

HANSER

Lothar Köster, Hans Perz, Georg Tsiwikis

# Praxis der Kautschukextrusion

ISBN-10: 3-446-40772-3

ISBN-13: 978-3-446-40772-5

Inhaltsverzeichnis

Weitere Informationen oder Bestellungen unter  
<http://www.hanser.de/978-3-446-40772-5>  
sowie im Buchhandel

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	V
<b>1 Grundlagen der Kautschukextrusion.....</b>	<b>1</b>
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 Extruderkenlinie.....	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
<b>2 Einflussgrößen und Betrieb.....</b>	<b>39</b>
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 Ausstoßleistung	64
2.7.3	Drehmoment- und Leistungsverhältnis	65
2.7.4	Beispiel	65
2.8	Sonstige Einflussgrößen	66
<b>3</b>	<b>Werkzeuge und Werkzeuggestaltung</b>	<b>69</b>
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
<b>4</b>	<b>Vulkanisation</b>	<b>89</b>
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

<b>5 Peripherie- und Nachbehandlungseinrichtungen</b> .....	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
<b>6 Extrusionslinien</b> .....	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

<b>7 Extrusion von Reifenkomponenten und Großprofilen</b> .....	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
<b>8 Kautschuksorten und ihr Verarbeitungsverhalten bei der Extrusion</b> .....	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
<b>9 Qualitätssicherung in der Profilextrusion</b> .....	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 Profilwahl 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
<b>Stichwortverzeichnis</b>	.....	<b>197</b>