

Inhalt

Der Autor	VII
Vorwort	IX
1 Einleitung	1
1.1 Historische Entwicklung	2
1.2 Wirtschaftliche Bedeutung	15
2 Grundlagen	23
2.1 Vom Monomer zum Polymer	24
2.2 Weitere Verknüpfungsarten	30
2.3 Arten polymerer Werkstoffe	32
2.3.1 Übersicht	32
2.3.2 Rheologisches Verhalten	34
2.3.3 Temperaturabhängige Charakteristik	36
2.3.4 Elastomere	40
2.3.5 Thermoplaste	42
2.3.6 Thermoplastische Elastomere	44
2.3.7 Duroplaste	45
3 Die Vernetzung von Kautschuken zu Elastomeren	49
3.1 Grundlagen	49
3.2 Die Vernetzung mit Schwefel	55
3.3 Die Vernetzung mit Peroxiden	57
3.4 Weitere Vernetzungsarten	59

4	Auswahlkriterien für die wichtigsten Kautschuke	61
4.1	Übersicht und Nomenklatur	61
4.2	Mechanische und dynamische Eigenschaften	65
4.3	Alterungs- und Witterungsbeständigkeit	69
4.4	Wärmebeständigkeit	72
4.5	Chemische Beständigkeit	74
4.6	Kälteflexibilität	78
4.7	Abrieb und Verschleiß	79
4.8	Der Kostenfaktor	79
5	Spezifische Eigenschaften der verschiedenen Elastomere	83
5.1	Einleitung	83
5.2	Naturkautschuk, NR	86
5.3	Isoprenkautschuk, IR	97
5.4	Styrol-Butadien-Kautschuk, SBR	97
5.5	Butadienkautschuk, BR	99
5.6	Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (Nitrilkautschuk), NBR	102
5.7	Hydrierter Nitrilkautschuk, HNBR/NBM	104
5.8	Chloroprenkautschuk, CR	106
5.9	Butylkautschuk/Brombutylkautschuk/Chlorbutylkautschuk, IIR/BIIR/CIIR	109
5.10	Chloriertes/Chlorsulfoniertes Polyethylen, CM/CSM	112
5.11	Ethylen-Propylen-(Dien)-Kautschuk, EPM/EPDM	113
5.12	Ethylen-Vinylacetat-Kautschuk, EVM	115
5.13	Acrylatkautschuk, ACM	117
5.14	Ethylen-Acrylat-Kautschuk, AEM	118
5.15	Chlorhydrinkautschuk/Epichlorhydrinkautschuk, CO/ECO/GECO	119
5.16	Silikonkautschuk, VMQ/PVMQ/FVMQ	120
5.17	Fluorkautschuk, FKM/FFKM/FEPM/AFMU	123
5.18	Norbonenkautschuk, NOR	127
5.19	Polysulfidkautschuk, T/OT	128
5.20	Polyurethankautschuk AU/EU	129
5.21	Sonstige	130
5.22	Zusammenfassender Vergleich	131

6	Thermoplastische Elastomere, TPE	135
6.1	Übersicht und Nomenklatur	135
6.2	Spezifisches Eigenschaftsprofil	140
6.2.1	Thermoplastische Elastomere auf Basis von Polyetheramiden (TPA)	140
6.2.2	Thermoplastische Elastomere auf Basis Polyetherester (TPC)	141
6.2.3	Unvernetzte (TPO) und vernetzte (TPV) thermoplastische Elastomere auf Olefinbasis	141
6.2.4	Thermoplastische Elastomere auf Styrolbasis (TPS)	142
6.2.5	Thermoplastische Polyurethan-Elastomere (TPU)	143
7	Kautschukchemikalien	147
7.1	Aufbau von Kautschukmischungen (Compounding)	147
7.2	Vernetzungssysteme	152
7.2.1	Vernetzung mit Schwefel	153
7.2.1.1	Vulkanisationsbeschleuniger und Schwefelspender	155
7.2.1.2	Vernetzungsaktivatoren	162
7.2.1.3	Vulkanisationsverzögerer (Retarder)	163
7.2.2	Peroxidvernetzung	164
7.2.3	Vernetzung mit Metalloxiden	166
7.2.4	Weitere Vernetzungsarten	167
7.3	Füllstoffe	168
7.3.1	Ruße	171
7.3.2	Kieselsäuren	174
7.3.3	Weitere Füllstoffe	175
7.4	Weichmacher und Verarbeitungshilfsmittel	176
7.4.1	Mineralölweichmacher	178
7.4.2	Synthetische Weichmacher	179
7.4.3	Verarbeitungshilfsmittel	181
7.5	Alterungs- und Ozonschutzmittel	183
7.6	Haftmittel	189
7.7	Mastizierhilfsmittel	191
7.8	Treibmittel	192
7.9	Sonstige Produkte	192

8	Die Verarbeitung von Kautschuk und Kautschukmischungen	195
8.1	Übersicht	195
8.2	Mastikation von Naturkautschuk	197
8.3	Mischen	198
8.3.1	Mischen im Innenmischer	198
8.3.2	Mischen auf dem Walzwerk	203
8.4	Formgebung und Vulkanisation	205
8.4.1	Pressverfahren	205
8.4.1.1	Kompressionsverfahren (Compression-Molding)	207
8.4.1.2	Transferpressverfahren (Transfer-Molding)	208
8.4.1.3	Spritzgießverfahren (Injection-Molding)	209
8.4.1.4	Spritzprägeverfahren (Injection-Transfer-Molding)	212
8.4.2	Extrusion und kontinuierliche Vulkanisation	212
8.4.2.1	Extrusion	212
8.4.2.2	Kontinuierliche Heißluftvulkanisation	220
8.4.2.3	Kontinuierliche Dampfvulkanisation	222
8.4.2.4	Kontinuierliche Heißgasvulkanisation	222
8.4.2.5	Salzbadvulkanisation (LCM – Liquid-Curing-Medium)	222
8.4.2.6	Vulkanisation im Fließbett (Fluid-Bed)	224
8.4.2.7	Vernetzung durch energiereiche Strahlen	224
8.4.2.8	Extrusion und Vulkanisation von verstärkten Schläuchen	224
8.4.2.9	Beflocken von Profilen	226
8.4.3	Kalandrierte Artikel	226
8.4.4	Vulkanisation im Autoklaven (Freiheizung)	231
8.4.5	Vulkanisation mit heißem Wasser	232
8.4.6	Tempern	232
8.5	Artikelbezogene Spezialverfahren	233
8.5.1	Walzenbeläge	233
8.5.2	Antriebs- und Zahnriemen	233
8.5.3	Reifen	234
8.5.4	Moos-, Zell- und Schwammgummi	238
8.6	Die Verarbeitung und Anwendung von Latex	239

9	Prüfung von Kautschukmischungen und Elastomeren	243
9.1	Rheologische Prüfungen	244
9.1.1	Mooney-Viskosität und Mooney-Relaxation (DIN 53523, ISO 289)	244
9.1.2	Anvulkanisation (DIN 53523, ISO 289)	247
9.1.3	Bestimmung der Vernetzungsisotherme (DIN 53529)	248
9.2	Mechanische Prüfungen	251
9.2.1	Bestimmung der Härte (ISO 7619, ISO 48)	251
9.2.2	Zugversuch (ISO 37)	254
9.2.3	Rückprallelastizität (ISO 4662)	258
9.2.4	Weiterreißwiderstand (ISO 34)	259
9.2.5	Druckverformungsrest (ISO 815)	261
9.2.6	Abriebwiderstand (ISO 4649, ISO 5470, ASTM D394)	263
9.3	Dynamische Prüfungen	265
9.3.1	Zermübnungsprüfungen	265
9.3.2	Ermüdungsprüfungen	267
9.4	Alterung und chemische Beständigkeit	268
9.5	Kälteflexibilität	270
10	Typische Produkte	273
10.1	Formteile	273
10.1.1	O-Ringe	273
10.1.2	Faltenbälge und Schutzkappen (Manschetten)	275
10.1.3	Wellendichtringe und Gleitringdichtungen	276
10.1.4	Federelemente: Puffer und Schwingungsdämpfer	277
10.2	Schläuche	278
10.3	Profile	280
10.4	Antriebs- und Steuerriemen	281
10.5	Transportbänder (Fördergurte)	283
10.6	Walzenbeläge	284
10.7	Kabel	285
10.8	Beschichtete Gewebe	286
10.9	Reifen	287

11 Anhang 291

11.1 Chemische Beständigkeit von Elastomeren 291

11.2 Weiterführende Fachliteratur 292

11.3 Fachinformationen 292

11.4 Verbände und Institute 292

11.5 Studiengänge 293

12 Zum Recycling von Elastomererzeugnissen 295

Index 301