

Parofluor® (FFKM)

Dichtungswerkstoffe für extreme chemische und thermische Anforderungen

aerospace
climate control
electromechanical
filtration
fluid & gas handling
hydraulics
pneumatics
process control
sealing & shielding

Parofluor® Dichtungswerkstoffe

für härteste Prozessbedingungen

Industrielle Fertigungsprozesse werden immer effizienter. Besonders die chemische und verwandte Industrien stellen mit immer aggressiveren Medien und heißeren Prozessen steigende Anforderungen an die verwendeten Dichtungswerkstoffe. Die gesetzlichen Bestimmungen in der Pharma- und Lebensmittelindustrie erfordern Werkstoffe, die rein und inert gegenüber den eingesetzten Medien sind. In der Halbleiterfertigung sind Werkstoffe gefragt, die neben ihrer ausgezeichneten Chemikalien- und Temperaturbeständigkeit dem UHP-Standard (Ultra High Purity) entsprechen, so dass Prozessverunreinigungen vermieden und Wartungsintervalle verlängert werden können. Die Antwort von Parker: Parofluor®.

Was ist Parofluor®?

Um die elastischen Eigenschaften von Elastomerwerkstoffen mit der ausgezeichneten chemischen und thermischen

Beständigkeit von PTFE zu verbinden, hat Parker die Parofluor®-Werkstoff-Familie (FFKM) entwickelt.

Im Vergleich zu herkömmlichen Perfluorelastomeren verfügt Parofluor® über eine ausgezeichnete Dauerelastizität und eignet sich hervorragend für Dichtungsanwendungen mit sehr aggressiven Medien.

Parofluor®-Werkstoffe sind auf perfluorierten Kautschuken aufgebaut. Die Bezeichnung „Perfluorkautschuk“ oder „Perfluorelastomer“ ist etwas irreführend.

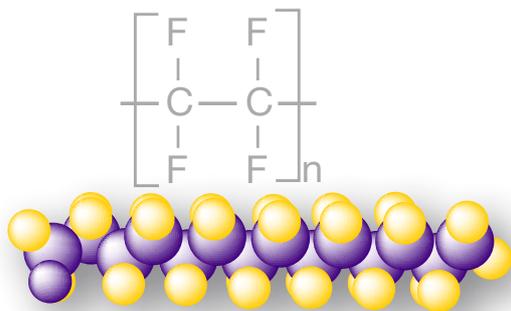
Ein wirklich perfluoriertes hochmolekulares Material ist das Polytetrafluorethylen (PTFE) mit der chemischen Formel „(CF₂)“. Die Kohlenstoffkette (blau dargestellt) ist durch die großen Fluoratome (gelb dargestellt) gegen jeglichen chemischen Angriff abgeschirmt.

Die gezeigte chemische Struktur bedingt die Zusammensetzung mit 24 % Kohlenstoff und 76 %

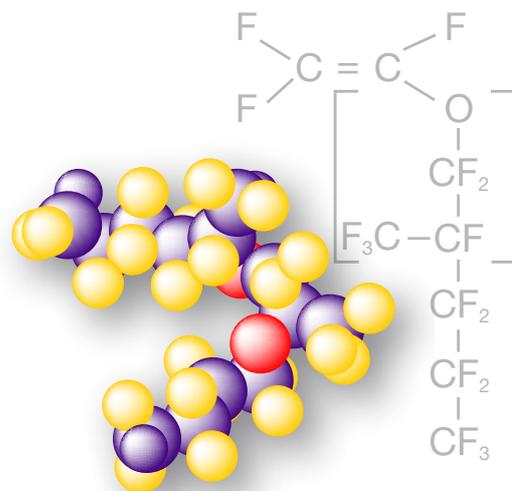
Fluor. Das PTFE ist allerdings kein Elastomer, sondern ein ganz besonderes Thermoplast.

Elastomere werden durch die Copolymerisation von Tetrafluorethylen (TFE) und einem perfluorierten Ether z. B. Perfluormethylvinylether (PMVE) hergestellt.

Im Vergleich zu PTFE sind die „perfluorierten Elastomere“ im eigentlichen Sinne keine Perfluorkautschuke, denn als drittes Element kommt der Sauerstoff (rot dargestellt) der Ethergruppe hinzu. Je nach verwendetem Ether, gekennzeichnet durch die Länge der Seitenkette, schwankt der nominelle Fluorprozentsatz. Der Einsatz des Ethers gibt einerseits die Elastizität, andererseits wird die perfekte Abschirmung der Kette im PTFE durch die Fluoratome über den Einbau der Sauerstoffatome wieder aufgehoben.



PTFE-Molekül (Polytetrafluorethylen)



FFKM-Molekül (Perfluorelastomer)



Anwendungsbereich

Parofluor® Werkstoffe lösen Dichtungsaufgaben in kritischen Anwendungen, wie zum Beispiel in der Halbleiterfertigung, der Luft- und Raumfahrtindustrie, der chemischen Industrie, bei der Energiegewinnung bzw. -erzeugung sowie bei pharmazeutischen und sonstigen Verfahren, in denen aggressive Flüssigkeiten und Gase eingesetzt werden. (Detaillierte Angaben entnehmen Sie bitte der Parker Medienbeständigkeits-Liste, Katalog Nr. ODE 5703 DE).

Hervorragende Beständigkeit gegen bleibende Verformung, außerordentliche Temperaturbeständigkeit und Verträglichkeit mit einer breiten Palette aggressiver chemischer Verbindungen

machen Parofluor®-Werkstoffe zur idealen Lösung für Dichtungsanwendungen, die die Leistungsfähigkeit anderer Hochleistungs-Elastomere überfordern.

Die Vorteile im Überblick

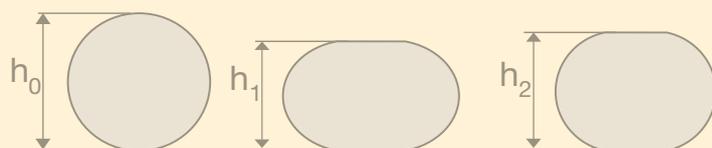
- Zuverlässige Dichtfunktion beim Einsatz mit sehr aggressiven Chemikalien und bei extremen Temperaturen
- Temperaturbeständigkeit bis +320 °C
- Sehr geringer Druckverformungsrest
- Hohe Wirtschaftlichkeit dank verbesserter, planbarer Wartungsintervalle
- Reinraumfertigung (UHP/Ultra High Purity)
- Eigene Werkstoffentwicklung und Mischerei, Konstruktion, Werkzeugbau, Produktion
- Computergestützte Produktentwicklung (Finite Elemente Analyse)
- Standard-Lieferzeit von 1 - 2 Wochen
- Qualitätsmanagement-System gemäß DIN EN ISO 9001:2000 und ISO/TS 16949



Elastizität

Parofluor®-Werkstoffe zeichnen sich durch einen sehr niedrigen Druckverformungsrest aus und sind deshalb besonders zuverlässig. Als Druckverformungsrest (Compression Set) wird die bleibende Verformung einer unter bestimmten Bedingungen verformten Normprobe oder eines Fertigteils nach der Entlastung bezeichnet. Er ist ein Maß für den Verlust an Rückstellvermögen eines elastischen Werkstoffs.

Ein hoher Druckverformungsrest bedeutet in der Praxis einen beträchtlichen Verlust an Dichtkraft und erhöhte Gefahr der Leckage.



Berechnung des Druckverformungsrestes

$$\text{DVR} = \frac{h_0 - h_2}{h_0 - h_1} \cdot 100 (\%)$$

h_0 = O-Ring-Querschnitt oder ursprüngliche Höhe des Probekörpers

h_1 = Höhe des Probekörpers in verformten Zustand

h_2 = Höhe des Probekörpers nach Entspannung von bestimmter Dauer

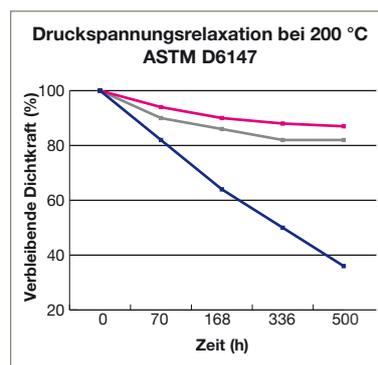
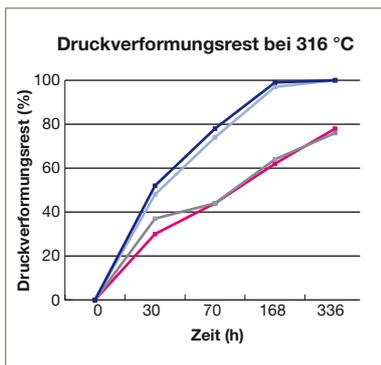
Halbleiterfertigung

In den Produktionsprozessen der Halbleiterindustrie ist kein Platz für „Standard“-Dichtungsmaterialien. Aggressivste Chemikalien und Gase, hohe Temperaturen, Hoch-Vakuum und Plasmen sind Teil der modernen Chipfertigung. In diesen Prozessen bedeuten Leckagen oder Verunreinigungen der Prozesse teure Stillstandszeiten und Produktivitätsverlust.

Mit ihren überlegenen physikalischen Eigenschaften eignen sich Parofluor®-Materialien daher ideal für den Einsatz in Plasma- und Gas- sowie in thermischen und Nass-Prozessen.

Speziell für den Einsatz in den neuesten Halbleiter-Prozessen (8'- und 12'-Technologie) wurden Parofluor ULTRA® und Parofluor MICRO® entwickelt. Sie widerstehen hohen Temperaturen und zeigen höchste Beständigkeit gegenüber den Prozessmedien. Die Dichtungsproduktion erfolgt unter besonderen Auflagen einschließlich der Einbindung von Reinraumtechnologie.

In der abschließenden Endkontrolle werden die Teile gesondert gereinigt und anschließend reinraumgerecht verpackt. Sie entsprechen dadurch dem UHP-Standard (Ultra-High-Purity).



- FFKM1
- FFKM2
- Parofluor® Ultra FF200-75
- Parofluor® Ultra FF350-75



ULTRA
PAROFLUOR™





Parofluor®-Werkstoffe für die Halbleiterfertigung

	Prozess	Temperaturbereich	Anforderungen	Typische Anwendungen	Werkstoff
 Plasma und Gas	Etching	25 °C – 225 °C 77 °F – 437 °F	Fluorine/ Chlorine/O ₂	Statische Dichtungen: Lids Endpoint Windows Chambers Gas Inlets KF Centering Rings Flanges Dynamische Dichtungen: Slit Valve Doors Mass Flow Controls Throttle Valves Isolator Valves Exhaust Valves Fittings	Empfehlung: FF370-75 Ultra® V8801-75 Micro® FF350-75 Ultra® FF356-75* Ultra® Alternative: V8581-90 Parofluor®
	Ashing	25 °C – 250 °C 77 °F – 482 °F	O ₂ /O ₃ / H ₂ O		
	HDPCVD/ PECVD/ CVD	25 °C – 250 °C 77 °F – 482 °F	TEOS/O ₃ , SiH ₄ /O ₂ , NF ₃ /C ₂ F ₆ /CF ₄ ,		
	PVD	25 °C – 250 °C 77 °F – 482 °F	Air, High Vacuum		
	Metal CVD	25 °C – 250 °C 77 °F – 482 °F	TEOS/O ₃ , SiH ₄ /O ₂ , NF ₃ /C ₂ F ₆ /CF ₄ WF ₆ /ClF ₃		
	Copper	25 °C – 250 °C 77 °F – 482 °F	TEOS/O ₃ , SiH ₄ /O ₂ , NF ₃ /C ₂ F ₆ /CF ₄ WF ₆ /ClF ₃		
	ALD	25 °C – 250 °C 77 °F – 482 °F	O ₂ /O ₃ /H ₂ O NF ₃ /CF ₄ /ClF ₃		
 Thermische Prozesse	Oxidation/ Diffusion	150 °C – 300 °C 302 °F – 572 °F	N ₂ /O ₂ /H ₂ O	Stat. Dichtungen: Lids Endpoint Windows Chambers Gas Inlets KF Centering Rings Flanges Quartz Chambers Bell Jars Dyn. Dichtungen: Slit Valve Doors Mass Flow Controls Throttle Valves Isolator Valves Exhaust Valves Fittings	Empfehlung: FF200-75 Ultra® FF350-75 Ultra® FF356-75* Ultra® FF370-75 Ultra® Alternative: V8545-75 Parofluor® V8581-90 Parofluor®
	LPCVD	150 °C – 300 °C 302 °F – 572 °F	NH ₃		
	RTP	150 °C – 300 °C 302 °F – 572 °F	IR Resistance/ Low Outgassing/ Thermal Stability		
 Nassprozesse	Surface Prep, Cleaning, Rinse	25 °C – 125 °C 77 °F – 257 °F	UPDI, SC-1, HF, HCL	Stat. Dichtungen: Lids Chemical Containers Chemical Baths Dyn. Dichtungen: Pumps Valves Connectors Flow Meters Filters Contact Rings Thrust Plates	Empfehlung: V8712-75 Micro® V8801-75 Micro® FF370-75 Ultra® Alternative: V8545-75 Parofluor®
	Wet Etching	25 °C – 180 °C 77 °F – 356 °F	UPDI, HF, H ₂ SO ₄		
	Photolithography, Developing, Rinse	25 °C – 125 °C 77 °F – 257 °F	nMP, H ₂ SO ₄ , NaOH		
	Wet Strip	25 °C – 125 °C 77 °F – 257 °F	nMP, H ₂ SO ₄ , NaOH		
	Copper Plating	25 °C – 100 °C 77 °F – 212 °F	CuSO ₄ , H ₂ SO ₄ , UPDI		

* Ideal im Gummi/Metall-Verbund

Pharma und Lebensmittel



Gemäß den Bestimmungen der amerikanischen „Food and Drug Administration“ (FDA) dürfen Materialien, die in Anlagen der Lebensmittelverarbeitung, der Biochemie, der Pharmazie und der Gentechnik zum Einsatz kommen, keine Stoffe enthalten, die als giftig oder krebserregend gelten.

Parofluor® V8742-70 und V8810-75 erfüllen die in Nr. 177.2600, CFR 21 („Rubber Articles Intended for Repeated Use“) gestellten Anforderungen. Die Werkstoffe empfehlen sich besonders für Anlagen mit hohen Verarbeitungstemperaturen und für solche, in denen verschiedenartige aggressive Medien verwendet werden. Sie sorgen für hohe Betriebssicherheit und lassen lange Wartungsintervalle zu.

Parofluor® V8742-70 ist unser Spezialist für statische Abdichtungen beispielsweise in Leitungssystemen und Produktionsanlagen. Seine weiße Farbe ermöglicht eine visuelle Überprüfung der Sauberkeit des Systems.

Für den Einsatz in Gleitringdichtungen (GLRD) steht unser schwarzer Parofluor® V8810-75 mit optimierten mechanischen Eigenschaften zur Verfügung.



PAROFLUOR®

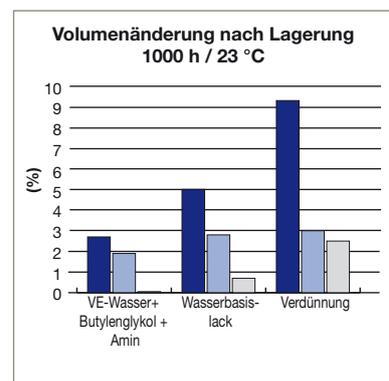
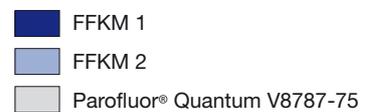
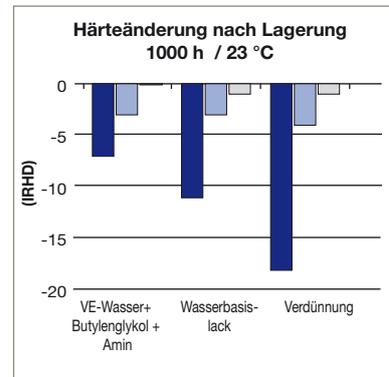
Perfluoroelastomer Seals

Lacke, Farben, Lösemittel



Mit der Entwicklung von Paro-
fluor Quantum® folgt Parker dem
Wunsch vieler Anwender aus der
Lack-, Farben- und Lösemittel-
industrie nach einem besonders
für diesen Industriezweig
optimierten Perfluorelastomer.
Gegenüber Standard-FFKM-
Werkstoffen weist Paro-
fluor

Quantum® eine verbesserte
Kälteflexibilität auf. Der Tempe-
ratureinsatzbereich reicht von
-20 bis +230 °C. Werkstoffe der
Quantum-Familie sind optimiert
für neu entwickelte Großserien-
Fertigungsprozesse und deshalb
besonders wirtschaftlich.



LABS-freie Fertigung

... garantiert Fertigerzeugnisse,
die frei von lackbenetzungs-
störenden Substanzen sind, bei-
spielsweise Dichtungselemente
für Druckmaschinen oder
Lackieranlagen.



Reinraum-Fertigung

UHP (Ultra High Purity) Produkte für partikelkritische Anwendungen, z. B. in der Medizin, der Halbleiterfertigung sowie der hochtechnischen Forschung, stellen wir auf Wunsch durch die Einbindung von Reinräumen in die Fertigungsabläufe her.

Der UHP Herstellprozess garantiert in allen Fertigungsstufen höchste Reinheit – von der Mischungsherstellung bis zur Verpackung der Dichtung.

- Nur ausgewählte, hoch reine Rohmaterialien werden verwendet.
- Aufbewahrung der Rohstoffe in hermetisch geschlossenen Behältern.

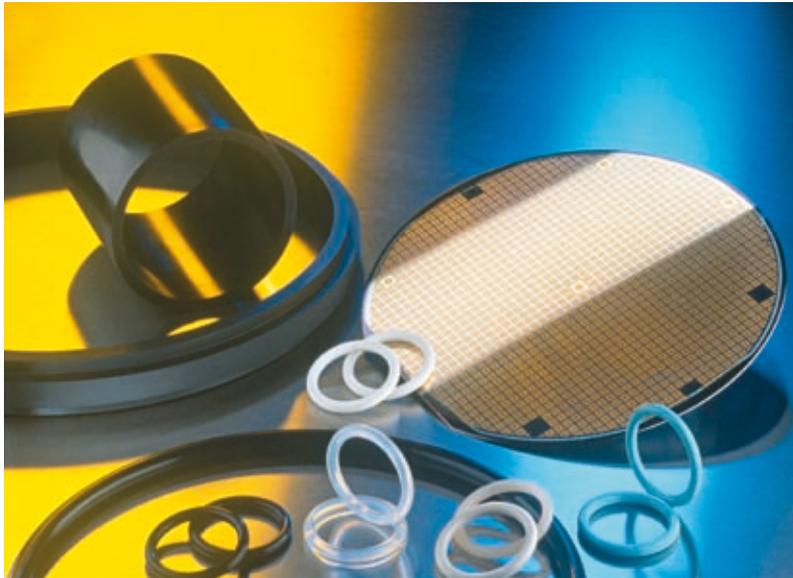
- Reinigung aller Maschinen- und Werkzeugteile, die Kontakt zur Mischung haben, mit Flüssigkeiten und Spezialtextilien, wie sie in der Halbleiterindustrie üblich sind.
- UHP Produkte werden in speziellen Formen verarbeitet, verbunden mit strenger Überwachung der Verarbeitungsparameter und optischer und maßlicher Kontrolle.
- Werkzeuge für UHP Produkte bestehen aus einem speziellen Stahl und werden zusätzlich beschichtet. Alle UHP Werkzeuge werden vor Ferti-

gungsbeginn einer genauen Prüfung unterzogen. Daten aus allen Produktionsvorgängen werden für jedes Werkzeug aufgezeichnet. Dies ermöglicht Parker, die Nutzungsdauer eines Werkzeugs zu berücksichtigen und Maßnahmen zu ergreifen, bevor Teile produziert werden, die nicht den Sollwerten entsprechen.

- Während der Verarbeitung von UHP Produkten werden kritische Produktionsdaten aufgezeichnet und über statistische Prozesskontrolle (SPC) ausgewertet. Die erhöhte Dichte bei der Aufzeichnung von Produktionsdaten betrifft Maß- und Prozessdaten.
- UHP-Produkte werden zu 100 % nach Vorgaben kontrolliert, die die DIN 3771 übertreffen. In dieser Norm sind die zulässigen Maß-, Form- und Oberflächenabweichungen für O-Ringe definiert.
- Vor der Freigabe zur Verpackung werden standardmäßig optische und maßliche Endkontrollen durchgeführt.
- Für die Verpackung von UHP-Produkten sind verschiedene Abstufungen verfügbar:
Sammelverpackung, Einzelverpackung, spezielle Reinigung, Verpackung im Reinraum – falls gewünscht der Klasse 100.



Unsere Produkte



Parofluor® bietet vielseitige Anwendungslösungen in allen Industriebereichen: ob klassischer O-Ring in kurzfristig verfügbaren Standardabmessungen (zöllig wie metrisch), Membranen oder technische Formteile nach Kundenzeichnung. Parofluor®-Werkstoffe lassen sich zudem auch in Gummi-Metallverbindungen verarbeiten. Der Verbund ist mit einer Vielzahl von Metallen möglich.

Durch unseren hauseigenen Werkzeugbau und die angeschlossene Prototypenfertigung können Vorserienteile flexibel und kurzfristig bemustert werden.



Konstruktionshinweise

Einbauempfehlungen für Hochtemperaturanwendungen

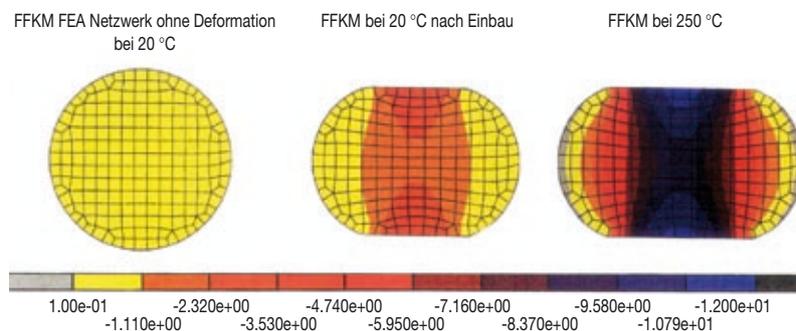
Die thermische Ausdehnung von Perfluorelastomeren ist wesentlich größer als die anderer Dichtungselastomere wie NBR oder FKM. Bei der Auslegung von O-Ring-Abdichtungen für hohe Temperaturen muss daher berücksichtigt werden, dass die Nut die thermische Ausdehnung des O-Rings ermöglicht. Ist dies nicht gewährleistet, so können durch das Elastomer mechanische Spannungen aufgebaut werden, die im Extremfall zur Beschädigung der Dichtung oder der berührenden Teile führen.

Die Abbildung zeigt ein FEA-Diagramm (radiale Spannungsverteilung) eines verpressten

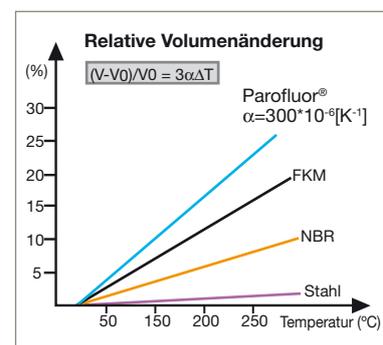
Parofluor® O-Ring-Querschnitts bei Raumtemperatur und nach Erwärmung auf 250 °C. Diese Analyse vermittelt einen Eindruck der Volumenzunahme und der Spannungen, die in Perfluorelastomeren bei hohen Temperaturen durch thermische Ausdehnung auftreten können.



Radialspannung (MPa)



Das Diagramm stellt die volumetrische thermische Ausdehnung verschiedener Elastomere im Vergleich zu Stahl dar. Beispielsweise beträgt die Volumenzunahme bei einem Perfluorelastomer, das von 20 °C auf 250 °C erhitzt wird, ungefähr 22 %. Für eine Dichtung aus diesem Material sollte die Nutfüllung, d. h. das Verhältnis von O-Ring-Volumen zu Nutvolumen, bei Raumtemperatur keinesfalls über 75 % liegen, damit Raum für die thermische Ausdehnung des O-Rings zur Verfügung steht und die Gefahr der Spaltextrusion aufgrund hoher mechanischer Spannungen vermieden wird.



Werkstoff-Typ	Parofluor®							Parofluor Quantum®		Parofluor Ultra®			Parofluor Micro®	
	V3862-75	V8545-75	V8581-90	V8588-90	V8742-70	V8800-75	V8810-75	V8787-75	V8844-75	FF200-75	FF350-75	FF370-75	V8712-75	V8801-75
Werkstoff-Bezeichnung	V3862-75	V8545-75	V8581-90	V8588-90	V8742-70	V8800-75	V8810-75	V8787-75	V8844-75	FF200-75	FF350-75	FF370-75	V8712-75	V8801-75
Nominale Härte (Shore A)	75	75	90	90	70	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Farbe	schwarz	schwarz	weiß	schwarz	weiß	schwarz	schwarz	schwarz	schwarz	schwarz	weiß	transluzent schwarz	transluzent	weiß
Temperaturbereich (°C)	-15/260	-15/300	-15/300	-15/280	-15/300	-15/320	-15/300	-20/230	-20/230	-15/320	-15/316	-15/275	-15/250	-15/250

Anwendung:

Chemieverfahren	Gleitringdichtungen (GLRD)	x	x		x		x	x			x			
	Pumpen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Ventile	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Instrumentierung	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Drosselemente	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Lebensmittelanwendungen (gemäß FDA CFR21 NO.177.2600)					x		x				x		
	Messeinrichtungen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Mischer	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Reaktoren	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Fördereinrichtungen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Tankanlagen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Sichtgläser	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Halbleiterfertigung	Plasma-Prozesse		x	x							x	x		x
	Gas-Prozesse		x								x	x		x
	Ionen-Implantierung		x								x			
	Thermische Prozesse		x	x			x			x	x	x		
	Nass-Prozesse		x									x	x	x
	UPDI-Wasser												x	x
Energie	Ölbohrung (Sauggas)	x	x		x		x			x				
	Hochdruck- Gasanwendungen (ED)				x									
	Schlammbohrungen	x	x	x	x		x		x	x				
	Aminbasierende Flüssigkeiten	x	x	x	x		x	x	x					
	Heißwasser-/Dampf-Systeme		x	x	x		x	x						
Allg. Industrie	Lackproduktion und und Verarbeitung	x	x	x	x			x	x					
	Farb-/Drucksysteme	x	x	x	x			x	x					
	Lösemittel	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Fluid-Anwendungen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Verbundteile Gummi-Metall	x	x	x	x	x	x	x			x	x		x
	Hochreine Fertigungsprozesse					x					x		x	x

Standard-Werkstoffe fett gedruckt

PAROFLUOR
Perfluoroelastomer Seals

