

Inhalt

Der Autor	XI
Einleitung	XIII
1 Bauteile aus Kunststoff	1
1.1 Allgemeines	1
1.1.1 Vergleich Konstruktionen (konventionell vs. Kunststoff)	2
1.1.2 Besonderheiten von Kunststoffen	6
1.1.2.1 Vergleich der Eigenschaften von Kunststoffen und Metallen	6
1.1.2.2 Spezielles mechanisches Verhalten	8
1.1.3 Gründe für den Einsatz von Kunststoffen	12
1.2 Gestaltungsregeln	15
1.2.1 Entformbarkeit	17
1.2.2 Fließweg-Wanddicken-Verhältnis	23
1.2.3 Angussposition	24
1.2.4 Masseanhäufungen vermeiden, Dünnwandigkeit	25
1.2.5 Versteifungen	26
1.2.6 Verrippungen	28
1.2.7 Radien	29
1.2.8 Maßänderung infolge von Temperaturschwankungen	30
1.3 Maßabweichungen zwischen CAD und Spritzgussbauteil	30
1.3.1 Schwindung	31
1.3.2 Verzug	34
1.3.3 Korrekturmaßnahmen bei Maßabweichungen	36

1.4	Gestaltung von Verbindungen	40
1.4.1	Schraubverbindung	41
1.4.2	Schnappverbindungen	43
1.4.3	Verklebungen und Schweißnähte	45
1.4.3.1	Klebeverbindungen	45
1.4.3.2	Schweißverbindungen	47
1.4.3.3	Filmscharniere	50
1.5	Toleranzen und Maße	52
1.6	Dimensionierung	58
2	Herstellverfahren Spritzgießen	61
2.1	Prozess und Wissen für den Konstrukteur	61
2.1.1	Fließweglängen sind begrenzt	62
2.1.2	Formteifläche bestimmt die Maschinengröße	64
2.1.3	Wanddicken bestimmen die Kühlzeit	65
2.1.4	Beim Kühlen schwindet Kunststoff	66
2.2	Einfluss des Verfahrens auf Bauteileigenschaften	68
2.2.1	Bindenähte, Fließlinien	68
2.2.2	Oberflächenqualität	70
2.3	Faserorientierungen beeinflussen die Bauteilmaße	72
2.4	Vorausschauende Qualitätssicherung	74
2.4.1	Einfallstellen	74
2.4.2	Freistrahл	75
2.4.3	Diseleffekt	77
2.4.4	Unvollständige Füllung, Gratabbildung und Deformation beim Entformen	77
2.5	Spezielle Verfahren	79
2.5.1	Mehrkomponententechnik	80
2.5.1.1	Verfahren allgemein	81
2.5.1.2	Werkzeugtechniken	83
2.5.1.3	Bauteilgestaltung	86
2.5.2	Fluid-Injektionstechnik (FIT)	92
2.5.2.1	Prozesse	95

2.5.2.2	Bauteilgestaltung	99
2.5.2.3	Abschätzung der Kosten	104
3	Werkzeuge	109
3.1	Allgemeine Aufgaben und Funktionen	110
3.2	Herstellung und Kosten	112
3.2.1	Allgemeine Bearbeitung	114
3.2.2	Oberflächen	116
3.2.2.1	Erodieren	116
3.2.2.2	Ätzen	118
3.2.2.3	Laserstrukturierung	119
3.2.2.4	Keramische Oberflächen	120
3.2.3	Stähle	121
3.3	Normalien	125
3.4	Schmelzeführung	130
3.4.1	Kaltkanäle	132
3.4.1.1	Anordnung der Kavitäten	132
3.4.1.2	Anbindung an die Kavitäten	134
3.4.1.3	Entformung des Angussystems	138
3.4.2	Werkzeug mit Vorkammerdüse	140
3.4.3	Isolierkanäle	141
3.4.4	Heißkanäle	143
3.4.4.1	Innenbeheizte Systeme	145
3.4.4.2	Außenbeheizte Systeme	145
3.4.4.3	Heißkanaldüsen	146
3.4.4.4	Kaskadentechnik	149
3.5	Temperierung	150
3.5.1	Konzepte für die Temperierung	155
3.5.1.1	Kontinuierliche Durchflusstemperierung	156
3.5.1.2	Impulskühlung/diskontinuierliche Temperierung	157
3.5.1.3	Variotherme Konzepte bzw. intermittierende Temperierung	158
3.5.2	Realisierung	159

3.6	Entformung	163
3.6.1	Geradlinige Entformung in der Achsrichtung der Öffnungsbewegung	164
3.6.2	Entformung von Konturbereichen, die nicht parallel zur Öffnungsbewegung sind	169
3.6.3	Entformung von Innenhinterschneidungen	171
3.6.4	Entformung von Innengewinden	174
3.7	Effizienzsteigerung mit zwei Trennebenen	174
3.7.1	Etagenwerkzeuge	177
3.7.2	Tandemwerkzeuge	178
3.7.3	Anforderungen an Spritzgießmaschinen für den Einsatz von Etagen- und Tandemwerkzeugen	182
3.7.4	Konstruktive Besonderheiten von Etagen- und Tandemwerkzeugen	184
3.7.5	Heißkanaltechnik für Etagen- und Tandemwerkzeuge	186
4	Simulation	191
4.1	Ziele der Simulation	193
4.1.1	Füllsimulation (rheologische Simulation) für gute Oberflächen ..	193
4.1.2	Vorhersage des Verzugs	196
4.1.3	Wärmeflussanalyse	197
4.1.4	Berechnung der mechanischen Belastbarkeit (Strukturmechanik)	198
4.2	Modellgrundlagen für die rheologische Simulation	199
4.2.1	Gestaltmodelle	199
4.2.2	Berechnungsmodelle	203
4.2.3	Materialmodelle	205
4.3	Beispiele und Berechnungsergebnisse	207
4.3.1	Füllverhalten	207
4.3.2	Nachdruckphase	210
4.3.3	Verzug	212
5	Materialauswahl	213
5.1	Übliches Vorgehen bei der Materialauswahl	213
5.1.1	Auswahlkriterium Temperatur	214
5.1.2	Auswahlkriterium Medienbelastung	215

5.1.3	Auswahlkriterium mechanische Belastung	215
5.1.4	Auswahlkriterium spezielle Anforderung	217
5.1.5	Datenbanken	218
5.2	Wichtige Kennwerte	223
5.2.1	Charakteristische Temperaturen	223
5.2.1.1	Glastemperatur	223
5.2.1.2	Schmelztemperatur	223
5.2.1.3	Zersetzungstemperatur	224
5.2.2	Wärmeformbeständigkeitstemperatur	224
5.2.3	Dauergebrauchstemperatur	226
5.2.4	E-Modul und Kriechmodul	228
5.2.5	Temperaturfunktion des E-Moduls	232
5.3	Bemessungsgrenzen für die mechanische Auslegung	235
5.3.1	Kurzzeitbelastungen	235
5.3.2	Langzeitbelastung	236
5.3.3	Abschätzung von Bemessungsgrenzen mit Abminderungsfaktoren	237
Index		239