

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort

Liste der verwendeten Formelzeichen	XI
Abkürzungen der verwendeten Kunststoffe	XVI
Andere Abkürzungen	XVIII
1 WIRTSCHAFTLICHE ENTWICKLUNG – MARKTÜBERSICHT UND PROGNOSE	1
2 ALLGEMEINE CHARAKTERISIERUNG DER POLYMER- WERKSTOFFE	12
2.1 Strukturprinzipien.....	12
2.2 Zustandsbereiche.....	15
2.3 Verformungsverhalten	19
3 AUFBAU DER POLYMER-WERKSTOFFE	23
3.1 Struktur der Makromoleküle	23
3.2 Haupt- und Nebenvalenzbindungen	29
3.2.1 Hauptvalenzbindungen	30
3.2.2 Nebenvalenzbindungen.....	32
3.2.2.1 Dipol-Dipol-Kräfte	32
3.2.2.2 Induktionskräfte	33
3.2.2.3 Dispersionskräfte	33
3.2.2.4 Wasserstoffbrückenbindung	33
3.3 Reaktion vom Monomeren zum Polymeren	34
3.3.1 Polymerisation.....	38
3.3.1.1 Polymerisationsarten	39
Radikalische Polymerisation.....	39
Ionische Polymerisation.....	40
3.3.1.2 Polymerisationsverfahren	41
Substanzpolymerisation	41
Lösungspolymerisation.....	41
Fällungspolymerisation.....	42
Suspensionspolymerisation.....	42
Emulsionspolymerisation.....	42
3.3.2 Polykondensation.....	43
3.3.3 Polyaddition.....	46

3.3.4	Vergleich Polymerisation – Polykondensation – Polyaddition	47
3.3.5	Molekulargewicht	48
3.3.5.1	Verteilung des Molekulargewichts	48
3.3.5.2	Mittelwerte für das Molekulargewicht.....	49
3.3.5.3	Beeinflussung der Eigenschaften	51
	Molekulargewicht.....	51
	Seitenketten	53
	Bimodale Polymere	55
4	STRUKTUR DER POLYMER-WERKSTOFFE.....	57
4.1	Homogene Polymer-Werkstoffe	57
4.1.1	Amorpher Zustand	57
4.1.2	Kristalliner Zustand	59
4.1.2.1	Keimbildung.....	63
4.1.2.2	Kristallwachstum.....	68
4.1.2.3	Kristalline Überstrukturen	73
	Lamellenstruktur.....	73
	Fasern	75
	Sphärolithe	76
	Shish-Kebab-Strukturen	84
	Flüssigkristalle.....	85
4.1.2.4	Schmelz- und Kristallisationstemperatur.....	86
4.1.3	Vernetzter Zustand.....	88
4.1.3.1	Duroplaste	88
	Allgemeines.....	88
	Reaktion	89
	Kalt- und Warmhärtung	90
	Härtungsverlauf	90
	Aushärtegrad.....	92
4.1.3.2	Elastomere	93
4.2	Heterogene Polymer-Werkstoffe	94
4.2.1	Kautschukmodifizierte Styrolpolymerisate.....	96
4.2.1.1	Aufbau	96
4.2.1.2	Crazebildung	98
4.2.1.3	Wirkungsmechanismus der Zähigkeitserhöhung	103
4.2.2	Weichmachung	108
4.2.2.1	Äußere Weichmachung.....	108
4.2.2.2	Innere Weichmachung.....	111
4.3	Heterogene Verbundwerkstoffe	112
4.3.1	Faserverstärkte Kunststoffe	112
	Glasfasern.....	115
	Aramidfasern	116
	Kohlenstoff-Fasern	117

4.3.2	Füll- und Verstärkungswirkung (mit Prof. Dr.-Ing. J. Kabelka)....	118
4.3.2.1	Belastung in Faserrichtung	122
4.3.2.2	Belastung senkrecht zur Faserrichtung	129
4.3.3	Nanoskalige Verbundwerkstoffe.....	134
4.3.4	Elektrisch leitende Verbundwerkstoffe	135
5	THERMISCH-MECHANISCHE ZUSTANDSBEREICHE	137
5.1	Energieelastischer Bereich	139
5.2	Gummi- oder entropieelastischer Bereich	142
5.3	Glasübergang	146
5.4	Fließbereich	150
5.5	Einfluss der Molekülstruktur auf die Erweichungs- und Schmelztemperatur.....	152
6	MECHANISCHES VERHALTEN	158
6.1	Allgemeines Verformungsverhalten	158
6.1.1	Mechanische Eigenschaften	160
6.1.1.1	Linear-viskoelastisches Verhalten	164
6.1.1.2	Festigkeitskennwerte	166
6.1.1.3	Verformungskennwerte.....	169
6.1.1.4	Temperatur	172
6.1.1.5	Wasseraufnahme.....	176
6.1.1.6	Zähigkeit	178
6.1.2	Langzeitverformungsverhalten	181
6.1.3	Nichtlineares Verformungsverhalten	185
6.1.3.1	Amorphe Thermoplaste	185
6.1.3.2	Teilkristalline Thermoplaste	187
6.1.4	Mehrachsige Beanspruchung (mit Prof. Dr.-Ing. J. Kabelka)	193
6.1.4.1	Unverstärkte Kunststoffe	194
6.1.4.2	Verstärkte Kunststoffe	198
6.2	Orientierungen und Eigenspannungen	202
6.2.1	Orientierungen	202
6.2.1.1	Eingefrorene, irreversible Molekülorientierungen.....	203
6.2.1.2	Schrumpfkräfte	207
6.2.1.3	Füllstofforientierungen	209
6.2.2	Eigenspannungen	210
6.2.2.1	Wärme-Eigenspannungen	210
6.2.2.2	Nachdruck-Eigenspannungen	213
6.2.2.3	Einbettungs-Eigenspannungen.....	213
6.2.2.4	Strukturbedingte Eigenspannungen.....	214

7	ALTERUNG UND STABILISIERUNG	215
7.1	Alterung.....	215
7.2	Thermische Belastung	217
7.2.1	Formbeständigkeit in der Wärme	217
7.2.2	Wärmebeständigkeit	218
7.2.3	Temperatur-Zeit-Grenzen.....	220
7.2.4	Abbau während der Verarbeitung	222
7.3	Stabilisierung.....	224
8	KURZÜBERSICHT	227
9	LITERATUR.....	243
10	STICHWORTVERZEICHNIS	253