



Horst Stumpf

Handbuch der Reifentechnik

Springer-Verlag Wien GmbH

Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Horst W. Stumpf

Technische Universität Wien, Österreich

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdruckes, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.

© 1997 Springer-Verlag Wien

Ursprünglich erschienen bei Springer-Verlag/Wien 1997

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Buch berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Produkthaftung: Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag keine Gewähr übernommen werden. Derartige Angaben müssen vom jeweiligen Anwender im Einzelfall anhand anderer Literaturstellen auf ihre Richtigkeit überprüft werden.

Satz: Thomson Press, New Delhi, India

Graphisches Konzept: Ecke Bonk

Gedruckt auf säurefreiem, chlorfrei gebleichtem Papier – TCF

Mit 162 Abbildungen

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

**Stumpf, Horst:**

Handbuch der Reifentechnik / Horst Stumpf. – Wien ; New York :

Springer, 1997

ISBN 978-3-211-82941-7

ISBN 978-3-7091-6519-5 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-7091-6519-5

ISBN 978-3-211-82941-7

# Vorwort

Das vorliegende Buch ist aus einer einsemestrigen Vorlesung über Reifentechnik, gehalten am Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Kraftfahrzeugbau der Technischen Universität Wien, hervorgegangen.

Seit 29 Jahren bin ich in der Reifenindustrie tätig, zuerst die Berechnungsabteilung für die Reifenmechanik aufbauend, dann die Produktprüfung leitend, um schließlich für die Reifenentwicklung verantwortlich zu zeichnen. Ich hatte das große Glück, jede dieser Tätigkeiten so lange ausüben zu dürfen, bis mich meine eigenen Fehler einholen konnten. Dies ist deswegen so wichtig, da die Reifen-Produktlebensdauer 5–7–10 Jahre beträgt.

Die Theorien, Methoden und Prozesse der Reifentechnik sind eben jetzt wieder in rascher Entwicklung begriffen. Ich bin daher in diesem Buch vom didaktischen Aufbau, zuerst Theorie – Materialkunde, Chemie und Reifenmechanik –, dann Praxis – Mischungsherstellung, Reifenaufbau und Prüfung der Gebrauchseigenschaften, abgegangen. Der Aufbau dieses Buches erfolgt in Richtung des Materialflusses bei der Mischungs- und Reifenherstellung und endet mit der jeweils anschließenden Prüfung. Das Verständnis wird dadurch keineswegs erschwert, sondern im Gegenteil einfacher, und die Zusammenhänge werden vielfach durchsichtiger. Ich hoffe, dadurch auch der so oft anzutreffenden mißbräuchlichen Interpretation von Defekten durch Gutachter vorbeugen zu helfen.

Wie ein Blick auf das Inhaltsverzeichnis zeigt, konnte auf engem Raum ein verhältnismäßig umfangreicher Stoff untergebracht werden. Wo Lücken sind, sollen Literaturhinweise weiterhelfen. Bei der Auswahl von Beispielen habe ich getrachtet, nach Möglichkeit praktisch wichtige Fragestellungen zu behandeln und so nicht nur die Anwendung allgemeiner Theoreme vorzuführen, sondern darüber hinaus das Buch auch als Nachschlagewerk für den Reifensachverständigen brauchbar zu machen.

Die mathematischen Anforderungen, die an den Leser gestellt werden, sind vielleicht etwas höher, als dies sonst in Fachbüchern der Reifentechnik der Fall zu sein pflegt. Sie übersteigen aber nirgends den Umfang dessen, was in der Mittelschule an Mathematik geboten wird. Das leidige Schlagwort vom Gegensatz zwischen Theorie und Praxis hat heute, hoffentlich, wohl jede Berechtigung verloren.

Es bleibt mir noch die angenehme Pflicht, meinen früheren Mitarbeitern, in erster Linie den Herren Dipl.-Ing. Gernot Arendt und Dipl.-Ing. Dr. techn. Friedrich Lux für eine Reihe interessanter Gespräche zum Thema Reifentechnik zu danken. Herrn o. Univ.-Prof. Dr. sc. techn. Dipl.-Ing. Hans Peter Lenz, Vorstand des Instituts für Verbrennungskraftmaschinen und Kraftfahrzeugbau der Technischen Universität Wien, danke ich besonders für viele interessante Anregungen und dafür, die Vorlesung „Reifenkonstruktion und Reifenentwicklung“ jährlich halten zu dürfen. Schließlich danke ich Frau Silvia Schilgerius, Planungsabteilung der Springer-Verlag KG in Wien, für ihr bereitwilliges Eingehen auf meine Wünsche und für die mustergültige Ausstattung des Buches.

Enzesfeld, im Juli 1997

*Horst W. Stumpf*

# Inhaltsverzeichnis

0	Einleitung	1
1	Geschichte des Luftreifens	5
2	Reifen- und Felgenkennzeichnung	8
3	Rohstoffkunde	22
4	Gummimischungen und deren Herstellung	30
	Kautschuk	30
	Füllstoff	32
	Weichmacher	33
	Klebrigmacher	34
	Alterungsschutz	34
	Schwefel	34
	Beschleuniger und Aktivatoren	35
	Mischungsrezept	35
	Herstellung von Mischungen	35
	Mastikation	36
	Innenmischer (Knetter)	38
	Walzwerke	39
	Besondere Walzwerktypen	39
	Hilfsmischung	41
	Fertigmischung	42
5	Prüfung von Mischungen	45
	Fähigkeit der Mischungsfreigabeprüfungen	48
	Niveauekontrolle	48
6	Verstärkungsmaterialien	48
	Rayon	50
	Polyamid	51
	Polyester	51
	Glas	52
	Aramid	53
	Stahl	54
	Reifeneinlagedraht – Wulstkerne	56
7	Herstellung von Halbzeugen	60
	Platten	60
	Profile	62
	Profilkalander	62
	Spritzmaschine	63

Doublierspritzmaschine .....	64
Textilgummierung .....	65
Stahlkordgummierung .....	67
Textilschneidemaschine .....	69
Stahlkordschneidemaschine .....	70
Kerne .....	70
8 Reifenkonstruktion .....	72
Mechanik des kordverstärkten Gummis .....	72
Viskoelastizität .....	82
Gummi-Metallhaftung .....	87
Bruchmechanik .....	90
Winkelgesetz .....	90
Ähnlichkeitsbedingungen .....	94
Konstruktiver Reifenaufbau des PKW Reifens .....	98
Konstruktiver Reifenaufbau des LKW Reifens .....	106
9 Reifenfertigung .....	109
Zweistufenaufbau .....	109
Einstufenaufbau .....	113
Reengineering der Fertigung .....	115
10 Vulkanisation .....	116
Heizpressen .....	122
11 Physikalische Prüfmethode(n) .....	125
Statische Prüfungen .....	125
Dynamische Prüfungen .....	130
Verschleißprüfung .....	138
Gasdurchlässigkeit .....	139
Reibungskoeffizient .....	140
Alterung von Vulkanisaten .....	141
12 Produktprüfung .....	147
Verifikation .....	147
Validierung .....	178
13 Non Uniformity von Reifen .....	184
14 Recycling .....	190
15 Ausblick .....	195
Literatur .....	199
Sachverzeichnis .....	200