

Inhalt

1 Grundlagen	10
1.1 Aufgaben der Fertigungstechnik	10
1.2 Hauptgruppen der Fertigungsverfahren nach DIN 8580	14
1.3 Auswahl von Fertigungsverfahren	16
1.4 Wesentliche Eigenschaften der Fertigungsverfahren	16
2 Urformende Fertigungsverfahren	22
2.1 Gießen	22
2.1.1 Stranggießen	22
2.1.2 Gießen in verlorene Formen	24
2.1.3 Gießen in Dauerformen	30
2.1.4 Verfahrenvergleich Sandguss – Kokillenguss	34
2.1.5 Gießerei	36
2.2 Sintern von Metallwerkstoffen	38
2.2.1 Verfahrensablauf	38
2.2.2 Vergleich pulvermetallurgischer Fertigungsverfahren	42
2.2.3 Vorteile, Nachteile und Anwendungsfelder des Sinterns	44
3 Umformende Fertigungsverfahren	46
3.1 Grundlagen des Umformens	46
3.2 Massivumformen	56
3.2.1 Stauchen	56
3.2.2 Gesenkformen	58
3.2.3 Verfahrenvergleich Gesenkformen – Gießen	60
3.2.4 Walzen	62
3.2.5 Eindrücken	66
3.2.6 Strangpressen und Fließpressen	68
3.2.7 Verfahrenvergleich Strangpressen – Walzen	72
3.2.8 Gleitziehen	74
3.2.9 Rundkneten	76
3.3 Blech- und Profilumformen	78
3.3.1 Biegen	78
3.3.2 Tiefziehen	80
3.3.3 Verfahrenvergleich Tiefziehen – Fließpressen	84
3.3.4 Tiefziehen mit elastischen Werkzeugen und Wirkmedien	86
3.3.5 Streckziehen	88
3.3.6 Walzprofilieren, Walzziehen, Walzrichten	90
3.3.7 Drücken	92
3.3.8 Verfahrenvergleich Drücken – Tiefziehen	94
3.3.9 Innenhochdruck-Umformen (IHU)	96

4 Trennende Fertigungsverfahren	98
4.1 Zerteilen – Spanloses Trennen	98
4.1.1 Scherschneiden	100
4.1.2 Feinschneiden	102
4.1.3 Werkzeuge für Umform- und Schneidvorgänge	104
4.2 Zerspanungstechnik	106
4.2.1 Bewegungen und Geometrie am Schneidwerkzeug	106
4.2.2 Schnitt-, Spanungsgrößen und Spanbildung	110
4.2.3 Schnittkraft, Leistungsbedarf und Hauptnutzungszeit	118
4.2.4 Schneidstoffe und Kühlschmierstoffe	126
4.2.5 Werkzeugverschleiß und Werkstückoberfläche	132
4.2.6 Standzeit eines Werkzeugs	136
4.2.7 Optimierung der Zerspanung	138
4.2.8 Zerspanbarkeit von Werkstoffen	140
4.2.9 Trends in der spanenden Fertigung	142
4.3 Spanende Fertigungsverfahren mit geometrisch bestimmten Schneiden	146
4.3.1 Drehen	146
4.3.2 Bohren, Senken und Reiben	150
4.3.3 Fräsen	154
4.3.4 Räumen	158
4.3.5 Sägen	160
4.4 Spanende Fertigungsverfahren mit geometrisch unbestimmten Schneiden	162
4.4.1 Schleifen	164
4.4.2 Honen	168
4.4.3 Läppen	170
4.4.4 Strahlspanen, Strahlen und Reinigen	172
4.4.5 Entgraten	174
4.5 Abtragende Verfahren	176
4.5.1 Erodieren	176
4.5.2 Verfahrensvergleich Erodieren – Fräsen	180
4.5.3 Laserbearbeitung	182
4.5.4 Verfahrensvergleich Laserbrennschneiden – Nibbeln	184
4.5.5 Wasserstrahlschneiden	186
5 Fügende Fertigungsverfahren	188
5.1 Montage	188
5.2 Schweißen	190
5.2.1 Autogenschweißen	192
5.2.2 Lichtbogenschweißen	194
5.2.3 Laserstrahlschweißen	200
5.2.4 Widerstandspressschweißen	204
5.2.5 Ultraschallschweißen und Reibschweißen	206
5.3 Löten	208
5.3.1 Weichlöten	210
5.3.2 Hartlöten	212

5.3.3	Verfahrensvergleich Laserstrahlschweißen – MIG/MAG-Schweißen – Hartlöten	214
5.4	Kleben	216
5.5	Fügen durch Umformen	218
5.5.1	Nieten	218
5.5.2	Clinchen oder Durchsetzfügen	222
5.5.3	Falzen und Bördeln	224
5.6	Schrauben	224
5.7	Klipsen und Einrasten	230
6	Beschichten	232
6.1	PVD- und CVD-Verfahren	234
6.2	Lackieren und Lacksysteme	236
6.3	Tauchlackieren	238
6.4	Spritzlackieren	242
6.5	Emaillieren	246
6.6	Thermisches Spritzen	246
6.7	Galvanisieren, Oxidieren und elektrolytische Tauchabscheidung	252
6.8	Wirbelsintern und elektrostatisches Pulverbeschichten	254
6.9	Coil Coating	256
6.10	Prozesstechnische PKW-Serienlackierung	258
7	Werkzeugmaschinen	260
7.1	Einführung	260
7.2	Gestelle	262
7.3	Schlitten und Tische	266
7.4	Führungen	268
7.5	Lagerungen	274
7.6	Antriebe	278
7.6.1	Hauptantriebe	278
7.6.2	Nebenantriebe	282
7.7	Getriebe	284
7.7.1	Translationsgetriebe	284
7.7.2	Rotationsgetriebe	286
7.8	Beispiele für Werkzeugmaschinen	292
7.8.1	Spanende Werkzeugmaschinen	292
7.8.2	Werkzeugmaschinen für die Umformung und das Zerteilen ...	296
8	Steuerung von Werkzeugmaschinen	298
8.1	Aufgaben von Steuerungen in Werkzeugmaschinen	298
8.2	Numerische Steuerung (NC)	300
8.2.1	Grundlagen der numerischen Steuerung (NC)	300
8.2.2	Wegmesssysteme	306
8.2.3	Koordinatensysteme, Achsen und Nullpunkte	306
8.2.4	NC-Programmierung	314
8.2.5	Programmiermethoden	318

8.3	Logik- und Servosteuerungen	324
8.4	Konventionelle Programmsteuerungen	326
8.4.1	Kurvensteuerung	326
8.4.2	Kopiersteuerungen	326
8.5	Digitalisieren	328
9	Industrieroboter	330
9.1	Handhabungsmaschinen	330
9.2	Aufbau von Industrieroboteranlagen	332
9.3	Kenngrößen von Industrierobotern	334
9.4	Grundbauformen von Industrierobotern	336
9.5	Industrierobotersteuerung und -programmierung	340
9.6	Greifer- und Wechselsysteme	344
9.7	Industrieroboter und Peripheriegeräte	346
10	Steigerung von Flexibilität und Produktivität	350
10.1	Zielsetzung	350
10.2	Verkürzung der Hauptzeit	352
10.3	Verkürzung der Nebenzeit	354
10.3.1	Verkürzung der Werkstückwechselzeit	354
10.3.2	Verkürzung der Werkzeugwechselzeit	356
10.4	Verkürzung der Rüstzeit	358
10.5	Verkürzung der Durchlaufzeit	360
10.6	Verlängerung der Maschinennutzung	362
10.7	Qualitätssicherung durch Prozesssicherung	364
11	Fertigungsautomatisierung	370
11.1	Begriffe zur Fertigungsautomatisierung	372
11.2	Ziele der Fertigungsautomatisierung	374
11.3	Fertigungssysteme mit zunehmender Automatisierung	376
11.4	Komponenten automatisierter Fertigungsanlagen	378
11.5	Transportieren, Verketteten und Puffern	382
11.6	Überwachen, Prüfen und Sichern mit Sensoren	386
12	Formelsammlung	390
13	Übungsaufgaben	409
13.1	Spanende Fertigungsverfahren	409
13.2	Spanlose Fertigungsverfahren	418
13.3	Werkzeugmaschinen	421
13.4	Lösungen zu Übungsaufgaben	422
13.5	Lösungen spanlose Bearbeitung	440
13.6	Lösungen Werkzeugmaschinen	444
14	Literatur	446
15	Sachwortverzeichnis	448