

HANSER

Georg Abts

Einführung in die Kautschuktechnologie

ISBN-10: 3-446-40940-8

ISBN-13: 978-3-446-40940-8

Leseprobe

Weitere Informationen oder Bestellungen unter
<http://www.hanser.de/978-3-446-40940-8>
sowie im Buchhandel

3 **Auswahlkriterien für Kautschuke und Elastomere**

3.1 **Übersicht**

Die zunehmende Verknappung an Naturkautschuk Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts sowie steigende Anforderungen an die Leistungsfähigkeit von Elastomeren führten zu der Entwicklung neuer Kautschuke mit zum Teil deutlich voneinander abweichenden Eigenschaften (Tabelle 3.1).

Tabelle 3.1: Übersicht der wichtigsten Elastomere und ihrer Abkürzungen.
(Diese werden gleichzeitig auch für die zugrunde liegenden Kautschuke verwendet. Im englischen Sprachgebrauch werden Kautschuk und Gummi mit „Rubber“ übersetzt; das Wort „Elastomer“ wird jedoch ebenfalls verwendet.)

Kautschuk/Elastomer	Kurzbezeichnung
Naturkautschuk	NR
Butadienkautschuk	BR
Styrol-Butadien-Kautschuk	SBR
Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (Nitrilkautschuk)	NBR
Hydrierter Nitrilkautschuk	HNBR
Chloroprenkautschuk	CR
Butylkautschuk, Brombutylkautschuk, Chlorbutylkautschuk	IIR, BIIR, CIIR
Chlorierter/Chlorsulfonierter Ethylenkautschuk	CM, CSM
Ethylen-Propylen-Kautschuk	EPM, EPDM
Ethylen-Vinylacetat-Kautschuk	EVM
Acrylatkautschuk	ACM
Ethylen-Acrylat-Kautschuk	EAM
Chlorhydrinkautschuk/Epichlorhydrinkautschuk	CO, ECO
Silikonkautschuk/Fluorsilikonkautschuk	VMQ/PVMQ/FVMQ
Fluorkautschuk	FKM/FFKM

Tabelle 3.2: Auswahl charakteristischer Eigenschaften und typische Anwendungsbeispiele von Elastomeren

Elastomer	charakteristische Eigenschaft	Anwendungsbeispiel
NR	mechanische und dynamische Eigenschaften	Reifen, Motorlager, Baulager
BR	Elastizität	Reifen (Blend mit NR oder SBR)
SBR	Kompromiss Abrieb – Nassrutschfestigkeit Preis	Reifen technische Gummiwaren
NBR	Öl- und Kraftstoffbeständigkeit	Dichtungen, Schläuche, Membranen
HNBR	Wärme-/Öl-/Ozonbeständigkeit mechanische Eigenschaften	wärmebeständige Dichtungen und Schläuche, Zahn- und Keilriemen
CR	Witterungs-/Ozonbeständigkeit mittlere Wärme- und Ölbeständigkeit dynamische Eigenschaften Flammwidrigkeit	Dichtungen und Schläuche für die Kfz- und Bauindustrie Keilriemen Kabelisolationen
IIR	geringe Gasdurchlässigkeit Chemikalienbeständigkeit	Luftschläuche für Reifen Chemikalienschläuche, Schutzkleidung
BIIR, CIIR	Wärmebeständigkeit geringer Bedarf an Vernetzung-chemikalien	Dichtungen, Heizbälge pharmazeutische Artikel
CM, CSM	Wärme-/Witterungs-/Ozonbeständigkeit Farbstabilität	Kabelisolationen, beschichtete Gewebe, Dachfolien, Schlauchdecken, farbige Produkte
EPM, EPDM	Wärme-/Witterungs-/Ozonbeständigkeit Glykol-/Alkoholbeständigkeit Laugenbeständigkeit	Dichtungsprofile für die Kfz- und Bauindustrie Schläuche für die Kfz-Industrie Dichtungen und Schläuche für Waschmaschinen
EVM	Wärme-/Witterungs-/Ozonbeständigkeit Flammwidrigkeit (rezepturabhängig)	Kabel
ACM	Wärme- und Ölbeständigkeit	Dichtungen, Membranen und Schläuche für die Kfz-Industrie
EAM	Wärme-/Witterungs-/Ozonbeständigkeit Wasser- und Glykolbeständigkeit	Dichtungen, Membranen und Schläuche für die Kfz-Industrie

Tabelle 3.2: (Fortsetzung)

Elastomer	charakteristische Eigenschaft	Anwendungsbeispiel
CO, ECO	Wärme-/Witterungs-/Ozon-/Öl- und Kraftstoffbeständigkeit	Dichtungen für die Kfz-Industrie
VMQ/ PVMQ/ FVMQ	Wärme-/Witterungs-/Ozonbeständigkeit physiologisch inert	Kabelisolierungen, Schläuche, Dichtungen medizinische Anwendungen
FKM/ FFKM	Wärme-, Witterungs-, Ozonbeständigkeit Chemikalien-, Öl- und Kraftstoffbeständigkeit mechanische Eigenschaften in der Wärme	Dichtungen für die Kfz-Industrie und Raumfahrt

Aufgrund ihrer speziellen Eigenschaften lassen sich Kautschuke oft bestimmten Anwendungen zuordnen; gelegentlich sind aber auch mehrere Varianten möglich (Tabelle 3.2). Bei einigen Anwendungen besteht die Möglichkeit, mit verschiedenen Kautschuken das gewünschte Anforderungsprofil zu erzielen, obwohl jeder seinen eigenen, typischen Mischungsaufbau hat und damit unterschiedliche Elastomere entstehen.

In einigen Fällen werden Kautschuke auch miteinander verschnitten (Blends), um die Verarbeitbarkeit zu erleichtern oder um bestimmte Eigenschaften zu erzielen.

3.2 Mechanische und dynamische Eigenschaften

Elastomere müssen, um ihre Aufgaben zu erfüllen, bestimmte Anforderungen hinsichtlich mechanischer Eigenschaften wie Zugfestigkeit, Bruchdehnung, Härte und Druckverformungsrest (bleibende Verformung) erfüllen. Artikel, die wechselnder Verformung ausgesetzt sind, wie Reifen, Puffer, Zahn- und Keilriemen, müssen zusätzlich eine bestimmte dynamische Belastbarkeit aufweisen. Neben dem zugrunde liegenden Kautschuk spielt die Zusammensetzung der jeweiligen Kautschukmischung eine wesentliche Rolle. Wichtige Faktoren sind Art und Menge von Füllstoff und Weichmacher sowie das verwendete Vernetzungssystem.

Ein relativ hohes Niveau der mechanischen Werte ermöglichen NR und HNBR; mit NR, BR, CR sowie HNBR lassen sich außerdem gute dynamische Eigenschaften erzielen.

3.3 Wärmebeständigkeit

Hinsichtlich der Temperaturbeständigkeit von Elastomerwerkstoffen findet man unterschiedliche Angaben. Verbreitet ist die Beständigkeit bei einer Belastungszeit von 1000 Stunden. Oft wird auch eine Dauertemperaturbeständigkeit angegeben, z. B. bei Dichtungen. Als Maß dient üblicherweise das Unterschreiten einer bestimmten Bruchdehnung. Es ist einzusehen, dass bei längerer Beanspruchung die maximale Gebrauchstemperatur sinkt. Auf der anderen Seite sind manchmal kurzfristig Spitzentemperaturen, die deutlich über der Dauergebrauchstemperatur liegen, möglich. Auch bei der Vulkanisation können solche Spitzentemperaturen für kurze Zeit erreicht werden. So liegt die Dauergebrauchstemperatur von Naturkautschuk (NR) bei etwa 70 °C; bei Fluorkautschuk (FKM) sind in Heißluft bis über 200 °C möglich. In Kontakt mit Ölen oder anderen Chemikalien können diese Temperaturen jedoch deutlich reduziert werden; bei Einsatzbedingungen unter Ausschluss von Sauerstoff kann sich die Gebrauchstemperatur dagegen auch erhöhen. Die beste Wärmebeständigkeit haben Fluor- und Silikonelastomere; vorteilhaft sind auch ACM, EAM, EVM sowie peroxidvernetztes EPDM und HNBR.

Die Wärmebeständigkeit von Elastomeren hängt vor allem vom Polymeraufbau des zugrunde liegenden Kautschuks und dem verwendeten Vernetzungssystem ab. Elastomere mit noch reaktionsfähigen Doppelbindungen in der Hauptkette und insbesondere die bei Dienkautschuken übliche Schwefelvernetzung sind hier nachteilig.

3.4 Chemische Beständigkeit

Elastomere kommen je nach Einsatzgebiet mit einer Vielfalt von Stoffen in Berührung, wie etwa Öle, Fette, Kraftstoffe, Lösungsmittel, Säuren, Laugen und andere Chemikalien. Neben den geforderten mechanischen oder dynamischen Eigenschaften müssen die Elastomere auch bei allen Einsatztemperaturen gegen diese Chemikalien beständig sein.

Bei der chemischen Beständigkeit unterscheidet man zwischen Quellung und chemischem Abbau. Bei der Quellung nehmen die Elastomere einen Teil der Stoffe auf, mit denen sie in Berührung kommen, wodurch das Volumen zunimmt. Bei stark quellenden Chemikalien wie Lösungsmitteln oder Kraftstoffen kann der Weichmacher teilweise oder ganz extrahiert werden, wodurch die Kälteflexibilität deutlich reduziert wird; Spannungswert und Härte steigen dagegen an.

Beim chemischen Abbau reagieren die Chemikalien mit dem Polymer, was bis zur vollständigen Zerstörung des Elastomeren führen kann.

Beide Effekte führen meist zu einer erheblichen Veränderung der mechanischen Eigenschaften und können je nach Elastomer und Chemikalie zusammen und in unterschiedlichem Ausmaß auftreten.

Die Widerstandsfähigkeit eines Elastomers gegenüber einer Chemikalie hängt stark von der chemischen Zusammensetzung des zugrunde liegenden Kautschuks ab. Die Volumenquellung lässt sich zusätzlich durch geeigneten Mischungsaufbau beeinflussen. Durch einen hohen Anteil an Weichmacher kann die Quellung verringert werden, jedoch besteht bei stark quellenden Chemikalien die Gefahr der Extraktion (siehe oben).

Mit steigender Temperatur erhöht sich die Empfindlichkeit der Elastomere gegenüber Quellung und chemischem Abbau.

In vielen Fällen kommen Elastomere in Kontakt mit Ölen oder Kraftstoffen (Automobilindustrie, Maschinenbau, Erdölförderung). Als Faustregel gilt hier, dass polare Gruppen wie Halogene (Chlor, Fluor) oder Acrylnitril in den zugrunde liegenden Kautschuken die Öl- und Kraftstoffbeständigkeit verbessern (analoges gilt auch für Thermoplaste). Dies sagt jedoch nichts über die Beständigkeit gegenüber anderen Chemikalien wie z. B. Säuren, Basen oder Lösungsmitteln aus. So weist der nicht ölbeständige Butylkautschuk (IIR) eine gute Beständigkeit gegen eine Reihe von Chemikalien auf.

Besonders kritisch sind Mischungen verschiedener Chemikalien. Beispielsweise sind technische Öle meist additiviert, das heißt, sie enthalten Stabilisatoren, um die Öle vor Zersetzung bei hohen Temperaturen zu schützen. Diese sind zum Teil wesentlich aggressiver als das reine Öl. Auch die Zersetzungsprodukte nicht stabilierten, überhitzter Öle können den chemischen Abbau von Elastomeren verursachen. Ein weiteres Beispiel sind alkoholhaltige Kraftstoffe, die im Gegensatz zu Standardkraftstoffen eine wesentlich höhere Quellung verursachen. Daher ist es in jedem einzelnen Fall erforderlich, das vorgesehene Elastomer auf seine Beständigkeit gegenüber dem Medium bei Einsatztemperatur zu prüfen. Diese darf natürlich nicht über der Temperaturbeständigkeit des Elastomeren selbst liegen.

Aufgrund der großen Vielfalt unterschiedlicher Substanzen gibt es kein Elastomer, das gegen alle Chemikalien gleichzeitig beständig ist. NR, BR, SBR sowie