

Inhalt

Formelzeichen und Abkürzungen	X
1 Einleitung	1
1.1 Volkswirtschaftliche Bedeutung der Werkzeugmaschinen . . .	1
1.2 Historische Entwicklung der Werkzeugmaschinen	6
1.3 Allgemeine konstruktive Anforderungen an Werkzeugmaschinen	12
2 Begriffe im Werkzeugmaschinenbau	16
2.1 Gliederung der Fertigungsverfahren	16
2.2 Gliederung der Werkzeugmaschinen	16
2.3 Einteilung und Bezeichnung der Werkzeugmaschinen	18
2.4 Flexibilität von Werkzeugmaschinen	20
2.5 Automatisierung von Werkzeugmaschinen	21
3 Einzelmaschinen	28
3.1 Universalmaschinen	28
3.1.1 Urformende Maschinen und Anlagen	28
3.1.1.1 Maschinen zur Gießformherstellung	31
3.1.1.2 Schleudergießmaschinen	34
3.1.1.3 Druckgießmaschinen	35
3.1.1.4 Stranggießmaschinen	36
3.1.1.5 Anlagen für das Gußputzen	39
3.1.1.6 Fertigungsanlagen für das Sintern	41
3.1.1.7 Anlagen für das Gießen von Reaktionsharzbeton	45
3.1.2 Umformende Maschinen	48

3.1.2.1	Hämmer	54
3.1.2.2	Pressen	62
3.1.2.2.1	Spindelpressen	62
3.1.2.2.2	Exzenter- und Kurbelpressen	70
3.1.2.2.3	Kniehebelpressen	93
3.1.2.2.4	Keilpressen	95
3.1.2.2.5	Hydraulische Pressen	98
3.1.2.3	Schmiedemaschinen	107
3.1.2.4	Schutzeinrichtungen an Umformmaschinen	109
3.1.2.5	Walzmaschinen	112
3.1.2.6	Biegemaschinen	126
3.1.2.7	Ziehmaschinen	134
3.1.3	Zerteilende Maschinen	136
3.1.3.1	Scheren	138
3.1.3.2	Schneidpressen	140
3.1.4	Spanende Maschinen für Werkzeuge mit geometrisch bestimmter Schneide	143
3.1.4.1	Drehmaschinen	145
3.1.4.1.1	Universal- bzw. Werkstatt Drehmaschinen	148
3.1.4.1.2	Drehautomaten	150
3.1.4.1.3	Langdrehen auf Drehautomaten	155
3.1.4.1.4	Mehrschlitten-Einstechdrehautomat	159
3.1.4.1.5	Mehrspindel-Drehautomat	160
3.1.4.1.6	Drehmaschinen mit vertikaler Spindel	163
3.1.4.1.7	Waagrecht-Großdrehmaschine	167
3.1.4.1.8	Senkrechtdrehmaschinen	169
3.1.4.1.9	Hochpräzisions- und Ultrapräzisionsdrehen	172
3.1.4.1.10	Drehräummaschinen	173
3.1.4.2	Bohrmaschinen	175
3.1.4.2.1	Einspindelbohrmaschinen	176
3.1.4.2.2	Mehrspindelbohrmaschinen	178
3.1.4.2.3	Tiefbohrmaschinen	180
3.1.4.3	Bohrzentren, Fräsmaschinen und Bearbeitungszentren	184
3.1.4.3.1	Maschinen mit horizontaler Werkzeugspindel	187
3.1.4.3.2	Maschinen mit vertikaler Werkzeugspindel	195
3.1.4.3.3	Neue Maschinenkonzepte	203
3.1.4.3.4	Kopierfräsen	209
3.1.4.4	Stoß- und Ziehmaschinen	211
3.1.4.5	Räummaschinen	214

3.1.4.5.1	Innenräummaschinen	216
3.1.4.5.2	Außenräummaschinen	217
3.1.4.6	Sägemaschinen	219
3.1.4.6.1	Bügelsägen	221
3.1.4.6.2	Bandsägen	222
3.1.4.6.3	Kreissägen	224
3.1.4.6.4	Sägezentren	226
3.1.5	Spanende Maschinen für Werkzeuge mit geometrisch unbestimmten Schneiden	227
3.1.5.1	Schleifmaschinen	230
3.1.5.1.1	Rundschleifmaschinen	232
3.1.5.1.2	Planschleifmaschinen	240
3.1.5.1.3	Formschleifmaschinen	245
3.1.5.1.4	Werkzeugschleifmaschinen	247
3.1.5.1.5	Abrichtsysteme	247
3.1.5.1.6	Spindelaufbau und Antrieb	260
3.1.5.1.7	Auswuchteinrichtungen	264
3.1.5.1.8	Kühlmitteleinrichtungen	268
3.1.5.1.9	Sicherheitseinrichtungen	271
3.1.5.1.10	Schleifmaschinensteuerung und Meßeinrichtungen	274
3.1.5.2	Bandschleifmaschinen	277
3.1.5.3	Honmaschinen	278
3.1.5.4	Läppmaschinen	283
3.1.5.4.1	Konventionelle Läppmaschinen	283
3.1.5.4.2	Ultraschall-Bearbeitungsanlagen	285
3.1.6	Abtragende Maschinen	287
3.1.6.1	Chemische Ätzanlagen	288
3.1.6.2	Elektrochemische Bearbeitungsanlagen	289
3.1.6.3	Funkenerosive Bearbeitungsanlagen	294
3.1.6.3.1	Funkenerosive Senkanlagen	294
3.1.6.3.2	Funkenerosive Schneidanlagen	305
3.1.6.4	Elektronenstrahl-Bearbeitungsanlagen	308
3.1.6.4.1	Elektronenstrahlbohren	310
3.1.6.5	Laserbearbeitungsanlagen	311
3.1.6.5.1	Strahlquellen	312
3.1.6.5.2	Strahlführung und -formung	318
3.1.6.5.3	Laserschneidanlagen	321
3.1.6.5.4	Weitere Anwendungen der Lasermaterialbearbeitung	327
3.1.7	Universalmaschinen für Sonderfertungsverfahren	334
3.1.7.1	Drehschälmaschinen	334

3.1.7.2	Richtmaschinen	339
3.1.7.3	Entgratemaschinen	343
3.1.7.3.1	Maschinen zum mechanischen Entgraten	344
3.1.7.3.2	Maschinen zum thermisch-chemischen Entgraten	345
3.1.7.4	Gleitschleifmaschinen	348
3.1.7.5	Wasserstrahl-Schneidanlagen	352
3.2	Einzweckmaschinen	355
3.2.1	Verzahnende Maschinen	355
3.2.1.1	Spanende Verzahnmaschinen für Werkzeuge mit geometrisch bestimmten Schneiden	360
3.2.1.1.1	Wälzhobelmaschinen	360
3.2.1.1.2	Wälzstoßmaschinen	363
3.2.1.1.3	Wälzfräsmaschinen	368
3.2.1.1.4	Wälzschälmaschinen	385
3.2.1.1.5	Zahnrad-Räummaschinen	387
3.2.1.1.6	Formfräsmaschinen	390
3.2.1.1.7	Zahnrad-Schabmaschinen	392
3.2.1.2	Spanende Verzahnmaschinen für Werkzeuge mit geometrisch unbestimmten Schneiden	396
3.2.1.2.1	Zahnrad-Wälzschleifmaschinen	399
3.2.1.2.2	Zahnrad-Formschleifmaschinen	411
3.2.1.2.3	Zahnrad-Honmaschinen	417
3.2.1.2.4	Zahnrad-Läppmaschinen	419
3.2.1.3	Umformende Verzahnmaschinen	421
3.2.1.3.1	Zahnrad-Taumelpressen	422
3.2.1.3.2	Zahnrad-Walzmaschinen	423
3.2.2	Maschinen für die Kurbelwellenproduktion	427
3.2.2.1	Kurbelwellen-Fräsmaschinen	428
3.2.2.1.1	Kurbelwellen-Fräsmaschinen mit feststehendem Werkstück	429
3.2.2.1.2	Kurbelwellen-Fräsmaschinen mit Werkstückdrehung	430
3.2.2.2	Kurbelwellen-Schleifmaschinen	434
3.2.3	Maschinen für die Nockenwellenproduktion	437
3.2.3.1	Nockenwellen-Fräsmaschinen	437
3.2.3.2	Nockenwellen-Schleifmaschinen	439
3.2.4	Extruderschnecken-Fräsmaschinen	442
4	Mehrmaschinensysteme	445
4.1	Nicht universell einsetzbare Mehrmaschinensysteme	446
4.1.1	Rundtaktmaschinen	447

4.1.2	Transferstraßen	449
4.1.3	Flexible Transferstraßen	551
4.2	Universell einsetzbare Mehrmaschinensysteme	459
4.2.1	Flexible Fertigungszellen	461
4.2.2	Flexible Fertigungssysteme	467
4.2.3	Mechanische Schnittstellen	474
4.2.4	Softwaremodule und Softwareschnittstellen	477
5	Ausrüstungskomponenten für Werkzeugmaschinen	481
5.1	Aufgabe und Bedeutung	481
5.1.1	Funktionen von Haltern und Spanneinrichtungen . . .	483
5.1.2	Funktionen von Wechsel- und Speichereinrichtungen .	489
5.1.3	Ausrüstungszubehör am Beispiel einer Drehmaschine	493
5.2	Werkzeugsysteme für Werkzeugmaschinen	494
5.2.1	Werkzeugsysteme an Drehmaschinen	494
5.2.1.1	Werkzeuge, Halter und Spanner für die Drehbearbeitung	494
5.2.1.2	Werkzeugträger für Drehmaschinen	499
5.2.1.3	Wechseleinrichtungen für Werkzeuge	504
5.2.2	Werkzeugsysteme an Bohr- und Fräsmaschinen	506
5.2.2.1	Werkzeughalter, Werkzeugspanner und Werkzeugträger	506
5.2.2.2	Wechseleinrichtungen und Speicher für Werkzeuge . .	515
5.2.3	Modulare Werkzeugsysteme	523
5.2.4	Identifikationssysteme für Werkzeuge	530
5.3	Werkstücksysteme	533
5.3.1	Werkstücksysteme an Drehmaschinen	533
5.3.1.1	Werkstückspanner und Halter für die Drehbearbeitung	533
5.3.1.2	Wechseleinrichtungen und Speicher für Werkstücke . .	546
5.3.2	Werkstücksysteme an Bohr- und Fräsmaschinen	549
5.3.2.1	Werkstückspanner und Vorrichtungen	549
5.3.2.2	Werkstückträger und Paletten	559
5.3.2.3	Palettenwechseleinrichtungen und Speicher	566
6	Einlegegeräte und Industrieroboter	569
6.1	Begriffe und Definitionen	569
6.2	Einlegegeräte	572
6.3	Industrieroboter	574

6.3.1	Eigenschaften und Einsatzgebiete	574
6.3.2	Bauarten	576
6.3.2.1	Vertikaler Knickarmroboter	579
6.3.2.2	Horizontaler Knickarmroboter	586
6.3.2.3	Zylinderkoordinatenroboter	589
6.3.2.4	Kartesisches Linienportal	589
6.3.2.5	Kartesisches Flächenportal und Linienportal mit Querausleger	591
6.3.2.6	Sonderbauformen	596
6.3.2.6.1	Beschichtungsroboter	596
6.3.2.6.2	Kugelkoordinatenroboter	597
6.3.2.6.3	Teleskoparmroboter	598
6.3.2.6.4	Kombinierter Knickarmroboter	599
6.4	Mechanische Peripherie	599
6.4.1	Greifer	600
6.4.2	Werkzeuge	605
6.4.3	Werkzeugwechselsysteme	607
6.5	Steuerung und Programmierung	609
6.5.1	Steuerungen	609
6.5.2	Programmierung	611
6.5.2.1	Manuelle Bewegungsführung	613
6.5.2.2	Sensorgestützte Bewegungsführung	613
6.5.2.3	Programmerstellung an der Steuerung	614
6.5.2.4	Werkstattorientierte und Applikationsspezifische Programmierung	614
6.5.2.5	Textbasierte Verfahren	615
6.5.2.6	CAD-basierte Verfahren	616
6.5.2.7	Implizite Programmierung	617
7	Zusammenfassung	618
8	Literaturverzeichnis	619
9	Sachwortverzeichnis	629