

Georg Abts

Einführung in die Kautschuktechnologie

2., neu bearbeitete Auflage

HANSER

Inhalt

Der Autor	V
Vorwort	VII
Inhalt	XI
1 Einleitung	1
1.1 Historische Entwicklung	2
1.2 Wirtschaftliche Bedeutung	14
2 Grundlagen	21
2.1 Vom Monomer zum Polymer	22
2.2 Weitere Verknüpfungsarten	28
2.3 Arten polymerer Werkstoffe	30
2.3.1 Übersicht	30
2.3.2 Rheologisches Verhalten	32
2.3.3 Temperaturabhängige Charakteristik	33
2.3.4 Elastomere	38
2.3.5 Thermoplaste	39
2.3.6 Thermoplastische Elastomere	41
2.3.7 Duroplaste	42
3 Die Vernetzung von Kautschuken zu Elastomeren	45
3.1 Grundlagen	45
3.2 Die Vernetzung mit Schwefel	51
3.3 Die Vernetzung mit Peroxiden	53
3.4 Weitere Vernetzungsarten	54
4 Auswahlkriterien für die wichtigsten Kautschuke	55
4.1 Übersicht und Nomenklatur	55
4.2 Mechanische und dynamische Eigenschaften	58

4.3	Alterungs- und Witterungsbeständigkeit.....	62
4.4	Wärmebeständigkeit	64
4.5	Chemische Beständigkeit.....	66
4.6	Kälteflexibilität	69
4.7	Abrieb und Verschleiß	70
4.8	Der Kostenfaktor.....	70
5	Spezifische Eigenschaften der verschiedenen Elastomere.....	73
5.1	Einleitung	73
5.2	Naturkautschuk, NR.....	76
5.3	Isoprenkautschuk, IR.....	87
5.4	Styrol-Butadien-Kautschuk, SBR.....	87
5.5	Butadienkautschuk, BR	89
5.6	Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (Nitrilkautschuk), NBR.....	91
5.7	Hydrierter Nitrilkautschuk, HNBR/NBM.....	94
5.8	Chloroprenkautschuk, CR	96
5.9	Butylkautschuk/Brombutylkautschuk/ Chlorbutylkautschuk, IIR/BIIR/CIIR	99
5.10	Chloriertes/Chlorsulfoniertes Polyethylen, CM/CSM.....	101
5.11	Ethylen-Propylen-(Dien)-Kautschuk, EPM/EPDM.....	103
5.12	Ethylen-Vinylacetat-Kautschuk, EVM.....	105
5.13	Acrylatkautschuk, ACM.....	107
5.14	Ethylen-Acrylat-Kautschuk, AEM.....	108
5.15	Chlorhydrinkautschuk/Epichlorhydrinkautschuk, CO/ECO/GECO ...	109
5.16	Silikonkautschuk, VMQ/PVMQ/FVMQ	110
5.17	Fluorkautschuk, FKM/FFKM/FEPM/AFMU	113
5.18	Norbonenkautschuk, NOR.....	116
5.19	Polysulfidkautschuk, T/OT	117
5.20	Polyurethankautschuk AU/EU	118
5.21	Sonstige	119
5.22	Zusammenfassender Vergleich.....	120
6	Thermoplastische Elastomere, TPE.....	125
6.1	Übersicht und Nomenklatur	125
6.2	Spezifisches Eigenschaftsprofil.....	129
6.2.1	Thermoplastische Elastomere auf Basis von Polyetheramiden (TPA).....	129
6.2.2	Thermoplastische Elastomere auf Basis Polyetherester (TPC) ...	130

6.2.3	Unvernetzte (TPO) und vernetzte (TPV) thermoplastische Elastomere auf Olefinbasis	130
6.2.4	Thermoplastische Elastomere auf Styrolbasis (TPS)	131
6.2.5	Thermoplastische Polyurethan-Elastomere (TPU)	132
7	Kautschukchemikalien	135
7.1	Aufbau von Kautschukmischungen (Compounding)	135
7.2	Vernetzungssysteme	138
7.2.1	Vernetzung mit Schwefel	139
7.2.1.1	Vulkanisationsbeschleuniger und Schwefelspender ...	141
7.2.1.2	Vernetzungsaktivatoren	147
7.2.1.3	Vulkanisationsverzögerer (Retarder)	148
7.2.2	Peroxidvernetzung	149
7.2.3	Vernetzung mit Metalloxiden	151
7.2.4	Weitere Vernetzungsarten	152
7.3	Füllstoffe	152
7.3.1	Ruße	156
7.3.2	Kieselsäuren	158
7.3.3	Weitere Füllstoffe	159
7.4	Weichmacher und Verarbeitungshilfsmittel	160
7.4.1	Mineralölweichmacher	162
7.4.2	Synthetische Weichmacher	163
7.4.3	Verarbeitungshilfsmittel	165
7.5	Alterungs- und Ozonschutzmittel	167
7.6	Haftmittel	172
7.7	Mastizierhilfsmittel	174
7.8	Treibmittel	175
7.9	Sonstige Produkte	175
8	Die Verarbeitung von Kautschuk und Kautschukmischungen	177
8.1	Übersicht	177
8.2	Mastikation von Naturkautschuk	179
8.3	Mischen	180
8.3.1	Mischen im Innenmischer	180
8.3.2	Mischen auf dem Walzwerk	185
8.4	Formgebung und Vulkanisation	187
8.4.1	Pressverfahren	187
8.4.1.1	Kompressionsverfahren (Compression-Moulding) ...	189
8.4.1.2	Transferpressverfahren (Transfer-Moulding)	190
8.4.1.3	Spritzgießverfahren (Injection-Moulding)	191
8.4.1.4	Spritzprägeverfahren (Injection-Transfer-Moulding) ...	193

8.4.2	Extrusion und kontinuierliche Vulkanisation	194
8.4.2.1	Extrusion	194
8.4.2.2	Kontinuierliche Heißluftvulkanisation	201
8.4.2.3	Kontinuierliche Dampfvulkanisation	203
8.4.2.4	Kontinuierliche Heißgasvulkanisation	204
8.4.2.5	Salzbadvulkanisation (LCM - Liquid-Curing-Medium) ..	204
8.4.2.6	Vulkanisation im Fließbett (Fluid-Bed)	205
8.4.2.7	Vernetzung durch energiereiche Strahlen	206
8.4.2.8	Extrusion und Vulkanisation von verstärkten Schläuchen	206
8.4.2.9	Beflocken von Profilen	207
8.4.3	Kalandrierte Artikel	207
8.4.4	Vulkanisation im Autoklaven (Freiheizung)	213
8.4.5	Vulkanisation mit heißem Wasser	214
8.4.6	Tempern	214
8.5	Artikelbezogene Spezialverfahren	215
8.5.1	Walzenbeläge	215
8.5.2	Antriebs- und Zahnriemen	215
8.5.3	Reifen	216
8.5.4	Moos-, Zell- und Schwammgummi	220
8.6	Die Verarbeitung und Anwendung von Latex	220
9	Prüfung von Kautschukmischungen und Elastomeren	225
9.1	Rheologische Prüfungen	226
9.1.1	Mooney-Viskosität und Mooney-Relaxation (DIN 53523, ISO 289)	226
9.1.2	Anvulkanisation (DIN 53523, ISO 289)	229
9.1.3	Bestimmung der Vernetzungsisotherme (DIN 53529)	230
9.2	Mechanische Prüfungen	233
9.2.1	Bestimmung der Härte (ISO 7619, ISO 48)	233
9.2.2	Zugversuch (ISO 37)	236
9.2.3	Rückprallelastizität (ISO 4662)	240
9.2.4	Weiterreißwiderstand (ISO 34)	241
9.2.5	Druckverformungsrest (ISO 815)	243
9.2.6	Abriebwiderstand (ISO 4649, ISO 5470, ASTM D394)	245
9.3	Dynamische Prüfungen	246
9.3.1	Zermüblingsprüfungen	247
9.3.2	Ermüdungsprüfungen	248
9.4	Alterung und chemische Beständigkeit	249
9.5	Kälteflexibilität	252

10	Typische Produkte	255
10.1	Formteile	255
10.1.1	O-Ringe	255
10.1.2	Faltenbälge und Schutzkappen (Manschetten)	257
10.1.3	Wellendichtringe und Gleitringdichtungen	258
10.1.4	Federelemente: Puffer und Schwingungsdämpfer	258
10.2	Schläuche	260
10.3	Profile	262
10.4	Antriebs- und Steuerriemen	263
10.5	Transportbänder (Fördergurte)	265
10.6	Walzenbeläge	266
10.7	Kabel	267
10.8	Beschichtete Gewebe	268
10.9	Reifen	269
11	Anhang	273
11.1	Chemische Beständigkeit von Elastomeren	273
11.2	Weiterführende Fachliteratur	274
11.3	Fachzeitschriften	274
11.4	Verbände	274
11.5	Studiengänge	275
Index		277