

Inhaltsverzeichnis

Geleitwort	5
Vorwort	7
1 Das Kunststoffgebiet	13
1.1 Entwicklungsgeschichte	13
1.2 Einführung in die Kunststoff-Chemie	14
1.2.1 Stoffe, Materie	14
1.2.2 Chemische Verbindungen, Elemente, Atome, Moleküle	15
1.2.3 Organische Kohlenwasserstoffverbindungen	17
1.2.4 Funktionelle Gruppen	20
1.2.5 Chemische Reaktionen	22
1.2.6 Vom Rohöl zum Monomer	24
1.2.7 Polyreaktionen	27
1.3 Aufbau, Struktur und Zustandsbereiche	35
1.3.1 Bindungskräfte	35
1.3.2 Ordnungszustände	39
1.3.3 Eigenschaftsverändernde Faktoren	40
1.3.4 Technologisches Verhalten in Abhängigkeit von der Temperatur	44
1.4 Rezeptierung	47
1.4.1 Zusatz- und Hilfsstoffe für Kunststoffe	48
1.4.2 Zusatz- und Hilfsstoffe für Kautschuke	59
1.5 Lieferformen für Kunststofferzeugnisse	63
1.5.1 Formmassen	63
1.5.2 Halbzeug und Formteile	64
2 Thermoplaste	67
2.1 Polyethylen (PE)	67
2.1.1 PE-Sondertypen	71
2.2 Polypropylen (PP)	72
2.2.1 Metallocen-PP-Polymere	76
2.3 Polymethylpenten (PMP)	77
2.4 Cycloolefin(-Co)polymere (COP / COC)	78
2.5 Polybutylen (Polybuten, PB)	80
2.6 Polyisobutylen (PIB)	80
2.7 Ionomere	81
2.8 Polyvinylchlorid (PVC)	82
2.8.1 PVC-Modifikationen	89
2.9 Polyvinylidenchlorid (PVDC)	90
2.10 Polyvinylalkohol (PVAL)	91
2.11 Polyvinylacetat (PVAC)	92
2.12 Polystyrol (PS) und Styrol-Copolymerisate	93
2.12.1 Polystyrolschaum	95
2.12.2 Polystyrol schlagfest (SB)	97
2.12.3 Styrol-Acrylnitril-Copolymerisat (SAN)	99
2.12.4 Acrylnitril-Butadien-Styrol-Terpolymere (ABS)	100
2.12.5 Acrylester-Styrol-Acrylnitril-Terpolymere (ASA)	103

2.13	Polymethylmethacrylat (PMMA), Acrylglas	104
2.14	Polyacrylnitril (PAN)	107
2.15	Polyvinylcarbazol (PVK)	109
2.16	Polyacetal (POM)	111
2.17	Polyketone (PK)	114
2.18	Fluorpolymere	115
2.18.1	Polytetrafluorethylen (PTFE)	116
2.18.2	Perfluorethylenpropylen-Copolymer (FEP)	118
2.18.3	Perfluoralkoxy-Copolymer (PFA/MFA)	118
2.18.4	Polychlortrifluorethylen (PCTFE)	119
2.18.5	Ethylen-Tetrafluorethylen-Copolymer (ETFE)	120
2.18.6	Ethylen-Chlortrifluorethylen-Copolymer (E-CTFE)	120
2.18.7	Polyvinylidenfluorid (PVDF)	121
2.18.8	Polyvinylfluorid (PVF)	121
2.18.9	Terpolymer aus Tetrafluorethylen, Hexafluorpropylen und Vinylidenfluorid (THV)	123
2.19	Polyamide (PA)	124
2.20	Polycarbonat (PC)	129
2.21	Polyester	133
2.22	Polyphenylenether (PPE)	137
2.23	Polysulfone	139
2.24	Polyphenylensulfid (PPS)	142
2.25	Polyaryletherketone	144
2.26	Polyetherimide (PEI)	146
2.27	Polyamidimid (PAI)	148
2.28	Celluloseester (CA, CP, CAB)	149
2.29	Polyblends	152
2.30	Thermoplastische Elastomere	153
2.31	Flüssigkristalline Kunststoffe	158
2.32	Biopolymere	160
3	Duroplaste	163
3.1	Phenol-Formaldehyd (PF)	163
3.2	Harnstoff-Formaldehyd (UF)	168
3.3	Melamin-Formaldehyd (MF)	169
3.4	Melamin-Phenol-Formaldehyd (MPF)	170
3.5	Ungesättigte Polyesterharze (UP-Harze)	171
3.6	Siliconharze (SI)	179
3.7	Polyimide (PI)	180
3.8	Epoxidharze (EP-Harze)	182
3.9	Vernetzte Polyurethane	187
3.9.1	PUR-Schäume	190
3.9.2	Polyurethan-Gießharze	194
3.9.3	PUR-Lacke	196
3.9.4	PUR-Klebstoffe	196
4	Elastomere	197
4.1	Naturkautschuk (NR)	197

4.2	Isoprenkautschuk (IR)	200
4.3	Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR)	201
4.4	Butadienkautschuk (BR)	203
4.5	Butylkautschuk (Isobutylene-Isoprene-Kautschuk) (IIR)	204
4.6	Chloroprenkautschuk (CR)	205
4.7	Acrylnitril-Butadien-Kautschuk, Nitrilkautschuk (NBR)	207
4.8	Polyurethan-Elastomere (PUR-Elastomere)	209
4.8.1	PUR-Gießelastomere	209
4.8.2	Thermoplastische Polyurethan-Elastomere (TPU)	211
4.8.3	Polyurethankautschuk (AU/EU)	211
4.9	Ethylen-Propylen-Kautschuk (EPM/EPDM)	213
4.10	Ethylen-Vinylacetat-Kautschuk (EAM)	215
4.11	Polysulfidkautschuk (Thioplaste) (TM)	216
4.12	Epichlorhydrinkautschuk (CO, ECO, ETER)	218
4.13	Chlorsulfoniertes Polyethylen (CSM)	219
4.14	Fluorkautschuk (FKM)	220
4.15	Silikonkautschuk (Q)	221
5	Analytik	225
5.1	Einfache Methoden zum Identifizieren von Kunststoffen	225
5.1.1	Voruntersuchungen	225
5.1.2	Dichte	226
5.1.3	Löslichkeit	227
5.1.4	Thermisches Verhalten	228
5.1.5	Brandprobe	229
5.2	Differential Scanning Calorimetrie (DSC)	232
5.3	Thermogravimetrie (TGA)	233
5.4	Infrarot-Spektroskopie (IR)	234
5.5	Gas-Chromatografie (GC)	235
5.6	REM / EDX	236
6	Grundlagen der Kunststoffprüfung	239
6.1	Verarbeitungseigenschaften von Formmassen	240
6.1.1	Schmelzindexprüfung (DIN EN ISO 1133)	240
6.1.2	Viskositätszahl/K-Wert (DIN EN ISO 1628)	243
6.1.3	Bestimmung der Rohdichte (DIN EN ISO 1183)	245
6.1.4	Schüttdichte, Stopfdichte und Füllfaktor (DIN EN ISO 60, DIN EN ISO 61, DIN ISO 171)	246
6.1.5	Rieselfähigkeit (DIN EN ISO 6186)	248
6.1.6	Korngröße und Kornverteilung (DIN 53477)	248
6.1.7	Restfeuchtigkeit	248
6.2	Mechanische Eigenschaften	249
6.2.1	Zugversuch (DIN EN ISO 527)	249
6.2.2	Biegeversuch (DIN EN ISO 178)	251
6.2.3	Bestimmung des Elastizitätsmoduls	254
6.2.4	Schlagbiegeversuch (DIN EN ISO 179)	254
6.2.5	Härteprüfungen	256
6.2.6	Reibung und Verschleiß	257

6.3	Thermische Eigenschaften	257
6.3.1	Wärmeleitfähigkeit (DIN EN ISO 22 007)	257
6.3.2	Wärmeausdehnung (ISO 11 359)	258
6.3.3	Spezifische Wärmekapazität	259
6.3.4	Formbeständigkeit in der Wärme	259
6.3.5	DMTA (Dynamisch-Mechanische Thermo-Analyse)	260
6.4	Elektrische Eigenschaften	261
6.4.1	Elektrische Widerstandswerte (DIN IEC 60 093 VDE 0303/30)	261
6.4.2	Dielektrische Eigenschaften (DIN IEC 60 250)	265
6.4.3	Kriechstromfestigkeit (DIN EN 60 112)	265
6.4.4	Lichtbogenfestigkeit (DIN VDE 0303)	266
6.4.5	Durchschlagfestigkeit (DIN EN 60 243-1)	266
6.4.6	Elektrostatische Aufladung (DIN VDE 0303, DIN 53 486)	266
6.4.7	Verhalten bei Glimmentladungen (DIN EN 60 343)	267
6.5	Beständigkeiten	267
6.5.1	Lösemittelbeständigkeit	267
6.5.2	Spannungsrisssbildung	268
6.5.3	Chemische Beständigkeit	271
6.5.4	Witterungsbeständigkeit	272
6.5.5	Strahlenbeständigkeit	273
6.5.6	Brandverhalten	273
6.6	Prüfung von Kautschuk und Gummi	274
6.6.1	Prüfungen am Rohkautschuk und an unvulkanisierten Mischungen	275
6.6.2	Prüfungen am Vulkanisat	277
6.7	Langzeitverhalten der Kunststoffe	281
6.7.1	Viskoelastizität	281
6.7.2	Statisches Langzeitverhalten (DIN EN ISO 899-1/-2)	283
6.7.3	Dynamisches Langzeitverhalten (DIN 53 442)	288
6.8	Weitere Prüfungen	290
6.8.1	Prüfung an Fertigteilen	291
6.8.2	Qualitätssicherung und -Überwachung	292
6.8.3	Product Compliance	293
Kurzzeichen für Polymere in Anlehnung an DIN EN ISO 1043-1		295
Quellenverzeichnis		297
Stichwortverzeichnis		299