

Studium und Praxis

# **WERKZEUGMASCHINEN — FERTIGUNGSSYSTEME**

## **BAND 1**

Maschinenarten, Bauformen  
und Anwendungsbereiche

Prof. Dr.-Ing. Manfred Weck

Vierte Auflage

**VDI** VERLAG

Verlag des Vereins Deutscher Ingenieure · Düsseldorf



# Inhalt

<b>Formelzeichen und Abkürzungen</b> . . . . .	1
<b>1. Einleitung</b> . . . . .	7
1.1 Volkswirtschaftliche Bedeutung der Werkzeugmaschinen . . . . .	7
1.2 Historische Entwicklung der Werkzeugmaschinen . . . . .	10
1.3 Allgemeine konstruktive Anforderungen an Werkzeugmaschinen . . . . .	16
<b>2. Begriffe im Werkzeugmaschinenbau</b> . . . . .	20
2.1 Gliederung der Fertigungsverfahren . . . . .	20
2.2 Gliederung der Werkzeugmaschinen . . . . .	21
2.3 Einteilung und Bezeichnung der Werkzeugmaschinen . . . . .	21
2.4 Flexibilität von Werkzeugmaschinen . . . . .	23
2.5 Automatisierung von Werkzeugmaschinen . . . . .	24
2.5.1 Aufbau und Programmierung von NC-Steuerungen . . . . .	26
2.5.2 Automatisierung flexibler Fertigungszellen . . . . .	29
2.5.3 Automatisierung flexibler Fertigungssysteme . . . . .	31
2.5.4 Automatisierung in der flexiblen Fertigung . . . . .	32
2.5.4.1 Begriffe der computerunterstützten Auftrags- abwicklung . . . . .	32
2.5.4.2 Die computerintegrierte Fabrik . . . . .	34
2.5.4.3 Lokale Netzwerke . . . . .	36
2.5.4.4 Datenübertragungsprotokolle (MAP/TOP) . . . . .	38
2.5.4.5 Software-Datenschnittstellen . . . . .	39
<b>3. Einzelmaschinen</b> . . . . .	41
3.1 Universalmaschinen . . . . .	41
3.1.1 Urformende Maschinen und Anlagen . . . . .	41
3.1.1.1 Fertigungsanlagen zum Gießen von metallischen Werkstoffen . . . . .	42
3.1.1.1.1 Maschinen zur Gießformherstellung . . . . .	42
3.1.1.1.2 Schleudergießmaschinen . . . . .	46

3.1.1.1.3	Druckgießmaschinen	46
3.1.1.1.4	Stranggießmaschinen	48
3.1.1.1.5	Anlagen für das Gußputzen	50
3.1.1.2	Fertigungsanlagen für das Sintern	51
3.1.1.3	Anlagen für das Gießen von Reaktionsharzbeton	54
3.1.2	Umformende Maschinen	57
3.1.2.1	Hämmer	63
3.1.2.2	Pressen	72
3.1.2.2.1	Spindelpressen	73
3.1.2.2.2	Exzenter- und Kurbelpressen	80
3.1.2.2.3	Kniehebelpressen	99
3.1.2.2.4	Keilpressen	102
3.1.2.2.5	Hydraulische Pressen	103
3.1.2.3	Walzmaschinen	110
3.1.2.4	Biegemaschinen	119
3.1.2.5	Ziehmaschinen	126
3.1.2.6	Schutzeinrichtungen an Umformmaschinen	129
3.1.3	Zerteilende Maschinen	132
3.1.3.1	Scheren	133
3.1.3.2	Schneidpressen	134
3.1.4	Spanende Maschinen für Werkzeuge mit geometrisch bestimmten Schneiden	138
3.1.4.1	Drehmaschinen	141
3.1.4.1.1	Universal- bzw. Werkstattdrehmaschinen	144
3.1.4.1.2	Drehautomaten	145
3.1.4.1.3	Mehrspindeldrehautomaten	147
3.1.4.1.4	Waagrechtgroßdrehmaschinen	151
3.1.4.1.5	Senkrechtgroßdrehmaschinen	152
3.1.4.2	Bohrmaschinen	155
3.1.4.2.1	Handbohrmaschinen	157
3.1.4.2.2	Einspindelbohrmaschinen	157
3.1.4.2.3	Mehrspindelbohrmaschinen	160
3.1.4.2.4	Tiefbohrmaschinen	161
3.1.4.3	Fräsmaschinen	165
3.1.4.3.1	Bohr- und Fräswerke	166
3.1.4.3.2	Kopierfräsmaschinen	175
3.1.4.3.3	Bearbeitungszentren	182
3.1.4.4	Hobelmaschinen	187
3.1.4.4.1	Langhobelmaschinen	189
3.1.4.4.2	Horizontal-Stoßmaschinen	195

3.1.4.4.3	Vertikal-Stoßmaschinen . . . . .	196
3.1.4.4.4	Keilnutenziehmaschinen . . . . .	198
3.1.4.5	Räummaschinen . . . . .	199
3.1.4.5.1	Senkrecht-Innenräummaschinen . . . . .	200
3.1.4.5.2	Waagrecht-Außenräummaschinen . . . . .	201
3.1.4.5.3	Kettenräummaschinen . . . . .	203
3.1.4.5.4	Drehräummaschinen . . . . .	204
3.1.4.6	Sägemaschinen . . . . .	206
3.1.5	Spanende Maschinen für Werkzeuge mit geometrisch unbestimmten Schneiden . . . . .	210
3.1.5.1	Schleifmaschinen . . . . .	213
3.1.5.1.1	Rundschleifmaschinen . . . . .	215
3.1.5.1.2	Planschleifmaschinen . . . . .	222
3.1.5.1.3	Formschleifmaschinen . . . . .	225
3.1.5.1.4	Werkzeugschleifmaschinen . . . . .	226
3.1.5.1.5	Abrichtsysteme . . . . .	227
3.1.5.1.6	Spindelaufbau und Antrieb . . . . .	239
3.1.5.1.7	Auswuchteinrichtungen . . . . .	243
3.1.5.1.8	Kühlmitteleinrichtungen . . . . .	246
3.1.5.1.9	Sicherheitseinrichtungen . . . . .	248
3.1.5.1.10	Schleifmaschinensteuerung und Meßeinrichtungen . . . . .	252
3.1.5.2	Bandschleifmaschinen . . . . .	255
3.1.5.3	Honmaschinen . . . . .	256
3.1.5.4	Läppmaschinen . . . . .	260
3.1.5.4.1	Konventionelle Läppmaschinen . . . . .	260
3.1.5.4.2	Ultraschall-Bearbeitungsanlagen . . . . .	263
3.1.6	Abtragende Maschinen . . . . .	264
3.1.6.1	Chemische Ätzanlagen . . . . .	264
3.1.6.2	Elektrochemische Bearbeitungsanlagen . . . . .	266
3.1.6.3	Funkenerosive Bearbeitungsanlagen . . . . .	269
3.1.6.3.1	Funkenerosive Senkanlagen . . . . .	269
3.1.6.3.2	Funkenerosive Schneidanlagen . . . . .	276
3.1.6.4	Elektronenstrahl-Bearbeitungsanlagen . . . . .	279
3.1.6.5	Laserbearbeitungsanlagen . . . . .	280
3.1.6.5.1	Strahlquellen . . . . .	282
3.1.6.5.2	Strahlführungen . . . . .	285
3.1.6.5.3	Laserarbeitskopf . . . . .	286
3.1.6.5.4	Laserschneidanlagen . . . . .	286

3.1.7	Universalmaschinen für Sonderfertigerungsverfahren	289
3.1.7.1	Drehschälmaschinen	289
3.1.7.2	Richtmaschinen	293
3.1.7.3	Entgratemaschinen	298
3.1.7.3.1	Maschinen zum mechanischen Entgraten	298
3.1.7.3.2	Maschinen zum thermisch-chemischen Entgraten	299
3.1.7.4	Gleitschleifmaschinen	302
3.1.7.5	Wasserstrahl-Schneidanlagen	306
3.2	Einzweckmaschinen	308
3.2.1	Verzahnende Maschinen	308
3.2.1.1	Spanende Verzahnmaschinen für Werkzeuge mit geometrisch bestimmten Schneiden	312
3.2.1.1.1	Wälzhobelmaschinen	312
3.2.1.1.2	Wälzstoßmaschinen	315
3.2.1.1.3	Wälzfräsmaschinen	318
3.2.1.1.4	Wälzschälmaschinen	336
3.2.1.1.5	Zahnradräummaschinen	339
3.2.1.1.6	Formfräsmaschinen	343
3.2.1.1.7	Zahnradschabmaschinen	346
3.2.1.2	Spanende Verzahnmaschinen für Werkzeuge mit geometrisch unbestimmten Schneiden	348
3.2.1.2.1	Zahnrad-Wälzschleifmaschinen	349
3.2.1.2.2	Zahnrad-Formschleifmaschinen	359
3.2.1.2.3	Zahnradhonmaschinen	365
3.2.1.2.4	Zahnradlappmaschinen	368
3.2.1.3	Umformende Verzahnmaschinen	370
3.2.1.3.1	Zahnradtaumelpressen	370
3.2.1.3.2	Zahnradwalzmaschinen	372
3.2.2	Maschinen für die Kurbelwellen- und Nockenwellenproduktion	376
3.2.2.1	Kurbelwellenfräs- und -schleifmaschinen	376
3.2.2.2	Nockenwellenfräs- und -schleifmaschinen	382
3.2.3	Extruderschneckenfräsmaschinen	385
3.2.4	Gewindeschälmaschinen	386
4.	Mehrmaschinensysteme	389
4.1	Nicht universell einsetzbare Mehrmaschinensysteme	390
4.1.1	Taktischmaschinen	390
4.1.2	Rundtischfräsmaschinen	390

4.1.3	Transferstraßen	392
4.1.4	Flexible Transferstraßen	394
4.2	Universell einsetzbare Mehrmaschinensysteme	398
4.2.1	Bearbeitungszellen	399
4.2.2	Flexible Fertigungssysteme	405
<b>5.</b>	<b>Ausrüstungskomponenten für Werkzeugmaschinen</b>	<b>414</b>
5.1	Aufgabe und Bedeutung	414
5.1.1	Funktionen von Haltern und Spanneinrichtungen	415
5.1.2	Funktionen von Wechsel- und Speichereinrichtungen	421
5.2	Ausrüstungen für Drehmaschinen	425
5.2.1	Werkzeugsysteme an Drehmaschinen	426
5.2.1.1	Werkzeuge, Halter und Spanner für die Drehbearbeitung	426
5.2.1.2	Werkzeugträger für Drehmaschinen	431
5.2.1.3	Wechseleinrichtungen und Speicher für Werkzeuge	436
5.2.2	Werkstücksysteme bei Drehmaschinen	441
5.2.2.1	Werkstückspanner und Halter für die Drehbearbeitung	441
5.2.2.2	Wechseleinrichtungen und Speicher für Werkstücke	450
5.3	Ausrüstungen für Bohr- und Fräsmaschinen	454
5.3.1	Werkzeugsysteme an Bohr- und Fräsmaschinen	454
5.3.1.1	Werkzeughalter und Systemwerkzeuge	454
5.3.1.2	Werkzeugspanner und Werkzeugträger	459
5.3.1.3	Wechseleinrichtungen und Speicher für Werkzeuge	464
5.3.2	Werkstücksysteme an Bohr- und Fräsmaschinen	474
5.3.2.1	Werkstückspanner und Vorrichtungen	474
5.3.2.2	Werkstückträger und Paletten	484
5.3.2.3	Palettenwechseleinrichtungen und -speicher	487
5.4	Identifikationssysteme	490
<b>6.</b>	<b>Einlegegeräte und Industrieroboter</b>	<b>493</b>
6.1	Begriffe und Definitionen	493
6.2	Einlegegeräte	495
6.3	Industrieroboter	497
6.3.1	Eigenschaften und Einsatzgebiete	497
6.3.2	Bauarten	499
6.3.2.1	Vertikaler Knickarm	499

6.3.2.2	Horizontaler Knickarm	503
6.3.2.3	Zylinderkoordinatenbauweise	506
6.3.2.4	Kartesisches Linienportal	507
6.3.2.5	Kartesisches Flächenportal	509
6.3.2.6	Sonderbauformen	512
6.3.2.6.1	Beschichtungsroboter	512
6.3.2.6.2	Pendelarmroboter	513
6.4	Mechanische Peripherie	513
6.4.1	Greifer	513
6.4.2	Werkzeuge	517
6.4.3	Werkzeugwechselsysteme	518
6.5	Steuerungen und Programmierung	522
6.5.1	Steuerungen	522
6.5.2	Programmierung	523
7.	Zusammenfassung	526
8.	Schrifttum	527
9.	Sachwortverzeichnis	534