

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	V
1 Grundlagen der Kautschukextrusion.....	1
1.1 Einleitung.....	1
1.2 Anforderungen bei der Kautschukextrusion.....	2
1.3 Extruderbauarten.....	3
1.3.1 Allgemeine Merkmale.....	3
1.3.2 Warmgummi-Extruder.....	4
1.3.3 Kaltgummi-Stiftextruder.....	6
1.3.4 Kaltgummi-Entgasungsextruder.....	13
1.3.5 Das Strainern.....	17
1.3.6 Sonderbauarten.....	20
1.3.7 Zahnradpumpe.....	21
1.4 Der Extrusionskopf.....	27
1.5 Theoretische Grundlagen/Wirkungsweise.....	28
1.5.1 Strömungsmodell/Kanalströmung.....	28
1.5.2 Kennlinien/ p, G -Diagramm.....	28
1.5.2.1 Charakteristische Extruder kennlinie.....	29
1.5.2.2 Charakteristische Kennlinie des Extrusionskopfes.....	30
1.5.2.3 Spezifische Ausstoßleistung, G/n -Wert.....	32
1.6 Berechnung der Ausstoßleistung.....	34
1.6.1 Schneckenkanalströmung.....	34
1.6.2 Optimierung der Steigung und der Steigungswinkel.....	36
1.6.3 Fördervolumen und Ausstoßleistung.....	36
1.6.4 Fördergrad.....	38
2 Einflussgrößen und Betrieb.....	39
2.1 Einleitung.....	39
2.2 Extruderleistung.....	39
2.2.1 Leistungsdiagramm.....	39
2.2.2 Leistungsgrenzen.....	40
2.2.2.1 Leistungsdreieck.....	40
2.2.2.2 Temperaturgrenze.....	42
2.2.2.3 Homogenitätsgrenze.....	43
2.3 Einfluss des Gegendruckes und der Profilabmessungen.....	46
2.4 Einfluss der Mooney-Viskosität.....	48
2.5 Auswirkungen der Temperierung.....	51
2.5.1 Aufgaben und Wirkungsweise.....	51
2.5.2 Temperiergeräte.....	54

2.5.2.1	Aufbau und Anforderungen.	54
2.5.2.2	Auslegungsrichtlinien	57
2.6	Einfluss der Bestiftung bei Stiftextrudern	61
2.7	Einfluss der Extrudergröße/Hochrechnungen auf andere Extrudergrößen.....	63
2.7.1	Verhältnis der spezifischen Ausstoßleistungen	64
2.7.2	Drehzahlverhältnis und absolute Austoßleistung.....	64
2.7.3	Drehmoment- und Leistungsverhältnis.....	65
2.7.4	Beispiel	65
2.8	Sonstige Einflussgrößen	66
3	Werkzeuge und Werkzeuggestaltung	69
3.1	Technische Gummiwaren (TGW).....	69
3.2	Das Extrusionswerkzeug	70
3.3	Bauarten und Aufbau der Extrusionswerkzeuge	74
3.3.1	Inline-Extrusionswerkzeuge.....	74
3.3.2	Koextrusionswerkzeuge.....	76
3.3.3	Metallverstärkung	78
3.3.4	Schlauchextrusionswerkzeuge	81
3.3.4.1	Inline-Schlauchextrusionswerkzeug.....	81
3.3.4.2	Querextrusionsschlauchköpfe.....	83
3.4	Der Scherkopf	86
3.4.1	Funktion und Aufbau des Scherkopfes.....	86
3.4.2	Vorteile des Scherspritzkopfes und Anwendungsbereiche	88
4	Vulkanisation	89
4.1	Grundlagen	89
4.2	Vulkanisationsverfahren	90
4.2.1	Diskontinuierliche Vulkanisation im Druckkessel.....	90
4.2.2	Heißluftvulkanisation	90
4.2.3	Schock-Heißluftanlage.....	92
4.2.4	UHF-Anlagen (Mikrowellen-Anlagen)	93
4.2.4.1	Grundprinzip	93
4.2.4.2	Wirkungsweise	94
4.2.4.3	UHF-Felderzeugung	96
4.2.4.4	Prinzipieller Aufbau.....	98
4.2.4.5	Anwendungen im Kautschukbereich.....	98
4.2.4.6	Anforderungen	100
4.2.5	Salzbad-Vulkanisationsanlagen	101
4.2.5.1	Aufbau und Baugruppen	102
4.2.6	Sonstige Vulkanisations- und Vorvulkanisationseinrichtungen	106
4.2.6.1	Fluidbad-Vulkanisationsanlagen.....	106
4.2.6.2	Infrarot-Anlage.....	106
4.2.6.3	Vorvulkanisation mittels Scherkopfanlagen.....	107

5 Peripherie- und Nachbehandlungseinrichtungen	109
5.1 Liniengeschwindigkeit	109
5.2 Kühlstrecke zum Abkühlen von Gummiprofilen	110
5.3 Beflockungsanlagen	112
5.3.1 Fertigungsverfahren zur kontinuierlichen Beflockung	112
5.3.1.1 Beflockung nach der Vulkanisation	112
5.3.1.2 Beflockung vor der Endvulkanisation	113
5.3.2 Beflockungsvorgang	113
5.3.2.1 Vorbehandlung	113
5.3.2.2 Kleberauftrag	115
5.3.2.3 Flockauftragung	118
5.3.2.4 Nachreinigung und Endbearbeitung	121
5.3.3 Diskontinuierliche Beflockung (Eckenbeflockung)	121
5.4 Fördereinrichtungen	121
5.4.1 Raupenabzüge	121
5.4.2 Einlaufmessförderband	122
5.5 Feuerlöscheinrichtungen und Brandschutzmaßnahmen	122
5.6 Sonstige Peripherie- und Nachbehandlungseinrichtungen	123
6 Extrusionslinien	125
6.1 Auslegung von Extrusionslinien zur Herstellung technischer Gummiwaren (TGW)	125
6.2 Herstellverfahren	125
6.2.1 Diskontinuierliche Herstellung mit Vulkanisation unter Druck	126
6.2.2 Kontinuierliche Herstellung mit druckloser Vulkanisation	126
6.3 Beispiele von ausgeführten Extrusionslinien	128
6.3.1 Extrusionslinie mit Vulkanisation im Druckkessel	128
6.3.1.1 Herstellung von Kühlerschläuchen	128
6.3.1.2 Typische Maschinenkomponenten für die Extrusionslinie mit Vulkanisation im Druckkessel	129
6.3.2 Extrusionslinien mit druckloser kontinuierlicher Vulkanisation für Einkomponenten-Profile	131
6.3.2.1 Herstellung von Einkomponenten-Profilen	131
6.3.2.2 Maschinenkomponenten für die Einkomponenten- Profilextrusionslinie mit druckloser Vulkanisation	131
6.3.3 Extrusionslinie mit druckloser kontinuierlicher Vulkanisation von Mehrkomponentenprofilen mit und ohne Metalleinlage	134
6.3.3.1 Herstellung von Koextrusionsprofilen	134
6.3.3.2 Maschinenkomponenten für die Extrusionslinie mit druckloser Vulkanisation zur Herstellung von Mehrkomponentenprofilen mit und ohne Metallverstärkung	135
6.3.3.3 Koextrusionsanlage zur kontinuierlichen Herstellung von 2-Komponenten-Scheibenwischerprofilen	136
6.4 Steuerungs- und Regelungseinrichtungen	138

7 Extrusion von Reifenkomponenten und Großprofilen	139
7.1 Einleitung	139
7.2 Die Extrusionsaggregate	140
7.3 Aufbau der Extrusionslinie	146
7.3.1 Einrichtungen zum Spannungsabbau	146
7.3.2 Kühlstrecken	148
7.3.3 Abnahme- und Aufwickelvorrichtungen	153
7.3.3.1 Schneidemaschine	153
7.3.3.2 Aufwickelvorrichtungen	154
7.3.4 Qualitätssicherungseinrichtungen	156
7.3.5 Kennzeichnungs- und Markierungseinrichtungen	157
7.3.6 Sonstige Einrichtungen	158
7.4 Rollerhead-Anlagen	159
7.5 Auslegung von Extrusionslinien zur Herstellung von Reifenkomponenten und Großprofilen	164
7.6 Regelungskonzepte für Mehrfach-Extrusionsanlagen	165
8 Kautschuksorten und ihr Verarbeitungsverhalten bei der Extrusion	169
8.1 Rohkautschukmischungen	169
8.1.1 Zusammensetzung	169
8.1.2 Herstellen von Kautschukmischungen	170
8.2 Kautschuksorten	173
8.2.1 Grundlagen der Kautschukchemie	173
8.2.2 Naturkautschuk (Kurzzeichen NR)	174
8.2.2.1 Molekularer Aufbau	174
8.2.2.2 Eigenschaften und Verarbeitungsverhalten	175
8.2.3 Synthetische Kautschuksorten	176
8.2.3.1 Polybutadienkautschuk (Kurzzeichen BR)	177
8.2.3.2 Styrol-Butadien-Kautschuk (Kurzzeichen SBR)	177
8.2.3.3 Butylkautschuk (Kurzzeichen IIR)	178
8.2.3.4 Chloroprenkautschuk (Kurzzeichen CR)	179
8.2.3.5 Äthylen-Propylen-Kautschuk (Kurzzeichen EPM, EPDM)	180
8.2.3.6 Sonstige wichtige Kautschuksorten	181
8.2.3.7 Thermoplastische Elastomere (TPE)	181
8.3 Kurzzeichen ausgewählter Kautschuksorten und Elastomere	184
9 Qualitätssicherung in der Profilextrusion	185
9.1 Grundsätze moderner Qualitätssicherung	185
9.2 Fehlerarten und Normalverteilung der Qualitätsmerkmale	185
9.3 Fähigkeitskennwerte	187
9.4 Richtlinie zur Durchführung von Fähigkeitsuntersuchungen bei Abnahmen	190
9.4.1 Bedeutung der Fähigkeitsuntersuchungen in der Praxis	190
9.4.2 Vereinbarungen und Vorgehensweise	191
9.4.2.1 Profilverwahl und Kautschukmischungen	192
9.4.2.2 Festlegung der Qualitätsmerkmale und Fähigkeitskennwerte	192
9.4.3 Durchführungsbestimmungen	193

9.4.3.1	Abnahmelauf.....	193
9.4.3.2	Messmittel.....	193
9.4.3.3	Stichprobenumfang und Messmethode	194
9.4.4	Auswertung	194
9.4.5	Beurteilung der Ergebnisse: Abnahme bzw. weitere Vorgehensweise.....	195
9.5	Weitere Qualitätssicherungsmaßnahmen	195
	Stichwortverzeichnis.....	197