

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
	K.-D. Kühn	
2	Urformen	7
	A. H. Fritz et al.	
2.1	Urformen durch Gießen	7
2.1.1	Grundbegriffe der Gießereitechnologie	8
2.2	Metallkundliche Grundlagen des Gießens	17
2.2.1	Entstehung der Gussgefüge	17
2.2.2	Stoffzustände	18
2.2.3	Keimbildung und Impfen	19
2.2.4	Kristallformen	21
2.2.5	Erstarrungstypen	24
2.2.6	Isotropes, anisotropes und quasi-isotropes Verhalten von Gusswerkstoffen	25
2.3	Gusswerkstoffe	26
2.3.1	Eisengusswerkstoffe	27
2.3.2	Nichteisen-Gusswerkstoffe	40
2.4	Gießbarkeit	46
2.4.1	Fließ- und Formfüllungsvermögen	47
2.4.2	Schwindung (Schrumpfung)	48
2.4.3	Warmrissneigung	51
2.4.4	Gasaufnahme	53
2.4.5	Penetrationen	54
2.4.6	Seigerungen	55
2.4.7	Fehlerzusammenstellung bei Sandguss	55
2.5	Form- und Gießverfahren	56
2.5.1	Formverfahren mit verlorenen Formen	56
2.5.2	Formverfahren mit verlorenen Formen nach verlorenen Modellen	69
2.5.3	Formverfahren mit Dauerformen	74
2.5.4	Gießen von Motoren im Leichtbau	84
2.6	Gestaltung von Gussteilen	90
2.6.1	Allgemeines	90
2.6.2	Gestaltungsregeln	91
2.6.3	Gießgerechte Gestaltung	92
2.6.4	Beanspruchungsgerechte Gestaltung	97

2.6.5	Fertigungsgerechte Gestaltung	98
2.6.6	Normung von Erzeugnissen aus Gusseisen	100
2.6.7	Normung von Erzeugnissen aus Stahlguss	101
2.7	Urformen durch Sintern (Pulvermetallurgie)	101
2.7.1	Pulvermetallurgische Grundbegriffe	102
2.7.2	Pulvererzeugung	103
2.7.3	Presstechnik	104
2.7.4	Sintern	106
2.7.5	Verfahren zum Verbessern der Werkstoffeigenschaften	107
2.7.6	Anwendungen	109
2.8	Gestaltung von Sinterteilen	110
2.8.1	Allgemeines	110
2.8.2	Gestaltungsregeln	110
2.8.3	Werkstoff- und werkzeuggerechte Gestaltung	111
2.8.4	Fertigungs- und fügegerechte Gestaltung	112
2.9	Additive Fertigungsverfahren (Rapid Prototyping)	113
2.9.1	Stereolithografie	116
2.9.2	Laser-Sintern und Strahlschmelzen	116
2.9.3	Fused Layer Modeling/Manufacturing oder Fused Deposition Modeling	118
2.9.4	Multi-Jet Modeling	119
2.9.5	Poly Jet Modeling	119
2.9.6	3D-Printing	120
2.9.7	Layer Laminated Manufacturing	120
2.9.8	Masken-Sintern	121
2.9.9	Digital Light Processing	121
2.9.10	Entwicklungen	122
3	Fügen	125
	A. H. Fritz und G. Schulze	
3.1	Schweißen als Fügeverfahren	125
3.1.1	Bedeutung der Schweißtechnik	125
3.1.2	Abgrenzung und Definitionen beim Fertigungsverfahren Schweißen	126
3.1.3	Einteilung der Schweißverfahren	126
3.1.4	Hinweise zur Wahl des Schweißverfahrens	130
3.2	Werkstoffliche Grundlagen für das Schweißen	131
3.2.1	Wirkung der Wärmequelle auf die Werkstoffeigenschaften	131
3.2.2	Physikalische Eigenschaften der Werkstoffe	132
3.2.3	Einfluss des Temperaturfeldes	133
3.2.4	Werkstoffbedingte Besonderheiten beim Schweißen	136
3.3	Schmelzschweißverfahren	142
3.3.1	Gasschweißen (G) (Ordnungsnummer: 311)	142
3.3.2	Lichtbogenhandschweißen (E) (ON: 111) – Metall-Lichtbogenschweißen	147
3.3.3	Schutzgasschweißen (SG)	166
3.3.4	Unterpulverschweißen (UP) (ON: 12)	189

3.3.5	Elektronenstrahlschweißen (EB) (ON: 51)	198
3.3.6	Laserstrahlschweißen (LA) (ON: 52)	203
3.4	Widerstandsschweißen (ON: 2)	205
3.4.1	Widerstandspressschweißen	206
3.4.2	Widerstandsschmelzschweißen	217
3.4.3	Reibschweißen (Ordnungsnummer: 42)	218
3.4.4	Bolzenschweißen (ON: 783 bis 786)	220
3.4.5	Aluminothermisches Schweißen (Thermit-Verfahren)	224
3.5	Gestaltung von Schweißverbindungen	227
3.5.1	Allgemeines	227
3.5.2	Gestaltungsregeln	227
3.5.3	Gestaltung von Schmelzschweißverbindungen	228
3.5.4	Gestaltung von Punktschweißverbindungen	232
3.6	Löten (Ordnungsnummer: 9)	233
3.6.1	Grundlagen des Lötens	234
3.6.2	Einteilung der Lötverfahren	237
3.6.3	Flussmittel; Vakuum; Schutzgas	240
3.6.4	Lote	243
3.6.5	Konstruktive Hinweise für Lötverbindungen	246
3.7	Gestaltung von Lötverbindungen	247
3.7.1	Allgemeines	247
3.7.2	Gestaltungsregeln	247
3.7.3	Gestaltung gelöteter Blechverbindungen	248
3.7.4	Gestaltung gelöteter Rundverbindungen	248
3.7.5	Gestaltung gelöteter Rohrverbindungen	249
3.7.6	Gestaltung gelöteter Bodenverbindungen	250
3.8	Kleben	251
3.8.1	Wirkprinzip des Klebens	251
3.8.2	Vorbehandlung zur Steigerung der Klebfestigkeit	252
3.8.3	Vorbereitung der Klebung	254
3.8.4	Eigenschaften polymerer Werkstoffe	255
3.8.5	Klebstoffarten	257
3.8.6	Herstellung der Klebung	259
3.8.7	Anwendungsbeispiele	261
3.9	Gestaltung von Klebverbindungen	267
3.9.1	Allgemeines	267
3.9.2	Gestaltung geklebter Blechverbindungen	267
3.9.3	Gestaltung geklebter Rohrverbindungen	268
3.9.4	Gestaltung geklebter Rundverbindungen	269
4	Trennen	273
	A. H. Fritz et al.	
4.1	Allgemeines und Verfahrensübersicht	273
4.2	Scherschneiden	275
4.2.1	Beschreibung des Schneidvorgangs	276
4.2.2	Schneidkraft	278
4.2.3	Gestaltung von Schneidwerkzeugen	279
4.2.4	Vorschubbegrenzungen	280

4.3	Spanen	282
4.3.1	Einteilung nach DIN 8589	282
4.3.2	Technische und wirtschaftliche Bedeutung	283
4.4	Grundbegriffe der Zerspantechnik	284
4.4.1	Bewegungen und Geometrie von Zerspanvorgängen	284
4.4.2	Eingriffe von Werkzeugen	285
4.4.3	Spanungsgrößen	286
4.4.4	Geometrie am Schneidteil	286
4.4.5	Kräfte und Leistungen	288
4.4.6	Standzeit- und Verschleißbegriffe	288
4.5	Grundlagen zum Spanen	289
4.5.1	Spanbildung	289
4.5.2	Spanstauchung	291
4.5.3	Scherwinkelgleichungen	291
4.5.4	Spanarten	292
4.5.5	Spanformen	293
4.5.6	Energieumwandlung beim Spanen	294
4.5.7	Schneidstoffe	295
4.5.8	Werkzeugverschleiß	302
4.5.9	Kühlschmierstoffe	303
4.5.10	Hart-, Hochgeschwindigkeits- und Trockenbearbeitung	304
4.5.11	Mikrozerspanung	305
4.5.12	Standzeitberechnung und Standzeitoptimierung	306
4.5.13	Schnittkraftberechnung	309
4.6	Spanen mit geometrisch bestimmten Schneiden	310
4.6.1	Drehen	310
4.6.2	Bohren, Senken, Reiben	317
4.6.3	Fräsen	322
4.6.4	Hobeln und Stoßen	327
4.6.5	Räumen	329
4.6.6	Auswahl spanender Fertigungsverfahren	334
4.7	Spanen mit geometrisch unbestimmten Schneiden	337
4.7.1	Schleifen	338
4.7.2	Einsatz von Sensoren in Schleifmaschinen	362
4.7.3	Ansätze zur Miniaturisierung	362
4.7.4	Honen	366
4.7.5	Läppen und Feinschleifen mit Läppkinematik	374
4.7.6	Gleitschleifen	379
4.8	Abtragen	381
4.8.1	Thermisches Abtragen	381
4.8.2	Chemisches Abtragen	387
4.8.3	Elektrochemisches Abtragen	388
4.9	Thermisches Schneiden	390
4.9.1	Autogenes Brennschneiden	390
4.9.2	Plasmaschneiden	402
4.9.3	Laserschneiden	404

4.10	Wasserstrahlschneiden	408
4.10.1	Einleitung	408
4.10.2	Verfahrensgrundlagen	408
4.10.3	Einsatz und Anwendung	412
4.11	Gestaltung von Schnittteilen	415
4.11.1	Werkstoffausnutzung	415
4.11.2	Fertigung	417
4.11.3	Genauigkeit	417
4.11.4	Beanspruchung	418
4.12	Gestaltung spanend herzustellender Werkstücke	419
4.12.1	Allgemeines	419
4.12.2	Gestaltung für das Drehen	419
4.12.3	Gestaltung für das Bohren, Senken, Reiben	421
4.12.4	Gestaltung für das Fräsen	423
4.12.5	Gestaltung für das Hobeln und Stoßen	424
4.12.6	Gestaltung für das Räumen	424
4.12.7	Gestaltung für das Schleifen	425
5	Umformen	429
	A. H. Fritz	
5.1	Einteilung und Vorteile der Umformverfahren	429
5.2	Grundlagen der Umformtechnik	431
5.3	Druckumformen	439
5.3.1	Walzen	439
5.3.2	Schmieden	448
5.3.3	Eindrücken	456
5.3.4	Durchdrücken	458
5.4	Zug-Druck-Umformen	468
5.4.1	Draht- und Stabziehen	468
5.4.2	Gleitziehen von Rohren	471
5.4.3	Abstreckziehen von Hohlkörpern	472
5.4.4	Tiefziehen	473
5.4.5	Drücken	479
5.4.6	Kragenziehen (Bördeln von Öffnungen)	481
5.5	Zugumformen	481
5.5.1	Längen	482
5.5.2	Weiten	482
5.5.3	Tiefen (Streckziehen)	482
5.5.4	Blechprüfung zur Kennwertermittlung	484
5.6	Biegen	487
5.6.1	Einteilung der Biegeverfahren	487
5.6.2	Biegespannungen, Verformungen und Kräfte	489
5.7	Innenhochdruckumformen (IHU)	492
5.7.1	Allgemeines	492
5.7.2	Anwendungsgebiete	494
5.7.3	Bauteil- und Prozessauslegung	496
5.7.4	Anlagen- und Werkzeugtechnik	499

5.7.5	Fertigteilqualität	501
5.7.6	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	505
5.7.7	Fertigungsbeispiele	506
5.8	Gebaute Nockenwellen, hergestellt mit Umformverfahren .	508
5.8.1	Aufweiten durch Innen-Hochdruck-Umformen (IHU)	508
5.8.2	Thyssen-Krupp-Presta-Verfahren (Aufpressen auf rolliertes Rohr)	509
5.9	Gestaltung von Umformteilen	512
5.9.1	Allgemeines	512
5.9.2	Gestaltung von Gesenkschmiedestücken	512
5.9.3	Gestaltung von Tiefzichteilen	516
Sachverzeichnis		521