und Vorrichtungen an Drehmaschinen	507
5.3.1.1	Werkstückspanner und Halter für die Drehbearbeitung	507
5.3.1.2	Wechseleinrichtungen und Speicher für Werkstücke	518
5.3.2	Werkstückspannsysteme und Vorrichtungen an Bohr- und Fräsmaschinen	522
5.3.2.1	Werkstückspanner und Vorrichtungen	522
5.3.2.2	Werkstückträger und Paletten	530
5.3.2.3	Palettenwechseleinrichtungen und -speicher	534
6	Einlegegeräte und Industrieroboter	539
6.1	Begriffe und Definitionen	539
6.2	Einlegegeräte	542
6.3	Industrieroboter	544
6.3.1	Eigenschaften und Einsatzgebiete	544
6.3.2	Bauarten	545
6.3.2.1	Vertikaler Knickarmroboter	547

6.3.2.2	Horizontaler Knickarmroboter	552
6.3.2.3	Kartesisches Linienportal	554
6.3.2.4	Kartesisches Flächenportal und Linienportal mit Querausleger	556
6.3.2.5	Parallelkinematiken	558
6.3.2.5.1	Kombinierte Kinematiken	558
6.3.2.5.2	Vollparallele Kinematiken	560
6.3.2.6	Sonderbauformen	560
6.3.2.6.1	Zylinder- und Kugelkoordinatenroboter	560
6.3.2.6.2	Hybridkinematiken	562
6.3.2.6.3	Kombinierter Knickarmroboter	562
6.4	Mechanische Peripherie	563
6.4.1	Greifer	563
6.4.2	Werkzeuge	567
6.4.3	Sensorintegration	567
6.4.4	Werkzeugwechselsysteme	569
6.5	Steuerung und Programmierung	570
6.5.1	Steuerungen	570
6.5.2	Programmierung	572
6.5.2.1	Manuelle Bewegungsführung	573
6.5.2.2	Textbasierte Verfahren	575
6.5.2.3	CAD-basierte Verfahren	576
6.5.2.4	Implizite Programmierung	577
7	Zusammenfassung	579
	Literatur	581
	Index	591