

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	5
<b>1 Darstellung einer durch den Werkstoff Kautschuk geprägten Industrie</b> .....	11
<b>2 Die Herstellung verarbeitungsfähiger Kautschukmischungen</b> .....	13
2.1 Herstellungsverfahren: Innenmischer—Walzwerk—Batch-off-Anlage ....	14
2.1.1 Der Innenmischer.....	15
2.1.1.1 Das tangierende Knetschaufelsystem.....	15
2.1.1.2 Das ineinandergreifende oder kämmende Rotorensystem .....	17
2.1.1.3 Knetergößen.....	18
2.1.1.4 Konstruktive und technische Merkmale der Innenmischer ....	19
2.1.1.5 Mastikation im Innenmischer.....	22
2.1.1.6 Mischungsherstellung im Innenmischer .....	22
2.1.2 Das Walzwerk .....	23
2.1.2.1 Konstruktive und technische Merkmale .....	24
2.1.2.2 Walzwerksgrößen .....	25
2.1.2.3 Bedeutung des Walzwerks für die Mischungsherstellung .....	25
2.1.2.4 Weitere verarbeitungstechnische Einsatzgebiete der Walzwerke	26
2.1.3 Batch-off-Anlage .....	27
2.2 Herstellungsverfahren: Innenmischer—Spezialextruder—Kühlanlage ....	28
2.2.1 Mischraum-Extruder .....	29
2.2.1.1 Pelletizer .....	29
2.2.1.2 Slab-Extruder.....	30
2.2.1.3 Extruder-Roller-Die .....	30
2.3 Kontinuierliche Mischverfahren .....	31
<b>3 Von der verarbeitungsfähigen Kautschukmischung zum Endprodukt</b> .....	32
3.1 Gemeinsames und Unterschiedliches zur Technologie verarbeitungsfähiger Kunststoffe .....	33
3.2 Übersicht über die gebräuchlichsten Kautschuk-Verarbeitungsverfahren	34
3.2.1 Urformen .....	34
3.2.1.1 Urformen zu dauerelastischen Gummiartikeln .....	35
3.2.1.2 Urformen zu plastischen Halbzeugen .....	37
3.3 Herstellen von Formteilen .....	38
3.3.1 Preßverfahren .....	39
3.3.1.1 Verfahrensablauf .....	39
3.3.1.2 Spezielle Preßverfahren .....	42
3.3.1.2.1 Schwamm- und Zellgummi .....	43
3.3.1.2.2 Reifen .....	44
3.3.2 Spritzpreßverfahren .....	46
3.3.3 Spritzgießverfahren .....	48
3.3.3.1 Beschicken .....	48
3.3.3.2 Plastifiziereinheit .....	49

3.3.3.3	Schließeinheit .....	54
3.3.3.4	Aufbau von Werkzeugen .....	57
3.3.3.5	Automatisiertes Spritzgießen .....	62
3.4	Tauchen von Trägern und Formartikeln .....	63
3.4.1	Imprägnieren von Geweben .....	63
3.4.2	Herstellen von Tauchartikeln .....	65
3.5	Verarbeitung durch Gießen .....	67
3.5.1	Verfahrensablauf .....	67
3.5.1.1	Streichen mit Rakel .....	67
3.5.1.2	Streichen mit Walzen .....	68
3.5.2	Trocknen des beschichteten Gewebes .....	69
3.5.3	Vulkanisation des beschichteten Gewebes .....	69
3.6	Herstellen von Platten, Folien und gummierten Geweben .....	69
3.6.1	Bewegung des Masseteilchens im Walzenspalt .....	70
3.6.2	Kalanderbauarten .....	71
3.6.3	Konstruktive und technische Merkmale der Kalander .....	73
3.6.3.1	Walzenabmessungen .....	73
3.6.3.2	Walzenmaterial .....	74
3.6.3.3	Walzenbombage .....	74
3.6.3.4	Walzenlagerung .....	75
3.6.3.5	Vorrichtungen zum Ausgleich der Walzendurchbiegung .....	75
3.6.3.5.1	Walzenschränkung (Cross-axing) .....	76
3.6.3.5.2	Gegenbiegen der Walzen (Roll-bending) .....	77
3.6.3.6	Walzenzusatzeinrichtungen .....	77
3.6.3.6.1	Walzenvorbelastung .....	77
3.6.3.6.2	Walzenverstellung .....	78
3.6.3.6.3	Walzentemperierung .....	78
3.6.3.7	Kalanderantriebe .....	79
3.6.3.8	Kalanderzusatzeinrichtungen .....	79
3.6.3.8.1	Andrückleinrichtungen .....	80
3.6.3.8.2	Gewebespeicher .....	80
3.6.3.8.3	Stahlcord-Querschneideanlage .....	80
3.6.3.9	Kalandrierbarkeit von Kautschukmischungen .....	81
3.6.3.9.1	Ziehen von Fellen und Platten .....	82
3.6.3.9.2	Friktionieren von Geweben .....	82
3.6.3.9.3	Belegen von Geweben .....	83
3.6.4	Vulkanisation von Platten und gummierten Geweben .....	83
3.7	Verarbeitung von Kautschukmischungen auf Extrudern .....	85
3.7.1	Möglichkeiten der Mischungsplastifizierung und -homogenisierung .....	85
3.7.1.1	Plastifizierung der warmen, homogenen Kautschukmischung ..	86
3.7.1.1.1	Plastifizierung im Zylinder einer warmgespeisten Kolbenmaschine .....	86
3.7.1.1.2	Plastifizieren im Zylinder einer warmgespeisten Schneckenmaschine .....	87
	Verfahrensablauf .....	87
	Konstruktive und technische Daten der Warmfütterextruder ..	88
	Förderung und Druckaufbau konventioneller Schnecken .....	88
	Einfluß der Vorplastifizierung der Kautschukmischung .....	92
3.7.1.1.3	Plastifizieren im Zylinder kaltgespeister Schneckenmaschinen ..	93
	Strömungs- und Mischverlauf im Bereich reiner Förderschnecken .....	94
3.7.1.1.4	Strömungs- und Mischverlauf in Scher- und Mischsystemen ..	95

	Scheren ohne Teilung und Verlagerung des Massestroms .....	95
	Scheren unter gleichzeitiger Teilung und Verlagerung des Massestroms .....	97
	Mischen durch Teilung und Umlegen des Massestroms .....	100
3.7.2	Fertigmischen von Kautschukmischungen auf Extrudern .....	104
3.7.3	Spritzbarkeit der Kautschukmischungen .....	104
3.7.4	Technische und konstruktive Merkmale der Kautschukaltfütterextruder .....	105
3.7.5	Extruderbeheizung und -kühlung .....	108
3.7.6	Vulkanisationsverfahren für Profile, Schläuche und Kabel .....	108
3.7.6.1	Diskontinuierliche Verfahren .....	109
3.7.6.1.1	Freiheizung im Druckkessel mit Sattedampf .....	109
3.7.6.1.2	Vulkanisation unter Blei im Autoklaven .....	110
3.7.6.2	Kontinuierliche Verfahren .....	110
3.7.6.2.1	Kontinuierliche Druckverfahren .....	110
	Kontinuierliche Vulkanisation im Dampfrohr .....	110
3.7.6.3	Kontinuierliche drucklose Verfahren .....	111
3.7.6.3.1	Vulkanisation in Flüssigkeitsbädern (LCM-Verfahren) .....	112
3.7.6.3.2	Fließbettvulkanisation (Fluid-bed-Verfahren) .....	114
3.7.6.3.3	Heißluftvulkanisation .....	114
	Heißluftvulkanisation mit Vorwärmung im ultrahochfrequenten Feld (UHF-Vorwärmung) .....	115
	Heißluftvulkanisation mit Vorwärmung im zylindrischen Scherspalt .....	117
<b>4</b>	<b>Herstellung einiger spezieller Gummiartikel .....</b>	<b>119</b>
4.1	Handkonfektionsartikel .....	119
4.2	Herstellung von Hartgummiwaren .....	120
4.3	Apparateauskleidungen .....	120
<b>5</b>	<b>Endbearbeitung von Gummiartikeln .....</b>	<b>121</b>
<b>6</b>	<b>Der Luftreifen für Personenkraftwagen — technischer Stand der Entwicklung</b>	<b>123</b>
6.1	Wirkungsprinzip des Luftreifens .....	123
6.2	Vergleich Diagonal- und Radialreifen .....	125
6.2.1	Reifenkonstruktion .....	125
6.2.2	Reifeneigenschaften .....	126
6.2.3	Reifenfertigung .....	129
6.2.3.1	Fertigung des Diagonalreifens .....	130
6.2.3.2	Fertigung des Radialreifens .....	130
<b>7</b>	<b>Neue kautschuktechnologische Entwicklung — ein Ausblick .....</b>	<b>133</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>135</b>
8.1	Umfassende Darstellung der Kautschuk- und Kunststoffverarbeitung ..	135
8.1.1	Kautschukverarbeitung .....	135
8.1.2	Kunststoffverarbeitung .....	136
8.2	Literatur über Herstellungsverfahren verarbeitungsfähiger Kautschukmischungen (Kapitel 2) .....	136
8.3	Literatur über die gebräuchlichsten Kautschuk-Verarbeitungsverfahren ..	137
8.3.1	Literatur über Herstellung von Formteilen (Abschnitt 3.3) .....	137
8.3.2	Literatur über die Verarbeitung von Kautschukmischungen auf Kalandern (Abschnitt 3.6) .....	138

8.3.3	Literatur über die Verarbeitung von Kautschukmischungen auf Extrudern (Abschnitt 3.71 bis 3.75) .....	138
8.3.4	Literatur über Vulkanisationsverfahren (Abschnitt 3.76) .....	140
8.3.5	Literatur über Herstellung einiger spezieller Gummiartikel einschließlich Reifen (Kapitel 4 und 6) .....	141
8.3.6	Literatur über Endbearbeitung von Gummiartikeln (Kapitel 5) .....	141
<b>9</b>	<b>Anhang</b> .....	<b>143</b>
9.1	Verzeichnis namhafter Maschinenbaufirmen, die Maschinen und Anlagen für die kautschukverarbeitende Industrie fertigen (Anschriften und Schwerpunkte des Fertigungsprogramms) .....	143
9.2	Institut für Kunststoffverarbeitung der Technischen Hochschule Aachen – kautschuktechnologische Aktivitäten .....	151
<b>10</b>	<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	<b>154</b>
	Der Autor .....	160