

## Elastomerplatten

Das Ausgangsprodukt zur Herstellung von Gummiplatten ist roher Kautschuk. Dieser wird mit einer Reihe von Zusatzstoffen gemischt. Füllstoffe und Weichmacher dienen zur Verstärkung und Einstellung der Härte und anderer Eigenschaften. Alterungsschutzmittel erhöhen die Beständigkeit gegenüber Umwelteinflüssen, wie Licht, Wärme, Sauerstoff, Ozon. Beschleuniger und Vulkanisationsmittel sorgen für die Vernetzung.

### Eigenschaften und Prüfmethode

Um die Eigenschaften von Elastomerplatten zu bestimmen, sind eine Reihe von Untersuchungen durchzuführen, die wichtigsten Prüfungen sind:

#### Zugversuch

Bei dem Zugversuch nach DIN 53504 wird ein flacher, hantelförmiger Probekörper aus Kautschuk einer Zugbeanspruchung ausgesetzt. Die Reißfestigkeit ist nun die maximale Kraft pro Flächeneinheit des ursprünglichen Querschnittes, die man aufwenden muss, bis die Probe bricht.

Die Reißdehnung ist jene Dehnung, die beim Bruch gemessen wird. Sie wird als Veränderung in Prozenten der Ausgangslänge angegeben. Eine Bruchdehnung von 100 % bedeutet, dass die Probe erst bei einer Dehnung auf die doppelte Ausgangslänge gebrochen ist.

#### Härteprüfung

Die Härte ist ein Zahlenwert, der den Widerstand gegen das Eindringen einer Spitze charakterisiert (DIN 53505). Üblich ist vor allem die Shore-Härte-A, bei deren Messung ein definierter Kegelstumpf mit definierter Federkraft in den Gummi eindringt. Der Messwert 0 bedeutet vollständiges Eindringen, 100 kein Eindringen.

#### Druckverformungsrest

Wesentlich für den Einsatz von Dichtungen und Unterlagsplatten ist die bleibende Verformung, die meist verwendete Kenngröße ist der Druckverformungsrest (DVR). Zur Bestimmung dieser Größe wird ein zylindrischer Prüfkörper um 25 % zusammengedrückt und bei bestimmter Temperatur eine gewisse Zeit so gelagert. 30 Minuten nach der Entlastung wird bei Raumtemperatur wieder die Höhe gemessen und daraus die bleibende Verformung ermittelt. Ein DVR von 0 % bedeutet, dass der Körper seine ursprüngliche Dicke wieder voll erreicht hat (in der Realität unmöglich), ein DVR von 100 % sagt, dass der Körper überhaupt keine Rückstellung mehr zeigt, er wurde während des Versuchs völlig bleibend verformt. Warum ist der DVR eine wichtige Größe? Eine Flanschdichtung wird auf eine bestimmte Dicke zusammengepresst und übt eine Pressung auf die Flanschflächen aus. Mit der Zeit nimmt diese Pressung ab, da sich der Gummi auch plastisch verformt. Ist dieser plastische Anteil – also der DVR – zu groß, lässt die Presskraft und damit die Dichtwirkung zu stark nach, die Dichtung wird undicht, vor allem dann, wenn sie zu knapp ausgelegt ist. Der DVR sollte bei der Dauereinsatztemperatur einen Wert von ca. 40 % nicht überschreiten.

#### Alterungsverhalten

Bis zu welcher Temperatur ist dieser Werkstoff beständig? Oder: Ist dieser Werkstoff bis 120 °C beständig? Diese Fragen sind in dieser Form schwer zu beantworten. Handelt es sich um Dauer- oder Spitzentemperaturen, welchen anderen Beanspruchungen ist der Artikel ausgesetzt, wie ist er eingebaut, all das sind entscheidende Parameter für das Alterungsverhalten. Doch nicht nur hohe Temperaturen lassen einen Werkstoff altern. Ganz entscheidend für das Altern ist bei Gummi Ozon.

Ozon greift auch in sehr kleinen Konzentrationen Gummi an der Oberfläche an, vor allem wenn er gedehnt ist. Ozonprüfungen geben an, wie ein Gummiteil für den Außeneinsatz geeignet ist. In Innenräumen ist im Allgemeinen die Ozonbelastung niedrig. EPDM weist die beste Ozonbeständigkeit von allen Standardelastomeren auf, CR ist ebenfalls gut beständig, wenn die Mischung darauf ausgelegt ist. In manchen Spezifikationen und Einsatzfällen wird auch für NR, SBR oder NBR eine gewisse Ozonbeständigkeit verlangt und realisiert.

#### Flammwidrigkeit

Grundsätzlich ist jede Gummimischung brennbar. Nach bestimmten Normen werden Brennbarkeit, Flammwidrigkeit, Qualmbildung und Toxizität der Rauchgase geprüft. Alle Tests müssen auf ihre praktische Aussagekraft hinsichtlich der Anwendung kritisch beurteilt werden. Bei Fragen nach flammwidrigen Produkten ist immer die Angabe der Norm nötig. Wenn dies nicht möglich ist, können wir unter Kenntnis der genauen Einsatzbedingungen eine geeignete Norm vorschlagen.

#### Chemische Beständigkeit

Die Frage nach der chemischen Beständigkeit ist sehr komplex, denn Öl ist nicht gleich Öl, Benzin ist nicht gleich Benzin. Vor allem bleifreie Superbenzine enthalten meist viele Aromaten und auch Alkohole. Daher ist jeder Einsatzfall gesondert zu betrachten.

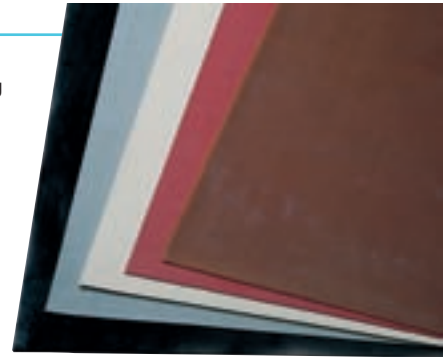
#### Lebensmittel und Trinkwasser

Die meisten nationalen Lebensmittelgesetze verbieten, gesundheitsschädliche Bedarfsgegenstände so zu verwenden, dass von ihnen fremde Stoffe auf Lebensmittel oder ihre Oberfläche übergehen. Nach dem Lebensmittelgesetz gibt es vier Kategorien, für Gummiplatten ist meist die Kategorie 1 (Lebensmittelkontaktzeit über 24 Stunden) oder Kategorie 2 (Lebensmittelkontaktzeit zwischen 10 Minuten und 24 Stunden) relevant. Für Trinkwasser gibt es noch keine einheitliche Norm. In Deutschland ist die KTW 1.3.13 vorgeschrieben.

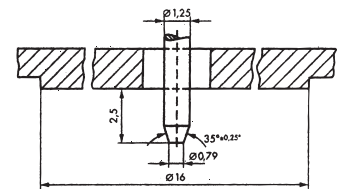
#### Flachdichtungen

Zur Dichtungsberechnung müssen die Dimensionen und Drücke bekannt sein. Die Berechnung beruht auf bestimmten Parametern: – Mindestflächenpressung – Verformungskraft – Druckkomponente der Dichtkraft – Betriebsdichtungskraft – Innendruck.

Aus diesen Kräften ergibt sich die Mindestschraubkraft, mit der die Dichtung verpresst werden muss. Durch die bleibende Verformung (Druckverformungsrest) der Dichtung kann bei Bedarf die Dichtung nach einiger Zeit nachgespannt werden. Dies ist auf jeden Fall besser, denn ein zu festes Anziehen kann die Dichtung zerstören. Werden Gummiplatten als Ein- Zwischen- oder Unterlage genutzt, entsteht eine Flächenpressung. Die zulässige Flächenpressung ergibt sich aus dem Formfaktor. Der Formfaktor ist das Verhältnis von gedrückter Fläche zu freier Fläche. Daraus ergibt sich, dass bei gleicher Fläche eine Platte umso höher belastet werden kann, je dünner sie ist.



Eindringkörper nach Shore A



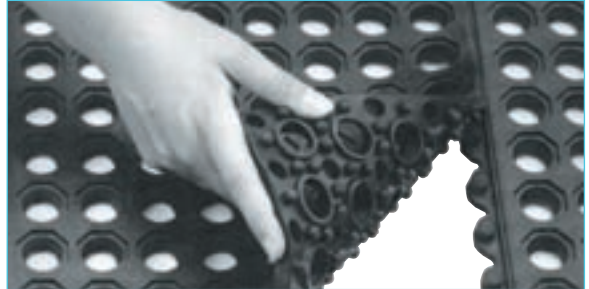
### Bodenbeläge und Gummimatten

In vielen Arbeitsbereichen, Eingangshallen oder Treppenhäusern liegt durch den Umgang mit „gleitfördernden“ Stoffen erhöhte Rutschgefahr vor. Solche Stoffe können z. B. Fett, Öl, Wasser, Lebensmittel, Staub, Mehl sein. Sie gelangen produktions- oder arbeitsbedingt auf den Fußboden und erhöhen somit die Rutschgefahr. In diesen Arbeitsbereichen mit Rutschgefahr müssen, gemäß der Berufsgenossenschaftlichen Zentrale für Sicherheit und Gesundheit (BGZ), rutschhemmende Bodenbeläge eingesetzt werden. Je nach Anforderung können dies u.a. rauhe, profilierte und elastische Bodenbeläge erfüllen. Sie erhöhen die Reibung zwischen z. B. Schuhwerk und Bodenbelag oder Ladegut und Ladefläche und verhindern somit ein wegrutschen.



#### Rutschhemmung ist Pflicht!

Unser Sortiment umfasst für verschiedene Einsatzgebiete Bodenbeläge und Gummimatten mit unterschiedlichen Oberflächen-Strukturen. Diese Bodenbeläge sind einfach verlegbar, sie sind rutschhemmend und garantieren eine hohe Standsicherheit in trockenen und feuchten oder nassen Einsatzbereichen. Sie eignen sich sowohl als Bodenbelag im Arbeitsbereich, wie z. B. vor Werkbänken oder Maschinenarbeitsplätzen, als auch im Lager-, Transport- oder Verkaufsbereich. Weitere Industriebodenbeläge finden Sie in der Warengruppe 8.



3

### Moos- und Zellgummi

**Moosgummi und Zellgummi** werden auf der Basis von Natur- oder Synthekautschuk hergestellt. Um die für diese Gummiarten typischen weich federnden Eigenschaften zu erhalten, wird Kautschuk unter Zugabe von chemischen Zusätzen porig vulkanisiert.

**Moosgummi** erhält durch ein spezielles Vulkanisationsverfahren eine teilweise offene porige Zellstruktur. Die in den Poren enthaltene Luft kann unter Druckbelastung entweichen. Bei Entlastung füllen sich die Poren durch das Rückstellungsvermögen des Elastomers wieder mit Luft. Somit kann das Material auch Feuchtigkeit aufnehmen und speichern.

Die bei der Produktion entstehende sog. Außenhaut kann das Eindringen von Feuchtigkeit vermeiden, zudem verleiht sie dem Produkt eine erhöhte Abrieb- und Verschleißfestigkeit.

**Zellgummi** besteht überwiegend aus geschlossenen Poren. Daher kann die Luft unter Druckbelastung nicht entweichen, sondern nur verdrängt oder komprimiert werden. Eine Außenhaut ist nicht erforderlich, da Feuchtigkeit nicht bis in die Tiefe des Materials vordringen kann.



### Formteile und Profile

Formteile und Profile aus Gummi sind elastomere Produkte, die sich für eine Vielzahl von unterschiedlichen Anwendungen eignen. Eine schnelle Auswahl des gewünschten Produkts erfolgt nach folgenden Kriterien:

- Qualität des Elastomers
- Geometrie des Profils oder Formteils
- Art der Befestigung

#### Anwendungsbereiche:

- Abdichten oder Verschließen
- Kantenschutz
- Schwingungsisolation
- Kälte- und Wärmeschutz
- Schutz vor Schmutz oder Beschädigung
- Bewegungsausgleich

Aufgrund der Möglichkeit, Profile in fast unbegrenzten Formen und Qualitäten herzustellen, geben wir nachfolgend nur einen ausgewählten Überblick über lieferbare Gummiprofile und Formteile.



- Fenster und Türprofile
- Klemmprofile
- Winkelprofile
- Fassadenprofile
- U-Profile
- Füllerprofile
- Anschlagprofile
- Kantenschutzprofile
- Hohlprofile
- Rundschnüre
- Faltenbälge / O-Ringe
- Gummipfropfen



### Kantenschutzprofile

Kantenschutzprofile vereinfachen die Verkleidung von Kanten, ersparen Vor- und Nacharbeiten, entschärfen bzw. verkleiden Blechkanten. Ferner wird eine Zielwirkung erreicht. Die Träger der Kantenschutzprofile sind mit einem eingebetteten Metallklemmband ausgestattet. Die Metallklemmbänder bewirken einen festen Sitz auf Blechkanten, auch wenn Radien oder Krümmungen vorhanden sind. Kantenschutzprofile werden von Hand oder mit einem Gummi- bzw. Kunststoffhammer aufgebracht. Die Verwendung von Klebstoffen oder Befestigungen ist nicht erforderlich.



3

### Kantenschutzdichtprofile

Kantenschutzdichtprofile sind eine Kombination aus Kantenschutzprofilen mit aufgesiegelten Moosgummiprofilen bei PVC und eine Koextrusion bei Gummiprofilen aus Weich- und Moosgummi. Diese Profile haben eine doppelte Funktion. Zum einen die einfache Abdeckung konstruktionsbedingter Kanten und zum zweiten die Dichtwirkung. Die Moosgummilippen bzw. Hohlkammern sind hoch flexibel und geeignet für die Abdichtung von Türen und Klappen.



### Gummi-Metall-Verbindungen

Schwingungstechnische Elemente leisten einen wichtigen Beitrag zur Erhöhung der Lebensdauer von Maschinen und Aggregaten. Sie absorbieren Stöße und isolieren sowohl gegen periodische Eigenschwingungen, als auch gegen äußere Störkräfte. Unser Sortiment schwingungstechnischer Elemente umfasst neben Standardtypen wie Gummi-Metall-Puffern, Maschinenfüßen und Sondertypen auch Luftfedern und Nivellierelemente. Eine wirtschaftlich und technisch optimale Lösung bieten Ihnen darüberhinaus Elastomerplatten zur Isolation hörbarer Schallwellen (Körperschallisolierung). Wir bieten für jeden Einsatzzweck eine kompetente Lösung.



## Allgemeines zur Schwingungstechnik

### Vorwort

Der folgende Abschnitt erläutert einige Grundlagen der Schwingungstechnik.

### Problemstellung

Schwingungen und Stöße wirken sich in vielen Bereichen negativ aus. Mangelhafte Qualität bei Arbeiten mit Mess- und Präzisionsmaschinen, verminderte Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter oder Gebäudeschäden, sind nur einige Beispiele. Um die Auswirkungen auf Menschen und Gebäude beurteilen zu können, wurden DIN-Normen und VDI-Richtlinien erarbeitet.

### Vorgehensweise

Grundlage einer Beurteilung sind Kenntnisse zur Maschine und zum Aufstellungsort. Mit deren Hilfe kann über Maßnahmen der Schwingungsisolierung entschieden werden. Die Normen stellen hierzu Anhaltswerte bereit, die sich nach Gebäudeart, Umgebung der Erregung und Einwirkungsdauer unterscheiden.

### Schwingungsisolierung

Grundsätzlich werden zwei Arten der Schwingungsisolierung unterschieden:

- die Quellenisolierung
- die Empfängerisolierung

**Aktivisolierung** bedeutet, die von einer Maschine ausgehenden Störkräfte an der Ausbreitung zu hindern. Die Aktivisolierung lässt sich in zwei Arten einteilen:

- Isolierung periodischer Schwingungen
- Absorption von Stößen

Periodische Schwingungen resultieren aus Unwuchten drehender Maschinenteile oder Massenmomenten aus Hubbewegungen. Der Isoliergrad ist abhängig vom Verhältnis der Erregungsfrequenz (z. B. Maschinendrehzahl) zur Eigenfrequenz des Schwingungsisolators (Abstimmungsverhältnis  $[n]$ ).

Es stellt sich eine isolierende Wirkung erst ab dem Abstimmungsverhältnis  $n = \sqrt{2}$  ein, unterhalb ist mit einer Vergrößerung der Störkraft zu rechnen.

Die Dämpfung  $[D]$  verringert die Störkraftvergrößerung unterhalb von  $n = \sqrt{2}$ . Oberhalb  $n = \sqrt{2}$  verschlechtert eine große Dämpfung die Isolierwirkung. Für die praktische Anwendung bedeutet dies, dass die Schwingungsisolierung einen Kompromiss zwischen Abstimmungsverhältnis und Dämpfung darstellt.

**Stöße** sind gekennzeichnet durch ihre Stärke, ihre Dauer und ihren Verlauf. Sie entstehen z. B. bei Trennarbeiten in einem Pressenwerkzeug.

Die charakteristische kurze hohe Kraftspitze wird in einen länger andauernden, aber nur mit geringen Restkräften verbundenen Verlauf umgewandelt. Das abgefederte System schwingt in der Eigenfrequenz des Schwingungsisolators.

Die übertragene Restkraft wird umso kleiner, je niedriger die Eigenfrequenz des Schwingungsisolators ist.

**Empfängerisolierung** bedeutet, Maschinen (z. B. Messmaschinen) oder Maschinenteile gegen Störkräfte von außen zu isolieren.

Die theoretische Betrachtung macht keinen Unterschied zwischen Aktiv- und Passivisolierung. Der Isoliergrad lässt sich deshalb analog zur aktiven Isolierung bestimmen.

In der praktischen Anwendung werden zur Passivisolierung Lageelemente mit niedriger Eigenfrequenz eingesetzt. Die Erregerfrequenzen sind in der Regel Bodeneigenfrequenzen bei Etagenlagerungen oder niederfrequente Stoßerregungen. Die besten Isolierwerte werden mit LEVEL MOUNT® Typ SLM erreicht.

### Körperschalldämmung

Die Körperschalldämmung stellt eine besondere Art der Schwingungsisolierung dar. Körperschallschwingungen breiten sich wellenförmig innerhalb einer Maschine oder Anlage aus und regen Bauteile zu Schwingungen an. Diese Schwingungen sind dann als Schallwellen (sekundärer Luftschall) hörbar. An den Grenzflächen unterschiedlicher Werkstoffe werden die Körperschallwellen reflektiert.

Die Größe der Reflexion und damit die Wirksamkeit der Körperschalldämmung, ist von der Größe des Impedanzsprungs abhängig. Der Impedanzsprung errechnet sich aus der Differenz der Elastizität und Dichte der unterschiedlichen Werkstoffe.

### Allgemein

- Im statischen Gleichgewicht wird die ruhende Last durch die Summe aller Auflagerkräfte ausgeglichen.
- Im dynamischen Gleichgewicht bewirkt die beschleunigte Masse eine zusätzliche frequenzabhängige Kraft, die sogenannte Trägheitskraft.

Die Auswirkung der Trägheitskräfte auf das Schwingensystem ist durch das Abstimmungsverhältnis bestimmt. Ist das Abstimmungsverhältnis  $n < 1$ , addieren sich die Erreger- und Trägheitskräfte. Bei Abstimmungen  $n > 1$  sind die Trägheitskräfte entgegen der Erregerkraft phasenverschoben. Die resultierende Kraft wird ab einem Abstimmungsverhältnis von  $\sqrt{2}$  kleiner als die Erregerkraft.

### Wirkungen

Die Eigenfrequenz und die Dämpfung bestimmen die dynamischen Eigenschaften eines Schwingelements.

- Die Eigenfrequenz steht in Abhängigkeit der Einfederung (s). Im linearen Bereich der Federkennlinie gilt  $f_e = 5/\sqrt{s}(\text{cm})$ . Ein großer linearer Einsatzbereich wird bei den EFFBE-LEVEL MOUNT® durch die spezielle Formgebung des Elastomerkörpers erreicht.
- Die Dämpfung beschreibt den Energieverlust, der dem schwingenden System durch die innere Reibung entzogen wird. Dabei entstehen Dämpfungskräfte, die bis zu einem Abstimmungsverhältnis  $n = \sqrt{2}$  die Schwingungsamplituden verringern.

Ist das Abstimmungsverhältnis größer, werden die Schwingungsamplituden durch die Dämpfung nur gering beeinflusst. Optimal ist eine Dämpfung, die nur bis  $n = \sqrt{2}$  wirkt, also von der Erregerfrequenz abhängig ist. Eine frequenzabhängige Dämpfung wird mit dem patentierten Luftfederelement SLM-D erreicht. Bei der Stoßisolierung bewirkt die Dämpfung eine Amplitudenreduzierung, mit der Tendenz einer verschlechterten Stoßisolierung bei steigender Dämpfung.

### Langzeitauswirkungen

Voraussetzung für eine beständige Isolierwirkung ist die dauerhafte Elastizität des Elastomerwerkstoffs. Verbundwerkstoffe oder Regenerate werden durch statische und dynamische Belastung zusammengepresst und verlieren ihre Elastizität. Umwelteinflüsse können zum Elastizitätsverlust führen. Hier ist vor allem eine hohe Ozonbeständigkeit gefordert.

EFFBE Elastomerwerkstoffe zeichnen sich durch geringen Druckverformrest nach DIN 53517 und eine hohe Ozonbeständigkeit aus. Dies garantiert die erforderliche Langzeitstabilität.

## Werkstoffe und typische Eigenschaften

### NBR

(Acrylnitril-Butadien-Kautschuk)  
-30 °C bis 100 °C

Ein Synthesekautschuk mit hervorragender Beständigkeit gegen Kraftstoffe, Öle, Hydrauliköle, Schmierfette, sowie sonstige aliphatische Kohlenwasserstoffe. Gute physikalische Eigenschaften wie hohe Abrieb- und Standfestigkeit neben guter Temperaturbeständigkeit lassen einen weiten Anwendungsbereich zu.

### EPDM

(Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk)  
-40 °C bis 150 °C

EPDM weist eine sehr gute Ozon-, Alterungs- und Witterungsbeständigkeit auf. Daher findet es hauptsächlich seinen Einsatz in freier Bewitterung und wo gute Heißwasser- und Dampfbeständigkeit gefordert wird. Die Kältebeständigkeit ist verglichen mit den anderen Synthesekautschuktypen gut. EPDM ist stark quellend in aliphatischen, aromatischen und chlorierten Kohlenwasserstoffen.

### FPM

(Fluorkautschuk)  
-20 °C bis 200 °C

Ein Elastomer mit sehr guter Beständigkeit gegen Einwirkung von Mineralölen, aliphatischen und aromatischen Kohlenwasserstoffen sowie Chlorkohlenwasserstoffen, konzentrierten und verdünnten Säuren und schwachen Laugen. Hohe mechanische Werte und die ebenfalls sehr geringe Gasdurchlässigkeit sowie eine hervorragende Alterungsbeständigkeit, verbunden mit einem sehr guten Druckverformungsrest, lassen Fluorelastomere nahezu als Universalwerkstoff erscheinen.

### MVQ

(Silikon-Kautschuk)  
-55 °C bis 200 °C

Silikon besitzt eine sehr gute Temperaturbeständigkeit. Obwohl die Ölbeständigkeit des Silikonkautschuks ungefähr an die von NBR heranreicht, werden die guten physikalischen und mechanischen Eigenschaften nicht erreicht. Auch ist MVQ nicht für den Dauereinsatz in Heißwasser oder Dampf geeignet.

### CR

(Chloropren-Kautschuk)  
-40 °C bis 110 °C

Die chemischen und physikalischen Eigenschaften sind ähnlich denen von NBR. Jedoch ist CR alterungsbeständig bei Witterung und in Ozon, Kältemitteln, Säuren und Laugen.

### HNBR

(Hydrierter Nitril-Kautschuk)  
-30 °C bis 150 °C

Wird aus NBR-Polymerisaten durch Voll- oder Teilhydrierung der doppelbindungshaltigen Butadienanteile erhalten. Dadurch steigt bei peroxidischer Vernetzung die Hitze- und Oxidationsstabilität. Hohe mechanische Festigkeit, verbesserte Abriebbeständigkeit sowie ein niedriger Druckverformungsrest zeichnen das Elastomer aus. Die Medienbeständigkeit ist vergleichbar mit NBR bei erhöhter Dampfbeständigkeit.

### AU

(Polyesterurethan-Kautschuk)  
-30 °C bis 100 °C

Gliedert sich in Polyesterurethan (AU) und Polyätherurethan (EU). EU Kautschuke besitzen eine größere Hydrolysebeständigkeit. Polyesterurethanwerkstoffe zeichnen sich durch eine besonders hohe mechanische Leistungsfähigkeit und sehr gute Ozon- und Alterungsbeständigkeit aus. Auch die mechanischen Werte wie Flexibilität, Zerreiß- und Abriebfestigkeit, sehr gute Rückprallelastizität sowie eine hohe Gasdichtigkeit sind positiv zu erwähnen. Daher ist der Werkstoff für kleinbauende Hydraulikdichtelemente besonders geeignet. Die Kraftstoffbeständigkeit und die Beständigkeit gegenüber technisch gebräuchlichen Ölen ist sehr gut.

### PTFE

(Polytetrafluoräthylen)  
-200 °C bis 260 °C

PTFE ist von nahezu allen Chemikalien unangreifbar. Ausnahmen sind Alkalimetalle, elementares heißes Fluor. Halogenhaltige Verbindungen bewirken eine reversible Quellung bzw. Durchwandern aufgrund der chemischen Verwandtschaft des PTFE, ohne es zu schädigen. Die Gleiteigenschaften von PTFE sind die besten aller Kunststoffe. Statischer und dynamischer Reibungskoeffizient sind gleich, was das Material zu einem stick-slip freien Gleitwerkstoff macht. Es ist absolut witterungs- und UV-beständig. Selbst extreme klimatische Bedingungen verändern die Eigenschaften von PTFE nicht. Es ist physiologisch unbedenklich, d.h. körpereigene Substanzen verursachen bei Kontakt mit dem Werkstoff keine Reaktionen. Wichtige Eigenschaften dieses Kunststoffes wie Druckfestigkeit, Abriebverhalten, Leitfähigkeit u.a. können durch Zumischen entsprechender Füllstoffe gezielt optimiert werden.

## Werkstoffe und typische Eigenschaften

### FVMQ

(Fluorsilikonkautschuk)  
-75 °C bis 200 °C

Fluorsilikon weist eine wesentlich verbesserte Beständigkeit gegenüber Ölen, Kraftstoffen und Lösungsmitteln als MVQ auf. Dies gilt vor allem für aromatische und chlorierte Kohlenwasserstoffe und Alkohole. Einsatzgebiete sind bei hohen Anforderungen, über einen weiten Temperaturbereich, bei gleichzeitiger Einwirkung aggressiver Medien gegeben. Typische Anwendungen sind Dichtungen in automobilen Kraftstoffsystemen, der Luft- und Raumfahrt sowie in der chemischen Industrie.

### FEPDM

-30 °C bis 200 °C

FEPDM ist ein relativ junges peroxidisch vernetztes TFE Elastomer. Es besitzt eine hohe Beständigkeit gegenüber einer Vielzahl spezieller Medien und Chemikalien wie z.B. Heißwasser, Wasserdampf, Säuren, Laugen, Ammoniak, Bleichmittel, saure Gase (H<sub>2</sub>S) und Öle sowie Amine, insbesondere Medien mit aminhaltigen Additiven und Korrosionsinhibitoren, legierte Motoren- und Getriebeölen, Bremsflüssigkeiten und oxidierte Medien.

### FPM Extrem

-20 °C bis 230 °C

Ein modifiziertes FPM, welches weitere Anwendungsgebiete hinsichtlich erhöhter Beständigkeit gegen aromatische Amine, starke Laugen, polare Lösungsmittel, Getriebschmierstoffe, Ketone und aliphatische bzw. aromatische Kohlenwasserstoffe erschließt. Eine günstige Alternative zu Perfluorelastomeren.

### FFPM

-20 °C bis 300 °C

Perfluorelastomere erreichen die nahezu universelle Chemikalien- und Temperaturbeständigkeit von PTFE, zusätzlich zu den Eigenschaften von Elastomeren. Der Einsatz dieses extrem teuren Werkstoffes ist nur in Einzelfällen wirtschaftlich.

### ACM

(Acrylat-Kautschuk)  
-30 °C bis 150 °C

Acrylat-Kautschuk zeichnet sich durch eine ausgezeichnete Hitze- und Heißölbeständigkeit aus. ACM ist resistent gegen Motoröle mit modernen Additiven, Getriebeöle, Schmierfette usw. und verfügt über eine hohe Oxidations-, Alterungs- und Ozonbeständigkeit. Bei rotierenden und alternierenden Einsatzfällen ist die erhöhte Friktion gegenüber Werkstoffen zu beachten.

### SBR

(Styrolbutadienkautschuk)  
-40 °C bis 90 °C

Werkstoffe aus SBR (Polymerisat aus Butadien und Styrol) werden bevorzugt in der KFZ-Hydraulik eingesetzt (Bremsen, Lenkung, Kupplung). SBR zeichnet sich durch gute Beständigkeit in anorganischen und organischen Säuren und Basen, Bremsflüssigkeiten auf Glykolbasis, Wasser und Alkohol aus. Aufgrund starker Quellung nicht geeignet in Mineralölen, Fetten, Kraftstoffen und aliphatischen, aromatischen und chlorierten Kohlenwasserstoffen.

### CSM

(Chlorsulfoniertes Polyethylen)  
-20 °C bis 130 °C

CSM überzeugt mit hoher Alterungs- und Ozonbeständigkeit, sowie einer guten Beständigkeit gegenüber Säuren und Laugen. Gute mechanische und physikalische Eigenschaften zeichnen CSM aus. Die Quellbeständigkeit bei aliphatischen Kohlenwasserstoffen und Fetten ist mittelmäßig sowie stark quellend in aromatischen und chlorierten Kohlenwasserstoffen und Estern.

### IIR

-40 °C bis 140 °C

Butyl besitzt eine sehr geringe Gasdurchlässigkeit, eine hohe Alterungsbeständigkeit und gute elektrische Eigenschaften. Eine sehr gute Beständigkeit gegenüber tierischen und pflanzlichen Ölen und Fetten zeichnen diesen Werkstoff aus. Butyl ist nicht geeignet für den Einsatz in Mineralölen und chlorierten Kohlenwasserstoffen.

### NR

-45 °C bis 90 °C

Naturkautschuk ist ein hochelastisches Material mit sehr guten physikalischen Eigenschaften, hervorragender mechanischer Festigkeit und sehr guten Tieftemperatureigenschaften. Naturkautschuk wird trotz modernerer Synthesekautschuke immer noch für Motoraufhängungen, Maschinenlager, Gummi-Metalverbindungen und ähnlichem verwendet.

Qualitätsübersicht

*Beständigkeitsempfehlungen							
Qualitäts- Bezeichnung	Farbe	Shore- Härte	g/cm <sup>3</sup> Dichte	MPA	Dehnung %	Temperatur °C	Bemerkungen:
<b>Kautschuktyp: NR/SBR</b>							
NR/SBR-65	schwarz	65	1,5	3	200	-20/+70	Standardqualität, für allgemeine technische und mechanische Anwendungsgebiete, seewasserbeständig (nicht öl-, säure-, benzin und ozonbeständig).
NR/SBR-50	schwarz	50	1,4	3	300	-20/+70	
<b>Kautschuktyp: NBR</b>							
NBR/SBR-65	schwarz	65	1,5	10	200	-20/+70	Öl-, fett sowie kraftstoffwiderstandsfähige sowie beständige Qualitäten. Je nach Ausführung für mittlere oder hohe Beanspruchung.
NBR/SBR-50	schwarz	50	1,25	8,5	195	-20/+95	
NBR/SBR-60 L	hell	62	1,45	7	300	-30/+80	
<b>Kautschuktyp: EPDM</b>							
EPDM/SBR.50	schwarz	50	1,13	6	500	-30/+100	Witterungs- u. ozonwiderstandsfähige sowie beständige Qualitäten. Je nach Ausführung für mittlere oder hohe Beanspruchungen. Auch geeignet für den Einsatz in Verbindung mit den meisten Säuren und Laugen.
EPDM/SBR-65	schwarz	65	1,4	5	300	-30/+100	
<b>Kautschuk-Typ: CR</b>							
CR-50	schwarz	50	1,23	6	350	-20/+70	Witterungs- u. ozonwiderstandsfähige sowie beständige Qualitäten. Auch in Verbindung mit Öl, Säure und Laugen. Je nach Ausführung für mittlere oder hohe Beanspruchungen.
CR/SBR-65	schwarz	65	1,2	9	200	-20/+90	
<b>Kautschuktyp: NR</b>							
Para grau (A 160)	grau	40	1,08	15	550	-10/+70	Hochwertige technische Qualitäten mit sehr guten elastischen und mechanischen Eigenschaften, mit hohem Dehnungsverhalten und sehr guten Abriebwerten.
NR/SBR 60 L	hell	60	1,5	6	500	-30/+70	
NRV-40	schwarz	40	1	19	600	-20/+90	
NRV-60	schwarz	60	1,15	15	400	-20/+70	

\* Bewertungsmaßstab für Beständigkeitsempfehlungen: 1 = sehr gut; 2 = gut; 3 = bedingt; 4 = keine Empfehlung

Bei den Beständigkeitsempfehlungen handelt es sich um allgemeine Hinweise, die den Einfluss von Nebenfaktoren, wie Konzentration der Medien, Temperatur, Oxydation usw. unberücksichtigt lassen. Eine Verbindlichkeit kann deshalb aus den Angaben nicht hergeleitet werden.

## Qualitätsübersicht

Qualitäts- Bezeichnung	Farbe	Shore- Härte	g/cm <sup>3</sup> Dichte	MPA	Dehnung %	Temperatur °C	Bemerkungen:
<b>Qualitäten mit besonderen Zulassungen und Vorschriften</b>							
• gaszugelassene Qualitäten nach DIN 3535 (DVGW-Freigabe Teil 1–3), beständig gegen Stadt und Erdgas							
NBR-Gas (P518)	schwarz	80	1,35	13	250	-20/+80	Öl-, fett sowie kraftstoffwiderstandsfähige sowie beständige Qualitäten. Je nach Ausführung für mittlere oder hohe Beanspruchung.
Regenerat	schwarz		730 kg/m <sub>3</sub>		60	-40/+115	
• helle, lebensmittelbeständig FDA konform gefertigt							
NR/SBR 60 L	hell	60	1,5	6	500	-30/+70	
• trinkwasserzugelassene Qualitäten KTW Zulassung 1.3.13 D1 und D2 Kalt- und Warmwasser (DVGW 17.11.93, öki 10.03.97)							
EPDM-Hitze/KTW (E628)	schwarz	70	1,12	11	250	-40/+120	EPDM-Qualität, widerstandsfähig gegen Alterung, Witterung, verdünnte Säuren, schwache Laugen, Hitze.
<b>Sonderqualitäten, sehr gute Eigenschaften bei hohen thermischen, chemischen und mechanischen Belastungen</b>							
<b>Kautschuktyp: Silikon</b>							
T40	transp.	40	1,13	5	350	-45/+200	Sehr gute Beständigkeit gegen Alterung, Laugen, Säuren, auch in Verbindung mit sehr niedrigen und hohen Temperaturen. Sehr gute mechanische Werte bei hoher Beanspruchung.
T60	transp.	60	1,17	8	350	-45/+200	
R60	rotbraun	60	1,17	3,5	300	-45/+220	
<b>Kautschuktyp: PU, Polyurethan</b>							
PU D44	beige	70/80/90	1,25			-30/+80	Elastomerwerkstoff auf Polyurethanbasis. Außergewöhnlich hochwertige mechanische u. technologische Eigenschaften. Sehr gut öl- u. benzinbeständig, sehr gut abriebfest und kerbzäh.
Moosgummi-EPDM	schwarz	15	0,50 ± 0,05	0,50 ± 0,05	>500	-40/+90	
Zellkautschuk-EPDM	schwarz	40 ± 20°	0,14 ± 0,026			-40/+90	

**Fachbegriffe****Zugfestigkeit DIN 53504**

Unter der Zugfestigkeit ist die Kraft in -N- (Newton), umgerechnet pro mm<sup>2</sup> Material-Querschnitt zu verstehen, bei der eine Materialprobe unter Zugbelastung reißt.

**Reißfestigkeit DIN 53504**

Unter Reißfestigkeit (Bruchdehnung) versteht man die auf die Ursprungslänge bezogene prozentuale Dehnung einer Materialprobe unter Zugbelastung bis zum Bruch.

**Shore-Härte DIN 53505**

Die zur Charakterisierung gummielastischer Werkstoffe am meisten benutzte Eigenschaft ist die Härte. Die Härteprüfung wird nach Shore A und Shore D vorgenommen. Eine weitere Methode für genaue Messungen ist die Bestimmung der IRHD (International Rubber Hardness Degree). Als Toleranz für Härte-Messungen und- Angaben werden i. d. R. ± 5 Härtegrade zugrunde gelegt. Genaue Informationen finden Sie im Technischen Anhang Seite 445.

**Stoß- oder Rückprallelastizität DIN 53512**

Die Stoß- oder Rückprallelastizität ist das Verhältnis der zurückgewonnenen Arbeit zur aufgewandten Arbeit oder das Verhältnis zwischen Rückprallhöhe und Fallhöhe.

**Abrieb DIN 53516**

Der Abriebverlust in mm<sup>3</sup> drückt den Materialverlust des zu prüfenden Werkstoffes bei einem Schleifweg von 40 m unter Belastung von 19 N (Newton) aus.