

DAUERELASTISCHE DICHTUNGEN IM BAUBEREICH

Dichtungsprofile für Fenster, Türen und andere Abschlüsse sowie vorgehängte Fassaden



EIGENSCHAFTSVERGLEICH



Wirtschaftsverband der
deutschen Kautschukindustrie e.V.

Die große Anzahl der heute für dauerelastische Dichtungen im Bau zur Verfügung stehenden Werkstoffe, die Vielfalt der Geometriegestaltung von Dichtungen, diverse nationale und internationale Normen und viele zusätzliche funktionelle Ansprüche erfordern von Produzenten, Anwendern, Architekten, Bauingenieuren und Baufachleuten tiefgehende Sachkenntnisse.

Die im Wirtschaftsverband der deutschen Kautschukindustrie zusammengeschlossenen Hersteller von Dichtungsprofilen wollen mit dem vorliegenden Eigenschaftsvergleich die Leistungsfähigkeit und die Eigenschaften der verschiedenen Werkstoffe darstellen und damit Hilfestellung bei der Auswahl von Dichtungsprofilen geben.

Weitergehende Informationen über dauerelastische Dichtungen finden sich auf der Homepage des wdk unter www.wdk.de/bauprofile

Zusammenfassung

Elastomerdichtungen auf Basis von EPDM-Werkstoffen erfüllen die Anforderungen der Bauindustrie in vollem Umfang und haben sich in langjährigem Einsatz bewährt.

Eigene Entwicklungen von maßgeschneiderten Dichtungswerkstoffen auf EPDM-Basis durch die Produzenten von Dichtungsprofilen und der große Fortschritt in der Extrusions- und Vulkanisationstechnologie haben in den letzten Jahren viele innovative Ausführungen von Profilen ermöglicht.

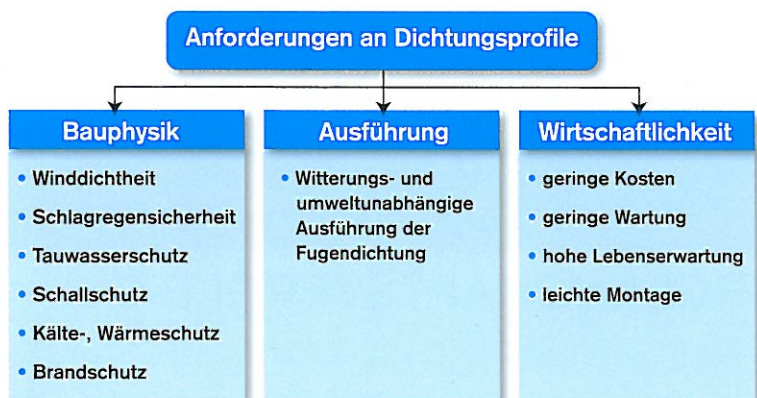
Kreativität, Entwicklungsbereitschaft und Leistungsfähigkeit der Produzenten von dauerelastischen Dichtungen im Baubereich werden es auch zukünftig ermöglichen, höchste Ansprüche von Kunden und Markt zu erfüllen.

1. Anforderungen an Dichtprofile

Nach DIN EN 12365-1, 3.12 sind Dichtungsprofile Streifen, meist aus flexiblem Material, die an einer Tür, einem Fenster oder einem Abschluss angebracht sind, um den Zwischenraum an den seitlichen Kanten und an der unteren Kante einer Tür, eines Fensters oder eines Abschlusses zum Rahmen oder zur Schwelle abzudecken. Dichtungsprofile sind vorgeformte, elastische Profile zum spannungsfreien dichten Einbau von Verglasungen und zur Dichtung im Falzbereich von Fenster- und Türfugen.

1.1 Grundsätzliche Anforderungen

Bauphysik, Witterungs- und Umwelteinflüsse stellen höchste Ansprüche an die Abdichtung von Fenstern, Türen, Fassaden und Fugen. Die hauptsächlichen Anforderungen sind in nachstehender Tabelle angeführt:



1.2 Anforderungen an die Form von Dichtungsprofilen

Ein wesentliches Kriterium für die gewünschte Funktion einer Dichtung ist die richtige Wahl der Formgebung. Die spezielle Form von Dichtungsprofilen erlaubt die Beherrschung auch komplizierter Dichtaufgaben in diversen Dimensionen. Es ist daher unabdingbar, vor der Festlegung der Profilgeometrie die exakten Einbauverhältnisse zu kennen, um die höchstmögliche Dichtfähigkeit in Anpassung an das Rahmenmaterial gewährleisten zu können.

Dazu ist eine enge Zusammenarbeit zwischen dem Dichtungsproduzenten und dem Hersteller der Fenster, Türen oder Fassaden notwendig. Nur so kann die bestimmungsgemäße Aufgabe der Dichtung, Spaltmaße elastisch auszugleichen und Bewegungen des Bauwerks aufzunehmen sowie gegen Wind und Regen abzudichten, erfüllt werden.

Die Einbausituation (bei Fenstern z. B. Außen-, Mittel- und Innendichtung), die statische Beanspruchung wie Druck und Verformung und die Ästhetik (schwarzes oder farbiges Profil) sind zusätzlich bei der Auswahl der Dichtung zu berücksichtigen.

Die Hersteller von Bauabdichtungen sind heute in der Lage, mit CAD und der Finiten Element Methode (FEM) die Einflüsse der Dichtungsgeometrie auf das Verformungsverhalten der Dichtung bei der Montage und im Langzeiteinsatz zu simulieren, sowie die auftretenden Belastungen und Bewegungsabläufe darzustellen. Dies ermöglicht bereits in der Konzeptphase zuverlässige Vorhersagen über die zu erwartenden Bauteileigenschaften.

1.3 Anforderungen an die Werkstoffe von Dichtungsprofilen

Die Dichtungen im Bau müssen äußeren Einwirkungen wie unterschiedlichen Umgebungstemperaturen, Feuchtigkeit sowie UV- und Ozonbelastung dauerelastisch standhalten. Sie sollen gegen angrenzende Haftflächen und Stoffe verträglich sein, d.h. sie dürfen keine Verfärbung oder eine Kontamination der Haftflächen durch migrierende Stoffe verursachen. Gegebenenfalls sind Forderungen bzgl. Brandhemmung und -ausbreitung zu erfüllen.

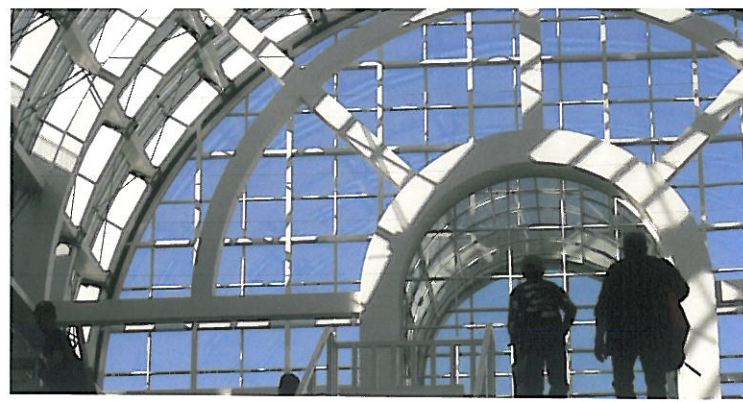
Der Einfluss von Immissionen jeglicher Art, wie z. B. Flugrost, Ruß, Blütenpollen und anderer Umwelt-Kontaminanten darf die Dichtfunktion nicht beeinträchtigen. Zusätzlich sind der Schließdruck, sowie das Kurz- und Langzeitrückstellvermögen in hohem Maß vom jeweiligen Werkstoff abhängig.

Ein Kosten sparerer leichter Einbau und Wartungsfreiheit werden ebenfalls vorausgesetzt.

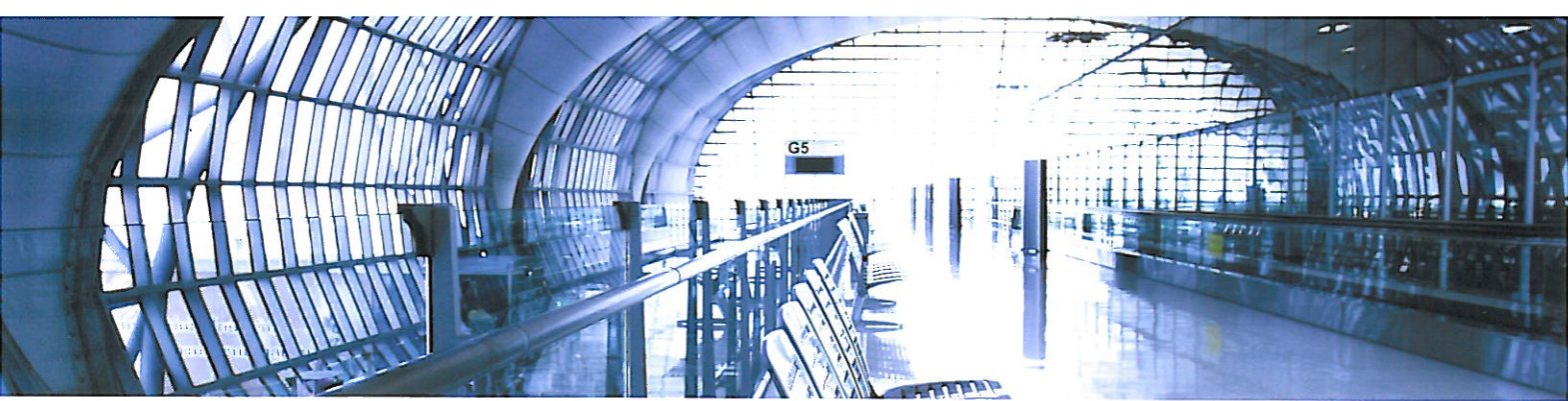
1.4 Normen

Bislang waren in Europa länderspezifische Normen, wie BS 4255, DIN 7863 und NEN 5656 für die Beschreibung der Anforderungen an Baufugendichtungen maßgebend. International war die Norm ISO 3934 die Richtlinie für das Eigenschaftsbild von vorgeformten Dichtungen im Bau.

In der nachstehenden Tabelle sind die Anforderungen dieser bisher gültigen Normen zu einem Eigenschaftsbild zusammengefasst:



Eigenschaft	Einheit	Anforderung
- Härte (Härteklassen von jeweils 10 Einheiten)	IRHD	45-85
- Zugfestigkeit (in Abhängigkeit der Härte)	MPa	> 6 < 10,5
- Reißdehnung (in Abhängigkeit der Härte)	%	> 150 < 350
- Weiterreißwiderstand (ISO 34)	N/mm	> 15
- Druckverformungsrest 22h/70°C 22h/100°C 22h/-25°C	% % %	< 25 > 22 < 35 > 60 < 90
- Zugverformungsrest 22h/RT (in Abhängigkeit der Härte)	%	> 5 < 12,5
- Ozonbeständigkeit, 200pphm O ₃ 100h/40°C, 20% Dehnung	—	rissfrei
- Härteänderung nach 7 Tagen/-10°C	IRHD	< 10
- Biegetest bei -25°C	—	keine Risse
- Luftalterung 3 Tage/100°C Δ Härte Δ Zugfestigkeit Δ Reißdehnung	IRHD % %	> 0 < 10 < - 15 < - 40
- Luftalterung 7 Tage/100°C Δ Härte Δ Zugfestigkeit Δ Reißdehnung Δ Gewichtsverlust	IRHD % % %	> 5 < 15 < - 25 < - 40 < - 3
- Luftalterung 14 Tage/100°C Δ Härte Δ Zugfestigkeit Δ Reißdehnung Δ Mindestreißdehnung Δ Gewichtsverlust Δ Schrumpfung	IRHD % % % % %	> - 10 < 10 > - 15 < 15 < - 30 > 80 < 100 < - 3 < - 2



Die angeführten EN-Normen sind im Gegensatz zu den bisherigen nationalen, vorwiegend werkstoffspezifischen Normen, vor allem auf anwendungs- und leistungsbezogene Anforderungen ausgelegt. Eigenschaften des Werkstoffs, wie Härte, UV- und Ozonbeständigkeit, Luftalterung bei erhöhten Temperaturen usw. werden nicht spezifiziert.

Es wird daher vermehrt zu Vereinbarungen für zusätzliche Werkstoffanforderungen zwischen Herstellern und Verwendern kommen, was in der EN 12365-1, Abschnitt 5, auch so vorgesehen ist.

2. Eigenschaften der Werkstoffe

Bei Dichtungsprofilen im Bau wird unter den folgenden drei Werkstoffklassen unterschieden:

• Elastomere (Gummi)

vernetzt, gummielastisch,
kein Fließen,
Zerstörung bei höherer
Temperatur

• Thermoplastische Elastomere

physikalisch oder sehr
gering chemisch vernetzt,
gummielastisch,
Fließen bei höherer
Temperatur

• Thermoplaste

unvernetzt, stahlelastisch,
Fließen bei hoher
Temperatur

Der grundlegende Unterschied dieser Werkstoffe erklärt sich aus der verschiedenen Polymerstruktur der großen Kettenmoleküle.

2.1 Elastomere (Gummi)

Elastomere sind vernetzte (vulkanisierte) Kautschuke, die sich insbesondere bei Raumtemperatur gummielastisch verhalten.

Eine aufgebrachte Spannung wird relaxieren und selbst nach sehr langer Zeit noch eine von Null verschiedene Restspannung aufweisen.

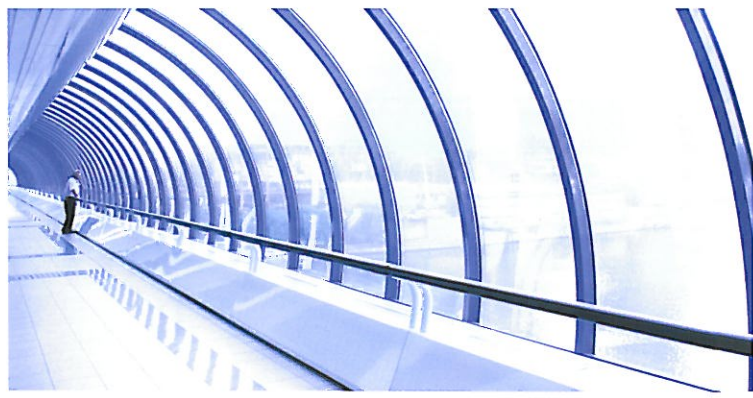
Die Eigenschaften von Elastomeren ergeben sich primär aus den Grundmerkmalen der vernetzten Kautschuke. Durch Hinzufügen von aktiven Füllstoffen, wie Rußen und Kieselsäuren, Weichmachern, Alterungsschutzmitteln, Aktivatoren, Verarbeitungshilfsmitteln, Beschleunigern für die Vernetzung und nicht zuletzt von Vernetzungsmitteln, kann jedoch das Eigenschaftsbild der jeweiligen Anwendung angepasst werden. Für Dichtungen am Bau werden nach dem Stand der Technik folgende Elastomere mit den jeweils aufgeführten Eigenschaften (Vor- und Nachteile **+** **-**) eingesetzt:

2.1.1 Ethylen-Propylen-Dien Elastomere (EPDM)

- +** Ausgezeichnete Witterungs- und Alterungsbeständigkeit (UV-Licht, Ozon, saurer Regen)
- +** Erfahrung im Praxiseinsatz > 30 Jahre
- +** Langzeitdichtfähigkeit bei Temperaturen von -40°C bis +120°C
- +** Ökonomisch sehr günstiges Preis-/Leistungsverhältnis
- Schwerbrennbarkeit für niedrige Härtegrade schwierig einzustellen
- Geringe Beständigkeit gegenüber aliphatischen und aromatischen Kohlenwasserstoffen (Mineralöle, Benzin, Kraftstoffe)
- Kein originäres, aber thermisches Recycling (Zementindustrie) sowie Abfallverwendung für Sportplatzbau, Straßenbau und Schalldämmung

2.1.2 Polychloropren Elastomere (CR)

- +** Gute Witterungs- und Alterungsbeständigkeit (UV-Licht, Ozon) für schwarze, Ozon geschützte Dichtungen
- +** Erfahrung im Praxiseinsatz > 50 Jahre
- +** Gute Mineralölbeständigkeit
- +** Schwer brennbar, im Brandfall entstehen jedoch korrosive, toxische Gase
- Materialkosten höher als bei EPDM
- Langzeitdichtfähigkeit vor allem in der Kälte wegen Kristallisationsneigung schlecht
- keine farbigen Dichtungen möglich



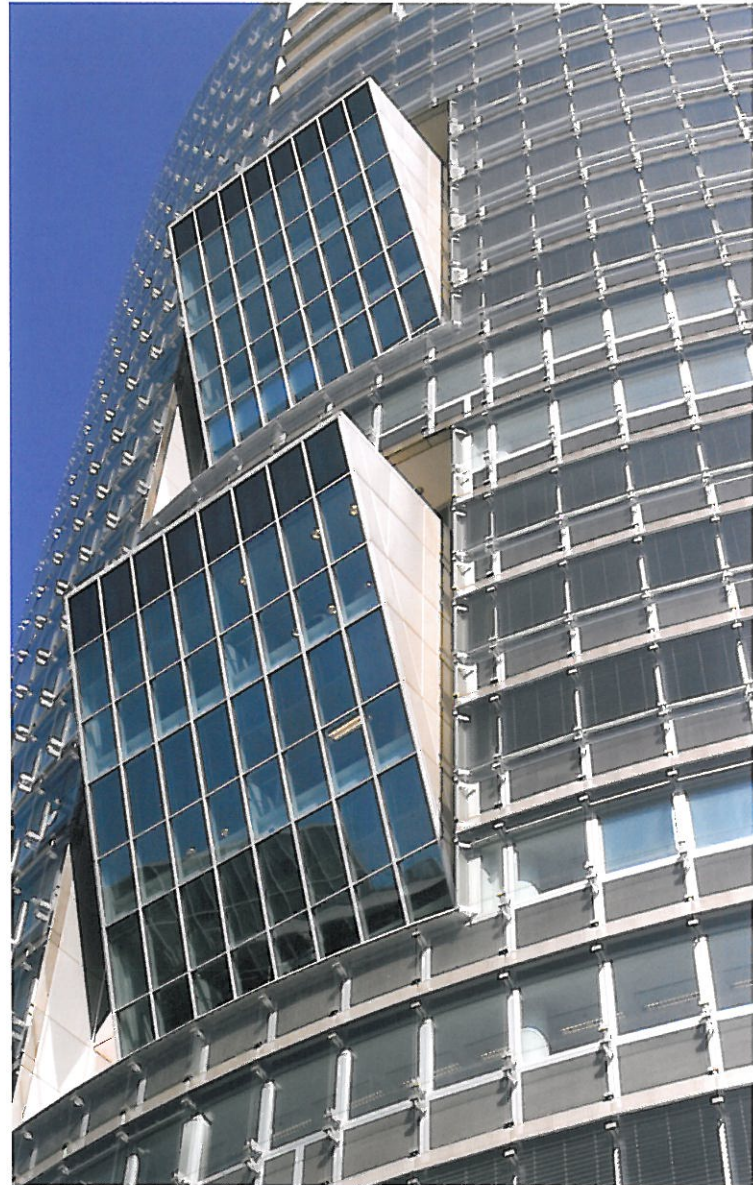
2.1.3 Silikon Elastomere (VMQ)

- ⊕ Hervorragende Witterungs- und Alterungsbeständigkeit (UV-Licht, Ozon, saurer Regen)
- ⊕ Über den gesamten Bereich der Einsatztemperatur geringe Änderung der physikalischen Werte und optimale Langzeitdichtfähigkeit
- ⊕ Schwer entflammbar, keine Entwicklung von korrosiven oder toxischen Gasen
- ⊕ Witterungs- und UV-stabile farbige und transparente Dichtungen
- ⊕ Ausgeglichenes Verhalten gegen Mineralöle
- ⊖ Teurer als alle anderen Materialien

2.2 Thermoplastische Elastomere (TPE)

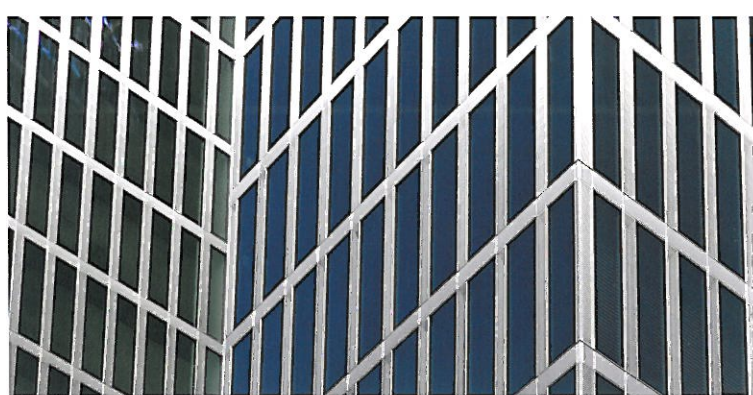
TPE sind Polymere, bei denen die in einem beschränkten Temperaturbereich bestehenden gummielastischen Eigenschaften durch eine reversible physikalische Vernetzung oder durch die geringe chemische Vernetzung der Weichsegmente erreicht werden.

- ⊕ Gute Witterungs- und Alterungsbeständigkeit auch für farbige Dichtungen
- ⊕ Recycling bei originärer Wiederverwendung
- ⊕ Warm verschweißbar, gute Coextrudierbarkeit (hart/weich, schwarz/farbig)
- ⊖ TPE-Dichtungen mit guter Langzeitdichtfähigkeit im Temperaturbereich -40 bis +120°C sind teurer als EPDM-Profile
- ⊖ Praxiserfahrung für neue TPE-Dichtungen noch nicht genügend



3. Bewertung und Vergleich der verschiedenen Werkstoffe

Um eine vergleichende Bewertung der verschiedenen Werkstoffe vorzunehmen, wird nachfolgend die Nutzwertanalyse als Methode zur Ordnung der Alternativen angewendet. In untenstehender Tabelle wurden die einzelnen Eigenschaften subjektiv gewichtet, wobei weniger wichtige mit 50 % bewertet werden.

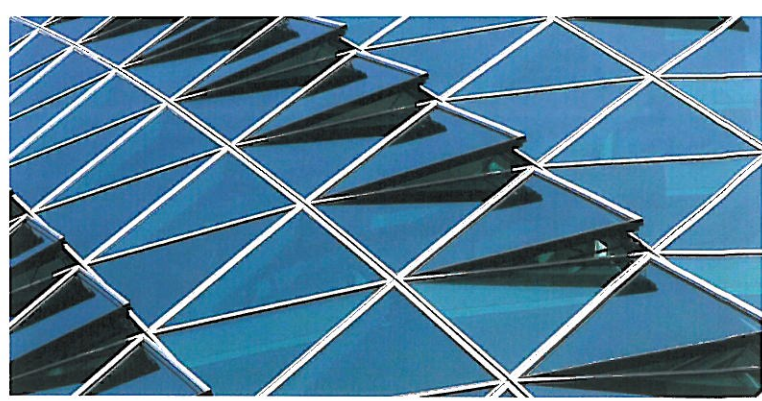


Bewertete Eigenschaften	Teileigenschaften Prüfkriterien	Gewichtungen
Langzeitrückstellvermögen	<ul style="list-style-type: none"> - Prüfzeit: 14 Tage und 21 Tage - Temperaturen gemäß den Stufen: 45, 55, 70, 85, 100 und 200°C, - Verformung auf Mindestmaß der Dichtung - Spannungsrelaxation - Druckverformungsrest 	Gewichtung 2,0
Ozon-, UV- und Witterungsbeständigkeit	<ul style="list-style-type: none"> - Ozon-Konzentration: 50 und 200 pphm - Temperatur: 40°C - Dehnung: 20% - Zeit: 96 Stunden - Xenontest: gemäß ISO 3934 Table 10 	Gewichtung 2,0
Kälteflexibilität	<ul style="list-style-type: none"> - Druckverformungsrest: 22h bei -25°C, 25% Verformung - Biegetest bei -25°C - Brittleness Temperatur: -35°C - Temperaturbereiche: -40, -25, -20, -10°C und 0°C 	Gewichtung 1,5
Rückstellvermögen	<ul style="list-style-type: none"> - Druckverformungsrest: 22h bei 55, 70, 85, 100°C und RT: 25% Verformung - Prüfung an der Dichtung: 22h, Verformung auf Mindestmaß bei den der Stufe entsprechenden Höchsttemperaturen von 45, 55, 70, 85, 100 und 200°C 	Gewichtung 1,5
Mechanische Eigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> - Zugfestigkeit - Bruchdehnung - Weiterreißwiderstand 	Gewichtung 1,0
Luftalterung	<ul style="list-style-type: none"> - 14 Tage bei 70, 85, 100 und 125°C (je nach Stufen) Anderung der... <ul style="list-style-type: none"> - Härte - Bruchdehnung, - Länge und Modul bei 100% Dehnung (nur für TPE) 	Gewichtung 1,0
Linearer Schließdruck	<ul style="list-style-type: none"> - neun Stufen von 10 bis 1000 N/m Prüfung bei RT 	Gewichtung 1,0
Lackdifferenz/ Substratbeeinflussung		Gewichtung 1,0
Recyclingfähigkeit		Gewichtung 0,5
Schwerbrennbarkeit		Gewichtung 0,5
Warmverschweißbarkeit		Gewichtung 0,5

In nachstehender Tabelle wird die Erfüllung der Eigenschaften für die Dichtungswerkstoffe benotet:

6 = ausgezeichnet bis 1 = ungenügend

Die Noten werden mit der Gewichtungszahl multipliziert.



Werkstoff (Kurzzzeichen) Eigenschaften	EPDM	CR	VMQ	TPE-V	SEBS SEPS	max. Leistungs- zahl	Gewichtung
Langzeitrückstellvermögen	12,0	8,0	12,0	8,0	8,0	12,0	2,0
Ozon-, UV- und Witterungsbeständigkeit	12,0	10,0	12,0	12,0	12,0	12,0	2,0
Kälteflexibilität	7,5	4,5	9,0	7,5	7,5	9,0	1,5
Rückstellvermögen	8,2	6,0	9,0	5,0	5,0	9,0	1,5
Mechanische Eigenschaften	6,0	6,0	5,0	6,0	6,0	6,0	1,0
Luftalterung	5,0	4,0	6,0	4,5	4,5	6,0	1,0
Linearer Schließdruck	6,0	5,0	5,0	4,0	4,0	6,0	1,0
Lack-/Acrylindifferenz	5,0	3,0	6,0	5,0	5,0	6,0	1,0
Recyclingfähigkeit	1,5	0,5	1,0	3,0	3,0	3,0	0,5
Schwerbrennbarkeit	1,5	2,5	2,0	1,5	1,5	3,0	0,5
Warmverschweißbarkeit	0,5	0,0	0,0	2,5	3,0	3,0	0,5
Σ Leistungszahlen	65,2	49,5	67,0	59	59,5	75,0	12,5
normierte Zielerreichung	0,9	0,7	0,9	0,8	0,8	1,0	

Die maximal erreichbare Leistungszahl ist 75. Sie kann nur von einem in jeder Hinsicht optimalen Werkstoff erreicht werden. Normiert man die maximale Leistungszahl und setzt sie gleich 1, so erhält man die Zielerreichung in ordinal normierter Darstellung.

Die Ergebnisse weisen keinen hohen Differenzierungsgrad aus. Der Grund sind die vielen bewerteten Eigenschaften, die nicht für alle Werkstoffe optimal benotet werden können.

Außerdem wurden die Kosten nicht berücksichtigt. So sind Silikon-(VMQ) und TPE-Dichtungen teurer als EPDM-Dichtungen.

Nach heutigem Stand sind EPDM-Dichtungen eine in jeder Hinsicht sehr gute Lösung für den Einsatz im Baubereich.

Nur wenn extreme Temperaturen (unter -40°C und über 120°C) vorliegen ist der Einsatz von VMQ-Dichtungen erforderlich.



Wirtschaftsverband der
deutschen Kautschukindustrie e.V.

Zeppelinallee 69 · 60487 Frankfurt am Main
Tel.: 069 - 7936-0 · Fax: 069 - 7936-140
www.wdk.de · E-Mail: info@wdk.de