

# DICHTUNGSLÖSUNGEN FÜR DIE CHEMISCHE INDUSTRIE

FREUDENBERG  
SEALING TECHNOLOGIES

 **FREUDENBERG**  
INNOVATING TOGETHER

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1. EINFÜHRUNG</b>	<b>3</b>
Unternehmen	3
Die Chemieindustrie und ihre Anforderungen	4
<b>2. SCHEMATISCHE DARSTELLUNG EINER PROZESSANLAGE</b>	<b>6</b>
<b>3. ÜBERSICHT WERKSTOFF- UND PRODUKTPORTFOLIO</b>	<b>8</b>
<b>4. TECHNISCHE KUNSTSTOFFE UND IHRE ANWENDUNGEN</b>	<b>10</b>
PTFE	11
ePTFE	13
POM, PA, PEEK	14
<b>5. ELASTOMERE UND IHRE ANWENDUNGEN</b>	<b>15</b>
FKM	16
Chem XP	17
Simriz	18
EPDM	19
<b>6. BENCHMARK</b>	<b>20</b>
<b>7. PRODUKTPORTFOLIO</b>	<b>23</b>
O-Ringe	24
Flachdichtungen	25
Führungsringe	26
Dachmanschetten	27
Stopfbuchspackungen	28
Valtec	29
Wellendichtringe	30
PTFE-Faltenbälge	31
Nutringe	32
PTFE-Einleitdüsen	33
Formteile	34
Membranen und Profile	35



# UNTERNEHMEN

**Die 1849 gegründete Freudenberg Gruppe ist ein globales Technologieunternehmen, das sich bis heute in Familienbesitz befindet. Bestehend aus über 30 Marktsegmenten entwickelt Freudenberg, gemeinsam mit seinen Kunden, technisch führende Produkte für verschiedenste Anwendungsgebiete – von Dichtungstechnik über Vliesstoffe bis hin zur Spezialchemie und medizintechnischen Produkten.**

Freudenberg Sealing Technologies ist die größte Geschäftsgruppe des Freudenberg Konzerns. Sie entwickelt Lösungen für die Dichtungstechnik und agiert als Zulieferer, Entwickler und Servicepartner. Als global führender Technologiespezialist bedient Freudenberg Sealing Technologies Branchen wie beispielsweise die Prozessindustrie, die Automobilindustrie oder die Land- und Maschinenbauindustrie. Diese Gliederung in eigenständig agierende Segmente stellt sicher, dass jede Branche von spezialisierten Know-how-Trägern betreut wird.

Von einem definierten Standardsortiment bis hin zu kundenspezifischen Entwicklungen bietet Freudenberg Sealing Technologies eine einzigartige Produktpalette.

Freudenberg Sealing Technologies<sup>1</sup> bietet Dichtungslösungen speziell für nachfolgende Bereiche:

- Chemieindustrie
- Lebensmittel- und Getränkeindustrie
- Pharmaindustrie

Diese Segmente zeichnen sich durch einen hohen Anspruch an das Dichtungsportfolio und die eingesetzten Werkstoffe aus. Die Dichtung und das Material müssen gegenüber extremen Temperaturbedingungen, aggressiven Medien, hohen Drücken und dem Prozessmedium selbst resistent sein. Die richtige Wahl des Werkstoffs spielt somit eine wichtige Rolle. Freudenberg Sealing Technologies hat hierfür branchenspezifische Materialien entwickelt, die diese Faktoren berücksichtigen und marktspezifische Freigaben besitzen.



# DIE CHEMIEINDUSTRIE UND IHRE ANFORDERUNGEN

**Die chemische Industrie ist einer der bedeutsamsten Wirtschaftszweige. Chemische Erzeugnisse werden in zahlreichen Industrien, wie beispielsweise der Lebensmittel- oder Automobilindustrie, als Grundstoffe für eine weitere Bearbeitung benötigt.**

Generell wird die Chemieindustrie in die nachfolgenden Bereiche unterteilt:

- Basischemie
- Feinchemie
- Spezialchemie
- Anorganische Chemie
- Organische Chemie

Jeder dieser Bereiche stellt aufgrund der Besonderheiten seiner Anlagen unterschiedliche Ansprüche. Diese erfordern speziell entwickelte Dichtungslösungen.

Die Dichtungen sind essenziell für die Zuverlässigkeit – sorgen sie doch dafür, dass nichts Schädigendes in den Prozess eindringt oder austritt – unabhängig der Prozess- bzw. Betriebsbedingungen, der Dichtstelle und des Mediums.

Freudenberg bietet hierfür hochbeständige Dichtungslösungen aus Kunststoffen wie PTFE sowie ein breites Spektrum an hochwertigen elastomeren Werkstoffen wie FFKM Perfluorelastomeren (Simriz®), EPDM oder FKM. Für die zahlreich verwendeten Rohrleitungen und Flanschverbindungen steht ein umfassendes Angebot an thermisch wie chemisch beständigen Flachdichtungen zur Verfügung. Gleitringdichtungen werden mit universell anwendbaren Sekundärdichtungen ausgestattet.



Bei der Auswahl des Dichtungsprodukts, inklusive der Bauform und des Werkstoffs, sind alle Betriebsbedingungen mit den jeweiligen Medien und deren Aggregatzuständen zu berücksichtigen.

Bei der Herstellung und Verarbeitung treten beim Gebrauch **anorganischer Grundchemikalien** immer besonders extreme Parameter auf. Zusätzlich zu aggressiven, teilweise auch toxischen Medien herrschen hohe Drücke. Zudem müssen die hier eingesetzten Dichtungen einen großen Temperatureinsatzbereich aufweisen. Aus diesem Grund sind qualitativ hochwertige, robuste und chemisch beständige Werkstoffe gefragt. Um dem hohen Anspruch der gesetzlich vorgeschriebenen Emissionswerte bei Prozessen gerecht zu werden, muss die Dichtung einen entscheidenden Beitrag leisten.

Eine typische Anwendung im Bereich der **Petrochemie** stellt das sogenannte Steamcracken dar. Neben der Beständigkeit gegen aggressive Chemikalien müssen Dichtungen hohen Temperaturen und Drücken standhalten. So herrschen in einem konvektionsfähigen Ofen zur Erwärmung des Sumpferzeugnisses Temperaturen von bis zu +600 °C bei gleichzeitigem Druck mit anschließender Bedampfung. Bei der nachfolgenden Spaltung des entstandenen Gases erhöhen sich die Temperaturen weiter auf +850 °C. Die eigentliche Herausforderung für Dichtungen besteht in den starken Temperaturwechseln durch die anschließende Kühlung des Gases. Auch einer Druckerhöhung bei der Verdichtung des Spaltgases auf etwa 30 bar muss die Dichtung standhalten. Das Absorbieren der Gase erfordert den Einsatz von Chemikalien, im Speziellen Lauge.

Während der Verarbeitung von **Polymeren** (Kunststoffen) herrschen meist keine besonders hohen Ansprüche hinsichtlich der Druck- und Temperaturbeständigkeit. Lediglich

in Einzelfällen, beispielsweise während eines Reaktionsabbruchs, können Temperaturen bis –80 °C auftreten, was den Einsatz speziell entwickelter Dichtungslösungen erfordert. Zudem können Lösemittel herkömmliche Dichtungsmaterialien angreifen.

Im Umgang mit **Fein- und Spezialchemikalien** sind Dichtungen mit besonders hoher Temperatur- und Chemikalienbeständigkeit gefragt. Neben dem Einsatz aggressiver und zum Teil toxischer Medien sind Temperaturen von +300 °C bis in den Tieftemperaturbereich bei Kristallisationsprozessen keine Seltenheit. Diesen Anforderungen müssen der Werkstoff und die daraus gefertigte Dichtung gewachsen sein.

Bei der Produktion von **Wasch- und Körperpflegemitteln**, deren Anforderungen denen der pharmazeutischen Industrie ähneln, herrschen besonders hohe Ansprüche hinsichtlich der Reinheit aller eingesetzten Prozessmedien. Neben der Totraumfreiheit der Dichtstelle müssen die Dichtungswerkstoffe die gängigen Freigaben der Pharmaindustrie aufweisen und den anspruchsvollen CIP-/SIP (Cleaning In Place/Sterilization In Place) -Reinigungsmedien und -prozessen standhalten.

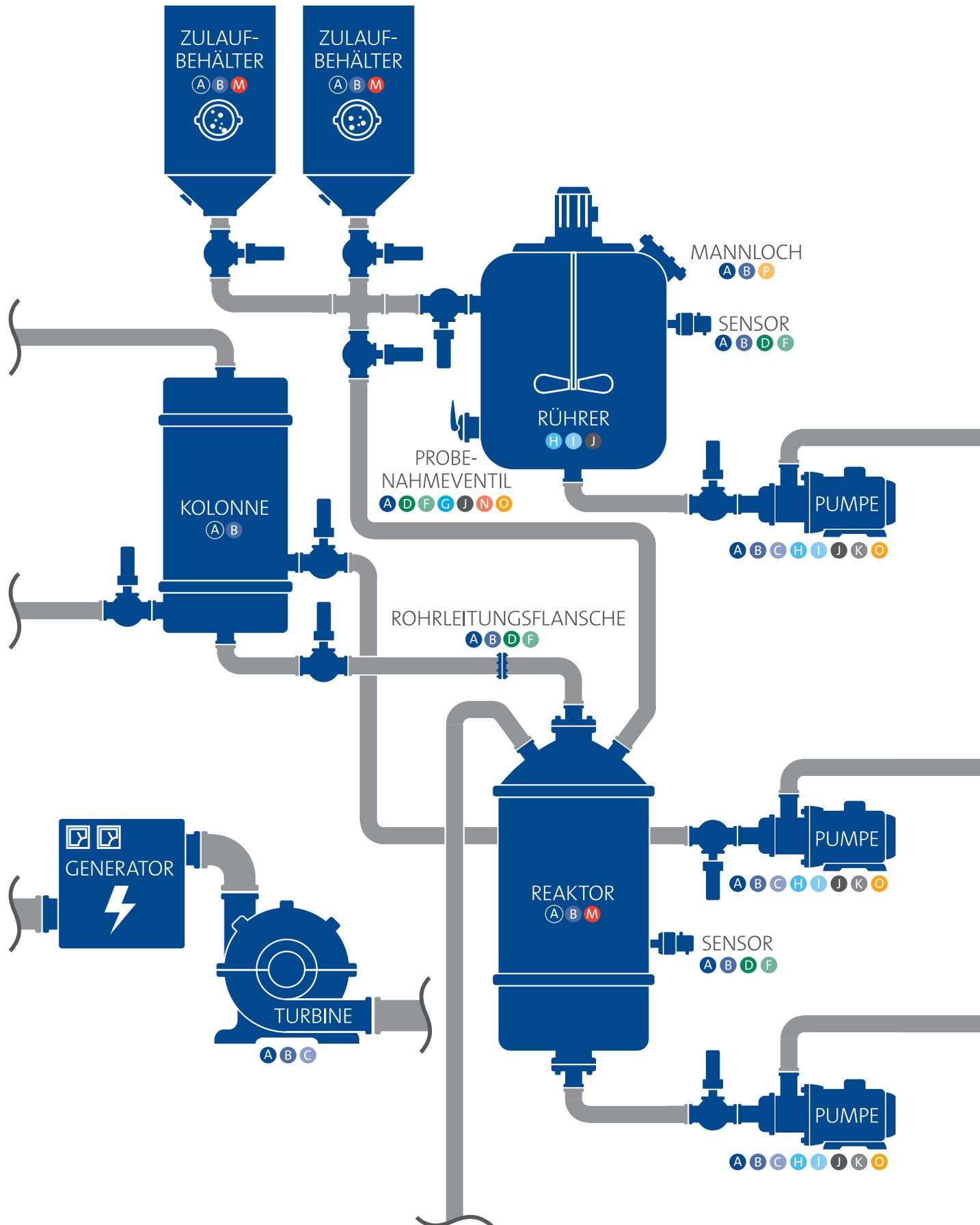
#### Chemical Resistance Guide

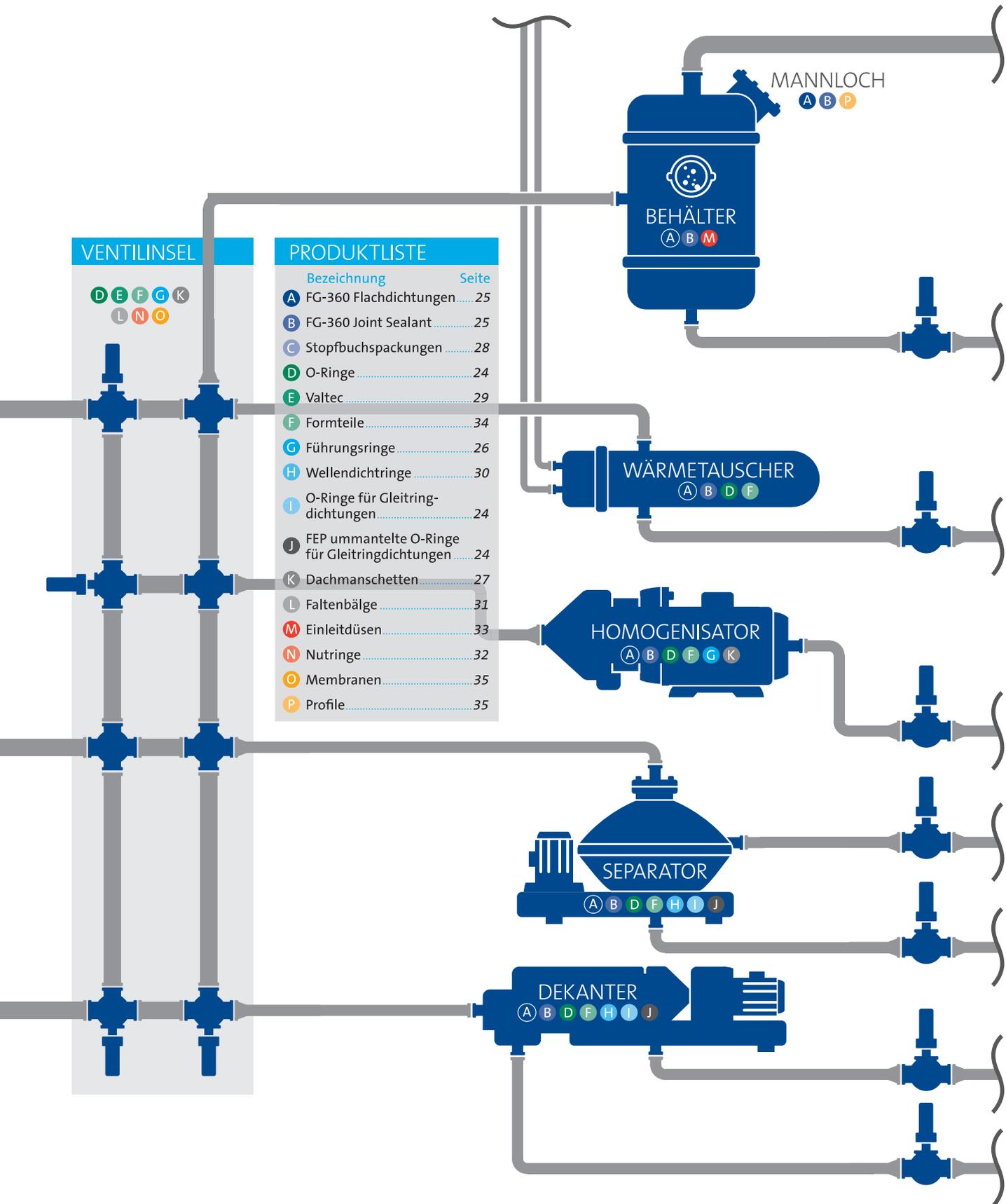
Kompatibilität von Dichtungsmaterialien und Chemikalien auf einen Blick

[www.resistanceguide.fst.com/  
chemical-resistance-guide](http://www.resistanceguide.fst.com/chemical-resistance-guide)



# SCHEMA PROZESSANLAGE





# ÜBERSICHT WERKSTOFFE UND DICHTUNGSPRODUKTE

WERKSTOFF	NAME	FARBE	VERNETZUNG	HÄRTE SHORE A	TEMPERATURBEREICH IN LUFT IN °C; STATISCH	DICHTUNGS- PRODUKTE
EPDM	60 EPDM 290	schwarz	peroxidisch	65 ± 5	-40 bis +150	Membranen
	70 EPDM 291	schwarz	peroxidisch	75 ± 5	-40 bis +150	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O-Ringe</li> <li>• Formteile</li> <li>• Membranen</li> <li>• CNC-gedreht</li> </ul>
	70 EPDM 391	schwarz	peroxidisch	70 ± 5	-40 bis +150	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Profile</li> <li>• Schnüre</li> </ul>
	85 EPDM 292	schwarz	peroxidisch	85 ± 5	-40 bis +150	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O-Ringe</li> <li>• CNC-gedreht</li> </ul>
	85 EPDM 302	schwarz	peroxidisch	85 ± 5	-40 bis +150	Formteile
FKM	70 FKM 576	schwarz	bisphenolisch	70 ± 5	-40 bis +200 (dynamisch -15)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O-Ringe</li> <li>• Formteile</li> <li>• Membranen</li> </ul>
	75 FKM 461	schwarz	bisphenolisch	75 ± 5	-40 bis +200 (dynamisch -15)	Profile
	75 FKM 606	schwarz	peroxidisch	75 ± 5	-40 bis +230 (dynamisch -15)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O-Ringe</li> <li>• Formteile</li> <li>• Membranen</li> </ul>
	70 FKM 134347	schwarz	peroxidisch	70 ± 5	-40 bis +200 (dynamisch -30)	O-Ringe
	85 FKM 235447	schwarz	peroxidisch	85 ± 5	-50 bis +200 (dynamisch -40)	O-Ringe
Chem XP	75 Chem XP Familie	schwarz	peroxidisch	75 ± 5	-20 bis +200	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O-Ringe</li> <li>• Formteile</li> </ul>
Simriz	70 Simriz 491	schwarz	peroxidisch	70 ± 5	-20 bis +230	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O-Ringe</li> <li>• Formteile</li> </ul>
	75 Simriz 495	schwarz	peroxidisch	75 ± 5	-15 bis +230	O-Ringe
	75 Simriz 497	schwarz	peroxidisch	75 ± 5	-15 bis +325	O-Ringe
	85 Simriz 496	schwarz	peroxidisch	85 ± 5	-10 bis +230	O-Ringe

WERKSTOFF	NAME	FARBE	FÜLLSTOFFGEHALT	TEMPERATURBEREICH IN LUFT IN °C; STATISCH	DICHTUNGS- PRODUKTE
PTFE	PTFE virginal	weiß	0 %	-200 bis +260	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O-Ringe</li> <li>• Formteile</li> <li>• Führungsringe/Stützringe</li> <li>• Faltenbälge</li> </ul>
	PTFE Bronze	braun	40 %	-200 bis +260	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O-Ringe</li> <li>• Formteile</li> <li>• Führungsringe/Stützringe</li> </ul>
	PTFE Glasfaser	grau	10 % bis 25 %	-200 bis +260	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O-Ringe</li> <li>• Formteile</li> <li>• Führungsringe/Stützringe</li> <li>• Wellendichtringe</li> </ul>
	PTFE Kohle	schwarz	25 %	-200 bis +260	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O-Ringe</li> <li>• Formteile</li> <li>• Führungsringe/Stützringe</li> <li>• Wellendichtringe</li> </ul>
PA, POM, PEEK	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PA 6</li> <li>• PA 66</li> <li>• PA 12</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• natur</li> <li>• grau</li> <li>• schwarz</li> </ul>	-	-40 bis +110	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formteile</li> <li>• Führungsringe/Stützringe</li> </ul>
	POM	natur	-	-40 bis +110	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formteile</li> <li>• Führungsringe/Stützringe</li> </ul>
	PEEK	natur	-	-50 bis +260	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formteile</li> <li>• Führungsringe/Stützringe</li> </ul>



# TECHNISCHE KUNSTSTOFFE UND IHRE ANWENDUNGEN

# PTFE



**PTFE (Polytetrafluorethylen) besitzt eine herausragende chemische Beständigkeit, die alle elastomeren Werkstoffe übertrifft. Dies macht PTFE zum Hochleistungswerkstoff in der Dichtungstechnologie.**

Die starke Bindung zwischen den Kohlenstoff- und Fluor-Atomen ist auf die Elektronegativität zurückzuführen. Sie ist verantwortlich für die hervorragende Beständigkeit gegenüber Chemikalien. Diese Bindungen können nur mit einem hohen Energieaufwand aufgebrochen werden. Der thermische Anwendungsbereich von PTFE ist besonders groß und liegt zwischen  $-200\text{ °C}$  und  $+260\text{ °C}$ . Somit eignet sich das Material für den Einsatz im Kontakt mit flüssigen Gasen. Darüber hinaus ist PTFE besonders resistent gegenüber Medien wie Basen, Säuren, Alkoholen, Ketonen, Benzinen und Ölen. Bei starken Reduktionsmitteln, wie den Lösungen von Alkalimetallen in flüssigem Ammoniak oder sehr starken Oxidationsmitteln bei höheren Temperaturen, ist PTFE allerdings nicht ausreichend beständig. Auch in Kontakt mit Natrium oder elementarem Fluor ist PTFE nicht geeignet.

PTFE besitzt neben seiner außergewöhnlichen Beständigkeit eine Haftreibung, die der Gleitreibung gleicht. Dies führt dazu, dass im Übergang von Stillstand zu Bewegung kein Rucken

stattfindet und der sogenannte „Stick-Slip“-Effekt verhindert wird. Der geringe Reibungskoeffizient von PTFE sorgt für ein ähnlich gutes Gleitverhalten wie nasses Eis auf nassem Eis. Die extrem niedrige Oberflächenspannung sorgt dafür, dass nahezu kein Material an PTFE haften bleibt. Ein weiterer Vorteil entsteht durch den Memory-Effekt des Werkstoffs, der auf den langen Molekülketten basiert. Wird PTFE erwärmt, strebt es bei Abkühlung seine Ausgangsform wieder an. PTFE ist in einer bestehenden Konstruktion nicht als Ersatz für ein Elastomers geeignet, da es keine gummielastischen Eigenschaften besitzt.

## Allgemeine Eigenschaften

- Geringer Reibungskoeffizient
- Extrem niedrige Oberflächenspannung
- Dichte:  $2,10$  bis  $2,30\text{ g/cm}^3$
- Härte:  $55$  bis  $60\text{ Shore D}$
- Thermischer Einsatzbereich zwischen  $-200\text{ °C}$  und  $+260\text{ °C}$
- Temperaturen über  $+400\text{ °C}$  setzen hochtoxische Pyrolyseprodukte wie z. B. Fluorphosgen ( $\text{COF}_2$ ) frei
- Spezielle PTFE-Typen können geschweißt werden

## Reibungskoeffizient von PTFE-Werkstoffen in unterschiedlichen Medien

WERKSTOFFAUSFÜHRUNG	REIBUNGSKOEFFIZIENT IM TROCKENLAUF BEI $+60\text{ °C}$	REIBUNGSKOEFFIZIENT MIT WASSER BEI $+60\text{ °C}$
PTFE + 25 % Kohle	0,24	0,10
PTFE + 15 % Grafit	0,24	0,11
PTFE + 10 % Kohlefaser	0,21	0,13
PTFE + organische Füllstoffe	0,21	0,10

**Optimierungsmöglichkeiten von PTFE**

Ungefülltes PTFE hat eine relativ geringe Verschleißfestigkeit und neigt zu Kaltfluss. Zudem ist es empfindlich gegenüber energiereicher Strahlung und schlecht zu kleben. Werden verschiedene Füllstoffe hinzugegeben, lassen sich diese Eigenschaften positiv beeinflussen. Auch das Wärmeverhalten in Bezug auf Leitfähigkeit und Ausdehnung kann optimiert werden. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick.

**Verarbeitung von PTFE**

PTFE lässt sich nicht im Spritzguss verarbeiten. Zur Herstellung von Bauteilen können je nach gewünschten Eigenschaften verschiedene Werkstoffausführungen zu Halbzeugen (Rohren, Stäben und Platten) verarbeitet werden, aus denen im nächsten Bearbeitungsschritt das Endprodukt gefertigt wird.

**Optimierung von PTFE durch Füllstoffe**

FÜLLSTOFF	ANTEIL	EIGENSCHAFTEN	TYPISCHE DICHTUNGSPRODUKTE
Grafit	bis zu 15 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gute Chemikalienbeständigkeit</li> <li>• Gute Wärmeleitfähigkeit</li> <li>• Gute Verschleißseigenschaften</li> <li>• Gut für weiche Gegenläufigen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutringe</li> <li>• Wellendichtringe</li> </ul>
Glasfaser	bis zu 40 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gute Druckfestigkeit</li> <li>• Verbessertes Verschleiß- und Reibungsverhalten</li> <li>• Gute Chemikalienbeständigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flachdichtungen für Druckerwendungen</li> <li>• Kolben- und Stangendichtungen</li> </ul>
Bronze	bis zu 60 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gute Abrieb- und Druckfestigkeit</li> <li>• Gute Wärmeleitfähigkeit</li> <li>• Limitierte Chemikalienbeständigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kolben- und Stangendichtungen für Druckerwendungen</li> <li>• Gleitlager</li> </ul>
Kohle	bis zu 30 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gute Abrieb- und Druckfestigkeit</li> <li>• Gute Wärmeleitfähigkeit</li> <li>• Gute Chemikalienbeständigkeit</li> <li>• Elektrische Leitfähigkeit</li> </ul>	Dynamische Dichtungen
Kohlefaser	bis zu 30 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gute Wärmeleitfähigkeit</li> <li>• Gute Verschleißseigenschaften</li> <li>• Sehr gute Trockenlaufeigenschaften</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamische Dichtungen</li> <li>• Gleitlager</li> </ul>
Organische Füllstoffe	bis zu 25 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exzellente thermische und mechanische Eigenschaften</li> <li>• Gute Abriebfestigkeit</li> <li>• Exzellente Formstabilität</li> <li>• Schonend zu Gegenläufigen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamische Dichtungen</li> <li>• Wellendichtringe</li> <li>• Gleitlager</li> </ul>

# ePTFE



**Expandiertes PTFE (ePTFE) ist eine speziell verarbeitete Variante des Kunststoffes PTFE. Es besitzt dank der multi-dimensionalen Ausrichtung der Polymerketten verbesserte mechanische und thermische Eigenschaften.**

In der Chemieindustrie wird dieses Material aufgrund seiner besonders guten thermischen und chemischen Beständigkeit eingesetzt. Typische Anwendungen sind Reaktoren, Kolonnen, Rohrleitungen sowie Wärmetauscher und Prozesskessel. Sowohl in Hochtemperaturanwendungen bis +315 °C als auch in Tieftemperaturanwendungen bis zu -268 °C ist der Werkstoff problemlos einsetzbar.

Freudenberg bietet für diese Applikationen in der Materialvariante FG-360. Sie besteht aus 100 % reinem PTFE. Aufgrund der dichten Form kann auf Füllstoffe oder Bindemittel gänzlich verzichtet werden. Dies bietet mehr Stabilität sowie weniger Kaltfluss und Kriechrelaxation als bestehende expandierte PTFE-Produkte. Darüber hinaus ist das Material unempfindlich gegenüber UV-Strahlung, Ozon und fast allen Chemikalien.

Bereits bei kleinen Flächenpressungen und geringem Anzugsdrehmoment kann das Material mit seiner Dichtwirkung überzeugen. Dies ist in der weichen, extrem komprimierbaren und trotzdem starken Beschaffenheit des Werkstoffs begründet. Verschlossene oder beschädigte Flanschflächen können leicht ausgeglichen werden. Das expandierte PTFE eignet sich dank dieser Eigenschaften ausgezeichnet für mit Kunststoff oder Glas ausgekleidete Flansche. Es kann leicht von Hand zugeschnitten oder gestanzt werden und hat einen niedrigen Reibungskoeffizienten. Dieser ist mit 0,2 ähnlich zu nassem Eis und ermöglicht eine leichte Montage und Demontage. Da FG-360 weder altert, versprödet noch seine Beschaffenheit verschlechtert, ist es unbegrenzt haltbar.

FG-360 wird in zwei Produktvarianten angeboten:

- **FG-360 Joint Sealant** ist ein Dichtungsband mit Haftklebestreifen auf der Rückseite. Es eignet sich für Wärmetauscher, unregelmäßige Flansche, Tankdeckel, Mann- und Handlöcher.
- **FG-360 Dichtungsplatten** werden in 1,5 mm, 2 mm und 3 mm Plattenstärke produziert. Weitere Dicken sind auf Anfrage verfügbar. Das Plattenmaß beträgt 1.500 mm x 1.500 mm.

### Allgemeine Eigenschaften

- Einsetzbar im Temperaturbereich von -268 °C bis +315 °C
- Anwendbar im Druckbereich von Vakuum bis 200 bar
- Chemisch inert über den pH-Bereich von 0 bis 14
- Hohe Zugfestigkeit

EIGENSCHAFTEN	1,5 MM DICKE	3,0 MM DICKE
Typ	TF-0-0 DIN 28091-3	TF-0-0 DIN 28091-3
Farbe	weiß	weiß
Regelwerke	TA Luft	TA Luft
Dichte g/cm <sup>3</sup>	0,85	0,85
Zugfestigkeit längs N/mm <sup>2</sup>	14	18
Zusammendrückung	69	66,2
Rückfederung %	7,6	11,6
Temperaturbereich °C	-268 bis +315	-268 bis +315

# POM, PA, PEEK



## POM – Polyoxymethylen

Polyoxymethylen (Kurzzeichen POM, auch Polyacetal genannt) ist prädestiniert für den Einsatz in der Chemieindustrie. Es verfügt über eine gute chemische Beständigkeit gegenüber Ölen und Basen sowie ein ausgezeichnetes Gleitverhalten. Der teilkristalline thermoplastische Werkstoff eignet sich dank seiner hohen Steifigkeit, einem niedrigen Reibwert und seiner Dimensionsstabilität besonders für Präzisionsformteile. Bedingt durch seine hohe Kristallinität, ist POM in einem Temperaturbereich von -40 °C bis +120 °C steifer und fester als andere Thermoplaste. Die geringe Kriechneigung und die hohe Zeitstandfestigkeit vervollständigen die positiven Eigenschaften des Materials. Mit hochkonzentrierten Säuren und Chlor sollte POM nicht dauerhaft in Kontakt stehen.

## PA – Polyamid

Polyamid ist ein teilkristallines Thermoplast, das sich durch eine hohe Zähigkeit, Festigkeit und Steifigkeit auszeichnet. Darüber hinaus besitzt PA ein gutes Dämpfungsvermögen, eine hohe Verschleißfestigkeit und eine geringe Kriechneigung. Diese Eigenschaften werden dank der Amidgruppen erzielt, die über Wasserstoffbrücken miteinander in Wechselwirkung stehen. Die mechanischen Eigenschaften lassen sich, je nach Anwendungsfall, durch Faserverbunde mit Glas oder Kohlefasern weiter verbessern. Im Dichtungsbereich nutzt man PA-Ringe bevorzugt als Stützringe für unterschiedlichste Dichtelemente.

## PEEK – Polyetheretherketon

In der Chemieindustrie findet PEEK aufgrund seiner hohen Schmelztemperatur häufig Anwendung im Bereich von hohen Temperaturen. Zusätzlich besitzt der Werkstoff eine beinahe universelle chemische Beständigkeit. PEEK weist, wie die anderen Kunststoffe, eine hohe Festigkeit und Steifigkeit auf. Darüber hinaus besitzt es einen niedrigen Wärmeausdehnungskoeffizienten und verfügt über gute Gleiteigenschaften sowie ein geringes Abriebverhalten. Ungefülltes PEEK kann durch Füllstoffe wie Glas- und Kohlefaser oder auch PTFE in seinen mechanischen Eigenschaften verändert werden. Als schwer entflammbarer und selbstlöschender Kunststoff ist sein Einsatz in einigen Chemieanwendungen von Vorteil. Aufgrund seiner fehlenden Elastizität eignet sich PEEK besonders für den Einsatz als Stützringe für O-Ringe oder als Druckringe für Dachmanschettensätze. Im Gegensatz zu PTFE ist PEEK auch im Spritzguss verarbeitbar.

WERKSTOFF	EIGENSCHAFTEN	DICHTUNGSPRODUKTE
POM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermischer Einsatzbereich von -40 °C bis +120 °C</li> <li>• Ausgeprägte Streckgrenze bei etwa 8 % Dehnung (Raumtemperatur)</li> <li>• Gutes Rückstellvermögen</li> <li>• Gutes Reibungs- und Verschleißverhalten</li> <li>• Geringe Wasseraufnahme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stützringe</li> <li>• Führungsringe</li> </ul>
PA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermischer Einsatzbereich von -40 °C bis +120 °C</li> <li>• Geringe Wasseraufnahme (z. B. PA6 von 2,5 % bis 3,5 %)</li> <li>• Hohe Verschleißfestigkeit</li> <li>• Hohe Schlagzähigkeit</li> <li>• Geringe Kriechneigung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stützringe</li> <li>• Führungsringe</li> </ul>
PEEK	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermischer Einsatzbereich von -50 °C bis +260 °C</li> <li>• Exzellente chemische Beständigkeit</li> <li>• Exzellente Verschleißfestigkeit</li> <li>• Höchste mechanische Festigkeit und Steifigkeit aller Kunststoffe</li> <li>• Hydrolyse- und Heißdampfbeständigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stützringe</li> <li>• Führungsringe</li> </ul>



# ELASTOMERE UND IHRE ANWENDUNGEN

# FKM



**Fluorelastomere sind sehr leistungsfähige Werkstoffe, die aufgrund der stärkeren Fluor-Kohlenstoff-Bindung verglichen mit einer schwächeren Kohlenstoff-Wasserstoff-Bindung eine außerordentliche chemische und thermische Beständigkeit aufweisen.**

Der Fluorierungsgrad einer Mischung lässt sich durch unterschiedliche Polymerisation einzelner Monomere wie Vinylidenfluorid (VF), Hexafluorpropylen (HFP), Tetrafluorethylen (TFE), 1-Hydropentafluorpropylen (HFPE) und Perfluormethylvinylether (PMVE) einstellen. Dabei lassen sich Co-, Ter- und Tetrapolymere mit unterschiedlichem Aufbau und Fluorgehalten zwischen 65 % und 71 % herstellen. Die Verwendung variabler Anteile erlaubt die Entwicklung eines passenden Materials für unterschiedliche Anforderungen hinsichtlich Medienbeständigkeit und Kälteflexibilität.

FKM besitzt in vielen Fällen eine ausreichende Beständigkeit gegen gebräuchliche organische Lösemittel. In Kohlenwasserstoffgemischen ist dieser Werkstoff unschlagbar.

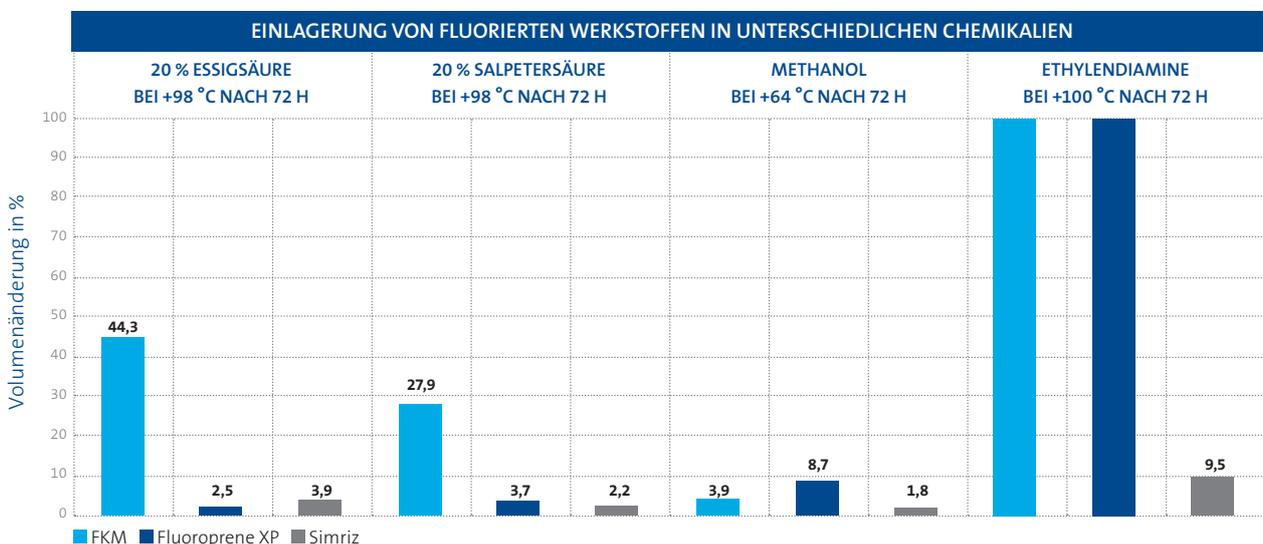
Standardwerkstoffe sind im breiten Spektrum der Chemieanwendungen von  $-20\text{ °C}$  bis  $+200\text{ °C}$  zu finden. Für Sonderanwendungen in einer kalten Umgebung oder z. B. in Kontakt mit LPG (Liquid Petroleum Gas) lässt sich mit spezieller Zusammensetzung des Compounds ein Temperaturbereich von  $-40\text{ °C}$  bis  $+200\text{ °C}$  erreichen.

Spezielle FKM-Compounds mit höherem Fluorgehalt sind, aufgrund der hohen chemischen Beständigkeit, sogar mit FFKM-Werkstoffen vergleichbar und können diese in einigen Einsatzfällen ersetzen. Dies beweist ein Einlagerungsvergleich fluorierter Werkstoffe in unterschiedlichen Chemikalien (siehe Grafik).

### Allgemeine Eigenschaften

- Hervorragende Temperaturbeständigkeit
- Hohe chemische Stabilität
- Sehr gute Ozon-, Witterungs-, und Alterungsbeständigkeit
- Hervorragende Beständigkeit in Mineralölen und Fetten
- Geringe Gasdurchlässigkeit
- Sehr gute Beständigkeit in unpolaren Medien
- Neigt zu verstärkter Quellung in polaren Lösemitteln, Ketonen und Aminen

WERKSTOFFE	TEMPERATUR-BEREICH DYNAMISCH	ANWENDUNGS-BEREICH	DICHTUNGS-PRODUKTE
70 FKM 134347	$-30\text{ °C}$ bis $+200\text{ °C}$	verdünnte Säure, polare und unpolare Lösemittel Fette/Öle und Kohlenwasserstoffverbindungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O-Ringe</li> <li>• Formteile</li> <li>• Membranen</li> </ul>
75 FKM 606	$-15\text{ °C}$ bis $+200\text{ °C}$	verdünnte Säure, polare und unpolare Lösemittel Fette/Öle und Kohlenwasserstoffverbindungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O-Ringe</li> <li>• Formteile</li> <li>• Membranen</li> </ul>
85 FKM 235447	$-40\text{ °C}$ bis $+200\text{ °C}$	verdünnte Säure, polare und unpolare Lösemittel Fette/Öle und Kohlenwasserstoffverbindungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O-Ringe</li> <li>• Formteile</li> <li>• Membranen</li> </ul>



# CHEM XP



**Die Chemiebranche hat spezielle Anforderungen. Freudenbergs Know-how im Bereich Fluorelastomer-compounding resultiert in einer Reihe neuer Spezialwerkstoffe, die für unterschiedliche Einsatzbedingungen dieses Industriezweigs optimiert sind.**

Für den Aufbau wurden dabei besonders leistungsfähige Komponenten ausgewählt, um den hohen Anforderungen der chemischen Prozessindustrie gerecht zu werden. Daraus entstanden sind mehrere leistungsstarke Materialien mit unterschiedlichen Preis-Leistungs-Verhältnissen. Somit kann der für die Anwendung optimale Werkstoff gewählt werden, ohne dass die Kosten unverhältnismäßig ausfallen.

Die neu entwickelten Materialien unterscheiden sich in ihrer chemischen Beständigkeit. Untersucht wurde dies in einer Vergleichsstudie (siehe Seite 20–22). Der Benchmark zeigt die Vorteile der einzelnen Mischungen und erleichtert somit die Wahl des passenden Werkstoffs für eine bestimmte Anwendung.

Im breiten Spektrum der Chemieanwendungen für Temperaturbereiche von  $-20\text{ °C}$  bis  $+200\text{ °C}$  können diese Spezialcompounds z. B. als O-Ringe in Gleitringdichtungen oder als Formteile für Ventile Anwendung finden.

In Säuren und Laugen, organischen Lösemitteln sowie Kohlenwasserstoffverbindungen liefert Chem XP eine nahezu gleiche Beständigkeit wie ein FFKM. Daher ist in vielen Fällen eine Substitution denkbar, insbesondere in Anwendungen, in denen FFKM bisher alternativlos, aber womöglich nicht notwendig war. Dank dieser neu entwickelten Werkstofffamilie ist es möglich, die Anlagenkomponenten zu optimieren und Kosten zu senken. Wird hingegen ein FKM durch Chem XP ersetzt, verlängert sich dadurch die Standzeit und die Produktionskosten sinken aufgrund der seltenen Wartungsintervalle.

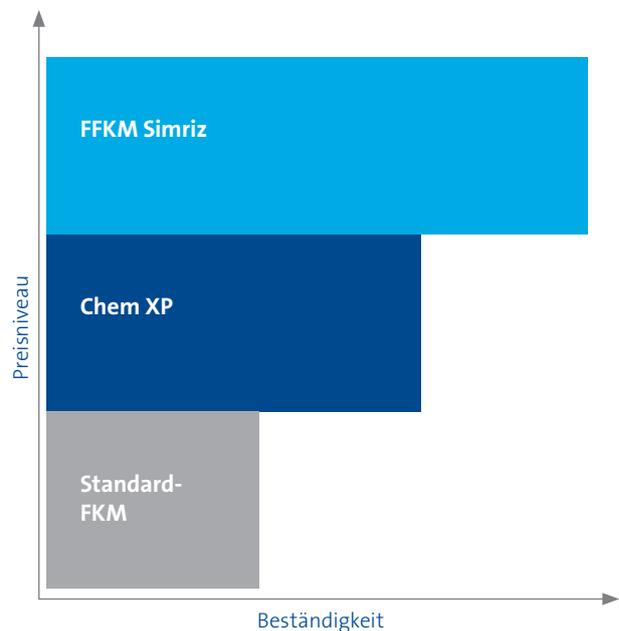
## Allgemeine Eigenschaften

- Hervorragende Temperaturbeständigkeit
- Hohe chemische Stabilität
- Sehr gute UV-, Ozon-, und Alterungsbeständigkeit
- Hervorragende Beständigkeit in Mineralölen und unpolaren Lösemitteln

## Produkte/Werkstoffe

- O-Ringe aus 75 Chem XP auf Anfrage
- Formteile aus 75 Chem XP auf Anfrage

## Vergleich Preisniveau und Beständigkeit



# SIMRIZ®



**Freudenberg's Perfluorelastomer Simriz gilt als High-End-Lösung für die Prozessindustrie. Dank seiner breiten chemischen Beständigkeit und einem außergewöhnlichen Temperatureinsatzbereich ist es in der Chemieindustrie vielfältig einsetzbar.**

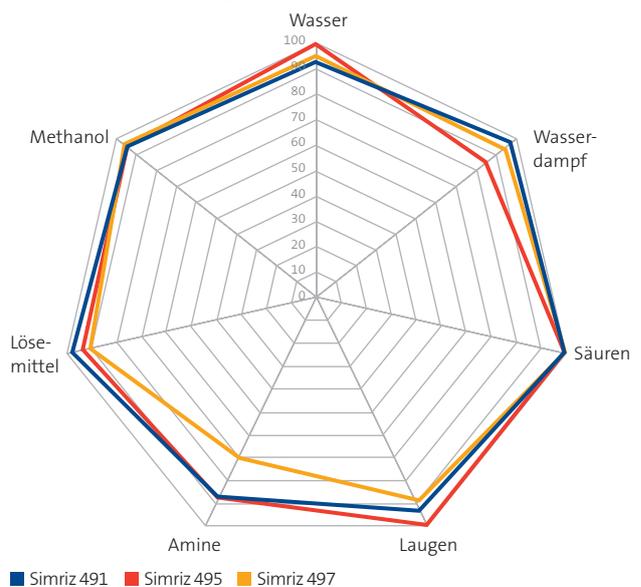
Spezielle Monomere bilden die Basis für Simriz und andere Perfluorelastomere (FFKM). Die hohe Bindungsenergie zwischen den Kohlenstoff- und Fluoratomen sorgt für die hervorragenden thermischen und chemischen Eigenschaften, die vergleichbar mit dem Kunststoff PTFE sind. Im Vergleich zu PTFE verfügt Simriz jedoch über die gummielastischen Eigenschaften eines Elastomers. Diese Kombination aus Elastizität und hervorragender Beständigkeit macht ihn zum Werkstoff für besonders anspruchsvolle Anwendungen. Damit ist Simriz universell einsetzbar: in statischen und dynamischen Anwendungen, bei hohen Temperaturen, extremen Drücken und starken Schwankungen dieser Parameter.

Freudenberg bietet mit diesem Werkstoff eine umfassende Produktpalette hochwertiger FFKM-Werkstoffe. Neben den Ausführungen für Standardanwendungen, in unterschiedlichen Härtegraden, gibt es eine Variante für Hochtemperaturanwendungen.

## Allgemeine Eigenschaften

- Breite chemische Beständigkeit in polaren sowie unpolaren Medien
- Sehr gute Beständigkeit in oxidativen Medien, auch bei hohen Konzentrationen und Temperaturen
- Hoher Temperatureinsatzbereich bis +230 °C, Sondertypen bis +325 °C
- Sehr gute Elastizität

## Chemische Beständigkeit



WERKSTOFFE	OBERE TEMPERATURGRENZE	ANWENDUNGSBEREICH	PRODUKTE
70 SIMRIZ 491	bis +230 °C	Standard	• O-Ringe • Formteile
75 SIMRIZ 495	bis +230 °C	Standard	O-Ringe
85 SIMRIZ 496	bis +230 °C	hoher Druck, expl. Dekompression	O-Ringe
75 SIMRIZ 497	bis +325 °C	hohe Temperatur	O-Ringe

# EPDM



## EPDM (Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk) ist das Standardmaterial für alle Anwendungen mit wässrigen Medien.

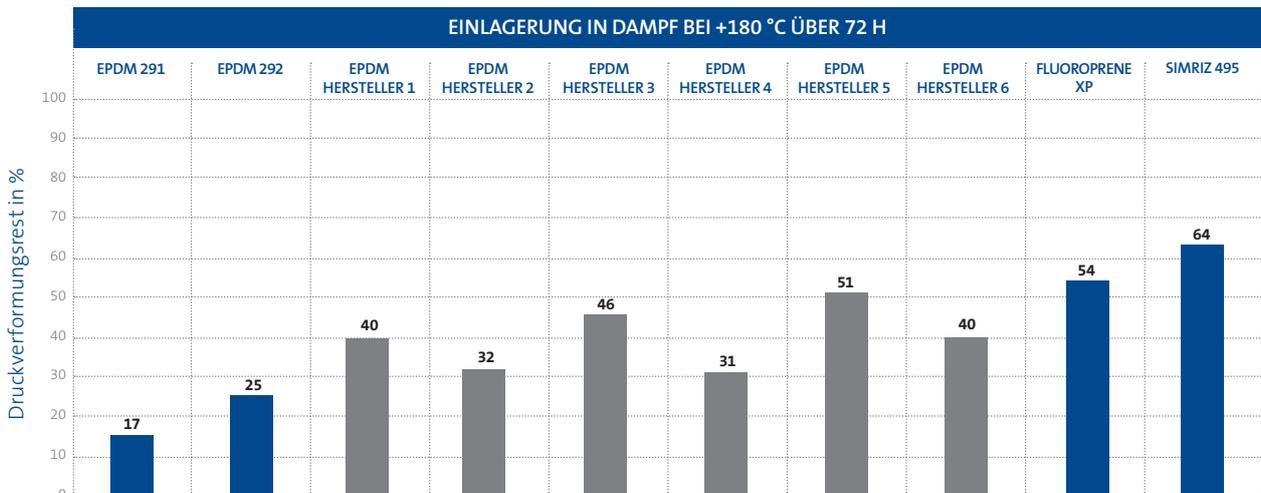
EPDM wird aus Ethylen, Propylen und einem geringen Dienanteil polymerisiert. Dichtungen aus diesem Werkstoff zeigen eine gute Medienbeständigkeit in Heißwasser und Dampf (dauerhaft bis +180 °C), verdünnten Säuren (Salzsäure, Salpetersäure und Phosphorsäure) und Laugen (Natronlauge und Kalilauge). Sie sind in allen polaren Medien und daher auch in polaren organischen Lösemitteln wie Methanol oder in Kühlmitteln wie Ethylenglykol sehr gut einsetzbar. In fett- und ölhaltigen Produkten ist EPDM nicht zu empfehlen. In unpolaren Lösemitteln kann EPDM ebenfalls nicht eingesetzt werden.

Die Grafik zeigt, dass die EPDM-Werkstoffe von Freudenberg in einem Benchmark die besten Ergebnisse der Druckverformungsrest-Untersuchung bei +180 °C nach drei Tagen lieferten. Selbst im Vergleich zu hochfluorierten Werkstoffen, wie Fluoroprene® XP und Simriz, ist EPDM für den Einsatz in Dampf die beste Lösung.

## Allgemeine Eigenschaften

- Sehr gute Alterungs-, Ozon- und Lichtbeständigkeit
- Gute Kälte- und Wärmebeständigkeit von ca. -50 °C bis +150 °C (in Luft)
- Gute Reißdehnung und -festigkeit
- Sehr hohe Abriebfestigkeit
- Sehr gute Beständigkeit gegenüber Wasser und polaren sowie oxidativen Medien
- Ausgezeichnetes elastisches Verhalten
- Leitfähiges rußgefülltes Material

WERKSTOFFE	TEMPERATURBEREICH	ANWENDUNGSBEREICH	DICHTUNGS-PRODUKTE
70 EPDM 291/391	-40 °C bis +180 °C in Dampf	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polare Lösemittel</li> <li>• Heißwasser und Dampf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O-Ringe</li> <li>• Formteile</li> <li>• Membranen</li> <li>• Profile</li> <li>• Clampdichtungen</li> </ul>
85 EPDM 292	-40 °C bis +180 °C in Dampf	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polare Lösemittel</li> <li>• Heißwasser und Dampf</li> </ul>	O-Ringe
85 EPDM 302	-40 °C bis +180 °C in Dampf	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polare Lösemittel</li> <li>• Heißwasser und Dampf</li> </ul>	Formteile





# BENCHMARK – FLUORIERTE DICHTUNGSWERKSTOFFE IN CHEMISCHEN ANWENDUNGEN

**Die Unterschiede in der Polymerarchitektur der fluorierten Compounds spiegeln sich in der Beständigkeit der unterschiedlichen Fluorelastomere wider. Eine Vielzahl von möglichen Variationen für den Aufbau und die Menge sowie die Anordnung der Monomere hilft den Entwicklern dabei, die eine oder andere Eigenschaft zum Positiven zu beeinflussen. Dazu zählt nicht nur die chemische Beständigkeit, sondern auch das Temperaturverhalten oder die Verarbeitbarkeit des Compounds.**

Kein FKM-Werkstoff gleicht einem anderen in seinen Eigenschaften. Bei Standard-FKM-Werkstoffen geht eine gute Leistung in Ölen oder anderen Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer geringen Säurebeständigkeit einher. In diesem Fall bedarf es einer anderen Art und Konstellation der Monomere im Compound, um dem chemischen Angriff standzuhalten. Erhöht man die Säurestabilität eines Compounds, wird nicht zwingend auch die Beständigkeit gegenüber anderen reaktiven Chemikalien verbessert. Ein Universalwerkstoff für eine Vielzahl reaktionsfreudiger Stoffe zu erschaffen, ist den Entwicklern mit FFKM gelungen: einem perfluorierten Elastomer, das nahezu allen hochaggressiven

Chemikalien standhält und dabei eine hohe Hitzebeständigkeit besitzt. Dies hat natürlich seinen Preis. Er resultiert aus der komplexen Synthese der Rohpolymere sowie einer erschwerten Verarbeitung des Materials.

So sind viele Hersteller bemüht, für die unterschiedlichen Anforderungen des Markts mehrere maßgeschneiderte Lösungen im FKM-Segment zu bieten. Dabei sollen diese Werkstoffe den Bedürfnissen der Kunden gerecht werden und die Kosten reduzieren, ohne einen Verlust in der Dichtungsperformance in Kauf nehmen zu müssen.

Mit diesem Ziel hat Freudenberg die Werkstofffamilie Chem XP entwickelt. Sie soll den hohen Anforderungen der chemischen Industrie gerecht werden und eine verbesserte Leistung in diversen Chemikalien bieten. Diese neue Produktfamilie und andere fluorierte Compounds aus der eigenen Werkstoffpalette sowie gleichartige und adäquate Materialien der Marktbegleiter (Fluorelastomere mit hohem Fluorgehalt) wurden in einem Benchmark gegenübergestellt und auf ihre Leistungsfähigkeit geprüft.

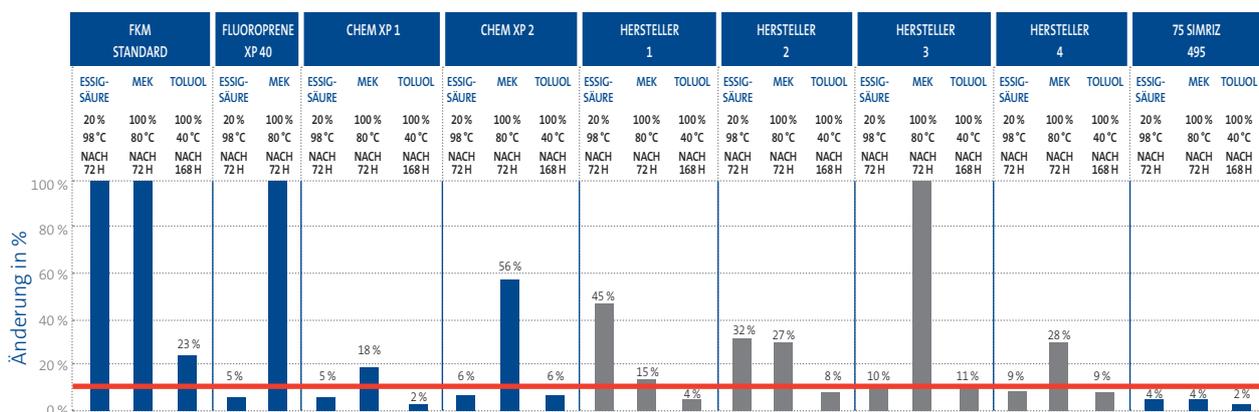
Als Maßstab wurden drei der kritischsten Vertreter aus den für die chemische Industrie relevanten Chemikalienklassen ausgewählt.

Als Säurevertreter fungiert die Essigsäure (20%ig bei +98 °C), während Methylethylketon (MEK) (bei +80 °C) die Klasse der Lösemittel repräsentiert und Toluol (bei +40 °C) als Vertreter der Alkylbenzole dient. Die Einlagerungstemperaturen wurden knapp unter dem Siedepunkt gewählt. Damit wurden anspruchsvolle „Worst Case“-Bedingungen geschaffen. Die Einlagerungsdauer betrug drei Tage für Essigsäure- und MEK sowie eine Woche bei Toluol.

Betrachtet man die **Änderung der Volumenquellung** über alle getesteten Werkstoffe, zeigt sich ein sehr unterschiedliches Verhalten der einzelnen Werkstoffe:

- Die Quellwerte eines Standard-FKM-Materials zeigen, dass dieser Werkstoff für solche kritischen Anwendungen nicht geeignet ist.
- Das Material Fluoroprene XP, welches in Essigsäure eine exzellente Leistung zeigt, fällt in MEK gänzlich durch.
- Die Compounds der Marktbegleiter zeigen deutliche Schwächen in der Säure sowie in MEK. Nur der Werkstoff des Herstellers 4 könnte unter den getesteten Bedingungen eingesetzt werden.
- Chem XP 1 lieferte die besten Ergebnisse in Summe, die sehr gut mit den sehr niedrigen Ergebnissen eines FFKM, 75 Simriz 495, verglichen werden können. Bei Temperaturen unterhalb +80 °C wird der Werkstoff eine ausgezeichnete Beständigkeit zeigen. Chem XP 2 ist in MEK nur bedingt einsatzfähig, dafür ist seine Säurebeständigkeit sehr gut.

### Ergebnisse der Volumenänderung in Essigsäure, Methylethylketon (MEK) und Toluol



**Zusätzlich zur Volumenänderung gilt auch die Änderung der Festigkeit als Indikator für die Leistungsfähigkeit der Werkstoffe.**

Eine hohe Abnahme der Festigkeit (größer als 30 %) ist meist ein Hinweis auf den chemischen Abbau der Vernetzungsbrücken oder Polymerketten in der Elastomermatrix.

Die Begutachtung der Ergebnisse in Kombination mit den Quellwerten bekräftigt die zuvor getroffene Aussage zur Beständigkeit der einzelnen Materialien. Oft korrelieren die beiden Parameter miteinander: je höher die Quellung, desto größer ist der Verlust der Festigkeitswerte. Allerdings trifft dies eben nicht immer zu, weswegen eine Betrachtung der Festigkeit relevant ist.

Die Festigkeitswerte eines Standard-FKM zeigen, dass alle drei Testmedien einen großen Einfluss auf die Eigenschaften des Materials haben. Sowohl die Volumen- als auch Festigkeitsänderung stuften den Werkstoff als ungeeignet ein.

Bei Fluoroprene XP bestätigt sich die exzellente Leistung in Essigsäure, während der Werkstoff in MEK nicht einsetzbar ist.

Die Werkstoffe der Marktbegleiter zeigen ebenso deutliche Schwächen in MEK. Die Festigkeitswerte liegen bei allen jenseits der 30%-Grenze. Unter der Berücksichtigung dieser Ergebnisse sieht der Werkstoff des Herstellers 1 nicht mehr so gut aus. Bei einem Festigkeitsverlust bis 50 % kann er nicht mehr in die Auswahl einbezogen werden, obwohl die Quellwerte noch moderat sind.

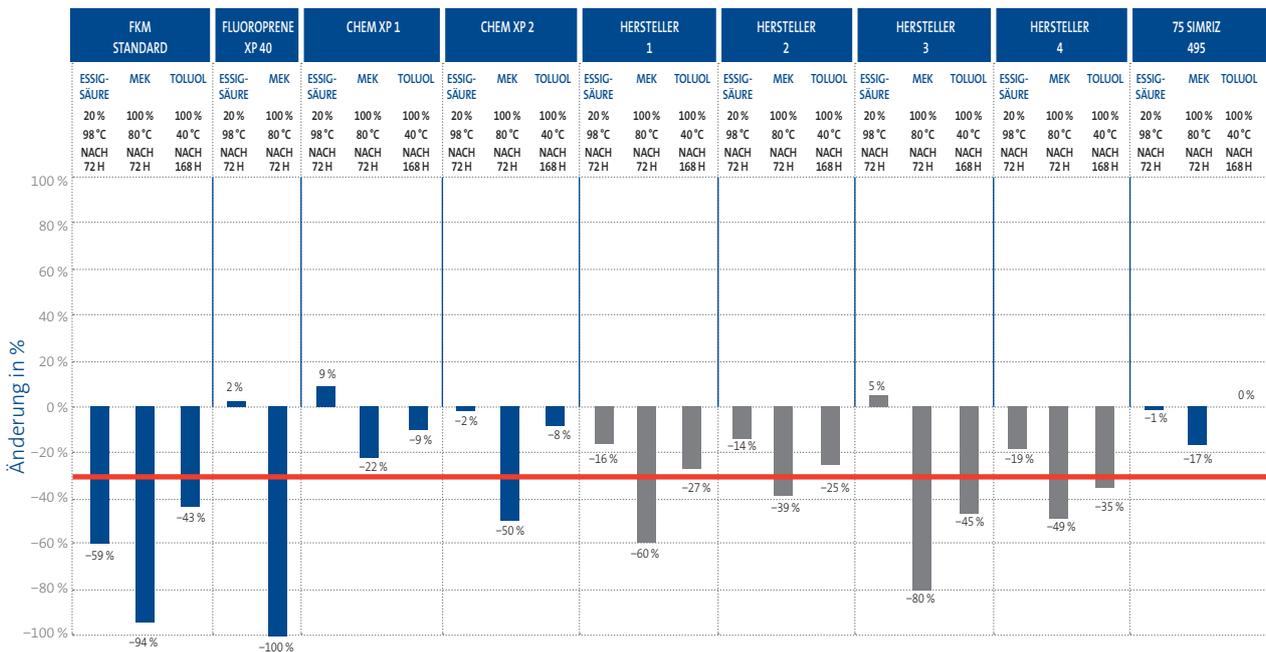
Chem XP 1 sowie 75 Simriz 495 gehen in Summe als Sieger hervor. Die sehr gute Beständigkeit in Essigsäure von Chem XP 2 wird mit der sehr geringen Festigkeitsabnahme bestätigt.

Mit der neuen Chem XP-Reihe ist es somit gelungen, maßgeschneiderte Werkstoffe für chemisch anspruchsvolle Anwendungen zu entwickeln und die Familie der Freudenberg-Elastomere für die Chemieindustrie, bestehend aus FKM, XP und FFKM, weiter zu vergrößern.

**Das erklärte Ziel**

Jeder empfohlene Werkstoff soll den Anforderungen der Anwendung standhalten, aber eben zum besten Preis-Leistungs-Verhältnis.

**Ergebnisse der Festigkeitsänderung in Essigsäure, Methylethylketon (MEK) und Toluol**





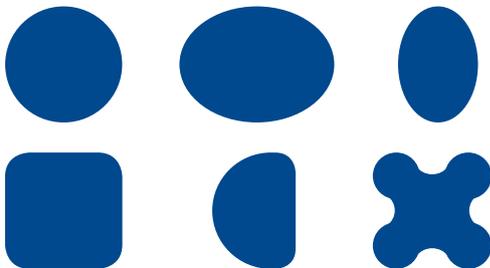
# PRODUKTPORTFOLIO

# O-RINGE



**Der O-Ring ist dank seiner universellen Einsatzmöglichkeiten in nahezu jeder Branche zu finden. In der Chemieindustrie kommt dieser als Standard und als FEP-/PFA-ummantelte Variante zum Einsatz.**

Der O-Ring überzeugt sowohl durch sein hervorragendes Preis-Leistungs-Verhältnis als auch mit seiner hohen Verfügbarkeit. Er kann aus fast jedem elastomeren Material gefertigt werden und ist im Vergleich zu anderen Dichtelementen sehr klein und materialsparend. Als Normteil kann er in großen Stückzahlen oder individuell in kleinen Mengen hergestellt werden. Die Anwendungsbereiche sind dabei vielseitig. Typischerweise wird er zur statischen und dynamischen Abdichtung in axialen, radialen, translatorischen und rotierenden Anwendungen eingesetzt. Dabei kann er trotz seiner einfachen Bauform in vielfältigen Einbauverhältnissen zuverlässig verwendet werden. Verfügbar ist der O-Ring in den folgenden Querschnitten:

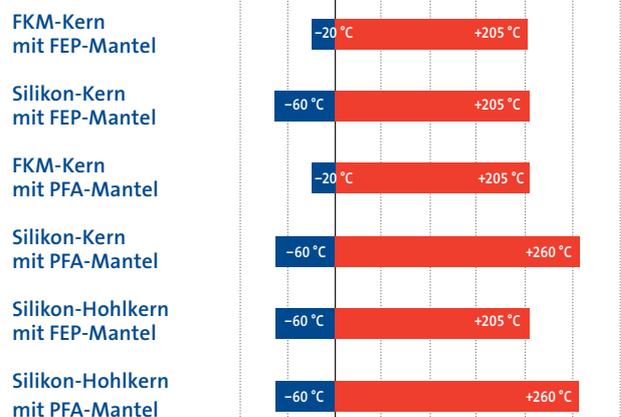


Lieferbar sind O-Ringe dank eines umfangreichen Werkzeugportfolios in zahlreichen Zwischengrößen, Zollabmessungen und metrischen Größen. Auch standardisierte Querschnittabmessungen von 1,0 mm bis 6,99 mm können problemlos gefertigt werden. Kleinere oder größere Abmessungen stehen auf Anfrage zur Verfügung. Sondergrößen über 500 mm erfordern in der Regel ein neues Werkzeug.

Neben der Ausführung in Elastomeren ist er zusätzlich als FEP-/PFA-ummantelte Variante verfügbar. Diese besteht aus einem Elastomerkern und einem nahtlos geschlossenen Mantel. Der Kern besteht aus FKM oder VMQ (Silikon) und gewährleistet die gleichmäßige Vorspannung an der abzudichtenden Stelle. Hierdurch wird eine flächendeckende, elastische Anpressung erzielt. Der FEP- oder PFA-Mantel stellt die Beständigkeit sicher.

Diese Variante des O-Rings lässt sich überall dort einsetzen, wo außerordentliche Beständigkeit und gleichzeitig Elastizität gefordert sind. Dies ist vor allem bei dem Einsatz in extremen Temperaturen und Chemikalien der Fall. Hier kann der konventionelle O-Ring versagen und zur Leckage führen.

## Temperatureinsatzbereich



# FLACHDICHTUNGEN



**Flachdichtungen kommen überall dort zum Einsatz, wo unterschiedliche Elemente einer Prozessanlage zusammengefügt werden. Dies sind beispielsweise Rohrleitungen, Armaturen oder Pumpen.**

Zur sicheren Abdichtung wird die Flachdichtung zwischen zwei Flanschen eingesetzt, die durch Schrauben miteinander verbunden werden. Für die chemische Industrie spielt bei dieser statischen Anwendung vor allem die Beständigkeit des ausgewählten Dichtungsmaterials eine große Rolle. Teilweise sind die in den Rohrleitungen fließenden Medien äußerst aggressiv und könnten den Dichtungswerkstoff angreifen. Im schlimmsten Fall führt dies zur Leckage, welche bei einem Einsatz extremer Medien und Temperaturen besonders riskant ist. Der ausgewählte Dichtungswerkstoff muss also neben der ausgleichenden Funktion von Makro-unebenheiten eine besonders hohe Beständigkeit gegen aggressive Lösemittel und Chemikalien aufweisen. Daher ist ein nahezu inerte Werkstoff gefragt. Freudenberg bietet für diese Anwendungsfälle drei Werkstoffvarianten:

## FG-120

ist eine Grafitdichtung, die mit Aramidfasern verstärkt und NBR-gebunden ist. Hierdurch hält sie vielfältig thermischen und chemischen Einflüssen problemlos stand.

## FG-180

ist eine mit Silikat gefüllte Flachdichtung aus modifiziertem PTFE. Sie überzeugt mit einer universellen chemischen Beständigkeit, einem breiten Temperatureinsatzbereich und guten mechanischen Eigenschaften. Diese Werkstoffqualität erfüllt zudem die TA Luft-Anforderungen.

## FG-360

ist eine spezielle Form der Flachdichtung. Die einzigartige Flexibilität erhält der Werkstoff dadurch, dass er zu 100 % aus expandiertem PTFE (ePTFE) besteht. PTFE ist besonders rein. Die expandierte Variante zeichnet sich durch eine hohe Temperaturzyklusbeständigkeit aus, da sie nicht zu Kaltfluss neigt.

Neben der konventionellen Flachdichtungsform aus FG-360 bietet Freudenberg auch ein Dichtungsband (Joint Sealant) an. Dieses auf eine Spule gewickelte Band lässt sich individuell zuschneiden und ist einseitig selbstklebend. So lassen sich beispielsweise Fugen, Deckel oder Rahmen zuverlässig und schnell abdichten. Das FG-360 Joint Sealant hat eine Länge von 25 m und ist in unterschiedlichen Breiten erhältlich.



BEZEICHNUNG	FORMAT IN MM	DICKE IN MM
FG-120	1.500 x 1.500	• 0,5
		• 0,8
FG-180	1.500 x 1.500	• 1,0
		• 1,5
		• 2,0
		• 3,0
FG-360 Platte	1.500 x 1.500	• 0,5
		• 1,5
		• 3,0
		• 6,0
FG-360 Joint Sealant	7 x 25.000	• 2,5
	10 x 25.000	• 3,0
	14 x 25.000	• 5,0
	17 x 25.000	• 6,0
	20 x 25.000	• 7,0

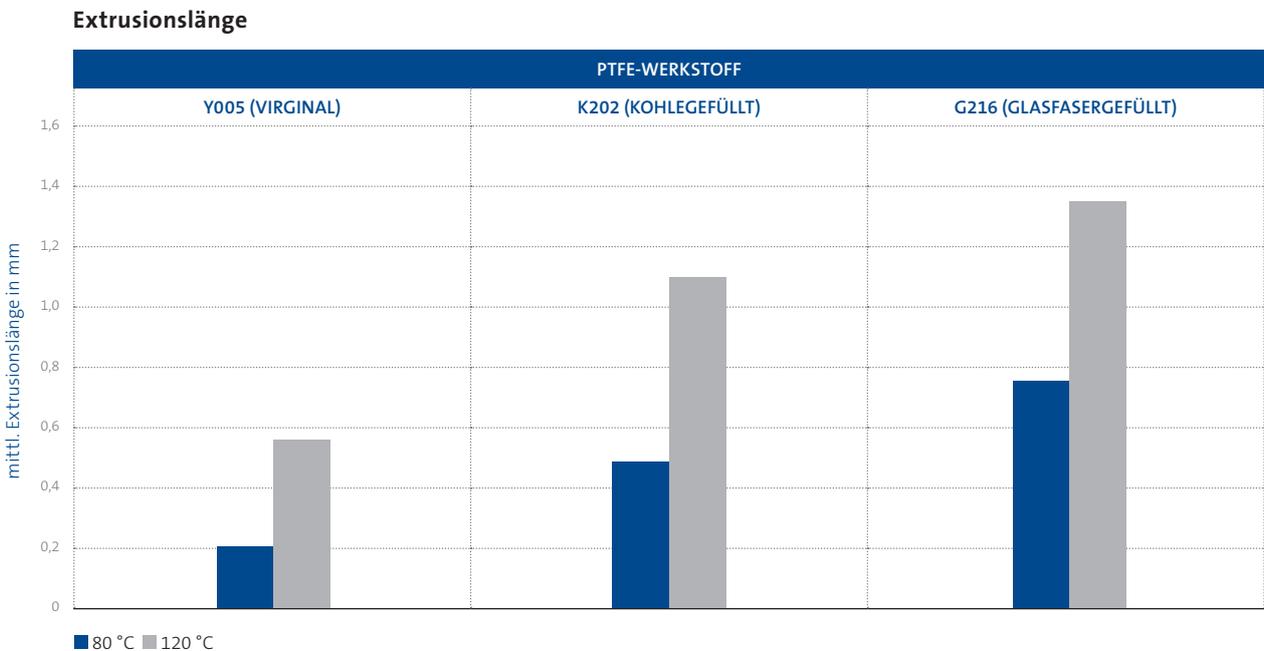
# FÜHRUNGSRINGE



**Führungsringe kommen dann zum Einsatz, wenn auftretende Seitenkräfte und eine Auslenkung kompensiert werden müssen. Dies ist vor allem in Hydraulik- und Pneumatik-anwendungen der Fall.**

In diesen Anwendungsbereichen wird das Dichtelement zur Führung von Kolben und Stangen eingesetzt. Hier erfüllt es den Zweck, eine metallische Berührung zwischen den gleitenden Elementen zu verhindern und auftretende Auslenkungen auszugleichen. Dies setzt eine hohe Druckfestigkeit des Materials mit einer gleichzeitigen Flexibilität voraus. Führungsringe aus PTFE weisen eine hohe thermische und chemische Beständigkeit auf. Zusätzlich besitzen sie hervorragende Gleiteigenschaften und ein sehr gutes Reibungsverhalten. Durch den Einsatz von PTFE werden die Standzeit und Funktionssicherheit der Dichtung erhöht, wodurch die Sicherheit der Anwendung insgesamt verbessert wird.

PTFE Y005 ist eine spezielle Werkstoffausführung. Sie besteht aus einem virginalen hochwertigen PTFE und einem Füllstoff. Diese Werkstoffkombination wirkt erhöhtem Verschleiß und der damit verringerten Standzeit gewöhnlicher PTFE-Werkstoffe in diesem Anwendungsbereich entgegen. PTFE Y005 sorgt dank minimierter Extrusionslänge für eine deutlich längere Haltbarkeit. Die Grafik zeigt einen Vergleich der Extrusionslänge in mm von unterschiedlichen PTFE-Varianten. Die Y005-Ausführung weist eine deutlich geringere Extrusionslänge als die beiden anderen Werkstoffvarianten auf.

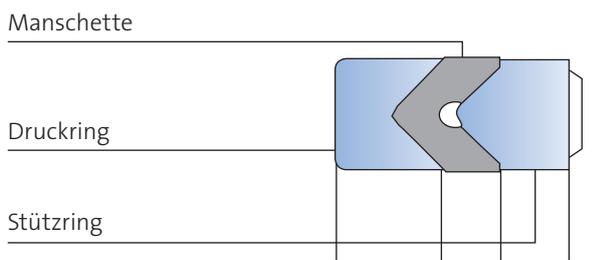


# DACHMANSCHETTEN



**Dachmanschetten kommen überwiegend bei translatorischen Anwendungen zum Einsatz. Sie weisen eine geringe Reibung und niedrige axiale Vorspannkräfte auf. Dies macht den mehrteiligen Dichtungssatz zu einer geeigneten Alternative zu Packungen.**

Dachmanschetten setzen sich in der Regel aus einem Druckring, mehreren Manschetten und einem Stützring zusammen.



Eingesetzt werden diese Dichtsätze meist für eine Abdichtung translatorischer Bewegungen. Darüber hinaus können sie in Anwendungen mit langsamen Rotationsbewegungen verbaut werden wie z. B. Wellen mit geringen Drehzahlen. Sie verfügen über eine geringe Reibung, hohe Druckfestigkeit und universelle Beständigkeit gegenüber Chemikalien von  $-200\text{ °C}$  bis  $+260\text{ °C}$ . Diese Eigenschaften sind vor allem in Anwendungen der Chemieindustrie gefragt. Die hohe Druckfestigkeit von bis zu 60 MPa und die variablen Satzhöhen führen zu einer besonders großen Anwendungsvariabilität dieses Dichtungsprodukts.

Dachmanschetten bestehen üblicherweise aus reinem PTFE und PTFE-Kohle-Ausführungen. Diese Werkstoffe lassen sich zu Halbzeugen zur drehtechnischen Fertigung verarbeiten und sind deshalb besonders wirtschaftlich. Werkzeugkosten für die Herstellung von virginalen PTFE- und PTFE-Kohle-Dachmanschetten entfallen dank umfassendem Werkzeugbestand.

Neben den Standarddachmanschettensätzen aus PTFE gibt es eine modifizierte Variante aus PTFE-getränktem Nomex-Gewebe. Sie weist deutlich weniger Kaltfluss auf und ist somit geeignet für Anwendungen mit höheren Drücken bis 700 bar. Auch die thermische Beständigkeit liegt mit bis  $+260\text{ °C}$  über der Variante aus reinem PTFE. Zusätzliche Werkstoffvarianten aus Polyethylen, PEEK und Univerdit (Formmasse aus PTFE und Graphit) sind auf Anfrage möglich.

BAUFORMEN	EIGENSCHAFTEN
PTFE	<ul style="list-style-type: none"> <li>DM 9403: stabiles Profil für statische Abdichtung und pulsierende Drücke bis 300 bar</li> <li>DM 9406: relativ steifes Lippenprofil für dynamische Abdichtungen und Drücke bis 300 bar</li> <li>DM 9409: flexibles Lippenprofil für dynamische Abdichtungen und Drücke bis 50 bar sowie Vakuum</li> </ul>
PTFE-Gewebe formgepresst	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manschetten aus PTFE-getränktem Gewebe</li> <li>In Einzelfällen: Manschettenkombination aus PTFE-getränktem Gewebe und virginalem PTFE/PTFE-Compound für Drücke bis 700 bar bei geringer Reibleistung</li> </ul>

# STOPFBUCHS- PACKUNGEN



**Stopfbuchspackungen sind dynamische Dichtungen und werden dort eingesetzt, wo hohe Anforderungen bezüglich Druck, Beständigkeit sowie Abrasion gestellt werden.**

In Anwendungen für Pumpen bei moderat rotierenden Wellen hat sich die Stopfbuchspackung bewährt. Sie bietet eine exzellente Dichtwirkung bei gleichzeitig konstanter Elastizität. Stopfbuchspackungen werden im Einbauraum fest verpresst und dichten auch bei stetigem Wechsel von Temperatur und Druck zuverlässig.

In der Chemieindustrie finden sich Stopfbuchspackungen in vielen Anwendungen wieder. Besonders geeignet sind sie hier für die Einsätze in konzentrierten Säuren und Laugen, Lösemitteln oder bei sehr hohen Temperaturen. Das Spezialprogramm, wie z. B. das PTFE-impregnierte Packungsvlies Valtec, das auch die Anforderungen nach VDI 2440 (TA Luft) erfüllt, lässt keine Wünsche mehr offen.

DESIGN	DRUCK [MPa]			GESCHWINDIGKEIT [M/S]		TEMPERATUR [°C]	PH-WERT
	KREISEL-PUMPEN	PLUNGER-PUMPEN	ARMATUREN	KREISEL-PUMPEN	PLUNGER-PUMPEN		
Ramilon 4586	4	100*		13	2	-40 bis +120	5 bis 11
Arostat 6204			20			-50 bis +250	1 bis 13
Arolan II 6215	2,5		10	26		-50 bis +280	1 bis 13
Arochem S 6216	2,5	25*		25	2	-50 bis +280	1 bis 13
Unistat 6303		80*	25		2	-200 bis +280	0 bis 14
Unichem 6313	1,5			8		-100 bis +250	0 bis 14
Unival 6323	2,5		25	20		-100 bis +280	0 bis 14
Alchem 6375		50*	25		2	-200 bis +280	0 bis 14
Grafflex 6501			100			-200 bis +450 <sup>1)</sup> -200 bis +700 <sup>2)</sup> -200 bis +2.500 <sup>3)</sup>	0 bis 14
Grafflex Deckeldichtung			100			-200 bis +450 <sup>1)</sup> -200 bis +700 <sup>2)</sup> -200 bis +2.550 <sup>3)</sup>	0 bis 14
Carbosteam 6550			30			-30 bis +400 <sup>1)</sup> -30 bis +550 <sup>2)</sup>	0 bis 14
G-Spezial 6560			45			-200 bis +450 <sup>1)</sup> -200 bis +550 <sup>2)</sup>	1 bis 14
G-Spezial S 6565	2,5		25	25		-200 bis +450 <sup>1)</sup> -200 bis +650 <sup>2)</sup>	0 bis 14
Uniflex 6588	2,5			25		-50 bis +280	1 bis 13
Kombilon 6742	2,5			20		-100 bis +280	0 bis 14
Univerdit 7000	2,5*		16*	6		-30 bis +250	0 bis 14

<sup>1)</sup>Die meisten Medien und Luft. <sup>2)</sup>Dampf. <sup>3)</sup>Inertgas. \*Gekammerter Einbau.



**Valtec Packungssätze weisen gegenüber normalen Stopfbuchspackungen einige Besonderheiten auf. Sie sind Entwicklungen des Hauses Freudenberg und auf niedrigste Leckagerewerte gemäß den Anforderungen der TA Luft und VDI 2440 optimiert.**

Im Temperaturbereich von  $-200\text{ °C}$  bis  $+280\text{ °C}$  sind die Basismaterialien der Packungen Vliese, die mit PTFE imprägniert wurden. Aus den Vliesen werden Streifen geschnitten, hochkant gewickelt und verpresst. Die Struktur der so entstehenden Packungsringe ist wesentlich gasdichter und homogener als bei geflochtenen Packungen.

Bei Temperaturen über  $+280\text{ °C}$  muss auf grafitbasierte Dichtungen zurückgegriffen werden. Durch die besondere Formgebung wird bei Valtec HT+ 7290 eine Elastizität erreicht, bei der bis 40 bar auch ohne Tellerbefederung gearbeitet werden kann.

Die Standardmaterialien können durch eine Verstärkung mit Draht für Hochdruckanwendungen mit Tellerbefederung bis 325 bar eingesetzt werden.

#### Materialausführungen

- **PRDF 7200:** Nomex-Vlies mit PTFE-Imprägnierung
- **PRDF 7210:** Carbonfaservlies mit PTFE-/Grafitimprägnierung
- **PRDF 7205:** drahtverstärktes Nomex-Vlies mit PTFE-Imprägnierung
- **PRDF 7215:** drahtverstärktes Carbonfaservlies mit PTFE-/Grafitimprägnierung

BEZEICHNUNG	ANWENDUNGSBEREICH		PRÜFBEDINGUNGEN		
	Temperatur in °C	Druck in bar	Temperatur in °C	Druck in bar	Leckagerate gemäß TA Luft und VDI 2440 in $\text{mbar}^3/(\text{s}\cdot\text{m})$
Valtec 7250 ohne Tellerfedern	$-200$ bis $+280$	$\leq 30$	$+250$	30	$6,5\cdot 10^{-5}$
Valtec 7255 ohne Tellerfedern	$-200$ bis $+280$	$\leq 40$	$+250$	40	$6,6\cdot 10^{-5}$
Valtec7260 LL mit Tellerfedern	$-200$ bis $+280$	$\leq 250$	$+250$	40	$1,2\cdot 10^{-5}$
Valtec HP 7240 mit Tellerfedern	$-200$ bis $+280$	$\leq 325$	$+80$	325	$6,3\cdot 10^{-6}$
Valtec HT+ 7290 ohne Tellerfedern	$-200$ bis $+400$	$\leq 40$	$+400$	40	$4,9\cdot 10^{-3}$
Valtec HT+ 7295 LL mit Tellerfedern	$-200$ bis $+400$	$\leq 300$	–	–	–

# WELLENDICHT- RINGE



**Rdiamatic® HTS II Wellendichtringe sind primär für den Einsatz in rotierenden Bewegungen ausgelegt und dichten sich gegeneinander bewegende Komponenten ab. Je nach Ausführung sind sie für axial zugängliche oder geschlossene Einbauträume konzipiert.**

Radialwellendichtringe dienen der Abdichtung von Medien an rotierenden Wellen. Das patentierte Dichtungsdesign des Freudenberg Simmerring® zeichnet sich durch einen geringen Reibmoment, gute Trockenlaufeigenschaften und eine einfache Montage aus. Dies führt zu einer besonders hohen Funktionssicherheit und zuverlässiger Dichtheit. Dank hoher Variabilität hinsichtlich Bauform, Abmessung und Werkstoff sind sie in vielen Anwendungen einsetzbar.

Entscheidend für die Auswahl der geeigneten Dichtung, die je nach Anwendungsfall variiert, sind die Betriebsbedingungen. Hier spielen Umfangsgeschwindigkeit, Temperatur, Druck und Schmutzanfall von außen eine Rolle. Zusätzlich ist zu prüfen, gegen welche Medien das Produkt abgedichtet werden muss.

Eine große Auswahl an PTFE-Werkstoffen erfüllt die Anforderungen an Verschleißfestigkeit, Reibwert oder Wärmeleitfähigkeit. Auch die hervorragende chemische und thermische Beständigkeit des PTFE macht HTS II Wellendichtringe zu einer zuverlässigen Dichtungslösung. Die daraus resultierende Steigerung der Leistungsgrenzen und die verlängerte Lebensdauer führen bei den eingesetzten Aggregaten zu einer deutlichen Produktivitätssteigerung. Daneben sind auch Lösungen aus elastomeren Materialien möglich wie FKM oder Fluoroprene XP.

BAUFORMEN	EIGENSCHAFTEN	QUERSCHNITT
HTS II 9535	Mit Standardlippe für konventionelle Einsätze	
HTS II 9536 SL	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mit zusätzlicher Staublippe für Einsätze in stark verschmutzter Umgebung. So wird verhindert, dass Fremdkörper unter die Dichtlippe gelangen können</li> <li>Auch bei wechselndem Druck-Vakuum-Betrieb bietet diese Bauform höchste Prozesssicherheit</li> </ul>	
HTS II 9538 DL	Mit doppelter Dichtlippe für hohe Sicherheitsanforderungen	
WADB 9461	<ul style="list-style-type: none"> <li>Extrem kurz bauender Wellendichtring für beengte Einbauträume</li> <li>Nur in Verbindung mit Sekundärabdichtung aus FKM oder virginalem PTFE an Medienkontaktseite</li> </ul>	
HTS II 9541 mit Drall	Mit dynamischem Rückfördervermögen für Anwendungen mit hohem Flüssigkeitsstand oder bei erhöhter Anforderung an die Dichtigkeit	
HTS II EWS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Für den Einsatz bei erhöhtem Wellenschlag</li> <li>Mit integriertem flexiblem Faltenbalgelement</li> <li>Einsatzgrenzen bis zu 1 m/s und 3 bar</li> </ul>	

# PTFE-FALTENBÄLGE



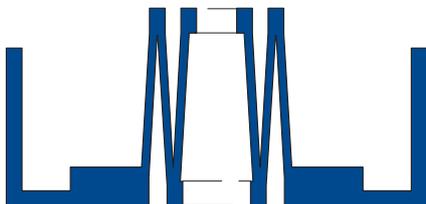
**Faltenbälge dienen als elastisches Schutzteil und Verbindung von sich bewegenden Apparaten. Eingesetzt werden sie überall dort, wo ineinanderschiebende Komponenten gegen Umwelteinflüsse geschützt werden müssen.**

Besonders in der Chemieindustrie ist das Anwendungsspektrum von PTFE-Faltenbälgen groß. Bestehend aus zwei Anlussteilen und einem beweglichen Balg, werden sie überall dort eingesetzt, wo Maschinenteile vor aggressiven Medien geschützt werden müssen. Dabei erfüllt das Dichtelement vor allem die drei nachfolgenden Funktionen:

- Schutz von axial und bedingt radial beweglichen Stangen, Gelenken und anderen Maschinenkomponenten
- Kompensation von Bewegungen und Verschiebungen durch Ausdehnungen, Achsversatz, Schiefstellungen und Schwingungen
- Konstruktionsabhängiger Förder- und Pumpeffekt von Gasen und Flüssigkeiten in Verbindung mit Rückschlagventilen

Werden Faltenbälge als Kompensatoren verwendet, dienen sie dem Ausgleich von Dehnung, Vibration, Achsversatz und Schiefstellung von Rohrleitungen. Darüber hinaus schützen sie vor Staub und Verschmutzungen. Neben dieser Funktion können Faltenbälge als Ventil- und Pumpenfaltenbalg in Förder- und Dosierpumpen oder als Regel- und Absperrventile in der Chemieindustrie eingesetzt werden.

## Faltenbalg Typ 9000



## Faltenbalg Typ 9002



Je nach Einsatzbedingungen und Art der Anwendung stehen unterschiedliche Werkstoffe zur Verfügung:

- **Virginales PTFE:** besitzt dank seiner hohen chemischen Beständigkeit und langen Lebensdauer in der chemischen Industrie ein besonders großes Anwendungsspektrum
- **Modifiziertes PTFE:** porearme Materialausführung
- **Gefülltes PTFE:** verstärkt durch Glas- oder Kohlefaser, zum Schutz der besonders beanspruchten Bereiche des Faltenbalgs

Faltenbälge bieten neben einer fast universellen Medienbeständigkeit weitere wirtschaftliche Vorteile. Ein spanendes Fertigungsverfahren sorgt für eine besonders hohe Wirtschaftlichkeit in der Produktion. Kompensatorbälge in Nennweiten von DN 10 bis DN 500 sind besonders schnell verfügbar. Sonderausführungen, Einzelfertigungen und Kleinserien sind auf Anfrage möglich.

BAUFORMEN	EIGENSCHAFTEN
FBA-9000	Einsatz bei Drücken von 0,05 bis 0,2 MPa und Temperaturen von -120 °C bis +200 °C
FBA-9002	Einsatz bei Drücken von 0,025 bis 0,6 MPa und Temperaturen von -120 °C bis +200 °C
FV-Reihe	Individuallösungen für Pumpen- und Ventilbälge
FBAX-9001	Variante zu FBA-9000 auf Anfrage sowie eine Vielzahl individueller Ausführungen

# NUTRINGE



**Nutringe sind einseitig mit Druck beaufschlagbare Dichtungen mit einer universellen Chemikalienbeständigkeit. Sie kommen vor allem im Armaturenbau der allgemeinen Chemie und der Petrochemie zum Einsatz.**

Nutringe bestehen aus einem PTFE-Dichtelement und einer Feder. Sie dienen der Abdichtung rotierender und translatorischer Bewegungen. Die metallische Feder des Nutrings dient als Vorspannelement der Dichtlippen und verhindert den Verlust der Vorspannung, die durch die Wärmedehnung des PTFE zustande kommt. Sie sorgt somit für die dauerelastischen Eigenschaften des Nutrings. Der Anpressdruck kann durch drei unterschiedliche Federn den Einsatzbedingungen angepasst werden:

- **V-Feder:** großer Federweg und weiche Federkennlinie für geringe Reibung; für dynamische und statische Abdichtung und als Rotationsdichtung
- **U-Feder:** großer Federweg und höhere Federrate zur Abdichtung hoher Drücke
- **O-Feder:** hohe Federkraft bei geringem Federweg zur Abdichtung extremer Drücke

Neben einem kleinen Einbauraum besitzen Nutringe weitere ausschlaggebende Vorteile. Sie sind geeignet für Anwendungen mit hohen Drücken und Vakuum und sind als optimierte Ausführung für statische Einzelfälle, Hub-, Dreh- und Schwenkbewegungen verfügbar. Gute Trocken- und Notlaufeigenschaften werden durch die Auswahl der geeigneten PTFE-Variante erzielt. Kein Auftreten von Stick-Slip-Effekt und eine gute Alterungsbeständigkeit runden das Bild ab.

Als Standardwerkstoffe werden die folgenden Materialvarianten im Sortiment geführt:

- PTFE virginal modifiziert
- PTFE mit Glasfaser
- PTFE mit Kohle
- PTFE mit Kohlefaser
- PTFE mit Glas und Molybdän
- PTFE mit Ekonol
- PE-UHMW (Polyethylen)

## Funktion und Bauformen von Nutringen

AUSFÜHRUNG		DECKEL/FLANSCH	DREH- UND SCHWENK- BEWEGUNGEN	DREHGELENKE	ZAPFEN BZW. SPINDELN
V-Feder	NRVA-9490	●	●	●	●
	NRVR-9494	●	●	●	
	NRVR-9493	●	●	●	
	NRVD-9489		●		●
	NRVI-9492	●	●	●	●
O-Feder	NRRA-9474	●	●	●	●
	NRRR-9459	●	●	●	
	NRRR-9485	●	●	●	
	NRRI-9442	●	●	●	●
U-Feder	NRVR-9487	●	●	●	
	NRVR-9486	●	●	●	
	NRRR-9499	●	●	●	

● = sehr gut geeignet    ● = gut geeignet

# PTFE-EINLEITDÜSEN



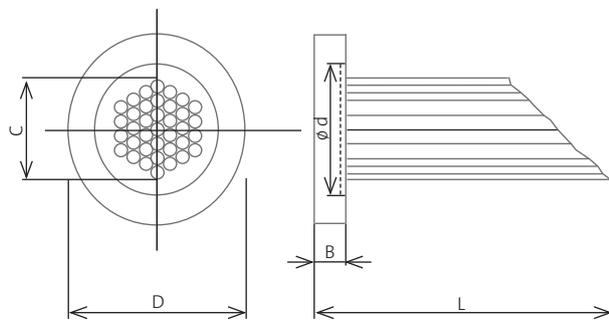
**In der Chemieindustrie werden Einleitdüsen zum schonenden Einleiten von Dampf und anderen Medien verwendet. Dies ermöglicht eine gleichmäßige Medienverteilung bei gleichzeitiger Lärmreduzierung.**

PTFE-Einleitdüsen bestehen aus unterschiedlich langen einzelnen Röhren und werden vorwiegend in Behältern und Reaktoren eingesetzt. Sie verteilen einströmende Medien in unterschiedliche Teilströme und verhindern ein konzentriertes Aufprallen des Strahls. Dank der Beweglichkeit der einzelnen Röhren wird der Medienstrom großräumig eingeleitet und gleichzeitig gut verteilt.

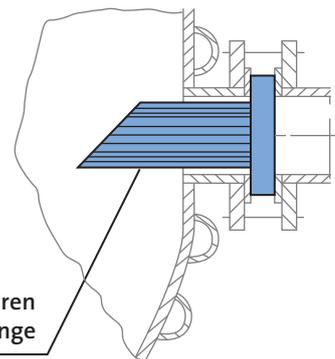
In der Chemieindustrie werden Einleitdüsen beispielsweise zum Einleiten von Satttdampf in organische Sulfonsäuren mit Kieselguranteil genutzt. Der Dampf wird hierbei mit einer Geschwindigkeit von 1.500 kg/h und einem Druck von 0,5 bis 0,6 MPa eingeleitet. Dabei herrscht eine Temperatur

von +156 °C. Die PTFE-Einleitdüse ersetzt ein in diesem Fall aufwendiges Tantaltauchrohr und verringert die Geräuschentwicklung von 91 dB(A) auf 78 dB(A).

PTFE-Einleitdüsen werden komplett aus PTFE hergestellt und besitzen somit eine besonders gute Beständigkeit gegenüber hohen Temperaturen und aggressiven Chemikalien. Mit Ausnahme von geschmolzenen Alkalimetallen und Fluor ist die Einleitdüse für alle Medien geeignet und weist somit eine universelle Chemikalienbeständigkeit auf. Der Druck bei der Einleitung kann bis zu 1 MPa betragen.



Einzelne Röhren mit unterschiedlicher Länge



DN	ø D	B	C	ø d	L	A*
15	48	15	15	20	150	60
20	58	15	25	30	150	120
25	68	30	30	35	200	135
32	80	30	40	45	200	260
40	90	30	48	53	300	465
50	105	35	60	65	300	765
65	125	35	72	77	300	1.145
80	140	35	85	90	300	1.595
100	160	35	110	115	400	2.725

In bestimmten Fällen wie z. B. beim Einsatz der Düse in Stutzen sind besonders lange Röhren notwendig. Hier wird zur besseren Positionierung eine PTFE-Hülle für das Rohrbündel verwendet. Sie verhindert auch mögliche Beschädigungen des Stutzens und der Röhren.  
\*Freier Düsenquerschnitt in mm (circa Angabe).

# KUNDENSPEZIFISCHE TEILE



## FORMTEILE

**Besondere Anforderungen erfordern besondere Lösungen. Formteile sind Dichtungslösungen, die aufgrund ihrer Geometrie und Anwendung nicht im Standardsortiment geführt werden. Sie sind speziell auf den Bedarf des Kunden ausgelegt.**

Bei komplexen Anwendungen können Standarddichtungen häufig nur bedingt eingesetzt werden. Um eine optimale Dichtfunktion für diese Anwendungsfälle zu erzielen, sind individuell entwickelte Formteile nötig. Dies kann entweder durch die Modifizierung eines Standardbauteils oder eine individuelle, kundenspezifische Lösung erfolgen. Der Entwicklung sind in diesem Bereich kaum Grenzen gesetzt. Dichtungshersteller und Kunde arbeiten in diesem Prozess von Beginn an intensiv zusammen. Um eine hohe System-sicherheit zu garantieren, ist der Dichtungshersteller oft schon an der Entwicklung der Applikation oder Maschine beteiligt. Zur Vermeidung mehrfacher Neuentwicklungen und Änderungen des Prototyps im Entwicklungsprozess können die Verformung und einwirkende Belastung im Vorfeld berechnet werden. Dies wird mittels FEM (Finite-Elemente-Methode) vor dem Bau eines Musterwerkzeugs und

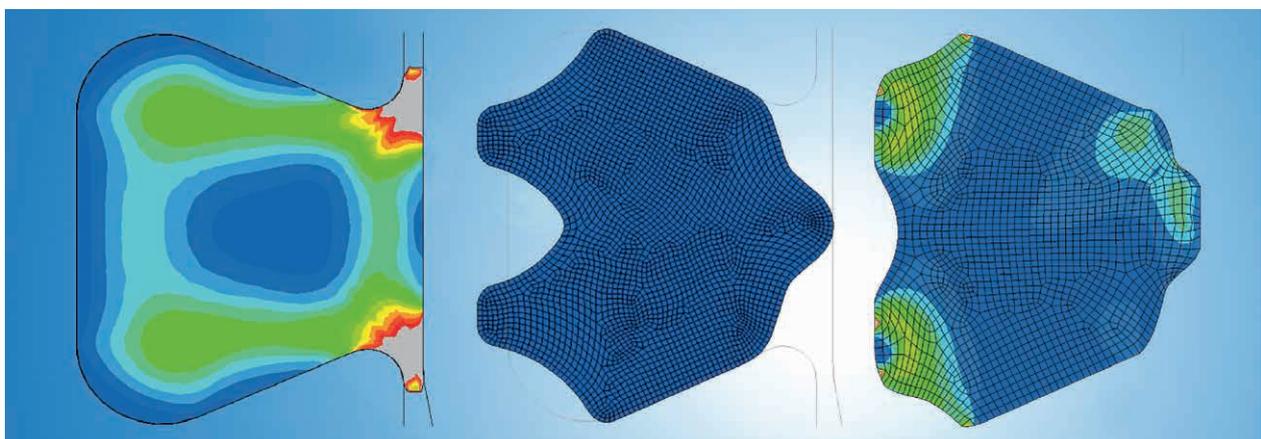
unter Berücksichtigung von Temperatur und Quellung getestet. Darüber hinaus ist es möglich, mittels innovativer Simulationsverfahren und eigener Prüfverfahren die Funktionalität vor dem Einsatz im Prozessmedium zu testen.

Die Experten von Freudenberg verfügen über weltweit führende Dichtungskompetenz und ein fokussiertes Branchen- und Anwendungs-Know-how. Kombiniert mit der hohen Werkstoff- und Konstruktionserfahrung, sind Präzisionsformteile gemeinsam umsetzbar. Darüber hinaus sichert die kontinuierliche Prüfung im Entwicklungsprozess den hohen Qualitätsstandard des Formteils. Je nachdem, welchen Anforderungen das Formteil genügen muss und in welcher Anwendung es verbaut wird, muss es über unterschiedliche Funktionen verfügen. Diese sind beispielsweise:

- Drucklose Abdichtung durch Rückstellkraft
- Selbstverstärkende Dichtfunktion unter Druck
- Drosselfunktion gegenüber dem einwirkenden Druck
- Abdichtung gegen Medienpermeation

Die Maße variieren hierbei je nach Einsatzbereich und Bauart und können von wenigen Millimetern bis zu einem Meter reichen.

### Formteilauslegung mittels FEM-Beispiel



Ausgangssituation: +100 °C, 10 bar

Neues Design

Neues Design: +100 °C, 10 bar

## MEMBRANEN

**Membranen aus elastomeren Werkstoffen sind flexible Dichtelemente, die zwei Bauteilräume trennen. Da Membranen dicht, aber zugleich beweglich sind, können die von ihr getrennten Räume Volumenänderungen vollziehen. Drei Grundfunktionen können so erfüllt werden: Regeln bzw. Schalten, Pumpen und Trennen.**

Es ergeben sich vielfältige Ausführungen, die auf wenige Grundformen zurückzuführen sind:

- Flachmembranen
- Tellerformmembranen
- Sickenmembranen
- Rollmembranen

Verschiedene Anwendungen verlangen nach unterschiedlichen Materialien, die je nach mechanischen, chemischen und thermischen Belastungen ausgewählt werden müssen. Ist das Elastomer allein den Belastungen und der Druckbeaufschlagung nicht gewachsen, kann die Membran mit einer Gewebeeinlage oder -auflage ausgestattet werden. Auch Metalleinlagen und Folienauflagen sind mögliche Optionen.

An Elastomeren steht von AU (Polyurethan) über EPDM, FKM und NBR bis VMQ (Silikon) ein breites Angebot zur Verfügung. Diese Elastomervarianten werden in aggressiven Medien der Chemie gerne mit einer Folienauflage aus PTFE versehen. Auch reine PTFE-Membranen sind verfügbar. Aufgrund der spanenden Herstellung sind sie wirtschaftlich und in kleinen Mengen produzierbar. Neben dem Standard-FKM gibt es ein neu entwickeltes hochfluoriertes FKM, welches sich z. B. für Chloranwendungen qualifiziert. Darüber hinaus kann auch Simriz – das Perfluorelastomer von Freudenberg – zu Membranen verarbeitet werden.

Die verfügbaren Maße variieren stark nach Bauart: von wenigen Millimetern bis zu einem Meter (auf Anfrage auch größer).



## PROFILE

**O-Ringe oder Formteile können an großen Dichtstellen manchmal nicht oder nur unter großem Kostenaufwand eingesetzt werden. Hier können Profile, Schnüre oder Schläuche die richtige Wahl sein.**

Mit einer endlosen stranggepressten Rundschnur mit O-Ring-Profil können beispielsweise Mannlöcher oder große Behälterdeckel mit passenden Dichtungen ausgestattet werden. Die Querschnittsdurchmesser liegen zwischen 1 und 40 mm, wobei die Schnurstücke bis 2.000 mm ohne Eigenkrümmung lieferbar sind.

Des Weiteren können auch andere Profile extrudiert werden. Dafür stehen über 3.500 unterschiedliche Profildüsen zur Verfügung. Für kundenspezifische Designs sind die Werkzeugkosten im Vergleich zu Formteilen günstig.

Als Elastomere stehen FKM-Varianten mit unterschiedlichen Vernetzungssystemen und Härtegraden von 70 bis 85 Shore zur Verfügung. Aus ihnen können Produkte aus Bahnen- und Extrusionsware sowie gestochene Ringe hergestellt werden. Des Weiteren gibt es EPDM-Mischungen, aus denen einfache Profile, Bahnenware sowie Platten gepresst werden können. Einige Mischungen sind am Stoß vulkanisierbar, sodass ein homogenes Produkt mit einer höheren Zugfestigkeit und Langlebigkeit im Vergleich zu einem am Stoß geklebten Produkt entsteht.

Zusätzlich zu den kundenspezifischen Teilen können Profile, Schnüre und Schläuche auch in Standardabmessungen hergestellt werden.

Verfügbare Standardmaße:

- Schnurdurchmesser von 1 bis 40 mm
- Schläuche bis 20 mm Innendurchmesser



**Freudenberg**

**Freudenberg Sealing Technologies**

Freudenberg Process Seals GmbH & Co. KG  
Lorscher Straße 13  
69469 Weinheim, Germany

Service Kontakt

Telefon: +49 (0) 6201 80 8919-00

Telefax: +49 (0) 6201 88 8919-69

E-Mail: [fps@fst.com](mailto:fps@fst.com)

[www.fst.com](http://www.fst.com)

<https://www.fst.com/markets/process-industry>

2018



Visit us at LinkedIn:  
[www.linkedin.com/company/fst](http://www.linkedin.com/company/fst)



Visit us at Twitter:  
[www.twitter.com/freudenberg\\_fst](http://www.twitter.com/freudenberg_fst)



Visit us at YouTube:  
[www.youtube.com/freudenbergsealing](http://www.youtube.com/freudenbergsealing)



Visit us at Xing:  
[www.xing.com/company/fst](http://www.xing.com/company/fst)