

Inhalt

Vorwort zur 5. Auflage	5
1 Grundlagen	13
1.1 Aufgaben der Fertigungstechnik	13
1.2 Hauptgruppen der Fertigungsverfahren nach DIN 8580	18
1.3 Auswahl von Fertigungsverfahren	19
1.4 Wesentliche Eigenschaften der Fertigungsverfahren	21
2 Urformende Fertigungsverfahren	26
2.1 Gießen	27
2.1.1 Stranggießen	27
2.1.2 Gießen in verlorene Formen	28
2.1.3 Gießen in Dauerformen	35
2.1.4 Verfahrensvergleich Sandguss – Kokillenguss	39
2.1.5 Gießerei	41
2.2 Sintern von Metallwerkstoffen	43
2.2.1 Verfahrensablauf	44
2.2.2 Vergleich pulvermetallurgischer Fertigungsverfahren	49
2.2.3 Vorteile, Nachteile und Anwendungsfelder des Sinterns	51
2.3 3D-Druck	53
2.3.1 3D-Druckverfahren	53
2.3.2 Verfahrensvergleich 3D-Druckverfahren	59
2.3.3 Anwendung 3D-Druck	61
3 Umformende Fertigungsverfahren	64
3.1 Grundlagen des Umformens	66
3.2 Massivumformen	76
3.2.1 Stauchen	76

3.2.2	Frei- und Gesenkformen	78
3.2.3	Verfahrensvergleich Gesenkformen – Gießen	82
3.2.4	Walzen	84
3.2.5	Eindrücken	90
3.2.6	Strangpressen und Fließpressen	92
3.2.7	Verfahrensvergleich Strangpressen – Walzen	97
3.2.8	Gleitziehen	98
3.2.9	Rundkneten	101
3.3	Blech- und Profilmformen	104
3.3.1	Biegen	104
3.3.2	Tiefziehen	106
3.3.3	Verfahrensvergleich Tiefziehen – Fließpressen	111
3.3.4	Tiefziehen mit elastischen Werkzeugen und Wirkmedien	112
3.3.5	Streckziehen	114
3.3.6	Walzprofilieren, Walzziehen, Walzrichten	116
3.3.7	Drücken	118
3.3.8	Verfahrensvergleich Drücken – Tiefziehen	122
3.3.9	Innenhochdruck-Umformen (IHU)	123
4	Trennende Fertigungsverfahren	125
4.1	Zerteilen – Spanloses Trennen	125
4.1.1	Scherschneiden	127
4.1.2	Feinschneiden	129
4.1.3	Werkzeuge für Umform- und Schneidvorgänge	131
4.2	Zerspanungstechnik	133
4.2.1	Bewegungen und Geometrie am Schneidwerkzeug	133
4.2.2	Schnitt-, Spanungsgrößen und Spanbildung	139
4.2.3	Schnittkraft, Leistungsbedarf und Hauptnutzungszeit	144
4.2.4	Schneidstoffe und Kühlschmierstoffe	151
4.2.5	Werkzeugverschleiß und Werkstückoberfläche	157
4.2.6	Standzeit eines Werkzeuges	162
4.2.7	Optimierung der Zerspanung	164
4.2.8	Zerspanbarkeit von Werkstoffen	167
4.2.9	Trends in der spanenden Fertigung	167
4.3	Spanende Fertigungsverfahren mit geometrisch bestimmten Schneiden ...	172
4.3.1	Drehen	172
4.3.2	Bohren, Senken und Reiben	176
4.3.3	Fräsen	182
4.3.4	Räumen	187

4.3.5 Sägen	190
4.3.5.1 Werkzeuge	192
4.3.5.2 Maschinen	192
4.4 Spanende Fertigungsverfahren mit geometrisch unbestimmten Schneiden	193
4.4.1 Schleifen	195
4.4.2 Honen	199
4.4.3 Läppen	201
4.4.4 Strahlspanen, Strahlen und Reinigen	203
4.4.5 Entgraten	205
4.5 Abtragende Verfahren	208
4.5.1 Erodieren	209
4.5.2 Verfahrensvergleich Erodieren – Fräsen	213
4.5.3 Laserbearbeitung	214
4.5.4 Verfahrensvergleich Laserbrennschneiden – Nibbeln	216
4.5.5 Wasserstrahlschneiden	218
5 Fügende Fertigungsverfahren	221
5.1 Montage	222
5.2 Schweißen	224
5.2.1 Autogenschweißen	225
5.2.2 Lichtbogenschweißen	227
5.2.3 Laserstrahlschweißen	233
5.2.4 Widerstandspressschweißen	236
5.2.5 Ultraschallschweißen und Reibschweißen	241
5.3 Löten	242
5.3.1 Weichlöten	244
5.3.2 Hartlöten	246
5.3.3 Verfahrensvergleich Laserstrahlschweißen – MIG/MAG-Schweißen – Hartlöten	249
5.4 Kleben	252
5.5 Fügen durch Umformen	255
5.5.1 Nieten	256
5.5.2 Clinchen oder Durchsetzfügen	260
5.5.3 Falzen und Bördeln	262
5.6 Schrauben	264
5.7 Klipsen und Einrasten	268

6 Beschichten	270
6.1 PVD- und CVD-Verfahren	273
6.2 Lackieren und Lacksysteme	275
6.3 Tauchlackieren	277
6.4 Spritzlackieren	279
6.5 Emaillieren	285
6.6 Thermisches Spritzen	287
6.7 Galvanisieren, Oxidieren und elektrolytische Tauchabscheidung	291
6.8 Wirbelsintern und elektrostatisches Pulverbeschichten	293
6.9 Coil Coating	296
6.10 Prozesstechnische Pkw-Serienlackierung	296
7 Werkzeugmaschinen	300
7.1 Einführung	300
7.2 Gestelle	302
7.3 Schlitten und Tische	308
7.4 Führungen	308
7.5 Lagerungen	315
7.6 Antriebe	318
7.6.1 Hauptantriebe	319
7.6.2 Nebenantriebe	323
7.7 Getriebe	326
7.7.1 Translationsgetriebe	326
7.7.2 Rotationsgetriebe	329
7.8 Beispiele für Werkzeugmaschinen	334
7.8.1 Spanende Werkzeugmaschinen	335
7.8.2 Werkzeugmaschinen für die Umformung und das Zerteilen	339
8 Steuerung von Werkzeugmaschinen	342
8.1 Aufgaben von Steuerungen in Werkzeugmaschinen	342
8.2 Numerische Steuerung (NC)	344
8.2.1 Grundlagen der numerischen Steuerung (NC)	344
8.2.2 Wegmesssysteme	349
8.2.3 Koordinatensysteme, Achsen und Nullpunkte	351
8.2.4 NC-Programmierung	359
8.2.5 Programmiermethoden	361

8.3	Logik- und Servosteuerungen	368
8.4	Konventionelle Programmsteuerungen	370
8.4.1	Kurvensteuerung	370
8.4.2	Kopiersteuerungen	371
8.5	Digitalisieren	372
9	Fertigungsautomatisierung und Industrieroboter	374
9.1	Fertigungsautomatisierung	374
9.1.1	Einführung	374
9.1.2	Begriffe zur Fertigungsautomatisierung	377
9.1.3	Ziele der Fertigungsautomatisierung	378
9.1.4	Automatisierungsgrad von Fertigungssystemen	380
9.2	Aufbau automatisierter Fertigungsanlagen	382
9.2.1	Systembestandteile	382
9.2.2	Transportieren, Verketteten und Puffern	384
9.2.3	Sensoren zum Überwachen, Prüfen und Sichern	388
9.3	Industrieroboter	392
9.3.1	Handhabungsmaschinen	392
9.3.2	Aufbau von Industrieroboteranlagen	395
9.3.3	Grundbauformen von Industrierobotern	396
9.3.4	Kenngrößen von Industrierobotern	399
9.3.5	Greifer- und Wechselsysteme	401
9.3.6	Peripheriegeräte	403
9.3.7	Industrierobotersteuerung und -programmierung	405
10	Steigerung von Flexibilität und Produktivität	410
10.1	Zielsetzung	410
10.2	Verkürzung der Rüstzeit	410
10.3	Verkürzen der Hauptnutzungszeit	413
10.4	Verkürzung der Nebenzeit	416
10.4.1	Verkürzung der Werkstückwechselzeit	416
10.4.2	Verkürzung der Werkzeugwechselzeit	419
10.5	Verkürzung der Durchlaufzeit	420
10.6	Verlängerung der Maschinennutzung	422
11	Energieeffizienz in der Produktion	424
11.1	Definitionen	424
11.2	Volkswirtschaftliche Aspekte	424
11.3	Technische Umsetzungsbeispiele	427

12 Formelsammlung	431
12.1 Massivumformen	431
12.2 Blech- und Profillumformen	435
12.3 Schneiden	441
12.4 Zerspanungstechnik	443
13 Übungsaufgaben	450
13.1 Spanende Fertigungsverfahren	450
13.2 Spanlose Fertigungsverfahren	459
13.3 Werkzeugmaschinen	462
14 Kontrollfragen	463
14.1 Grundlagen	463
14.2 Urformende Fertigungsverfahren – Gießen	464
14.3 Umformende Fertigungsverfahren	466
14.4 Spanende Fertigungsverfahren und Zerspanungstechnik	468
14.5 Fügende Fertigungsverfahren	471
14.6 Beschichten	472
14.7 Werkzeugmaschinen	473
14.8 CNC-Steuerung	474
14.9 Verfahrensvergleiche	475
Literatur	477
Sachwortverzeichnis	481