

Einführung in die Kunststoffverarbeitung

Walter Michaeli

ISBN 3-446-40580-1

Inhaltsverzeichnis

Weitere Informationen oder Bestellungen unter
<http://www.hanser.de/3-446-40580-1> sowie im Buchhandel

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur dritten Auflage	V
Vorwort zur vierten Auflage	VI
Vorwort zur fünften Auflage	VI
1 Einleitung	1
Literatur zu Kapitel 1	2
2 Aufbau und Einteilung der Kunststoffe	3
2.1 Aufbau der Kunststoffe	3
2.1.1 Herstellung von Kunststoffen	3
2.1.1.1 Polymerisation	4
2.1.1.2 Polykondensation	9
2.1.1.3 Polyaddition	10
2.1.2 Bindungskräfte in Polymeren	11
2.2 Einteilung der Kunststoffe	13
2.2.1 Thermoplaste	13
2.2.2 Duroplaste und Elastomere	16
2.2.3 Copolymere und Polymergemische	18
2.2.4 Zuschlagstoffe	19
Literatur zu Kapitel 2.1	20
Literatur zu Kapitel 2.2	20
3 Physikalische Eigenschaften der Kunststoffe	21
3.1 Thermodynamische Werkstoffeigenschaften	21
3.1.1 Dichte	21
3.1.2 Wärmeausdehnung	22
3.1.3 Wärmeleitfähigkeit	23
3.1.4 Spezifische Wärmekapazität	24
3.2 Fließeigenschaften von Polymerschmelzen	26
3.2.1 Newtonsche und Nicht-Newtonsche Fluide	27
3.2.2 Ansätze zur Beschreibung des strukturviskosen Schmelzeverhaltens	29
3.2.2.1 Potenzansatz nach Ostwald und de Waele	29
3.2.2.2 Carreau-Ansatz	30
3.2.3 Einfluss der Temperatur auf das Fließverhalten	31
3.2.4 Messung viskoser Fließeigenschaften	33
3.2.4.1 Kapillarviskosimeter	33
3.2.4.2 Rotationsviskosimeter	37
3.3 Elastische Eigenschaften von Polymerschmelzen	37
3.3.1 Normalspannungen	37
3.3.2 Zeitabhängiges Verhalten	38
3.4 Abkühlen aus der Schmelze	38
3.4.1 Erstarrung amorpher Thermoplaste	38
3.4.2 Erstarrung teilkristalliner Thermoplaste	38

3.4.3	Nukleierung	41
3.4.4	Bestimmung des Kristallisationsgrades.....	42
	Literatur zu Kapitel 3.1	42
	Literatur zu Kapitel 3.2 und 3.3.....	42
	Literatur zu Kapitel 3.4	43
4	Werkstoffkunde der Kunststoffe	45
4.1	Allgemeines zum Werkstoffverhalten	45
4.2	Spannungs-Dehnungs-Verhalten	48
4.2.1	Kurzzeit-Verhalten.....	48
4.2.2	Stoßartige Beanspruchung.....	49
4.2.3	Verhalten bei langzeitiger und ruhender Beanspruchung	50
4.2.4	Schwingende Beanspruchung	52
4.3	Eindruck-, Verschleiß- und Reibverhalten	53
4.3.1	Härte	53
4.3.2	Abrieb	56
4.3.3	Reibverhalten	56
4.4	Elektrisches Verhalten.....	57
4.4.1	Dielektrisches Verhalten.....	57
4.4.2	Elektrische Leitfähigkeit.....	58
4.4.3	Durchschlagfestigkeit	59
4.4.4	Elektrostatische Aufladung	59
4.5	Optisches Verhalten.....	60
4.5.1	Brechung und Dispersion	60
4.5.2	Transparenz	60
4.5.3	Glanz	61
4.5.4	Farbe	61
4.6	Akustisches Verhalten	62
4.7	Verhalten gegen Umwelteinflüsse.....	64
4.7.1	Widerstandsfähigkeit gegen Medien	64
4.7.2	Spannungsrisssbeständigkeit	65
4.7.3	Diffusion und Permeation.....	66
4.7.4	Bewitterung	67
4.7.5	Biologisches Verhalten	68
4.7.6	Brandverhalten.....	69
4.8	Gebrauchstauglichkeit und Qualitätssicherung	69
	Literatur zu Kapitel 4.....	70
	Literatur zu Kapitel 4.1	71
	Literatur zu Kapitel 4.2	71
	Literatur zu Kapitel 4.3	72
	Literatur zu Kapitel 4.4	73
	Literatur zu Kapitel 4.5	73
	Literatur zu Kapitel 4.6	74
	Literatur zu Kapitel 4.7	74
	Literatur zu Kapitel 4.8	75
5	Aufbereitung von Kunststoffen	77
5.1	Einleitung	77
5.2	Aufbereitungsmaschinen	78
5.3	Additive	84
	Literatur zu Kapitel 5.....	86

6	Verarbeitungsverfahren für Kunststoffe	87
6.1	Extrusion	87
6.1.1	Der Extruder	87
6.1.1.1	Der Einschneckenextruder	88
6.1.1.2	Die Schnecke	90
6.1.1.3	Der Plastifiziervorgang	94
6.1.1.4	Der Doppelschneckenextruder	95
6.1.1.5	Temperiersystem	97
6.1.2	Extrusionsanlagen	97
6.1.2.1	Extrusionswerkzeug	97
6.1.2.2	Nachfolgeeinrichtungen	100
6.1.2.3	Anlagenbeispiele	101
6.1.3	Coextrusion	103
6.2	Extrusionsblasformen und Streckblasen	103
6.2.1	Extrusionsblasformen	103
6.2.1.1	Der Verfahrensablauf	103
6.2.1.2	Die Maschine	104
6.2.1.3	Das Mehrfachblasformen	108
6.2.1.4	Coextrusionsblasformen	108
6.2.2	Streckblasen	109
6.2.2.1	Vorformlingsherstellung	109
6.2.2.2	Verfahren aus erster und zweiter Wärme	110
6.2.2.3	Vor- und Nachteile des Streckblasverfahrens	110
6.3	Spritzgießen	110
6.3.1	Maschine und Verfahrensablauf	111
6.3.2	Baugruppen	114
6.3.2.1	Plastifiziereinheit	114
6.3.2.2	Schließeinheit	120
6.3.2.3	Werkzeug	123
6.3.2.4	Werkzeugtemperierung	126
6.3.2.5	Maschinenbett und Steuereinheit	127
6.3.2.6	Besonderheiten bei der Elastomer- und Duroplastverarbeitung	127
6.3.3	Verfahrensvarianten	129
6.4	Herstellung von Formteilen aus duroplastischen Pressmassen	134
6.4.1	Der Werkstoff „Duroplastische Pressmasse“	134
6.4.2	Das Pressverfahren	135
6.5	Schäumen von Kunststoffen	139
6.5.1	Schäumen von Reaktionskunststoffen	142
6.5.2	Verarbeitung von niedrigviskosen Reaktionskunststoffen	143
6.6	Verstärken von Kunststoffen	147
6.6.1	Materialien	148
6.6.2	Bauteilkonstruktion und -auslegung	150
6.6.3	Verarbeitungsverfahren	151
6.6.3.1	Handlaminierverfahren	151
6.6.3.2	Faserspritzen	152
6.6.3.3	Prepregverarbeitung, Tapelegen, Autoklavieren	153
6.6.3.4	Faserwickeln	153
6.6.3.5	Pultrusionsverfahren	155
6.6.3.6	Harzinjektionsverfahren (Resin Transfer Moulding, RTM)	155
6.6.3.7	Harzinfusionsverfahren (Resin Infusion, RI)	157
6.6.3.8	Pressen faserverstärkter Kunststoffe	158

6.6.4	Prozesssimulation bei der Pressverarbeitung	164
6.7	Kalandrieren	165
6.8	Verarbeitung durch Gießen	169
6.8.1	Gießen	170
6.8.2	Schüttintern	172
6.8.3	Schleudergießen (Rotationsformen)	173
6.8.4	Foliengießen	173
6.8.5	Umgießen	174
6.8.6	Imprägnieren	174
	Literatur zu Kapitel 6.1	174
	Literatur zu Kapitel 6.2	175
	Literatur zu Kapitel 6.3	175
	Literatur zu Kapitel 6.4	177
	Literatur zu Kapitel 6.5	177
	Literatur zu Kapitel 6.6	178
	Literatur zu Kapitel 6.7	180
	Literatur zu Kapitel 6.8	180
7	Weiterverarbeitungstechniken für Kunststoffe	181
7.1	Thermoformen	181
7.1.1	Maschinen	181
7.1.2	Verfahrensschritte	183
7.2	Schweißen von Kunststoffen	187
7.2.1	Heizelementschweißen (HE-Schweißen)	189
7.2.1.1	Direkte Heizelemente-Schweißverfahren	189
7.2.1.2	Indirekte HE-Schweißverfahren	193
7.2.2	Wärmgasschweißen	194
7.2.3	Reibschweißverfahren	195
7.2.3.1	Verfahren mit äußerer Reibung	196
7.2.3.2	Verfahren mit innerer Reibung	197
7.2.4	Strahlungsschweißverfahren	199
7.2.5	Induktionsschweißen (Elektromagnetisches Schweißen)	201
7.3	Kleben von Kunststoffen	201
7.3.1	Mechanismus der Klebung	202
7.3.2	Einteilung der Klebstoffe	202
7.3.2.1	Physikalisch abbindende Klebstoffe	203
7.3.2.2	Chemisch abbindende Klebstoffe (Reaktionsklebstoffe)	204
7.3.3	Werkstoffeinflüsse auf die Klebbarkeit von Kunststoffen	204
7.3.4	Verfahrensablauf beim Kleben	205
7.4	Mechanische Bearbeitung	207
7.4.1	Sägen	209
7.4.2	Fräsen	209
7.4.3	Schleifen und Polieren	211
7.4.4	Bohren	211
7.4.5	Drehen	211
	Literatur zu Kapitel 7.1	216
	Literatur zu Kapitel 7.2	216
	Literatur zu Kapitel 7.3	217
	Literatur zu Kapitel 7.4	217

8 Recycling von Kunststoffen	219
8.1 Einleitung	219
8.2 Aufbereitung von Kunststoffabfällen	222
8.3 Werkstoffliche Verwertung von Kunststoffabfällen	223
8.4 Rohstoffliche Verwertung	226
8.5 Energetische Verwertung	227
8.6 Abschließende Bemerkungen	228
Literatur zu Kapitel 8.1	228
Literatur zu Kapitel 8.2	229
Literatur zu Kapitel 8.3	229
Literatur zu Kapitel 8.4	229
Literatur zu Kapitel 8.5	230
Stichwortverzeichnis	231