

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur sechsten Auflage	V
Vorwort zur fünften Auflage	VI
Vorwort zur vierten Auflage	VI
Vorwort zur dritten Auflage	VII
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 Copolymerne und Polymergemische	18
2.2.4 Zuschlagstoffe.....	19
2.3 Biopolymere.....	20
Literatur zu Kapitel 2	21
3 Physikalische Eigenschaften der Kunststoffe	23
3.1 Thermodynamische Werkstoffeigenschaften.....	23
3.1.1 Dichte	23
3.1.2 Wärmeausdehnung.....	24
3.1.3 Wärmeleitfähigkeit	25
3.1.4 Spezifische Wärmekapazität	26
3.2 Fließeigenschaften von Polymerschmelzen	28
3.2.1 Newtonsche und Nicht-Newtonsche Fluide	29
3.2.2 Ansätze zur Beschreibung des strukturviskosen Schmelzeverhaltens	31
3.2.2.1 Potenzansatz nach Ostwald und de Waele.....	31
3.2.2.2 Carreau-Ansatz	32
3.2.3 Einfluss der Temperatur auf das Fließverhalten.....	33
3.2.4 Messung viskoser Fließeigenschaften	35
3.2.4.1 Kapillarviskosimeter	35
3.2.4.2 Rotationsviskosimeter	39
3.3 Elastische Eigenschaften von Polymerschmelzen.....	39
3.3.1 Normalspannungen.....	39
3.3.2 Zeitabhängiges Verhalten.....	40
3.4 Abkühlen aus der Schmelze	40

3.4.1	Erstarrung amorpher Thermoplaste	40
3.4.2	Erstarrung teilkristalliner Thermoplaste	40
3.4.3	Nukleierung	43
3.4.4	Bestimmung des Kristallisationsgrades	44
	Literatur zu Kapitel 3	44
4	Werkstoffkunde der Kunststoffe	47
4.1	Allgemeines zum Werkstoffverhalten	47
4.2	Spannungs-Dehnungs-Verhalten	50
4.2.1	Kurzzeit-Verhalten	50
4.2.2	Stoßartige Beanspruchung	51
4.2.3	Verhalten bei langzeitiger und ruhender Beanspruchung	52
4.2.4	Schwingende Beanspruchung	54
4.3	Eindruck-, Verschleiß- und Reibverhalten	55
4.3.1	Härte	55
4.3.2	Abrieb	58
4.3.3	Reibverhalten	58
4.4	Elektrisches Verhalten	59
4.4.1	Dielektrisches Verhalten	59
4.4.2	Elektrische Leitfähigkeit	60
4.4.3	Durchschlagfestigkeit	61
4.4.4	Elektrostatische Aufladung	61
4.5	Optisches Verhalten	62
4.5.1	Brechung und Dispersion	62
4.5.2	Transparenz	62
4.5.3	Glanz	63
4.5.4	Farbe	63
4.6	Akustisches Verhalten	64
4.7	Verhalten gegen Umwelteinflüsse	66
4.7.1	Widerstandsfähigkeit gegen Medien	66
4.7.2	Spannungsrissbeständigkeit	67
4.7.3	Diffusion und Permeation	68
4.7.4	Bewitterung	69
4.7.5	Biologisches Verhalten	70
4.7.6	Brandverhalten	71
4.8	Gebrauchstauglichkeit und Qualitätssicherung	71
	Literatur zu Kapitel 4	72
5	Aufbereitung von Kunststoffen	79
5.1	Einleitung	79
5.2	Aufbereitungsmaschinen	80
5.3	Additive	86
	Literatur zu Kapitel 5	88
6	Verarbeitungsverfahren für Kunststoffe	89
6.1	Extrusion	89
6.1.1	Der Extruder	89
6.1.1.1	Der Einschneckenextruder	90
6.1.1.2	Die Schnecke	92
6.1.1.3	Der Plastifizievorgang	96
6.1.1.4	Der Doppelschneckenextruder	97

6.1.1.5 Temperiersystem	99
6.1.2 Extrusionsanlagen	99
6.1.2.1 Extrusionswerkzeug	99
6.1.2.2 Nachfolgeeinrichtungen	102
6.1.2.3 Anlagenbeispiele	103
6.1.3 Coextrusion	105
6.2 Extrusionsblasformen und Streckblasen	105
6.2.1 Extrusionsblasformen	105
6.2.1.1 Der Verfahrensablauf	105
6.2.1.2 Die Maschine	106
6.2.1.3 Das Mehrfachblasformen	110
6.2.1.4 Coextrusionsblasformen	110
6.2.2 Streckblasen	111
6.2.2.1 Vorformlingsherstellung	111
6.2.2.2 Verfahren aus erster und zweiter Wärme	112
6.2.2.3 Vor- und Nachteile des Streckblasverfahrens	112
6.3 Spritzgießen	112
6.3.1 Maschine und Verfahrensablauf	113
6.3.2 Baugruppen	116
6.3.2.1 Plastifiziereinheit	116
6.3.2.2 Schließeinheit	122
6.3.2.3 Werkzeug	125
6.3.2.4 Werkzeugtemperierung	128
6.3.2.5 Maschinennbett und Steuereinheit	129
6.3.2.6 Besonderheiten bei der Elastomer- und Duroplastverarbeitung	129
6.3.3 Verfahrensvarianten	131
6.4 Herstellung von Formteilen aus duroplastischen Pressmassen	136
6.4.1 Der Werkstoff „Duroplastische Pressmasse“	136
6.4.2 Das Pressverfahren	137
6.5 Schäumen von Kunststoffen	141
6.5.1 Schäumen von Reaktionskunststoffen	144
6.5.2 Verarbeitung von niedrigviskosen Reaktionskunststoffen	145
6.6 Verstärken von Kunststoffen	149
6.6.1 Materialien	150
6.6.2 Bauteilkonstruktion und -auslegung	152
6.6.3 Verarbeitungsverfahren	153
6.6.3.1 Handlaminierverfahren	153
6.6.3.2 Faserspritzen	154
6.6.3.3 Prepregverarbeitung, Tapelegen, Autoklavieren	155
6.6.3.4 Faserwickeln	155
6.6.3.5 Pultrusionsverfahren	157
6.6.3.6 Harzinjektionsverfahren (Resin Transfer Moulding, RTM)	157
6.6.3.7 Harzinfusionsverfahren (Resin Infusion, RI)	159
6.6.3.8 Spaltimprägnierverfahren	160
6.6.3.9 Pressen faserverstärkter Kunststoffe	161
6.6.4 Prozesssimulation bei der Pressverarbeitung	167
6.7 Kalandrieren	168
6.8 Verarbeitung durch Gießen	172
6.8.1 Gießen	173
6.8.2 Schüttssintern	175
6.8.3 Schleudergießen (Rotationsformen)	176

6.8.4 Foliengießen	176
6.8.5 Umgießen	177
6.8.6 Imprägnieren	177
Literatur zu Kapitel 6	177
7 Weiterverarbeitungstechniken für Kunststoffe	185
7.1 Thermoformen	185
7.1.1 Maschinen.....	185
7.1.2 Verfahrensschritte	187
7.2 Schweißen von Kunststoffen	191
7.2.1 Heizelementschweißen (HE-Schweißen).....	193
7.2.1.1 Direkte Heizelemente-Schweißverfahren	193
7.2.1.2 Indirekte HE-Schweißverfahren	197
7.2.2 Warmgasschweißen.....	198
7.2.3 Reibschweißverfahren	199
7.2.3.1 Verfahren mit äußerer Reibung	200
7.2.3.2 Verfahren mit innerer Reibung	201
7.2.4 Strahlungsschweißverfahren.....	203
7.2.5 Induktionsschweißen (Elektromagnetisches Schweißen)	206
7.3 Kleben von Kunststoffen.....	206
7.3.1 Mechanismus der Klebung	207
7.3.2 Einteilung der Klebstoffe	207
7.3.2.1 Physikalisch abbindende Klebstoffe	208
7.3.2.2 Chemisch abbindende Klebstoffe (Reaktionsklebstoffe)	209
7.3.3 Werkstoffeinflüsse auf die Klebbarkeit von Kunststoffen.....	209
7.3.4 Verfahrensablauf beim Kleben	210
7.4 Mechanische Bearbeitung	212
7.4.1 Sägen.....	213
7.4.2 Fräsen	213
7.4.3 Schleifen und Polieren	216
7.4.4 Bohren	216
7.4.5 Drehen	217
Literatur zu Kapitel 7	220
8 Recycling von Kunststoffen.....	223
8.1 Einleitung.....	223
8.2 Aufbereitung von Kunststoffabfällen.....	226
8.3 Werkstoffliche Verwertung von Kunststoffabfällen	227
8.4 Rohstoffliche Verwertung	230
8.5 Energetische Verwertung	231
8.6 Abschließende Bemerkungen	232
Literatur zu Kapitel 8	232
Stichwortverzeichnis	235