

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einteilung der Fertigungsverfahren</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>Fertigung und Gestaltung - allgemeine Richtlinien</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>Recyclinggerechte Fertigung und Gestaltung</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>Urformen</b>	<b>31</b>
4.1	Gießen	31
4.1	Fertigungsverfahren	31
4.1	.1 Schwerkraftgießen	33
4.1	.2 Schleudergießen	34
4.1	.3 Druckgießen	35
4.1	.4 Präzisionsgießen mit Ausschmelzmodellen	36
4.1	.5 Gießen nichtmetallischer Werkstoffe	36
4.1	.6 Modell- und formtechnische Grundlagen, Einsatz von Kernen	38
4.1.2	_ Werkstoffe und deren Verarbeitung	39
4.1.2.1	Metallische Gußwerkstoffe	39
4.1.2.2	Nichtmetallische Gußwerkstoffe	44
4.1.3	Fertigungsgerechtes Gestalten	44
4.2	Pressen	56
4.2.1	Pressen von Kunststoffen	56
4.2.1.1	Fertigungsverfahren	56
4.2.1.2	Werkstoffe und deren Verarbeitung	59
4.2.1.3	Fertigungsgerechtes Gestalten	62
4.2.2	Metallpulverpressen (Pulvermetallurgie)	71
4.2.2.1	Fertigungsverfahren	71
4.2.2.2	Werkstoffe und deren Verarbeitung	73
4.2.2.3	Fertigungsgerechtes Gestalten	74
4.2.3	Keramikpressen	76
4.2.3.1	Fertigungsverfahren	76
4.2.3.2	Werkstoffe und deren Verarbeitung	78
4.2.3.3	Fertigungsgerechtes Gestalten	78
<b>5</b>	<b>Umformen</b>	<b>82</b>
5.1	Fertigungsverfahren	82
5.1.1	Druckumformen (Freiformen, Gesenkumformen, Fließ- und Strangpressen, Drücken, Walzen)	84
5.1.2	Zugdruckumformen (Durchziehen, Tiefziehen, Formdrücken)	86

5.1.3	Zugumformen (Reckweiten, Recktiefen, Formtiefen, Formstanzen) . . . . .	86
5.1.4	Biegeumformen (Gesenkbiegen, Abbiegen, Walzprofilieren) . . . . .	86
5.1.5	Schubumformen (Durchsetzen, Schränken) . . . . .	86
5.2	Werkstoffe, Halbzeuge und deren Verarbeitung . . . . .	88
5.3	Fertigungsgerechtes Gestalten von Druckumformteilen . . . . .	90
5.4	Fertigungsgerechtes Gestalten von Zugdruck- und Zugumformteilen . . . . .	96
5.5	Fertigungsgerechtes Gestalten von Biegeumformteilen . . . . .	106
5.6	Fertigungsgerechtes Gestalten von Schubumformteilen . . . . .	112
5.7	Festigkeitsgerechtes Gestalten dünner Formteile . . . . .	112
6	Trennen . . . . .	114
6.1	Schneiden . . . . .	114
6.1.1	Fertigungsverfahren . . . . .	114
6.1.2	Werkstoffe, Halbzeuge und deren Verarbeitung . . . . .	119
6.1.3	Fertigungsgerechtes Gestalten . . . . .	120
6.2	Spanen . . . . .	124
6.2.1	Fertigungsverfahren . . . . .	126
6.2.1.1	Drehen . . . . .	130
6.2.1.2	Bohren, Senken und Reiben . . . . .	131
6.2.1.3	Hobeln und Stoßen . . . . .	132
6.2.1.4	Fräsen . . . . .	132
6.2.1.5	Schleifen . . . . .	134
6.2.1.6	Räumen . . . . .	135
6.2.1.7	Schaben . . . . .	136
6.2.1.8	Fertigung von Gewinden und Zahnrädern . . . . .	136
6.2.1.9	Feinstbearbeitung (Ziehschleifen, Läppen) . . . . .	136
6.2.2	Werkstoffe, Halbzeuge und deren Verarbeitung . . . . .	137
6.2.3	Fertigungsgerechtes Gestalten . . . . .	143
6.3	Abtragen . . . . .	146
6.3.1	Abtragen mit Elektronenstrahl . . . . .	147
6.3.2	Abtragen mit Plasmastrahl . . . . .	148
6.3.3	Abtragen mit Laserstrahl . . . . .	149
6.3.4	Abtragen mit Flüssigkeitsstrahl . . . . .	149
6.3.5	Funkenerosion . . . . .	149
7	Fügen . . . . .	150
7.1	Fügen durch Stoffschluß . . . . .	150
7.1.1	Schweißen . . . . .	150
7.1.2	Löten . . . . .	156
7.1.3	Kleben . . . . .	158
7.1.4	Einschmelzen . . . . .	159
7.1.5	Kitten . . . . .	159
7.2	Fügen durch Formschluß . . . . .	160
7.3	Fügen durch Kraftschluß . . . . .	162

<b>8</b>	<b>Beschichten</b>	164
8.1	Fertigungsverfahren	164
8.2	Werkstoffe und deren Verarbeitung	169
8.3	Fertigungsgerechtes Gestalten	171
<b>9</b>	<b>Stoffeigenschaftsändern durch Wärmebehandlung</b>	176
9.1	Fertigungsverfahren	176
9.2	Werkstoffe und deren Verarbeitung	176
9.3	Fertigungsgerechtes Gestalten	177
<b>10</b>	<b>Fertigung elektronischer und mikromechanischer Baugruppen</b>	186
10.1	Baugruppen in Leiterplattentechnik	186
10.1.1	Leiterplattenfertigung	186
10.1.1.1	Verfahrensschritte	186
10.1.1.2	Fertigungsabläufe	194
10.1.2	Montage	198
10.1.2.1	Bestücken	198
10.1.2.2	Löten	200
10.1.3	Qualitätssicherung	202
10.1.4	Werkstoffe und deren Verarbeitung	203
10.1.5	Fertigungsgerechtes Gestalten	206
10.1.5.1	Leiterplatten	206
10.1.5.2	Werkzeuge und Hilfsmittel	209
10.2	Schichtbaugruppen	211
10.2.1	Fertigungsverfahren	212
10.2.1.1	Beschichten in der Dünnschichttechnik	212
10.2.1.2	Beschichten in der Dickschichttechnik	215
10.2.1.3	Lithografische Bildübertragung	218
10.2.1.4	Strukturieren von Schichten	220
10.2.1.5	Bestücken mit Bauelementen	221
10.2.1.6	Löten und Prüfen von Hybridbaugruppen	221
10.2.2	Werkstoffe und deren Verarbeitung	221
10.2.3	Fertigungsgerechtes Gestalten	224
10.3	Mikromechanische Baugruppen	226
10.3.1	Fertigungsverfahren	226
10.3.1.1	Silizium-Planartechnik	226
10.3.1.2	Naßchemisches Ätzen von Strukturen	228
10.3.1.3	Ionengestütztes Strukturieren	231
10.3.1.4	Verbinden	232
10.3.1.5	Tiefenlithografie	233
10.3.2	Werkstoffe und deren Verarbeitung	234
10.3.2.1	Silizium	234
10.3.2.2	Alternative Substratwerkstoffe	235
10.3.2.3	Schichtwerkstoffe	236
10.3.2.4	Werkstoffe der LIGA-Technik	237
10.3.3	Fertigungsgerechtes Gestalten	237

10.3.3.1	Mikromechanische Strukturierung	237
10.3.3.2	Oberflächenmikromechanik	238
10.3.3.3	Bonden und Rückätzen	239
10.3.3.4	LIGA-Technik	239
10.3.4	Allgemeine Entwurfsempfehlungen	240
10.3.5	Anwendungsbeispiele	243
<b>11</b>	<b>Fertigung optischer Bauelemente</b>	<b>246</b>
11.1	Sphärische Linsen, Prismen und planparallele Platten	246
11.1.1	Vorbearbeitung	246
11.1.2	Bearbeitung der optisch wirksamen Flächen	247
11.1.3	Zentrieren	249
11.1.4	Halterung der Werkstücke während der Bearbeitung	249
11.1.5	Werkstoffe	250
11.2	Asphärische Linsen und Spiegel	250
11.3	Licht- und Bildleitkabel	252
11.3.1	Faserbündel für optische Zwecke	252
11.3.2	Fasern für die Datenübertragung	253
11.3.3	Werkstoffe	254
11.4	Lichtfilter	254
11.5	Kristalle	255
11.5.1	Fertigungsverfahren	255
11.5.2	Werkstoffe	256
<b>12</b>	<b>Gestaltung von Fertigungsprozessen</b>	<b>257</b>
12.1	Elemente und Strukturen von Fertigungsprozessen	257
12.1.1	Prozeßklassen	258
12.1.2	Prozeßelemente	258
12.1.3	Prozeßstruktur und Prozeßintensität	259
12.2	Aufgaben der Fertigungsvorbereitung	260
12.3	Automatisierte Fertigung	261
12.4	Flexible Fertigung	262
12.5	Qualitätssicherung	262
12.5.1	Qualitätssicherung von Zulieferungen	263
12.5.2	Qualitätssicherung in der laufenden Fertigung	264
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>267</b>
	<b>Sachwörterverzeichnis</b>	<b>279</b>