

---

<b>Vorwort</b>	7
<b>1. Einführung</b>	
1.1 Überblick	23
1.2 Die Geschichte des Naturkautschuks	25
1.3 Entdeckung der Vulkanisation	26
1.4 Anlegen von Kautschukplantagen	26
1.5 Das Streben nach Synthetikautschuk	27
1.6 Auswahl der Monomere für die Kautschuksynthese	27
1.7 Fabrikationsaufnahme von Methylkautschuk	28
1.8 Entwicklung weiterer Synthetikautschukarten	29
1.9 Entwicklung der Kautschuk-Chemikalien	30
1.10 Entwicklung der Festkautschuk-Verarbeitung	30
1.11 Entwicklung der Latexverarbeitung	32
1.12 Umgang mit dem Werkstoff Gummi	32
Literatur	32
<b>2. Grundbegriffe</b>	
2.1 Makromolekulare Stoffe	35
2.2 Hochpolymere und Monomere	36
2.2.1 Polymerisation	37
2.2.2 Polykondensation	38
2.2.3 Polyaddition	39
2.3 Organische Werkstoffe	39
2.3.1 Plastomere bzw. Thermoplaste	40
2.3.2 Elastomere	40
2.3.3 Thermoplastische Elastomere (TPE)	40
2.3.4 Duromere bzw. Duroplaste	41
2.4 Kautschuk, Gummi, Elastomere und Vulkanisate	41
2.5 Vulkanisation und Vernetzung	42
Literatur	42
<b>3. Zusammensetzung von Elastomeren</b>	
3.1 Übersicht	45
3.2 Kautschukarten	45
3.3 Füllstoffe	47
3.4 Pigmente	50
3.5 Weichmacher	50
3.6 Verarbeitungshilfsmittel	51
3.7 Alterungsschutzmittel	51
3.8 Vulkanisiermittel	52
3.9 Vulkanisationsbeschleuniger	52
3.10 Aktivatoren	53
3.11 Vulkanisationsverzögerer	53
3.12 Sonstige Mischungsbestandteile	53

3.12.1	Mastiziermittel	53
3.12.2	Treibmittel	54
3.12.3	Geruchverbessernde Mittel	54
3.12.4	Flammschutzmittel	54
3.12.5	Konservierungsmittel	55
3.12.6	Termitenschutzmittel	55
3.12.7	Trocknungsmittel	55
3.12.8	Regenerate	55
	Literatur	56

#### **4. Herstellung, Formgebung, Vulkanisation und Endbehandlung von Kautschukmischungen**

4.1	Herstellung von Kautschukmischungen	59
4.1.1	Das Wiegen der Mischungsbestandteile	60
4.1.2	Mischungsherstellung auf Mischwalzwerken	60
4.1.3	Mischungsherstellung in geschlossenen Innenmischern	61
4.1.4	Mischungskontrolle	62
4.2	Die Formgebung von Kautschukmischungen	63
4.2.1	Arbeiten an Spritzmaschinen (Extruder)	63
4.2.2	Arbeiten an Kalandern	64
4.2.3	Arbeiten mit Kautschuklösungen	65
4.2.4	Konfektionieren	66
4.3	Vulkanisationsverfahren	66
4.3.1	Pressenheizung	67
4.3.1.1	Kompressionsverfahren	68
4.3.1.2	TM-Verfahren (Transfer Moulding)	69
4.3.1.3	Spritzgussverfahren (Injection Moulding)	70
4.3.1.4	Das Schwundmaß bei der Herstellung von Formartikeln	70
4.3.2	Freiheizung	71
4.3.2.1	Vulkanisation in Heißluft	71
4.3.2.2	Vulkanisation im Sattdampf	71
4.3.2.3	Vulkanisation im Heißdampf	71
4.3.2.4	Vulkanisation im Luft/Dampfgemisch	72
4.3.3	Kontinuierliche Vulkanisation	72
4.3.3.1	Rotationsvulkanisationsverfahren	72
4.3.3.2	Kontinuierliche Heißluftvulkanisation	72
4.3.3.3	Kontinuierliche Vulkanisation im Dampfrohr	73
4.3.3.4	Flüssigkeitsbadvulkanisation (LCM-Vulkanisation)	73
4.3.3.5	Wirbelbettvulkanisation	73
4.3.3.6	Mikrowellenvulkanisation (UHF-Vulkanisation)	74
4.3.3.7	Vulkanisation durch energiereiche Strahlen	74
4.3.4	Kaltvulkanisation	75
4.3.5	Tempern	75
4.3.6	Endbehandlung	76
4.3.6.1	Entgraten	76
4.3.6.2	Oberflächenbehandlung	77
4.3.6.3	Endkontrolle	78
	Literatur	78

## 5. Direkte Verarbeitung von Latex

5.1	Übersicht	81
5.2	Zusammensetzung von Latexmischungen	81
5.2.1	Naturlatex	81
5.2.2	Syntheselatizes	83
5.2.3	Emulgatoren	84
5.2.4	Dispergatoren	85
5.2.5	Stabilisatoren	85
5.2.6	Verdickungsmittel	85
5.2.7	Koagulierungsmittel	85
5.2.8	Netzmittel und Schaumbildner	86
5.2.9	Schaumstabilisatoren	86
5.2.10	Konservierungsmittel	86
5.2.11	Vulkanisationsagenzien	86
5.2.12	Alterungsschutzmittel	87
5.2.13	Füllstoffe	87
5.2.14	Pigmente	87
5.2.15	Weichmacher	87
5.2.16	Flammwidrigmacher	87
5.2.17	Klebrigmacher	88
5.3	Herstellung von Latexmischungen	88
5.3.1	Herstellung von Emulsionen	88
5.3.2	Herstellung wässriger Dispersionen	88
5.4	Weiterverarbeitung und Vulkanisation von Latexmischungen	88
5.4.1	Tauchverfahren	89
5.4.2	Gießverfahren	89
5.4.3	Spinnverfahren zur Herstellung von Gummifäden	90
5.4.4	Herstellung von Schaumgummi	90
5.4.5	Imprägnieren von Textilien	90
5.4.6	Beschichten von Textilien	91
5.4.7	Teppichrückenbeschichtung	91
5.4.8	Papierveredelung	92
5.4.9	Herstellung von Dosenverschlussmassen	92
5.4.10	Latex als Bindemittel	93
5.4.11	Dispersionskleber	94
5.4.12	Bitumenvergütung	94
	Literatur	95

## 6. Kurzbezeichnung und Eingruppierung von Elastomeren

6.1	Übersicht	99
6.2	Einteilung nach Sättigung	99
6.3	Einteilung nach der Polarität	100
6.4	Vergleichende Betrachtung der wesentlichen Eigenschaften gebräuchlichster Elastomerarten	102
6.5	Werkstoffvorauswahl	103
6.6	Elastomer-Preise	103

## 7. Die einzigartigen Eigenschaften von Elastomeren

7.1	Übersicht	109
7.2	Physikalische Eigenschaften	109
7.2.1	Härte	109
7.2.2	Reißfestigkeit	110
7.2.3	Reißdehnung	110
7.2.4	Spannungswert	110
7.2.5	Weiterreißwiderstand	110
7.2.6	Abriebwiderstand	110
7.2.7	Gasdurchlässigkeit (Permeabilität)	111
7.3	Elastische Eigenschaften	111
7.3.1	Rückprallelastizität (Stoßelastizität)	111
7.3.2	Dämpfung	111
7.4	Verformungseigenschaften	112
7.4.1	Verformungsrest	112
7.4.2	Spannungsrelaxation	112
7.5	Thermische Eigenschaften	112
7.5.1	Wärmeleitfähigkeit	113
7.5.2	Ausdehnungskoeffizient	113
7.5.3	Joule-Effekt	113
7.5.4	Abhängigkeit der mechanischen Eigenschaften von der Umgebungstemperatur	114
7.6	Elektrische Eigenschaften von Elastomeren	114
7.7	Chemische Eigenschaften	115
	Literatur	116

## 8. Umwelteinflüsse auf Elastomere (Gummialterung)

8.1	Übersicht	119
8.2	Einwirkung von Sauerstoff und Wärme	121
8.3	Einwirkung von Sauerstoff und mechanische Beanspruchung	121
8.4	Einwirkung von Sauerstoff und Sonnenlicht	121
8.5	Einwirkung von Sauerstoff und Schwermetallsalzen	122
8.6	Einwirkung von Ozon und statischer Verformung	122
8.7	Einwirkung von Ozon ohne statische Verformung, verbunden mit Feuchtigkeit und Temperatur	122
8.8	Einwirkung trockener Hitze ohne Sauerstoffzutritt	123
8.9	Einwirkung der Luftfeuchtigkeit	123
8.10	Einwirkung energiereicher Strahlen	123
8.11	Biologische Schädigung durch Mikroorganismen	124
8.12	Schädigung durch Insekten und Nagetiere	124
8.13	Richtlinien für die Lagerung von Elastomeren	125
	Literatur	125

## 9. Einwirkung von Kontaktmedien auf Elastomere

9.1	Physikalische Einwirkung	129
9.2	Chemische Einwirkung	130
9.3	Abschätzung der physikalischen und chemischen Einwirkungen von Kontaktmedien	130
9.4	Prüfung des Quellverhaltens von Elastomeren in Kontaktmedien	132
9.5	Übersicht über Schmierstoffe und Arbeitsflüssigkeiten	132
9.5.1	Basisflüssigkeiten	133
9.5.1.1	Einteilung nach der Herkunft	133
9.5.1.2	Einteilung nach der Brennbarkeit	134
9.5.1.3	Einteilung nach der biologischen Abbaubarkeit	135
9.5.2	Additive	135
9.6	Standard-Referenz-Elastomere zur Beurteilung der Quellwirkung von Schmierstoffen und Arbeitsflüssigkeiten	137
9.6.1	Elastomer-Verträglichkeits-Index = EVI	139
9.6.2	Zusammenhang zwischen dem Anilinpunkt und der Quellwirkung von Mineralölen	142
9.7	Referenz-Prüfflüssigkeiten zur Beurteilung des Quellverhaltens von Elastomeren	142
9.7.1	Referenz-Prüfflüssigkeiten für mineralölbasische Flüssigkeiten	143
9.7.2	Referenz-Prüfflüssigkeiten für synthetische Schmierstoffe und Arbeitsflüssigkeiten	143
9.7.3	Referenz-Prüfflüssigkeiten für Kraftstoffe	143
9.7.4	Referenz-Prüfflüssigkeiten für Korrosionsinhibitoren	144
9.8	Verhalten von Elastomeren in pflanzlichen und tierischen Ölen sowie HETG-Flüssigkeiten	144
9.9	Verhalten von Elastomeren in mineralölbasischen Flüssigkeiten	145
9.10	Verhalten von Elastomeren in schwerentflammbaren Flüssigkeiten	147
9.10.1	Verhalten in HFAE-Flüssigkeiten	147
9.10.2	Verhalten in HFAS-Flüssigkeiten	148
9.10.3	Verhalten in HFB-Flüssigkeiten	148
9.10.4	Verhalten in HFC-Flüssigkeiten	148
9.10.5	Verhalten in Phosphorsäureestern bzw. HFDR-Flüssigkeiten	149
9.10.6	Verhalten in Esterölen	150
9.11	Verhalten von Elastomeren in synthetischen Kohlenwasserstoffen	151
9.11.1	Verhalten in Polyalphaolefinen (PAO)	151
9.11.2	Verhalten in Alkylbenzolen	152
9.12	Verhalten von Elastomeren in Polyalkylenglykolen	152
9.13	Verhalten von Elastomeren in siliciumhaltigen Schmierstoffen	154
9.13.1	Verhalten in Siliconölen	154
9.13.2	Verhalten in Kieselsäureestern	154
9.14	Verhalten von Elastomeren in fluorhaltigen Schmierstoffen	154
9.14.1	Verhalten in Polyperfluoralkylether	154
9.14.2	Verhalten in Polychlorotrifluorethylen (PCTFE)	154
9.15	Verhalten von Elastomeren in Polyphenylethern	155
9.16	Verhalten von Elastomeren in Schmierfetten	155
9.17	Verhalten von Elastomeren in Bremsflüssigkeiten	155
9.17.1	Glykolbasierte Bremsflüssigkeiten	156
9.17.1.1	Bremsflüssigkeit ist kein Bremsöl	157
9.17.2	Siliconölbasierte Bremsflüssigkeiten	157
9.17.3	Mineralölbasierte Bremsflüssigkeiten	158
9.18	Verhalten von Elastomeren in Kraftstoffen	158
9.18.1	Verhalten in Motorenbenzin	158

9.18.1.1	Verhalten in alkoholhaltigen Benzinen	159
9.18.1.2	Verhalten in reinem Methanol	160
9.18.1.3	Verhalten von Elastomeren in saurem Benzin	161
9.18.2	Verhalten von Elastomeren in Dieselmotorkraftstoff	161
9.18.2.1	Verhalten von Elastomeren in Biodieselmotorkraftstoff	162
9.18.3	Verhalten von Elastomeren in Düsenmotorkraftstoff	162
9.19	Verhalten von Elastomeren in organischen Lösungsmitteln	162
9.20	Verhalten von Elastomeren in Wasser und wässrigen Lösungen	164
9.21	Verhalten von Elastomeren in Säuren	164
9.22	Verhalten von Elastomeren in Laugen	165
9.23	Verhalten von Elastomeren in Kältemitteln	166
9.24	Verhalten von Elastomeren in Gasen und Dämpfen	166
9.24.1	Quellung von Elastomeren durch Gase	167
9.24.2	Explosive Dekompression	167
9.24.3	Chemische Einwirkung von Gasen	167
9.25	Verhalten von Elastomeren gegenüber Kontaktflächen	168
	Literatur	169
<b>10. Einwirkung von Elastomeren auf Kontaktmedien und Kontaktflächen</b>		
10.1	Elastomere in Kontakt mit Vakuum	173
10.2	Elastomere in Kontakt mit Kältemitteln und Isolierölen	173
10.3	Elastomere in Kontakt mit Lebensmitteln	173
10.4	Elastomere in Kontakt mit Metallen	174
10.4.1	Korrosion durch freien Schwefel	174
10.4.2	Korrosion durch Salzsäurebildung	176
10.4.3	Elektrochemische Korrosion	176
10.5	Kontakt mit Kunststoffen und Lacken	177
10.6	Ausdünstungen von Elastomeren	177
	Literatur	178
<b>11. Kautschukarten</b>		181
11.1	Unpolare Kautschuke bzw. Kohlenwasserstoffkautschuke	182
11.1.1	Naturkautschuk (NR)	183
11.1.1.1	Mischungszusammensetzung	184
11.1.1.2	Vulkanisat-Eigenschaften	184
11.1.1.3	Anwendungsgebiete	185
11.1.2	Isoprenkautschuk (IR) bzw. synthetischer Naturkautschuk	185
11.1.3	Styrolbutadienkautschuke (E-SBR und S-SBR)	186
11.1.3.1	Mischungsaufbau	187
11.1.3.2	Vulkanisateigenschaften	187
11.1.3.3	Anwendungsgebiete	188
11.1.4	Butadienkautschuke (BR)	188
11.1.5	Polynorbornenkautschuk (PNR)	189
11.1.5.1	Mischungsaufbau	189
11.1.5.2	Vulkanisateigenschaften	190
11.1.5.3	Anwendungsgebiete	190

---

11.1.6	Butylkautschuke (IIR)	191
11.1.6.1	Mischungsaufbau	191
11.1.6.2	Vulkanisat-Eigenschaften	192
11.1.6.3	Anwendungsgebiete	193
11.1.7	Chlorbutylkautschuk (CIIR)	193
11.1.8	Brombutylkautschuk (BIIR)	194
11.1.9	Ethylenpropylenkautschuke (EPM)	194
11.1.10	Ethylenpropylendienkautschuke (EPDM)	195
11.1.10.1	Mischungsaufbau	196
11.1.10.2	Vulkanisateigenschaften	196
11.1.10.3	Anwendungsgebiete	197
11.1.11	Vernetzbares Polyethylen (PE)	198
11.2	Polare Kautschuke	198
11.2.1	Acrylnitrilbutadienkautschuke (NBR)	198
11.2.1.1	Mischungsaufbau	199
11.2.1.2	Vulkanisateigenschaften	200
11.2.1.3	Anwendungsgebiete	204
11.2.2	Hydrierte Acrylnitrilbutadienkautschuke (HNBR)	204
11.2.2.1	Mischungsaufbau	205
11.2.2.2	Vulkanisateigenschaften	205
11.2.2.3	Anwendungsbeispiele	206
11.2.3	Chloroprenkautschuke (CR)	206
11.2.3.1	Mischungsaufbau	207
11.2.3.2	Vulkanisateigenschaften	208
11.2.3.3	Anwendungsbeispiele	209
11.2.4	Chlorpolyethylenkautschuke (CM)	210
11.2.4.1	Mischungsaufbau	210
11.2.4.2	Vulkanisateigenschaften	210
11.2.4.3	Einsatzgebiete	211
11.2.5	Chlorsulfonylpolyethylenkautschuke (CSM)	211
11.2.5.1	Mischungsaufbau	211
11.2.5.2	Vulkanisateigenschaften	212
11.2.5.3	Anwendungsgebiete	213
11.2.6	Polyacrylatkautschuke (ACM)	214
11.2.6.1	Mischungsaufbau	215
11.2.6.2	Vulkanisation von ACM-Mischungen	216
11.2.6.3	Vulkanisateigenschaften	216
11.2.6.4	Anwendungsgebiete	217
11.2.7	Ethylenacrylatkautschuke (AEM)	217
11.2.7.1	Polymertypen	218
11.2.7.2	Mischungsaufbau	218
11.2.7.3	Vulkanisation von AEM-Mischungen	218
11.2.7.4	Vulkanisateigenschaften	219
11.2.7.5	Anwendungsbeispiele	219
11.2.8	Ethylenvinylacetatkautschuke (EVM)	219
11.2.8.1	Mischungsaufbau	220
11.2.8.2	Vulkanisateigenschaften	220
11.2.8.3	Anwendungsgebiete	220
11.2.9	Fluorkautschuke (FKM)	221
11.2.9.1	Mischungszusammensetzung	222

11.2.9.2	Vulkanisation der Mischungen	223
11.2.9.3	Vulkanisateigenschaften	224
11.2.9.4	Anwendungsgebiete	226
11.2.10	Perfluorkautschuke (FFKM)	226
11.2.10.1	Mischungsaufbau	227
11.2.10.2	Vulkanisateigenschaften	227
11.2.10.3	Anwendungsgebiete	227
11.2.11	Tetrafluorethylenpropylenkautschuke (FEPM)	228
11.2.11.1	Mischungsaufbau	228
11.2.11.2	Vulkanisateigenschaften	228
11.2.11.3	Anwendungsgebiete	229
11.2.12	Siliconkautschuke (Q)	229
11.2.12.1	Verarbeitung von Siliconkautschuken	230
11.2.12.2	Vulkanisateigenschaften	233
11.2.12.3	Anwendungsgebiete	236
11.2.13	Nitroso-Fluorkautschuk bzw. Carboxynitrosokautschuk (AFMU)	236
11.2.13.1	Vulkanisateigenschaften	237
11.2.14	Polyurethankautschuke (AU, EU)	237
11.2.14.1	Polymerarten	238
11.2.14.2	Grundeigenschaften der Vulkanisate	240
11.2.14.3	Einfluss der Ausgangsstoffe auf die Eigenschaften der Polyurethane	242
11.2.14.4	Einsatzgebiete	243
11.2.15	Epichlorhydrinkautschuke (CO, ECO und GECO)	243
11.2.15.1	Mischungsaufbau	244
11.2.15.2	Vulkanisation der Mischungen	244
11.2.15.3	Vulkanisateigenschaften	244
11.2.15.4	Einsatzgebiete	246
11.2.16	Propylenoxidkautschuk (GPO)	246
11.2.17	Polysulfidkautschuke (T)	247
11.2.17.1	Feste Polysulfidpolymere	248
11.2.17.2	Flüssige Polysulfidpolymere	251
11.2.18	Polyfluoralkoxyphosphazenkautschuke (FZ)	252
11.2.18.1	Mischungsaufbau	252
11.2.18.2	Vulkanisateigenschaften	253
11.2.18.3	Anwendungsgebiete	253
11.2.19	Polyaryloxyphosphazenkautschuke (PZ)	254
	Literatur	254

## 12. Thermoplastische Elastomere (TPE)

12.1	Übersicht	261
12.2	Blockcopolymere	262
12.2.1	Styrol-Blockcopolymere (TPE-S)	263
12.2.2	Urethan-Blockcopolymere (TPE-U)	264
12.2.3	Etherester-Blockcopolymere (TPE-E)	264
12.2.4	Etheramid-Blockcopolymere (TPE-A bzw. PEBA = Polyetherblockamide)	266
12.2.5	Fluorierte Blockcopolymere (TPE-F)	267
12.3	Thermoplastische Polyolefinelastomere (TPE-O)	267
	Literatur	268



### 13. Gummiverbindungen mit anderen Materialien

13.1	Übersicht	273
13.2	Gummi/Metallverbindungen	273
13.2.1	Die Entfettung	273
13.2.2	Mechanische Vorbehandlung	274
13.2.3	Chemische Vorbehandlung	274
13.2.4	Haftmittel	275
13.2.5	Methoden zum Auftragen der Haftmittel	276
13.2.6	Trocknung und Lagerung der beschichteten Metallteile	277
13.2.7	Einfluss der Kautschukmischung auf die Gummi/Metallhaftung	277
13.2.8	Vulkanisation von Gummi/Metallverbindungen	277
13.2.9	Lösen von Gummi/Metallverbindungen	278
13.3	Gummi/Kunststoffverbindungen	278
13.4	Plasmatechnik	278
13.5	Prüfung der Haftung	279
	Literatur	280

### 14. Prüfungen von Kautschuken, Rohmischungen und Elastomeren

14.1	Mechanisch-technologische Prüfungen	283
14.1.1	Prüfung der Härte	284
14.1.1.1	Shore-Härte	284
14.1.1.2	Kugeldruckhärte	287
14.1.1.3	Mikrohärte	288
14.1.2	Bestimmung der Reißfestigkeit, Reißdehnung und Spannungswerte im Zugversuch	288
14.1.3	Bestimmung des Weiterreißwiderstandes	292
14.1.4	Bestimmung des Nadelausreißwiderstandes	293
14.1.5	Bestimmung des Abriebs	294
14.1.6	Prüfung der Gasdurchlässigkeit	295
14.1.7	Bestimmung der Rückprallelastizität	295
14.1.8	Bestimmung des Verformungsrestes nach Zug- und Druckbeanspruchung	297
14.1.8.1	Bestimmung des Zugverformungsrestes nach konstanter Verformung	297
14.1.8.2	Bestimmung des Druckverformungsrestes nach konstanter Verformung	298
14.1.9	Bestimmung der Spannungsrelaxation unter Druck	302
14.1.10	Dauerknickversuch	302
14.1.11	Prüfung der Wärmebildung und des Zermübwiderstandes im Dauerschwingversuch (Flexometerprüfung)	303
14.1.12	Bestimmung des Verhaltens bei tiefen Temperaturen (Kälteverhalten)	304
14.1.13	Künstliche Alterung	305
14.1.14	Prüfung der Ozonbeständigkeit	306
14.1.15	Bestimmung des Verhaltens gegen Kontaktmedien	308
14.1.15.1	Bestimmung der Massenänderung	309
14.1.15.2	Bestimmung der Volumenänderung	310
14.1.15.3	Bestimmung der Änderung der linearen Abmessungen	311
14.1.15.4	Bestimmung der Härteänderung	311
14.1.15.5	Bestimmung der Änderung von Reißfestigkeit und Reißdehnung	312
14.1.15.6	Sichtbare Veränderungen	312
14.1.15.7	Trocknung der Probekörper (Entquellung)	312

14.1.15.8	Beurteilung der Prüfergebnisse	312
14.1.16	Mechanisch-technologische Prüfung nach ISO-Normen	314
14.2	Chemisch-analytische Prüfungen	316
	Literatur	317
<b>15. Erkennen von Elastomeren mit einfachen Mitteln</b>		
15.1	Allgemeines zu chemischen Untersuchungen	321
15.2	Erforderliche Geräte und Laborhilfsmittel	322
15.3	Erforderliche Chemikalien und Reagenzien	324
15.4	Identifizierung des Kautschukanteils in unbekanntem Elastomeren	325
15.4.1	Erkennung durch Bestimmung der Dichte	326
15.4.2	Erkennung durch den Säuretest	327
15.4.3	Erkennung durch den Alterungsschnelltest	328
15.4.4	Extraktion der Gummiprobe	328
15.4.5	Erkennung durch den Flammtest	329
15.4.6	Erkennung durch den Pyrolysetest	331
	Literatur	332
<b>16. Qualitätskontrolle von Elastomerteilen beim Abnehmer</b>		
16.1	Bestimmung der Dichte	335
16.2	Messung der Härte nach Shore bzw. IRHD	335
16.3	Bestimmung des Druckverformungsrestes	336
16.4	Quellverhalten in Testflüssigkeiten	336
16.5	Bestimmung des Glührückstandes	337
16.6	Thermogravimetrische Analyse (TGA)	338
16.7	Infrarotspektroskopie	339
	Literatur	341
<b>17. Chemikalienbeständigkeit von Elastomeren</b>		345
	Literatur	346
<b>18. Erstellung von Werkstoffspezifikationen</b>		
18.1	Das Klassifizierungssystem ASTM D 2000	361
18.1.1	Nachteile des Klassifizierungssystems ASTM D 2000	365
18.2	ISO 4632-1 und ISO/TR 8461	368
18.3	DIN 78078	369
18.4	Firmenspezifikationen	369
18.5	Voraussetzungen für ein praxisgerechtes Klassifizierungssystem für Elastomere	371
18.6	Wie stellt man Werkstoffspezifikationen auf?	373
18.6.1	Abhängigkeit der Werkstoffanforderungen von der Beanspruchungsart des Elastomerteils	374
	Literatur	376

---

**Anhang**

	Die wichtigsten chemischen Grundbegriffe	379
A.1	Chemische Elemente und Verbindungen	379
A.2	Was heißt organisch und anorganisch?	379
A.3	Moleküle und Atome	381
A.4	Atomgewicht und Molekulargewicht	381
A.5	Chemische Symbole	382
A.6	Summen- und Strukturformel	382
A.7	Die Wertigkeit (Valenz) der Elemente	383
A.8	Wie stellt man eine Strukturformel auf?	384
A.9	Gesättigte und ungesättigte Verbindungen	385
A.9.1	Konjugierte Doppelbindungen	386
A.9.2	Resonanz (Mesomerie)	386
A.10	Radikale	387
A.11	Polarität	388
A.12	Funktionelle Gruppen	388
A.13	Isomerie	389
A.13.1	Struktur-Isomerie	389
A.13.2	Cis-trans-Isomerie	390
A.13.3	Spiegelbild-Isomerie	390
A.13.4	Substitutions-Isomerie	391
A.14	Wichtige organische Verbindungen	392
A.14.1	Kohlenwasserstoffe	392
A.14.2	Halogen-Kohlenwasserstoffe	395
A.14.3	Alkohole und Phenole	397
A.14.4	Ether	398
A.14.5	Thioalkohole (Mercaptane) und Thioether	398
A.14.6	Peroxide	399
A.14.7	Aldehyde	400
A.14.8	Ketone	400
A.14.9	Carbonsäuren	401
A.14.10	Ester	401
A.14.11	Natürliche Fette und Öle	404
A.14.12	Carbonsäure-Salze und -Seifen	404
A.14.13	Nitroverbindungen	404
A.14.14	Amine	405
A.14.15	Säureamide	406
A.14.16	Säureanhydride	406
A.14.17	Säurechloride	406
A.14.18	Nitrile	407
A.14.19	Isocyanate	408
A.14.20	Sulfonsäuren	408
A.14.21	Aminosäuren	409
A.14.22	Heterocyclische Verbindungen	411
	Literatur	411