

6. Werkstoff-Auswahl

Betriebsbedingungen

Die praktische Auswahl eines Dichtungswerkstoffes hängt von der richtigen Definition der Betriebsbedingungen ab. In ungefährer Reihenfolge der Anwendungswichtigkeit.

Medium

Der erste zu beachtende Faktor bei der Auswahl eines Dichtungswerkstoffes ist die Beständigkeit gegenüber den in Kontakt kommenden Medien. Dies beinhaltet alle Medien, inklusive dem abzudichtenden Öl, der äußeren Luft, eventuelle Schmierstoffe und zum Beispiel Reinigungsmittel. In einem Motorgehäuse kann zum Beispiel unverarbeitetes Benzin, Diesel-Kraftstoff, gasförmige Verbrennungsprodukte, aus dem Betriebseinsatz entstandene Säuren oder kondensiertes Wasser das Motorenöl verunreinigen. In diesem Fall muss der Dichtungswerkstoff gegenüber allen Flüssigkeiten, sowie natürlich auch dem abzudichtenden Medium selbst, beständig sein. Dadurch sollte, wann immer möglich, die abzudichtende Flüssigkeit als Schmiermittel verwendet werden. So kann eine Variable ausgeschlossen werden.

Darüber hinaus muss auch der Einfluss des O-Ring-Compounds auf das Medium berücksichtigt werden.

Als Beispiel:

- Es gibt einige in Elastomer-Compounds verwendeten Bestandteile, die eine chemische Alterung von Freon-Kühlmitteln bewirken.
- Werkstoffe für Lebensmittel- und Beatmungs-Anwendungen sollten nur nichtgiftige Substanzen enthalten.
- O-Ringe in Messgeräten oder anderen Geräten, von denen mittels Glas, einer Flüssigkeit oder Kunststoff abgelesen werden müssen, dürfen diese nicht verfärben und somit die Sicht beeinträchtigen.

Temperatur

Maximale Temperaturbereiche werden oft zu hoch angegeben. ERIKS hat bei der Angabe der generellen Einsatztemperaturbereiche für Dichtungswerkstoffe realistische Werte mit genügend Sicherheitsreserven aufgeführt. Die Empfehlung der maximalen Temperatur für einen Compound basiert auf eine mögliche Dauereinsatztemperatur. Da sich einige Flüssigkeiten bei Temperaturen unterhalb der maximalen Einsatztemperatur von Elastomeren zersetzen, sollten beide Temperaturgrenzen bei der Auslegung von Grenzwerten des Systems berücksichtigt werden.

Bei Tieftemperaturanwendungen können manchmal einige Temperaturgrade durch die Erhöhung der Verpressung des O-Ringes gewonnen werden. Die maximale Temperaturuntergrenze eines Compounds muss unter Umständen geringer angesetzt werden, wenn der O-Ring einem Medium ausgesetzt wird, welches ein Schrumpfen verursacht.

Im Gegensatz dazu sollte die maximale Temperaturobergrenze eines Compounds herabgesetzt werden, wenn das Medium eine Quellung des O-Ringes verursacht.



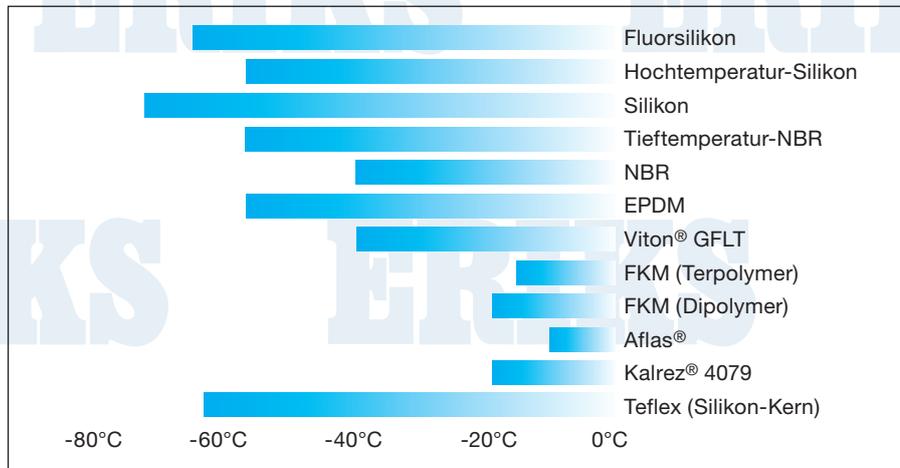
6. Werkstoff-Auswahl

Tieftemperatur

Die Tieftemperaturgrenze bei statischen Dichtungen ist im Allgemeinen 10°C unterhalb des TR10-Werts. Bei dynamischen Dichtungen ist der TR10-Wert wichtiger. Der TR10-Wert ist die Temperatur, bei der ein Elastomer 10% seiner elastomeren Rückstelleigenschaft wiedererhält.

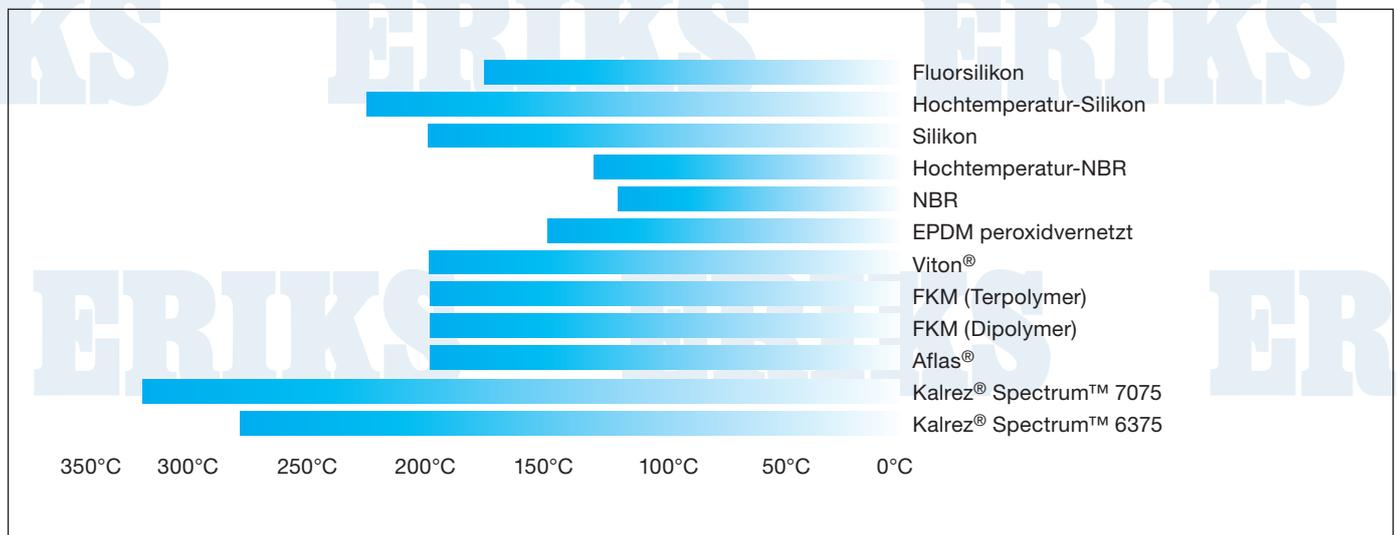
Das Tieftemperaturverhalten von Elastomeren ist generell ein reversibeler Prozess.

Für Auslegungszwecke sollte die Verpressung üblicherweise erhöht werden. Ein in Kontakt mit dem O-Ring kommendes chemisches Medium könnte eine Quellung verursachen und als Weichmacher fungieren. Dies könnte der minimalen Einsatztemperatur positiv entgegenwirken und diese herabsetzen. (Mehr Informationen über den TR10-Wert finden Sie auf Seite 84.)



Hochtemperatur

Mit der Hochtemperaturgrenze eines Dichtungswerkstoffes wird im Allgemeinen die Temperatur angegeben, bei welcher der Werkstoff ungefähr 30-50% seiner physikalischen Eigenschaften verloren hat und seine Dichtfunktion noch mindestens 10.000 Stunden Dauereinsatz standhält. Hitzealterung stellt eine Schädigung der Polymerkette sowie des Vernetzungssystems dar, welche nicht reversibel ist. Der Einfluss von hoher Temperatur kann durch Wechselwirkungen mit dem abzudichtenden chemischen Medium beschleunigt werden. Chemische Reaktionen verdoppeln sich üblicherweise mit einem Temperaturanstieg von 10°C.



Siehe Umrechnungstabelle °F/°C auf Seite 215.

6. Werkstoff-Auswahl

Druck

Der Druck hat einen Einfluss auf die Dichtungsauslegung, da er die Wahl der Werkstoffhärte bestimmen kann. Bei besonders geringen Drücken kann eine einwandfreie Dichtfunktion einfacher erreicht werden, wenn ein Elastomer mit geringer Härte eingesetzt wird. Bei hohen Drücken bestimmt die Kombination aus vorherrschendem Druck und Härte des Dichtungswerkstoffes den maximal zulässigen Dichtspalt, der unter Umständen zu großzügig toleriert wurde. Zyklische Druckschwankungen können eine lokale Extrusion der Dichtung verursachen, wodurch diese „angeknabbert“ wird. Besonders wenn eventuelle Spitzendrücke hoch genug sind, um eine Expansion des Zylinders hervorzurufen.

Zeit

Die drei offensichtlichen „Dimensionen“ in der Abdichtungstechnik sind Medium, Druck und Temperatur. Die vierte, genauso wichtige, jedoch leicht übersehene Dimension ist die Zeit. Hoch- sowie Tieftemperaturgrenzen wurden aufgrund konventionell kurzfristigen Testtemperaturen veröffentlicht. Diese haben nur einen geringen Einfluss auf die tatsächliche Dauereinsatztauglichkeit von Dichtungen in sowohl statischen, als auch dynamischen Anwendungen.

Ein industrieller NBR O-Ring-Compound wird zum Beispiel für maximale Temperaturen von 120°C (250°F) empfohlen. Es ist jedoch bekannt, dass auch bei höheren Temperaturen und kürzerer Zeit, wie zum Beispiel 149°C (300°F) für 3.000 Stunden und fünf Minuten bei 538°C (1000°F) erfolgreich abgedichtet werden kann.

Es sollte daher, wenn die Anwendung eine höhere Temperatur vorschreibt, als in den Werkstoff-Datenblättern angegeben zulässig ist, die genaue Temperaturkurve geprüft werden um so zu ermitteln, ob die überwiegende Zeit bei erhöhten Temperaturen nicht doch innerhalb der maximal zulässigen Grenze liegt.



6. Werkstoff-Auswahl - Allgemein

Tabelle 3A-2 – Standard ERIKS-Compounds

Elastomer	Compound-Nummer	Härte °Shore A±5	Temperatur °C / °F	Anwendung
NBR, Nitril, Buna	33624	70	-35 bis +110 °C -31 bis +230 °F	Hydraulik-Öle, pflanzliche Öle, tierische Fette, Acetylen, Alkohole, Wasser, Luft, Kraftstoffe und viele andere Produkte.
	47702	90	-25 bis +110 °C -13 bis +230 °F	Chemische Beständigkeit wie 36624 mit höherer Härte für Hochdruckanwendungen.
	weitere			Weitere Compounds für spezielle Anwendungen auf Anfrage.
EPDM, EPM, Ethylen-Propylen	55914	70	-55 bis +130 °C -67 bis +266 °F	Lösungsmittel, Alkohole, Ketone, Ester, organische und anorganische Säuren, Hydraulikflüssigkeiten. Besonders Alterungsbeständig. Nicht geeignet für tierische Fette, pflanzliche oder mineralische Öle.
	55914 PC	70	-50 bis +150 °C -58 bis +302 °F	Chemische Beständigkeit wie 55914, jedoch mit einer besseren Temperaturbeständigkeit und einem verbesserten Druckverformungsrest. Auch für Dampfanwendungen geeignet.
	55918 PC	80	-50 bis +150 °C -58 bis +302 °F	Chemische Beständigkeit wie 55914 mit höherer Härte für Hochdruckanwendungen.
	weitere			Weitere Compounds für spezielle Anwendungen auf Anfrage.
VMQ, Silikon	714177	70	-55 bis +230 °C -67 bis +446 °F	Für extreme Hoch- oder Tieftemperaturbereiche, Luft, Sauerstoff, trockener Wärme, Ozon, Heißwasser bis 150°C (302°F) und auf Glykol basierende Bremsflüssigkeiten. Beständig gegenüber Hydraulikflüssigkeiten, jedoch nicht beständig gegenüber viele Hydraulikflüssigkeit-Additiven. Silikone und Fluorsilikone werden nur für den statischen Einsatz empfohlen.
FVMQ, Fluorsilikon	614001	70	-55 bis +220 °C -67 bis +428 °F	Chemische Beständigkeit wie Silikon, mit zusätzlicher Beständigkeit gegenüber Kraftstoffen und auf Petroleum basierenden Schmierstoffen.
	weitere			Weitere Compounds für spezielle Anwendungen auf Anfrage.
FKM, Viton®	51414 schwarz und grün	75	-15 bis +210 °C +5 bis +410 °F	Gute chemische Beständigkeit gegenüber Öle, Fette und Kraftstoffe. Sehr geringer Druckverformungsrest bei hohen Temperaturen. Geeignet für Vakuum-Anwendungen.
	514320 schwarz und grün	90	-15 bis +230 °C + 5 bis +446 °F	Chemische Beständigkeit wie 514320 mit höherer Härte für Hochdruckanwendungen.
	weitere			Weitere Compounds für spezielle Anwendungen auf Anfrage.
Kalrez®	Spectrum™ 6375	75	-4 bis +275 °C bis +525 °F	Breiteste chemische und thermische Beständigkeit für die chemische Prozess-Industrie. Empfohlen für Säuren, Basen, Amine, Dampf, Ethylenoxid und viele andere aggressive Chemikalien.
	4079	75	-7 bis +316 °C bis +600 °F	Hervorragende chemische und thermische Beständigkeit. Einsetzbar für 95% aller perfluorierter Anwendungen.
	Spectrum™ 7075	75	-2 bis +327 °C bis +620 °F	Hohe Temperaturen, niedriger Druckverformungsrest, auch für Temperaturzyklen geeignet.
	weitere			Weitere Compounds für spezielle Anwendungen auf Anfrage.
Teflex FEP, PFA	FKM Viton®- Kern		-15 bis +205 °C +5 bis +400 °F	Hohe thermische und chemische Beständigkeit. Nicht empfohlen für dynamische Anwendungen. Kann bei der Montage nicht aufgedehnt werden.
	VMQ-Kern		-60 bis +205 °C -76 bis +400 °F +260 °C (PFA)	Chemische Beständigkeit von FPM mit einem verbesserten Druckverformungsrest bei tiefen Temperaturen. Nicht empfohlen für Vakuum-Anwendungen aufgrund hoher Gaspermeabilität. Nicht für dynamische Anwendungen.

Hinweis: Wir haben über 120 verschiedene Compounds für spezifische Anwendungen. Fragen Sie nach unseren jeweiligen technischen Material-Datenblättern.

6. Werkstoff-Auswahl - Allgemein

Standard ERIKS-Compounds (Vulc-O-Ringe)		
Elastomer	Härte °Shore A±5	Anwendung
Genuine Viton® A 514307 braun	60	Gute chemische Beständigkeit gegenüber Öle, Fette und Kraftstoffe. Sehr geringer Druckverformungsrest bei hohen Temperaturen. Geeignet für Vakuum-Anwendungen.
Genuine Viton® A 514206, 514302, 514306	75	Gute chemische Beständigkeit gegenüber Öle, Fette und Kraftstoffe. Sehr geringer Druckverformungsrest bei hohen Temperaturen. Geeignet für Vakuum-Anwendungen.
Genuine Viton® A 514309, 514310	90	Gute chemische Beständigkeit gegenüber Öle, Fette und Kraftstoffe. Sehr geringer Druckverformungsrest bei hohen Temperaturen. Geeignet für Vakuum-Anwendungen.
Genuine Viton® A 514304 FDA weiss	75	Gute chemische Beständigkeit gegenüber Öle, Fette und Kraftstoffe. Sehr geringer Druckverformungsrest bei hohen Temperaturen. Geeignet für Vakuum-Anwendungen. Lebensmittelqualität mit FDA-Konformität.
Genuine Viton® A 75° FDA schwarz	75	Gute chemische Beständigkeit gegenüber Öle, Fette und Kraftstoffe. Sehr geringer Druckverformungsrest bei hohen Temperaturen. Geeignet für Vakuum-Anwendungen. Lebensmittelqualität mit FDA-Konformität.
VMQ Silikon 714206 FDA rot	75	Für extreme Hoch- oder Tieftemperaturbereiche, Luft, Sauerstoff, trockener Wärme, Ozon, Heißwasser bis 150°C (302°F) und auf Glykol basierende Bremsflüssigkeiten. Beständig gegenüber Hydraulikflüssigkeiten, jedoch nicht beständig gegenüber viele Hydraulikflüssigkeit-Additiven. Silikone und Fluorsilikone werden nur für den statischen Einsatz empfohlen. Lebensmittelqualität mit FDA-Konformität.
FVMQ Fluorsilikon 75° blau	75	Chemische Beständigkeit wie Silikon, mit zusätzlicher Beständigkeit gegenüber Kraftstoffen und auf Erdöl basierenden Schmierstoffen.
EPDM 60° schwarz	60	Lösungsmittel, Alkohole, Ketone, Ester, organische und anorganische Säuren, Hydraulikflüssigkeiten. Besonders Alterungsbeständig. Nicht geeignet für tierische Fette, pflanzliche oder mineralische Öle.
EPDM 559303 schwarz	75	Lösungsmittel, Alkohole, Ketone, Ester, organische und anorganische Säuren, Hydraulikflüssigkeiten. Besonders Alterungsbeständig. Nicht geeignet für tierische Fette, pflanzliche oder mineralische Öle.
EPDM 75° FDA schwarz	75	Lösungsmittel, Alkohole, Ketone, Ester, organische und anorganische Säuren, Hydraulikflüssigkeiten. Besonders Alterungsbeständig. Besonderes Alterungsbeständig. Nicht geeignet für tierische Fette, pflanzliche oder mineralische Öle. Lebensmittelqualität mit FDA-Konformität.
NBR 366304 schwarz	60	Hydraulik-Öle, pflanzliche Öle, tierische Fette, Acetylen, Alkohole, Wasser, Luft, Kraftstoffe und viele andere Produkte.
NBR 366302 schwarz	75	Hydraulik-Öle, pflanzliche Öle, tierische Fette, Acetylen, Alkohole, Wasser, Luft, Kraftstoffe und viele andere Produkte.
NBR 366303 schwarz	90	Hydraulik-Öle, pflanzliche Öle, tierische Fette, Acetylen, Alkohole, Wasser, Luft, Kraftstoffe und viele andere Produkte.
NBR 366185 FDA schwarz	75	Hydraulik-Öle, pflanzliche Öle, tierische Fette, Acetylen, Alkohole, Wasser, Luft, Kraftstoffe und viele andere Produkte. Lebensmittelqualität mit FDA-Konformität.
HNBR 886301 schwarz	75	Bessere Öl- und Temperaturbeständigkeit als NBR.
HNBR 75° FDA schwarz	75	Bessere Öl- und Temperaturbeständigkeit als NBR. Lebensmittelqualität mit FDA-Konformität.
PUR 75° schwarz	75	Abriebsbeständigkeit.
Aflas® 75° schwarz	75	Sehr gut Beständig gegenüber Dampf bis 200°C (392°F).
Aflas® 223302 schwarz	90	Sehr gut Beständig gegenüber Dampf bis 200°C (392°F).
CR 60° schwarz	60	Hohe Ozonbeständigkeit.
CR 329302 schwarz	75	Hohe Ozonbeständigkeit.
CR 329303 FDA schwarz	75	Hohe Ozonbeständigkeit. Lebensmittelqualität mit FDA-Konformität.
Viton® GF 75° schwarz	75	Viton®-Sondertyp mit einem Fluoranteil von 70% und der besten chemischen Beständigkeit der Viton®-Familien A, B und F.
Viton® GLT 75° schwarz	75	Tieftemperatur Viton®-Compound.
Viton® GFLT 75° schwarz	75	Kombination aus Viton® GF und Viton® GLT.
Viton® Extreme ETP 75° schwarz	75	Sehr hohe chemische Beständigkeit, besonders für die Lackierindustrie geeignet.
Viton® Extreme TBR 75° schwarz	75	Sehr hohe Basenbeständigkeit.

6. Werkstoff-Auswahl - Spezielles

Für extreme Einsatzgebiete

ERIKS bietet Ihnen eine Reihe von Compounds für „extreme“ Bedingungen in Ihrem Anwendungsumfeld

- verschiedene NBR und EPDM-Compounds für spezielle Anwendungen
- Silikon HT für Temperaturen bis 280°C
- Fluorsilikon nach MIL-R-25988B für Kraftstoff und Tieftemperaturflexibilität
- Aflas® für optimale Beständigkeit bei Dampf und Rohöl
- HNBR für optimale Beständigkeit bei Hydraulikflüssigkeiten bis 150°C – niedrigster Druckverformungsrest
- und viele mehr...
- über 120 Datenblätter stehen Ihnen zur Verfügung (www.o-ring.info)

O-Ringe mit speziellen Zulassungen und Konformitäten

Wir haben eine ganze Palette von Compounds für den Einsatz im Kontakt mit Nahrungsmitteln, Medikamenten, Wasser und Gasen entwickelt.

FDA

- NBR 366470 schwarz
- NBR 32770 schwarz
- NBR 366010 grau
- NBR 366472 weiss
- NBR 366490 schwarz
- Neopren 329303 schwarz
- HNBR 886172 schwarz
- EPDM 55501 schwarz
- EPDM 55641 schwarz
- EPDM 559270 schwarz
- EPDM 559272 weiss
- EPDM 559273 schwarz
- EPDM 55111 schwarz
- EPDM 559274 weiss
- EPDM 559187 schwarz
- EPDM 55920 schwarz
- Genuine Viton® A 514670 schwarz
- Genuine Viton® 514642 grün
- Genuine Viton® A 514672 weiss
- Genuine Viton® A 514674 blau
- Genuine Viton® A 514304 weiss
- Genuine Viton® A 514690 schwarz
- Genuine Viton® A 514694 blau
- Teflex Viton® schwarz
- FKM 514010 weiss
- FKM 514676 schwarz
- VMQ Silikon 714742 weiss
- VMQ Silikon 714747 transparent
- VMQ Silikon 714748 rot
- VMQ Silikon ST-EC60-001 weiss
- VMQ Silikon 714177 rot
- VMQ Silikon 714003 blau
- VMQ Silikon 714001 transparent
- VMQ Silikon 714625 rot
- VMQ Silikon 714002 transparent
- VMQ Silikon 714782 rot

- Teflex Silikon rot
- Kalrez® 6221 weiss
- Kalrez® 6230 schwarz
- und viele mehr in Härten von 20° bis 90° Shore A

DVGW

- NBR 366033 und 366016
- FKM 514023 und 514056
- EPDM 559003 schwarz

KTW

- Silikon 714008 rot
- EPDM 559003 schwarz
- FKM 514002 grün

KIWA

- EPDM 55111 schwarz

WRC

- EPDM 559003 schwarz
- Silikon 714014 rot

NSF

- EPDM 559003 schwarz
- NBR 366016 schwarz

Gastec

- NBR 32770 schwarz

ACS

- EPDM 559003 schwarz



USP

- EPDM 559274 weiss
- Kalrez® 6221 weiss
- Kalrez® 6230 schwarz

MILSPEC's

- fragen Sie nach unserem Spezialprospekt

Fordern Sie unser
Spezialprospekt über
FDA- und USP-O-Ringe an!

6. Werkstoff-Auswahl - Spezielles**O-Ringe in Spezialausführungen**

- Quad-Ringe®
- X-Ringe
- silikonfrei
- lackbenetzungsstörungsfrei
- talkumiert
- silikonisiert
- ummantelt mit Silikon, PTFE, FEP, PFA
- mit integrierter Schmierung (PTFE, Graphit, MoS₂)
- hochreine Compounds
- NBR 90 Stützringe
- PTFE O-ringe
- Omniseals (mit Feder) PTFE
- mit engeren Toleranzen
- mit Oberflächenkontrolle
- Micro-O-Ringe
- Vulc-O-Ringe
- gekapselte O-Ringe
- mit Spezialzulassungen
- elektrisch leitfähig
- dekompressionsbeständig
- entgast
- reinraumverpackt

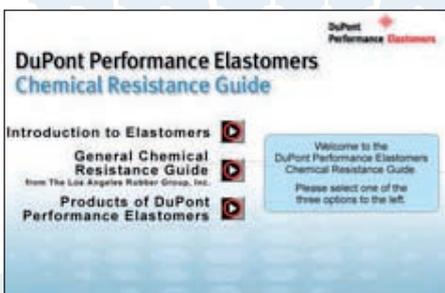
**ERIKS O-RINGE -
GEFERTIGT AUF
DEN MODERNSTEN
PRODUKTIONSANLAGEN.**



6. Werkstoff-Auswahl - Spezielles

Tabelle 3A-2a Standard und Spezial Kalrez® Compounds

Kalrez® Compound	Härte °Shore A ± 5	100% Modul Mpa	DVR (70 h 204 °C)%	Max. Temp. °C/°F	Farbe und Füllstoff	Branche	Anwendungen
4079	75	7,2	25	315 / 600	schwarz	Chemieindustrie	hohe Temperaturen, niedriger Druckverformungsrest
Spectrum™ 6375	75	7,6	27	275 / 536	schwarz	Chemieindustrie	breiteste chemische Beständigkeit bei hohen Temperaturen
Spectrum™ 7075	75	7,58	15	327 / 620	schwarz	Chemieindustrie	höchste Temperaturbeständigkeit, extrem niedriger Druckverformungsrest, auch für Temperatur-Zyklen geeignet, breite chemische Beständigkeit
1050LF	82	12,4	35	280 / 536	schwarz	Chemieindustrie	besonders geeignet gegenüber Heißwasser und Dampf sowie Amine
2035	85	8,6	25	210 / 410	schwarz	Chemieindustrie	besonders geeignet gegenüber Ethylenoxid / Propylenoxid und Dampf
2037	79	6,2	27	220 / 430	weiss	Chemieindustrie	hochrein, generelle chemische Beständigkeit besonderes gegenüber oxidierenden Umgebungen
3018	91	16,9	35	280 / 536	schwarz	Chemieindustrie	hoher Härtegrad, gegen Spaltextrusion bei hohen Drücken
6221	71	7,0	27	250 / 480	weiss	Nahrungsmittel/ Pharmaindustrie	FDA, USP Class VI, FCN 000101
6230	75	7,1	18	270 / 518	schwarz	Nahrungsmittel/ Pharmaindustrie	FDA, USP Class VI, FCN 000101
2085	92	15,2	35	210 / 410	schwarz	Öl- und Gasförderung	besonders gegen Explosive Dekompression
3035	87	14,4	20	280 / 536	schwarz	KVSP/Chemieindustrie	KVSP Ventilschaftdichtungen
4079 UP	75	7,2	25	315 / 600	schwarz	Semicon	thermische Anwendungen
7075 UP	75	7,58	15	327 / 620	schwarz	Semicon	thermische Anwendungen
2037 UP	79	6,2	27	220 / 428	weiss	Semicon	hoher Reinheitsgrad
6375 UP	75	7,6	27	275 / 563	schwarz	Semicon	Naßchemie, geringe Extraktionswerte, statische und dynamische Anwendungen
Sahara 8475 UP	72	2,2	23	300 / 570	weiss	Semicon	Dry, Plasma, thermische Anwendungen
Sahara 8575 UP	62	2,48	27	300 / 572	weiss	Semicon	Etch-Prozesse, geringer Gewichtsverlust in sauerstoff- oder fluorbasierenden Plasmaanwendungen
Sahara 8002 UP	69	2,90	15	250 / 482	glasklar	Semicon	Plasma- und Gasanwendungen, geringe Partikelerzeugung
Sahara 8085 UP	80	7,50	42	240 / 572	beige	Semicon	Plasma- und Gasanwendungen, HDPCVD, PECVD, SACVD, Etch, Ash, geringe Partikelerzeugung



In Zusammenarbeit mit DuPont Performance Elastomers bieten wir Ihnen FEA-Analysen von Ihren Dichtungsanwendungen, um Ihnen so bei der Auswahl des richtigen Kalrez® O-Ring-Compounds behilflich zu sein.

6. Werkstoff-Auswahl - Viton®

Genuine Viton®

„Nur das Beste ist für Sie gut genug“

Die heutige Industrie arbeitet manchmal unter extremen Bedingungen. Hitze, aggressive Medien, korrosive Gase und mechanische Beanspruchung fordern äußerste Leistungen von Dichtungen. Extreme Anforderungen benötigen strenge Qualitätskontrollen und die Verwendung der besten Materialien. In vielen Fällen ist das von DuPont Performance Elastomers hergestellte Fluorelastomer Genuine Viton® die Lösung. Genuine Viton® wird aus 100% reinem Fluorelastomer hergestellt und mit dem Viton®-Zertifikat bestätigt, welches von DuPont Performance Elastomers erteilt wird. ERIKS ist offizieller Lizenznehmer von Genuine Viton®.

Wie stelle ich sicher, dass ich Genuine Viton® bekomme?

Nur Genuine Viton®-Produkte tragen das spezifische, leicht wiederzuerkennende Emblem auf deren Verpackung. Alle Viton®-Produkte werden streng nach den Richtlinien von DuPont Performance Elastomers gefertigt – dem einzigen Hersteller von Viton®.

Mit Genuine Viton®-Produkten ist eines sicher: die Produkte werden sowohl von DuPont Performance Elastomers, wie auch deren lizenzierten Partnern, nach den in dem Paragraph „Material Integrity“ von OSHA 1910.119 (Verfahren zur sicheren Behandlung von hochgefährlichen Chemikalien) festgelegten Richtlinien hergestellt und verarbeitet. Fragen Sie nach unserem speziellen Genuine Viton®-Prospekt.



Die Viton®-Familien

Viton® wurde im Jahre 1958 kommerziell eingeführt. Es gibt zur Zeit drei hauptsächlich verwendete Familien von Viton®: A, B und F. Sie unterscheiden sich in erster Linie in der Beständigkeit gegenüber Flüssigkeiten und im Besonderen gegenüber aggressiven Schmierölen und mit Sauerstoff angereicherten Kraftstoffen, wie Methanol- und Ethanol-Kraftstoff-Gemische in der Automobilindustrie. Darüber hinaus gibt es auch eine Reihe von Viton®-Hochleistungstypen: GBL, GF, GLT, GFLT, Extreme ETP und Extreme TBR (basenbeständig).

Die wichtigsten Viton®-Familien

Viton®-Typ	A	B	F	GLT	GFLT	Extreme ETP	Extreme TBR
Fluoranteil in %	66	68	70	64	67	67	60
Extreme chemische Beständigkeit	++	+++	++++	+	++++	++++	++++
Hochtemperaturbeständigkeit	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Tieftemperaturbeständigkeit	+	0	-	++++	++	+	+
Druckverformungsrest*	+++	++	+	+	+	+	+

- = ungeeignet 0 = ausreichend + = gut ++ = sehr gut +++ = exzellent ++++ = hervorragend
Hinweis: Aus diesen Familien können alle möglichen Viton®-Produkte hergestellt werden.

6. Werkstoff-Auswahl – Viton®

Viton®-Compounds sind ausgezeichnet für extrem chemische Beständigkeit.

Dichtungen, die extremen Chemikalien (Aminen, konzentrierte Säuren, Heißdampf) ausgesetzt werden, erfordern einen Compound mit hervorragender chemischer Beständigkeit.

Wir bieten

Ihnen die folgenden Lösungen:

Viton® B

Terpolymer aus Viton® B mit besserer chemischer Beständigkeit als Standard Viton® A Compounds. Allerdings mit einem etwas höheren Druckverformungsrest.

Viton® GF

Dieser Compound bietet die beste chemische Beständigkeit der Viton® Familien A, B und F. Der Druckverformungsrest ist verglichen mit dem ERIKS Standard Viton® Compound 51414 etwas höher.

Viton® Extreme ETP

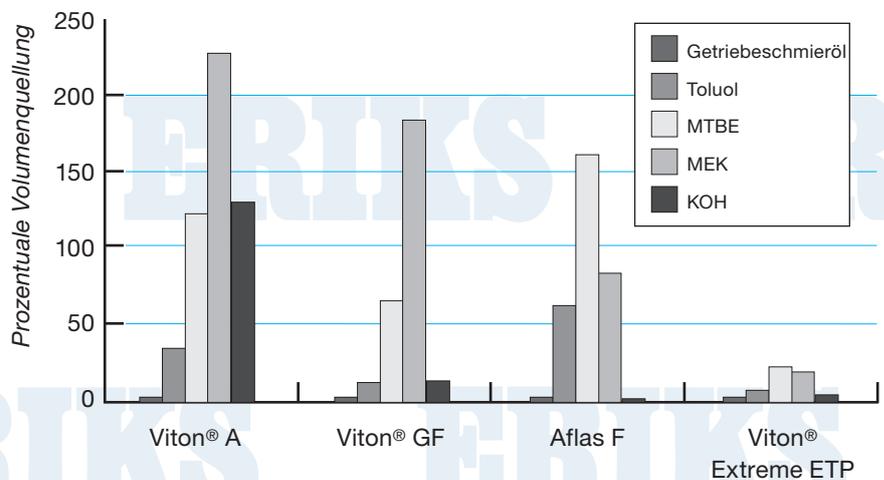
Viton® Extreme ETP ist die jüngste Entwicklung der Viton® Familie. Es ist ein Terpolymer aus Ethylen, Tetrafluorethylen und Perfluormethylvinylether.

Es schließt die Lücke zwischen Fluorelastomere (Viton®) und Perfluorelastomere (Kalrez®).

Viton® Extreme ETP bietet die beste chemische Beständigkeit aller Fluorelastomere und ist vorzugsweise in den Farben schwarz und grün erhältlich. Eine Liste der chemischen Beständigkeit ist auf Anfrage verfügbar. Viton® Extreme ETP hat seine höchste chemische Beständigkeit im Kontakt mit Kraftstoffen mit Additiven, Lackierprozessen, Alkoholen und Chemikalien wie MTBE und ETBE bewiesen.

Viton® Extreme ETP besitzt die breiteste chemische Beständigkeit aller Viton® Familien. Ursprünglich wurde es von DuPont Performance Elastomers für den Einsatz in Erdölfeld-Anwendungen oder den Kontakt mit Aminen und sauren Ölen entwickelt. Aufgrund seiner hervorragenden Eigenschaften wird Viton® Extreme ETP heutzutage auch häufig unter den rauesten Bedingungen in Anwendungen der chemischen Prozess-Industrie (CPI) eingesetzt. Viton® Extreme ETP kann häufig Probleme in Fällen lösen, in denen die hohen Kosten von Perfluorelastomeren wie Kalrez® nicht tragbar sind. Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht der chemischen Beständigkeit von Viton® A, Viton® GF, Aflas® und Viton® Extreme ETP.

Volumenquellung in verschiedenen Flüssigkeiten



6. Werkstoff-Auswahl – Viton®

Tabelle 3A-2c – Unterschiede in der Medienbeständigkeit

Viton® Compound	A	B	F	Extreme ETP	GBL	GF	GLT	GFLT
CHEMISCHE UMGEBUNG								
Automobil- und Luftfahrtkraftstoffe	1	1	1	1	1	1	1	1
Automobilkraftstoffe mit Sauerstoff angereichert mit MEOH, ETOH, MTBE, usw.	-	2	1	1	2	1	-	1
Motoröl, SE und SF	2	1	1	1	1	1	1	1
Motoröl, SG und SH	3	2	1	1	1	1	2	1
Aliphatische Kohlenwasserstoff-Prozessmedien, Chemikalien	1	1	1	1	1	1	1	1
Aromatische Kohlenwasserstoff-Prozessmedien, Chemikalien	2	2	1	1	1	1	2	1
wässrige Flüssigkeiten, Dampf, mineralische Säuren	3	2	2	1	1	1	1	1
Starke Basen, hoher pH, Ätzmittel, Amine	Viton® Extreme TBR							
VERFORMUNGS- UND TIEFTEMPERATURLEISTUNG								
Bewertung des Druckverformungsrests	1	2	2	1	2	3	2	2
Tieftemperaturdichtwirkung, TR10- Testergebnisse in °Celsius	-17	-14	-7	-11	-15	-6	-30	-24
Tieftemperaturdichtwirkung, TR10- Testergebnisse in °Fahrenheit	+1	+7	+19	+12	+5	+21	-22	-7

1 = hervorragend, minimale Volumenquellung / 2 = sehr gut, geringe Volumenquellung / 3 = gut, mäßige Volumenquellung

Viton® A-Compounds für den allgemeinen Einsatz

ERIKS bietet Ihnen vier Standard O-Ring Compounds, von denen Tausende von verschiedener Abmessungen ab Lager verfügbar sind. Die wichtigsten technischen Daten dieser Compounds finden Sie in der Tabelle 3A-2d.

Tabelle 3A-2d – Standard Genuine Viton® A-Compounds

Technische Daten	51414 schwarz	51414 grün	514320 schwarz	514206 Vulc-O-Ring
Härte °IRHD ± 5°, DIN 53519	75	75	90	75
Zugfestigkeit MPa minimal, DIN 53504	13	12	14	10,7
Reißdehnung %, DIN 53504	170	170	120	213
Druckverformungsrest % 25h/200°C auf Platte, maximal, DIN 53517	12	14	14	4,6
auf O-ring 4,53 mm maximal	18	19	18	7,5
Alterung in Luft 70h/200°C				
Härte, DIN 53508	+4°	+5°	+5°	+3°
Tieftemperaturverhalten, TR10-Wert, ASTM D 1329	-16°C	-16°C	-16°C	-22°
Dichte, ASTM D 1817	1,85g/cm ³	2,07g/cm ³	1,87g/cm ³	2,32g/cm ³
Max. Temperatur °C	+200°	+200°	+200°	+200°
Sonstige Informationen	Lager	Lager RAL 6011	Lager in schwarz, grün auf Anfrage	1-5 Tage Fertigung, auch in FDA

6. Werkstoff-Auswahl – Viton®

Petrochemische Industrie

Aufgrund der Permeabilität von O-Ring-Werkstoffen können unter hohem Druck Gase in den O-Ring eindringen. Diese bilden dort zwischen den Molekülketten mikroskopische Bläschen. Bei Rücknahme des Drucks expandieren die Gasbläschen und verursachen in der Dichtungsstruktur Risse. Wir bieten Ihnen den Compound 514162, der die höchsten Anforderungen in diesen Einsatzgebieten erfüllt: hohe Drücke, Extrusionsbeständigkeit und Widerstandsfähigkeit gegenüber explosiver Dekompression für den Einsatz im Kontakt mit Erdgas, Dampf und Korrosionsschutzmitteln usw. Offensichtlich sind für weniger kritische Anwendungen auch unsere Standard Viton®-Compounds perfekt geeignet.

Lebensmittelindustrie

Wir bieten Ihnen eine Vielzahl von Compounds, die für den Kontakt mit Lebensmitteln zugelassen sind. Diese Compounds entsprechen den Anforderungen der amerikanischen Food And Drug Administration (FDA) 21 CFR 177.2600 für den Einsatz im Kontakt mit unverpackten Lebensmitteln.

Für Elastomere existieren zwei maßgebende FDA-Klassifizierungen: „Class 2“ für den Kontakt mit wässrigen Medien wie Bier und Erfrischungsgetränke und „Class 1“ für den Kontakt mit Milch, fetthaltigen Lebensmitteln und essbaren Ölen.

ERIKS Standard Viton® FDA-O-Ringe erfüllen die Anforderungen der Class 1. Die folgenden Compounds sind unter anderem FDA Class 1 konform:

- Viton® 70 514670 schwarz
- Viton® 70 514672 weiss
- Viton® 70 514674 blau
- Viton® 70 514690 schwarz

Eine Vielzahl von Compounds mit einer Härte von 60° bis 95° IRHD sind auch in FDA Class 2 konformen Qualitäten lieferbar.

Tieftemperaturanwendungen

Fluorelastomere zeichnen sich nicht besonders in Bezug auf Ihre Tieftemperaturbeständigkeit aus. Aufgrund deren molekularen Struktur wird Viton® bei Temperaturen unter -12°C (53,6°F) sehr hart. Mittels einer speziellen Molekularstruktur und Vernetzungssystem ist es allerdings möglich, einen Compound herzustellen, der bei Temperaturen von bis zu -40°C (-40°F) einsetzbar ist: 514115 (basierend auf Viton® GLT). Alternativ hat Viton® GFLT einen Temperaturbereich bis -30°C (-22°F).

Die folgende Tabelle gibt die Testergebnisse verschiedener Viton® Familien bei Tieftemperaturen wieder:

Viton® Familien bei Tieftemperaturen

Polymertyp	Viton® A 51414 Co-	Viton® B Ter-	Viton® GLT Tetra-	Viton® GFLT Tetra-
Fluoranteil in %	66	66	64	67
Druckverformungsrest in %	16	24	26	36
TR10-Wert, °C	-17,2	-18,8	-31,1	-25,2
Dichtungstest, Leckage bei °C	-32	-34	-45	-37

Quelle: Tieftemperatur-Dichtungsvermögen von Fluorelastomeren, DuPont Performance Elastomers

6. Werkstoff-Auswahl – Viton®

Spezielle Compounds

Die folgenden Compounds können unter sehr spezifischen Bedingungen verwendet werden. Es sind nur deren Hauptmerkmale beschrieben. Weitere spezifische Details sind auf Anfrage erhältlich.

514270 weiss und 514304 weiss

Beide Compounds wurden auf eine Art hergestellt, durch die sie trotz des Fehlens von Ruß über optimale physikalische Eigenschaften verfügen. Die chemische und thermische Beständigkeit ist mit der unserer Standard Viton®-Compounds identisch.

514162

Extrusionsbeständige Qualität. Beständig gegenüber Säuren und Dampf. Härte 95° Shore A.

514158

Durch die Zugabe von PTFE-Partikeln wird ein optimaler Reibungskoeffizient erreicht, welcher dem Compound eine hervorragende Verschleißfestigkeit verleiht. Dadurch ein hervorragender Compound für dynamische Dichtungen!

Hochreiner Compound SCVBR

Dieser Compound bietet eine einzigartige Kombination von chemischer Beständigkeit und sehr guter Plasmabeständigkeit. Sein Gehalt an verunreinigenden Substanzen ist bis zu 600 Mal geringer als bei Standard Viton®.

Er verliert bei Plasmabehandlungen sehr wenig Gewicht und beinhaltet nur ein Zehntel Oberflächenunreinheiten in reaktivem Plasma. Dadurch ein typischer Compound für die Halbleiterindustrie.

Hinweis:

Für sehr spezifische Bedürfnisse können wir spezielle Viton®-Compounds entwickeln, die einzigartige Anforderungen erfüllen; sogar bessere, als die hier beschriebenen. Derzeit haben wir rund 65 einzigartige Compounds, die bereits überall auf der Welt erfolgreich eingesetzt werden. Es versteht sich von selbst, dass dies kundenspezifische Compounds sind, die in der Regel nicht ab Lager verfügbar sind.

Vulc-O-Ring 514206

Viton® Vulc-O-Ringe werden aus einer sehr gleichförmigen Genuine Viton® O-Ring-Rundschnur der Härten 75° und 90° Shore A hergestellt.

Die O-Ringe werden endlos mit einem 45°-Schnitt mittels eines einzigartigen Verfahrens produziert.

Die Verbindungsstelle wird einer nachfolgenden Behandlung unterzogen und ist nur schwer erkennbar.

Jeder Vulc-O-Ring wird nach DIN 7715 E2 gefertigt. Die O-Ring-Schnur hat einen extrem geringen Druckverformungsrest, welcher zu einer Lebensdauer der Vulc-O-Ringe führt, die durchschnittliche Lebensdauer von Standard Viton® A O-Ringen übertrifft.

Hinweis:

Im nächsten Kapitel „Häufig gestellte Fragen über Viton®“ finden Sie eine Vergleichsaufstellung, die Ergebnisse von Lebensdauerests wiedergibt. Nach 3.000 Stunden bei 200°C (390°F) zeigte die Verbindungsstelle von Vulc-O-Ringen die gleichen elastischen Eigenschaften (Druckverformungsrest), wie die Originalschnur. Dies leitet uns zu der Folgerung, dass Vulc-O-Ringe gleich anzusehen sind, wie Standard, aus einer Form gefertigte, O-Ringe. Eine Kopie des Prüfberichts ist auf Anfrage erhältlich.

Fragen Sie nach unserem speziellen Viton®-Prospekt

6. Werkstoff-Auswahl – Viton®

Häufig gestellte Fragen über Viton®

1. Hat die Farbe des Compounds einen Einfluss auf die Qualität der Dichtung?

Unserer Erfahrung nach ändert sich die Chemikalien- und Temperaturbeständigkeit nicht. Mechanische Eigenschaften von schwarzen Compounds sind allerdings oft besser als die von farbigen Compounds.

2. Hat der Rußtyp einen Einfluss auf die Qualität der Dichtung?

Definitiv! Der Standard MT990 Rußfüllstoff bietet sehr gute Ergebnisse in allen Gesichtspunkten. Spezielle Ruße, wie das „Austin Black“ zu Beispiel, können die Dichtungseigenschaften stark verbessern. Andere Ruße bieten den Vorteil einer höheren Zugfestigkeit oder Abriebbeständigkeit.

3. Wie schnell können Sondergrößen geliefert werden?

Durch unseren einzigartigen Vulkanisationsprozess können wir Ihnen Vulc-O-Ringe, wenn gewünscht, innerhalb von 48 Stunden liefern. Die Standardlieferzeit beträgt für Sondergrößen etwa 1 bis 2 Wochen.

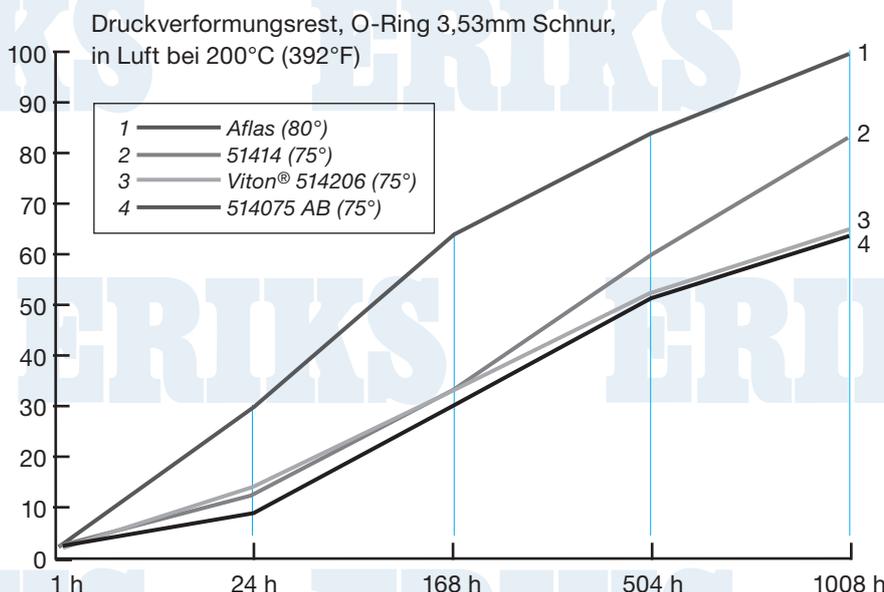
4. Was ist eine Nachvulkanisierung?

Nach der Formpressung müssen Viton®-Teile bei 200°C (392°F) abhängig vom Compound für 8 bis 24 Stunden nachvulkanisiert werden. Die Nachvulkanisierung optimiert die Vulkanisation, indem die Entwicklung aller Vernetzungen in der Molekularstruktur angeregt wird. Die Art und Weise des Nachvulkanisierens kann einen starken Einfluss auf die endgültige Qualität des Compounds und damit der Fertigteile haben.

5. Gibt es einen Unterschied in der Lebensdauer zwischen den verschiedenen Compounds?

Wir haben einige unserer Compounds Lebensdauer-Tests unterzogen. Der Druckverformungsrest wurde in trockener Luft bei 200°C nach 1.000 Stunden gemessen. Man kann davon ausgehen, dass ein O-Ring seine Dichtungseigenschaften verliert, nachdem der Druckverformungsrest 100% erreicht hat. Das folgende Diagramm zeigt eine Übersicht über vier Compounds:

• Viton®-Lebensdauertest



6. Werkstoff-Auswahl – Viton®

Häufig gestellte Fragen über Viton®

6. Wie ist der Preisunterschied zwischen den Compounds?

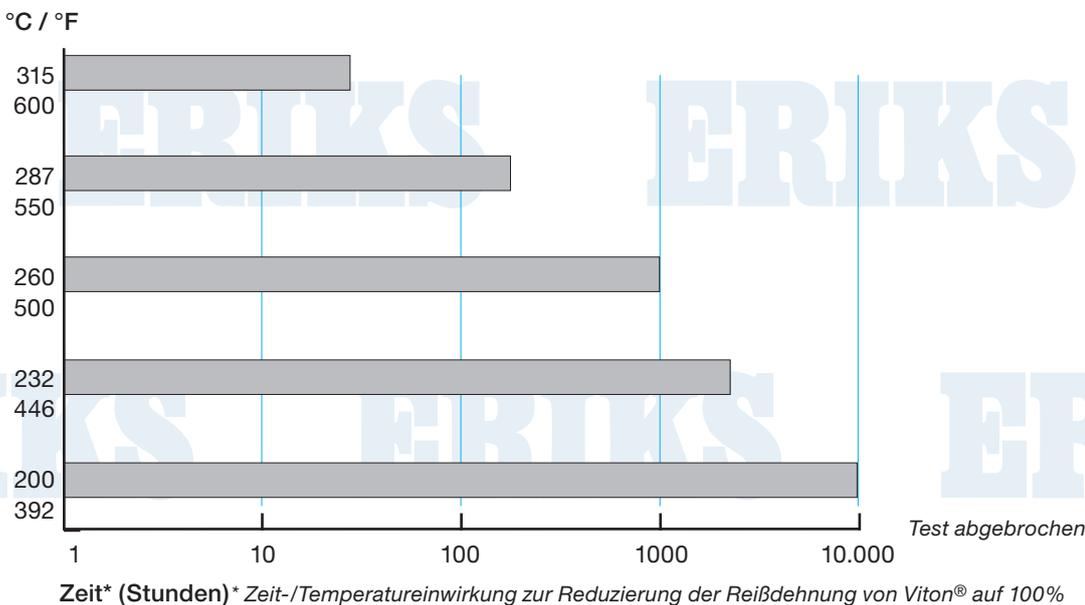
Es ist schwer eine genaue Antwort zu geben, da Preise stark von der Größe und der Produktionsmenge abhängen. Man kann die folgende Tabelle als Leitfaden nutzen:

Compound	Preisfaktor
Viton® A Standard	1
Viton® A Spezial	1,5
Viton® B	5
Viton® GF	10
Viton® Extreme ETP	50

7. Wie beeinflusst die Betriebstemperatur die Lebensdauer einer Viton®-Dichtung?

Die Lebensdauer einer Dichtung wird stark von der Betriebstemperatur beeinflusst. Wir haben die Zeit gemessen, nach der die Reißdehnung bei verschiedenen Betriebstemperaturen um 50% zurückging. Im Folgenden die Ergebnisse. Diese sind nur auf Genuine Viton®-Compounds anwendbar.

• Hitzebeständigkeit (Luft)



8. Wie kann ich etwas über die chemische Beständigkeit von Viton®-Dichtungen erfahren?

Wir senden Ihnen auf Anfrage gerne eine aktuelle Liste der chemischen Beständigkeit zu. Eine zusammengefasste Liste ist in diesem Handbuch enthalten.

Seitdem wir in einem engeren Kontakt mit den Laboren von DuPont Performance Elastomers in Genf, und Stow (Ohio, USA) stehen, können wir immer sicher gehen, die neuesten Daten zu verwenden. In unserem eigenen Testlabor können wir darüber hinaus spezielle Tests unserer Viton®-Compounds in den von unseren Kunden uns zur Verfügung gestellten Medien organisieren. Besuchen Sie die DuPont Performance Elastomers Homepage für die aktuellsten Angaben zur chemischen Beständigkeit: www.dupontelastomers.com/crg

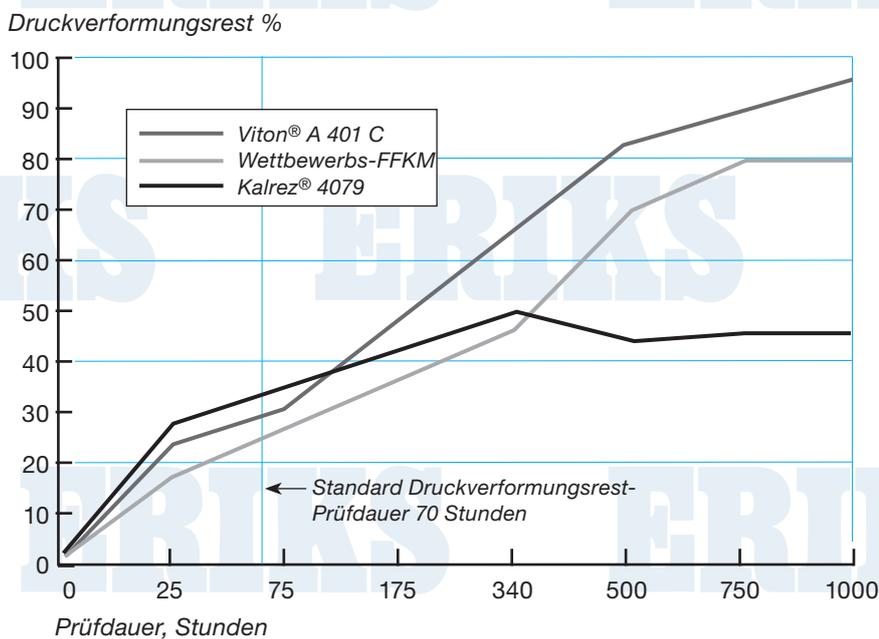
6. Werkstoff-Auswahl – Viton®

Häufig gestellte Fragen über Viton®

9. Wann soll ich Kalrez® vorziehen?

Kalrez® ist ein Perfluorelastomer und bietet als solches verglichen mit Viton® eines chemische und thermische Beständigkeit eines anderen Elastomers. Bitte kontaktieren Sie uns für nähere Informationen zu diesem „Problemlöser Nummer Eins“. Folgendes sind die Ergebnisse von Druckverformungsrest-Prüfungen mit Viton® und Kalrez®:

- **Langzeit-Druckverformungsrest in Luft bei 200°C** (Gegenüberstellung als Funktion aus Zeit)



Dieser Test beweist, dass Kalrez®-O-Ringe eine viel längere Lebensdauer als Viton®-O-Ringe bei 200°C besitzen.

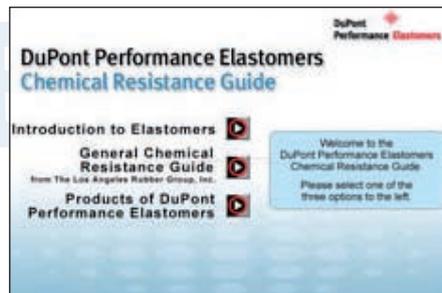
6. Werkstoff-Auswahl – Viton® und Kalrez®

ERIKS und DuPont Performance Elastomers 25 Jahre Partnerschaft in Viton® und Kalrez®

Seit 25 Jahren sind wir und DuPont Performance Elastomers Partner in der Produktion und Vermarktung von Genuine Viton® und Kalrez® High-Tech Elastomer-Compounds.

ERIKS fertigt Genuine Viton®-O-Ringe und -Wellendichtungen. Wir garantieren Qualität vom Rohmaterial bis zum Endprodukt; für kritische Anwendungen, welche die besten Dichtungen erfordern.

Alle Informationen über Viton® und Kalrez® können in zwei verschiedenen ERIKS-Prospekten gefunden werden. Diese fassen die verschiedenen Typen, Compounds und Anwendungen zusammen. Die dort beschriebenen Fallbeispiele können Anregungen für alternative Einsätze von Viton® und Kalrez® bieten.



www.dupontelastomers.com/crg



DuPont
Performance **Elastomers**



6. Werkstoff-Auswahl – Kalrez®

Kalrez® für extreme Bedingungen

Wann immer Dichtungen oder Elastomerteile aggressiven Chemikalien oder hohen Temperaturen ausgesetzt sind, überdauern Kalrez® Perfluorelastomerteile die Alternativen. Nur Kalrez® Teile können die nahezu universelle chemische Beständigkeit und Hochtemperaturstabilität von PTFE, vereint mit dem elastischen, nicht kriechenden Eigenschaften eines echten Elastomers vereinen. Seit über 25 Jahren haben Kalrez® Teile ihren Wert in kritischen Anwendungen, in denen andere Dichtungen versagten, demonstriert.

Erhöhte Sicherheit

Mit Kalrez® Teile können Sie ruhig schlafen. Sie halten länger und leisten mehr als andere elastomere Materialien in aggressiven chemischen Umgebungen. Kalrez® hilft, die Gefahr eines Dichtungsversagens und chemischer Belastung zu reduzieren.

Reduzierte Instandhaltungskosten

Kalrez® Teile helfen, die störungsfreie Zeit zu vergrößern und senken die Instandhaltungskosten. Deren Widerstandsfähigkeit minimiert unplanmäßige Ausfallzeiten, während die Zeitspannen von Routineinspektionen und Austauschzyklen für kritische Komponenten vergrößert werden können.

In schwierigen Umgebungen gibt es keine anderen Elastomere, welche die allumfassende Leistungsfähigkeit von DuPont Performance Elastomes Kalrez® Perfluorelastomerteilen erreichen können. Kalrez® kombiniert das elastomere Verhalten und Dichtkraft eines echten Elastomers mit der chemischen Inertheit und thermischen Stabilität ähnlich der von Teflon®. Das ist der Grund, warum Kalrez® Teile kritische Dichtungsprobleme unter Konditionen, die andere Elastomere zum Versagen führen, erfolgreich lösen.

Chemische Beständigkeit

Kalrez® Teile bestehen Angriffe von nahezu allen chemischen Reagenzen, einschließlich Ether, Lösungsmittel, Ketone, Ester, Amine, Oxidationsmittel, Kraftstoffe, Säure, und Alkali. Als Folge bieten sie langfristige Leistung in praktisch allen chemischen und petrochemischen Prozessströmen, inklusive diesen, in denen korrosive Additive oder Unreinheiten andere Elastomere schnell zerstören können.

Thermische Stabilität

Kalrez® Teile behalten ihre elastischen Eigenschaften im langfristigen Betrieb bei Temperaturen bis 327°C. Das ist verlässliche Leistung bei Temperaturen bis zu 100°C höher als andere aus kommerziellen Elastomeren hergestellte Teile.

Dichtungsleistung

Kalrez® Teile übertreffen andere elastomere Dichtungswerkstoffe in schwierigen Umgebungen. Verglichen mit anderen Elastomeren, einschließlich anderen Perfluorelastomeren, sind Kalrez® Teile beständiger gegenüber Quellung und Versprödung und halten ihre elastomeren Eigenschaften länger bei. Verglichen mit Metaldichtungen sind sie einfacher zu montieren und passen sich der Dichtungsfläche trotz Unregelmäßigkeiten durch den Zusammenbau, der Abnutzung oder der Oberflächengüte an. Im Vergleich zu PTFE-Dichtungen

kriechen sie nicht, fließen nicht und führen nicht zum Reibverschleiß einer Welle. Gegenwärtige Einsatzerfahrungen beweisen die überragende Dichtungsleistung von Kalrez® Teilen bei hohen Temperaturen in einer breiten Anzahl von korrosiven Umgebungen.

Sicherstes Abdichten mit Kalrez®: Verhüten Sie Leckagen und vermeiden Sie unplanmäßige Stillstände.

Über 20 Jahre Erfahrung in einer Vielzahl anspruchsvoller Anwendungsumgebungen bewiesen die konkurrenzlose Beständigkeit von Kalrez® Perfluorelastomerteilen. Wo aggressive Chemikalien und/oder erhöhte Temperaturen geringwertigere Materialien zerstören können, hören Kalrez® Teile nicht auf zu funktionieren. Bei einer Verlängerung der Lebensdauer von Dichtungen helfen Kalrez® Teile Leckage und Prozessstromverluste zu vermeiden. Instandhaltungskosten können herabgesetzt und durch Stillstand bedingte Produktionsverluste minimiert werden. Kalrez® Teile zahlen sich vielfach aus; oft auch in einer sehr kurzen Zeit.

Felderprobt

- | | |
|--|--|
| • über 3 Jahre in Dowtherm® A bei 246°C (475°F) | • über 4 Monate in 70%iger Essigsäure bei 220°C (428°F) |
| • über 24 Monate in saurem Gas (9% H ₂ S, 15-19% CO ₂) bei 149°C (300°F) | • über 1 Jahr in trockenem Dampf bei 250°C (482°F) |
| • über 1 Monat in einem Silikon-Wasser-Nitrid-Prozess mit Chlor- und Ammoniakgas bei 218°C (425°F) | • 3 Monate mit niedrigstem pbb-ionischen Extraktionslevel in nassen Halbleiterprozesschemikalien bei 100°C (212°F) |
| • über 1 Jahr in O-Nitrochlorbenzol bei 220°C (428°F) | • über 17 Monate in Kohlenwasserstoffe bei 288°C (550°F) |
| • über 1 Jahr in Maleinsäureanhydrid bei 169°C (335°F) | • über 1 Jahr in N-Methyl-2-Pyrrolidon bei 232°C (450°F) |
| • über 6 Monate in heißem Asphalt bei 316°C (600°F) | |

® Marke der Dow Chemical Company

6. Werkstoff-Auswahl – Kalrez®

Kalrez®: Langlebige, sichere Dichtungen in nahezu jeder Umgebung

Aufgrund der einzigartigen chemischen Struktur des Materials, können Kalrez® Teile die langlebigsten Dichtungen bei Temperaturen bis zu 327°C (620°F) in nahezu jeden chemischen Medien darstellen. Keine andere Dichtung, eingeschlossen andere Perfluorelastomere, kann ihre Leistung über so einen ausgedehnten Zeitraum in solch aggressiven Umgebungen erfüllen. Kalrez® Teile bieten eine effektive (und kosteneffektive) Lösung in einer Vielzahl von Industrien.

1. In der chemischen Prozessindustrie und der Erdölraffination werden O-Ringe in Gleitringdichtungen, Pumpengehäusen, Reaktoren, Mischern, Kompressorgehäusen, Ventilen, Durchflussmessern und anderen Geräten eingesetzt. Kundenspezifische Teile werden als Ventilsitze, Packungen, Membrane, Flachdichtungen und U-Ringen verwendet. Kalrez® Teile können als Standard Dichtungen für die meisten Gleitringdichtungs-Typen spezifiziert werden.

2. In analytischen und Prozess-Instrumenten, Septa, O-Ringen, Membranen, Ventilsitzen, Hülsen, und Flachdichtungen; Kalrez® löst harte chemische Dichtungsprobleme. Darüber hinaus bietet es eine außergewöhnliche Ausgasbeständigkeit unter Hochvakuum bei Temperaturen, die 100°C (232°F) über den Grenzen anderer Elastomere liegen.

3. Beim Chemikalientransport werden O-Ringe und andere Dichtungen in Sicherheitsablass- und -schaltventilen eingesetzt, um Undichtigkeiten an Tankwagen und -containern, Schienenfahrzeugen und Binnenschiffe zu vermeiden, die gefährliche und korrosive Chemikalien transportieren. Die Einhaltung neuer Sicherheitsauflagen kann durch

Kalrez® Teile erleichtert werden.

4. In Verfahren der Halbleiterherstellung werden O-Ringe und andere Dichtungen verwendet, um aggressive chemische Reagenzen und spezielle Gase, die zur Verarbeitung von Silikon-Chips benötigt werden, abzudichten. Darüber hinaus ist ebenfalls die Kombination aus thermischer Stabilität und geringen Ausgasungseigenschaften in Hochöfen zur Herstellung von Kristallen sowie in Hochvakuumanwendungen wünschenswert.

5. In der Energieerzeugung werden V-Ringe, O-Ringe, T-Dichtungen und kundenspezifische Formteile zur Gewinnung von saurem Gas und Öl bei Drücken bis zu 138 MPa (20.000 psi) und Temperaturen von 232°C eingesetzt. Spezielle elektrische Verbinderschuhe werden in Erfassungsgeräten für Gas-, Öl- und Quellen von geothermischen Dampfs bei Temperaturen bis 307°C (575°F) eingesetzt.

6. In der Flugzeug-, Luft- und Raumfahrtindustrie werden Lippendichtungen, Membrane, O-Ringe und kundenspezifische Formteile in Flugzeugtriebwerken und Raketentreibstoffsystemen eingesetzt. Aufgrund der hervorragenden thermischen Stabilität und Beständigkeit gegenüber Flugzeugschmier- und -kraftstoffen, Hydraulikflüssigkeiten, Hydrazin, Oxydationsmittel wie Di-Stickstoff-Tetroxid und anderen aggressiven Flüssigkeiten sind Kalrez® Teile besonders geeignet für eine Vielzahl anspruchsvoller Anwendungen.

Auf den folgenden Seiten präsentiert Ihnen ERIKS die nächste Generation von Kalrez®-Compounds.

6. Werkstoff-Auswahl – Kalrez®

Kalrez® Spectrum™ 6375

Dies ist die beste Kombination aus chemischer und thermischer Beständigkeit in einer Perfluorelastomer-Dichtung. Kalrez® hat sich selbst in über 25 Jahren wirtschaftlicher Perfluorelastomer-Dichtungslösungen in den anspruchsvollsten chemischen und thermischen Umgebungen bewiesen.

Spectrum ist eine neue Familie der Kalrez® Teile, die entwickelt wurde, um noch härtere CPI-Leistungen und Werte in einem breiten Bereich von Anwendungen zu erfüllen.

Der 6375 ist der erste Kalrez® Compound, der auf einer neuen Polymertechnologie von DuPont Performance Elastomers, kombiniert mit einem innovativen, neuen patentierten Vernetzungssystem basiert.

Was ist der Kalrez® Spectrum™ 6375?

- Spectrum ist eine neue Familie von Kalrez® Teile, die entwickelt wurden, um noch härtere CPI-Leistungen und Werte in einem breiten Bereich von Anwendungen zu erfüllen.

- 6375 ist der erste Kalrez® Compound, der auf einer neuen Polymertechnologie von DuPont Performance Elastomers, kombiniert mit einem innovativen, neuen patentierten Vernetzungssystem basiert.

Physikalische Eigenschaften

Die physikalischen Eigenschaften vom Kalrez® Spectrum™ 6375 erlauben es, ihn in einer Vielzahl von chemischen Prozess-Anwendungen einzusetzen. Umfangreiche Labor- und Praxisversuche haben seine außergewöhnlichen Leistungen gezeigt. Der Kalrez® Spectrum™ 6375 wird vermutlich der Dichtungsstandard in dem anspruchsvollen Bereich der CPI werden.

Tabelle 1 – Typische physikalische Eigenschaften⁽¹⁾

Härte, Shore A	75°
Modul, 100% ⁽²⁾	7,2 MPa (1050psi)
Zugfestigkeit	15,1 MPa (2200psi)
Reißdehnung	160%
Druckverformungsrest ⁽³⁾ nach 70h/204°C	30%
Maximale Einsatztemperatur	275°C (525°F)
Minimale Einsatztemperatur	-20°C (-4°F)

⁽¹⁾ nicht für Spezifikationen geeignet

⁽²⁾ ASTM D 412, 500mm/min

⁽³⁾ ASTM D 395 B, auf O-Ringe

Tabelle 2 – Chemische Beständigkeit

Compound	Kalrez® Spectrum™ 6375	Kalrez® 4079	Kalrez® 2035	Kalrez® 1050LF
Beständigkeit gegenüber				
Aromatische/aliphatische Öle	++++	++++	++++	++++
Säuren	++++	++++	++++	+++
Basen	++++	+++	+++	++++
Alkohole	++++	++++	++++	++++
Aldehyd	++++	+++	++++	++++
Amine	+++	+	++	++++
Ether	++++	++++	++++	++++
Ester	++++	++++	++++	++++
Ketone	++++	++++	++++	++++
Dampf/Heißwasser	++++	+	+++	+++
Oxidationsmittel*	++	++	++	++
Ethylenoxid	++++	x	++++	x
Heißluft	+++	++++	++	+++

++++ = hervorragend, +++ = sehr gut, ++ = gut, + = mittelmäßig, x = nicht empfohlen

*bei starken Oxidationsmittel wird ein weißer Compound, wie der Kalrez® 2037, empfohlen

Chemische Beständigkeit

Der Kalrez® Spectrum™ 6375 widersteht aggressiven Chemikalien (Tabelle 2 und 3), inklusive Säuren, Aminen, Basen, Aldehyd, Ethylenoxid und Heißwasser/Dampf. Diese breite chemische Beständigkeit qualifiziert ihn für viele Anwendungen der chemischen Prozess-Industrie. Darüber hinaus hält der 6375 die Dichtungsfunktion in problematischen uneinheitlichen Chemikalienflüssen bei und gibt so eine zusätzliche Sicherheit sowie eine breite Anwendbarkeit. Eine Reinigung von Anlagen mit Lösungsmitteln oder Dampf ist kein Problem für den Kalrez® Spectrum™ 6375. Und wenn Störfälle auftreten, liefern eine breite chemische Beständigkeit und höhere Dauereinsatztemperaturen ein verringertes Risiko eines Dichtungsversagens. Bei der Auswahl von Dichtungsmaterialien ist der Kalrez® Spectrum™ 6375 eine Alternative für die meisten derzeit am Markt befindlichen Perfluorelastomere. Durch die Kombination aus breiter chemischer und thermischer Beständigkeit kann die Gefahr eines falschen Teileaustauschs mit dieser „universellen“ Dichtung minimiert werden (Grafik 1, 2, 3, 4).

6. Werkstoff-Auswahl - Kalrez®

Tabelle 3 – Beständigkeit gegenüber Volumenquellung⁽¹⁾

Medium	Temperatur °C (°F)	Kalrez® Spectrum™ 6375	Nächstes Wettbewerbs-FFKM
Wasser	225 (437)	A	C
Eisessig	100 (212)	A	A
Salpetersäure (70%)	85 (185)	B	C
Schwefelsäure (98%)	150 (302)	A	C
Ammoniumhydroxid	100 (212)	B	B
Ethylenoxid	50 (122)	A	A
Epichlorhydrin	100 (212)	A	A
Butylaldehyd	70 (158)	A	B
Toluol-Diisocyanat	100 (212)	A	B
HCFC 134a	25 (77)	A	A

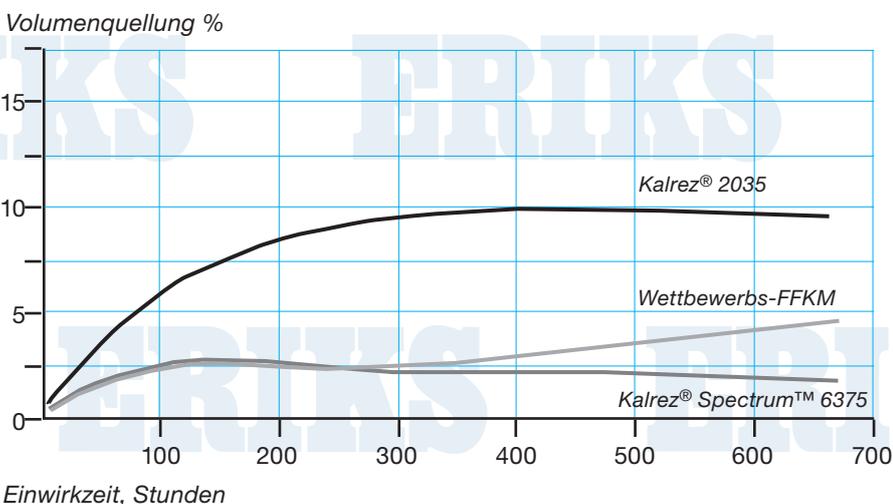
(1) Einwirkzeit = 672 Stunden

A = 1-10% Volumenquellung, B = 10-20% Volumenquellung, C = > 20% Volumenquellung

Kalrez® Spectrum™ 6375 kombiniert geringe Volumenquellung mit guter Beibehaltung physikalischer Eigenschaften.

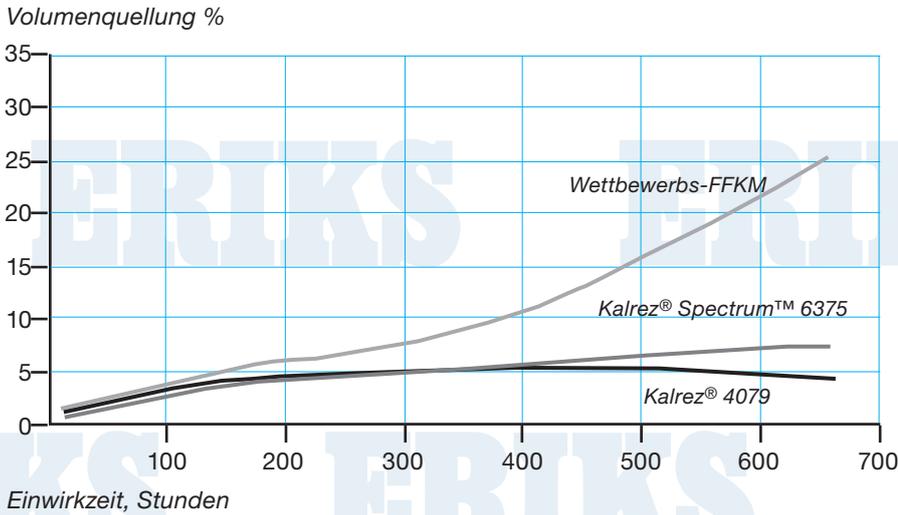
Eine geringe Volumenquellung ist in vielen Anwendungen für die Dichtleistung entscheidend. Die Ergebnisse von Laborversuchen zur Ermittlung der Volumenquellung von Kalrez® Spectrum™ 6375 in einigen der aggressivsten Medien in der Industrie werden hier gezeigt:

Grafik 1 – Volumenänderung in Ethylenoxid bei 50°C, AS-214 O-Ringe, ASTM D 471

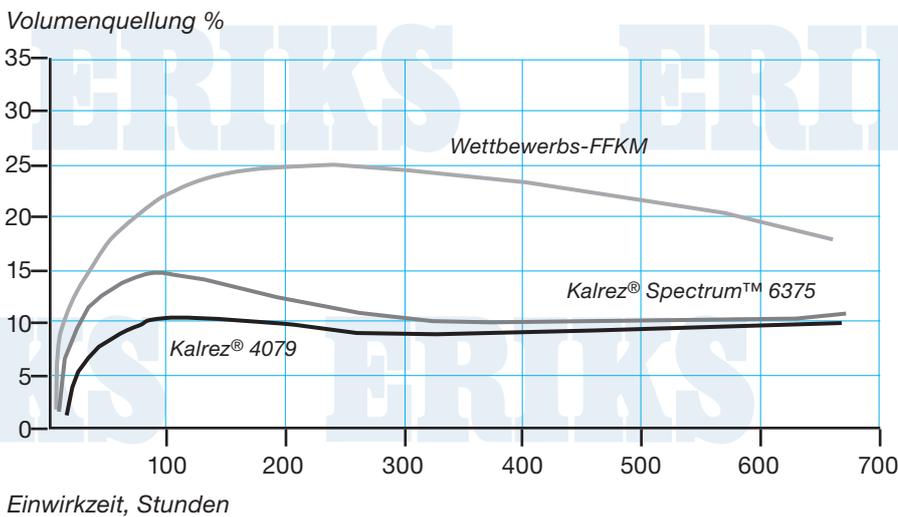


6. Werkstoff-Auswahl - Kalrez®

Grafik 2 – Volumenänderung in 98%iger Schwefelsäure bei 150°C, AS-214 O-Ringe, ASTM D 471

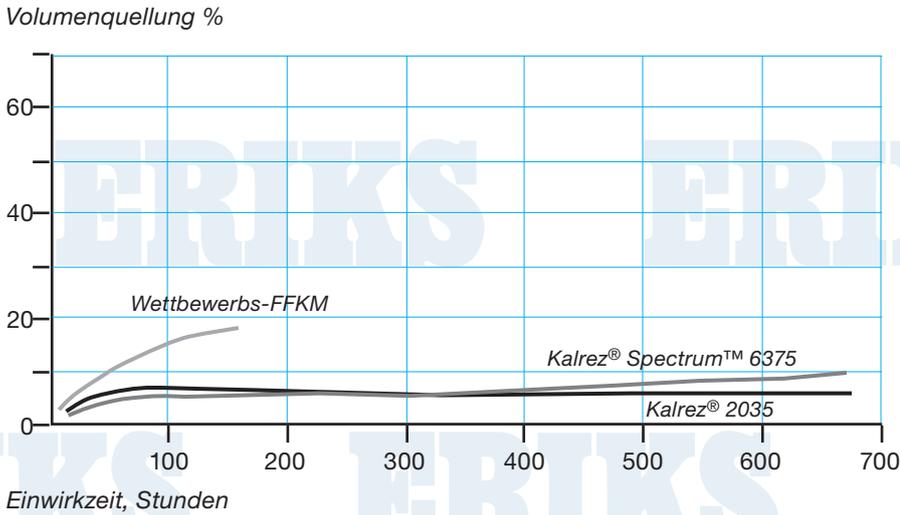


Grafik 3 – Volumenänderung in Toluol-Diisocyanat bei 100°C, AS-214 O-Ringe, ASTM D 471



6. Werkstoff-Auswahl – Kalrez®

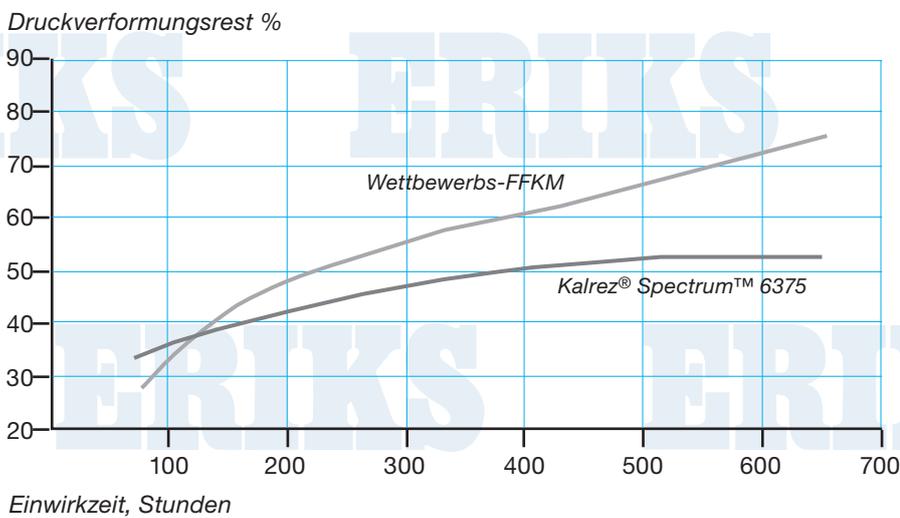
Grafik 4 – Volumenänderung in Wasser bei 225°C, AS-214 O-Ringe, ASTM D 471



Thermische Leistung

Der Kalrez® Spectrum™ 6375 kombiniert die breiteste chemische Beständigkeit aller Perfluorelastomere mit einer Dauereinsatztemperatur von bis zu 275°C (525°F). Das ist ungefähr 55°C (100°F) höher als andere Produkte, welche die breiteste chemische Beständigkeit für sich in Anspruch nehmen. Unter anspruchsvollen Einsatzbedingungen bei erhöhten Temperaturen hat der Kalrez® Spectrum™ 6375 über einen ausgedehnten Zeitraum einen sehr guten Druckverformungsrest bewiesen (siehe Grafik 5).

Grafik 5 – Druckverformungsrest bei 240°C, AS-214 O-Ringe, ASTM D 471



6. Werkstoff-Auswahl – Kalrez®

Kalrez® in der Halbleiterindustrie

Eine nahezu universelle chemische Beständigkeit, vereint mit überdurchschnittlicher Hochtemperaturstabilität, befähigt Kalrez® Teile nahezu jedem Prozessmedium – inklusive Plasma – bei Temperaturen bis 327°C (620°F) zu widerstehen. Mit der Auswahl des für die spezifische Anwendung am besten geeigneten Kalrez® Compounds können Anwender die Dichtleistung in allen Arbeitsgängen der Halbleiterherstellung, inklusive Thermal-, Gas/Vakuum-, Dry Plasma- und Wet Chemical-Systeme, verbessern.

Kalrez® bietet langfristige Dichtleistung bei hohen Temperaturen

Kalrez® Perfluorelastomerteile behalten Ihre elastomeren Rückstellkräfte wie auch Ihre Dichtkraft weitaus besser als andere hitzebeständigen Elastomere bei – selbst nach Langzeiteinwirkungen bei Temperaturen von bis zu 327°C (620°F). Ein Test der thermischen Relaxation beziehungsweise der Alterung unter Spannung ist ein unmittelbarer Indikator der langfristigen Dichtungseffektivität bei erhöhten Temperaturen.

Kalrez® Spectrum™ 7075 ist der neue Standard für Hochtemperaturstabilität in der chemischen Prozess-Industrie

DuPont Performance Elastomers hat den Kalrez® Spectrum™ 7075 eingeführt; die erste Erweiterung der Kalrez® Spectrum™ Produktlinie, die speziell für Hochtemperaturbeständigkeit in der chemischen Prozess-Industrie entwickelt wurde. Kunden haben bereits von einer außergewöhnlichen Dichtleistung in vorausgehenden Produkttests, besonders in Gleitringdichtungen, berichtet. Der Kalrez® Spectrum™ 7075 baut auf der außergewöhnlichen Leistungsfähigkeit des Kalrez® 4079 auf. Kunden profitieren bei der Wahl des 7075 von einer noch längeren Standzeit der Dichtung

und verlängerten Zeitabständen zwischen Reparaturen. Dies ist das Resultat von

- einem sehr geringen Druckverformungsrest bei 204°C über 70 Stunden (15%)
- erweiterter Beibehaltung der Dichtkraft
- höherer thermischer Beständigkeit bis zu 327°C (620°F)

Zusätzlich bietet der Kalrez® Spectrum™ 7075 eine breitere chemische Beständigkeit und bessere Erholung bei Abkühlung als der Kalrez® 4079. Die Oberfläche ist glatter und das Finish glänzender, als bei anderen Kalrez® Compounds.

Kalrez® Sahara™ 8575 für beste Leistung in Halbleiter-Plasma- und -Gas-Prozesse

Der Kalrez® Sahara™ 8575 wurde besonders aufgrund seiner geringeren Anschaffungskosten und der Vorteile erhöhter Dichtungslebensdauer sehr erfolgreich in den Markt eingeführt.

Halbleiterhersteller sehen immer genauer auf Dichtungskosten, während eine außergewöhnliche Leistungsfähigkeit in aggressiven Medien gefordert wird. Und genau das ist, wo Kalrez® Sahara™ 8575 punktet. Er demonstriert außerordentliche Beständigkeit gegenüber Plasma- und Gasauftragsprozesse.

Neue geschützte Entwicklungen in dem Polymer- und dem Vernetzungssystem führten zu einem geringeren Gewichtsverlust, geringerer Partikelbildung und Ausgasung. Abbildung 1 zeigt einen signifikant reduzierten Gewichtsverlust von Kalrez® Sahara™ 8575 in solch aggressiven Medien. Davon profitieren Fertigungsanlagen durch erhöhter Standzeit der Dichtung, erhöhter Funktionssicherheit der Anlage sowie verlängerten Zeitspannen zwischen Reparaturarbeiten („MTBR“). Dies bedeutet eine erhöhte Wafer-Ausbringung und gesenkte Kosten.

Kalrez® Application Guide

Die jeweils aktuelle Version steht im Internet bereit, um von Ihnen heruntergeladen zu werden.

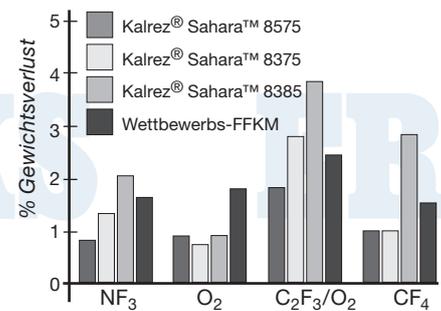


Abbildung 1

Das einfach zu bedienende Programm ist eine ideale Hilfestellung bei der Auswahl des für Ihre Anwendung geeignetsten Kalrez® Perfluorelastomers. Es werden alle aktuellen CPI- und Halbleiter-Compounds von Kalrez® berücksichtigt. Es hilft Ihnen zweierlei: Zum einen hinsichtlich der Compoundauswahl durch eine Bewertung der Kalrez® Compounds gegenüber nahezu jeder Kombination aus Temperatur und chemischem Medium und zum anderen in Ihrer Kalrez® Nutauslegung.

Die Auswahl „Seal Design“ unterstützt Sie in der Auslegung einer Nut für einen spezifischen O-Ring und berechnet Ihnen Dichtungsperformance-Parameter bei verschiedenen Temperaturen und Quellungen bei Berücksichtigung der Minimum- und Maximumtoleranzen der Nut sowie des O-Ringes.

Laden Sie Ihn JETZT herunter:
www.dupontelastomers.com/kag

6. Werkstoff-Auswahl – Ummantelte Teflex Ringe

Inhalt

1. Weshalb Teflex O-Ringe?
2. Einführung
3. Materialeigenschaften
4. Märkte und Anwendungen
5. Einbauhinweise
6. Lieferfähigkeit
7. Maßtabelle
8. Chemische Beständigkeit
9. Anpresskräfte
10. Nutabmessungen
11. Zulassungen
12. Qualitätskontrolle und Inspektion
13. Oberflächenrauheit
14. Antworten zu häufig gestellte Fragen

1. Weshalb Teflex O-Ringe?

Es gibt bestimmte Anwendungen, die einen Einsatz von konventionellen elastomeren O-Ringen verbieten. Der Einsatz von besonders aggressiven Chemikalien oder extremen Temperaturen (sowohl hoch als auch tief) bei verschiedenen Prozessen macht eine effektive Abdichtung sehr schwer. Viele Dichtungshersteller haben verschiedene „High-Performance“ Werkstoffe für diese Anwendungen produziert. ERIKS hat dabei mit der Einführung der Teflex Ringe mitgewirkt. Nachstehend eine Übersicht dieser „High-Performance“ Produkte im Vergleich zu Teflex.

Voll-PTFE

O-Ringe aus Voll-PTFE besitzen eine richtige chemische Inertheit. Das ist der einzige Vorteil gegenüber Teflex. PTFE leidet unter Kaltfluss und hat wenig bis gar keine Rückstellkräfte.



PTFE-überlappt

Mit PTFE überlappte O-Ringe besitzen ebenfalls eine chemische Inertheit und sind kostengünstig zu produzieren. Der Aufbau von PTFE-überlappten O-Ringen erlaubt dem Medium, den Kern zu erreichen und möglicherweise anzugreifen. Dies würde zu einem vorzeitigen Dichtungsversagen führen.



PTFE-beschichtet

PTFE-beschichtete O-Ringe haben einen niedrigeren Reibungskoeffizienten, jedoch praktisch keine verbesserte chemische Beständigkeit. Sie werden oft zur Montageerleichterung oder in dynamischen Anwendungen eingesetzt. Die Beschichtung ist unter Umständen nicht besonders langhaltig.



Perfluorelastomere

Ein Perfluorelastomer ist der technisch fortgeschrittenste O-Ring Werkstoff für korrosive Anwendungen. O-Ringe aus einem Perfluorelastomer bieten sehr leichte Montageeigenschaften und zeigen sonst auch typische elastomere Eigenschaften. Sie müssen sehr kostenaufwendig hergestellt werden und bieten keine Vorteile hinsichtlich niedriger Reibung.



Metal O-Ringe

Rohrförmige Metall O-Ringe bieten eine sehr gute chemische Beständigkeit bei hohen Drücken und wechselnden Temperaturen. Sie benötigen jedoch eine sehr präzise Bohrungs- und Oberflächengüte und werden relativ kostspielig produziert.



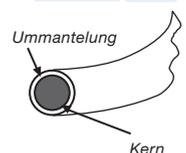
Es gibt einige besondere Anwendungen, für die wir den Einsatz von Teflex O-Ringen nicht empfehlen.

- Dynamische Einsätze, wo hohe Geschwindigkeiten und schlechte Oberflächengüte vorkommen.
- Wo die Montage durch eine hohe Aufdehnung geschehen muss, da Teflex Ringe sehr schlecht dehnbar sind.
- Wenn das abzudichtende Medium eine abrasive Wirkung hat, wie zum Beispiel Sand, Schlamm usw.

2. Einführung

Der Teflex O-Ring besteht aus einem Elastomerkern und einer nahtlosen Fluorpolymer-Ummantelung.

Der elastomere Kern kann dabei aus Viton® oder Silikon bestehen. Die Ummantelung aus Teflon® FEP oder PFA. Eine 10-jährige Erfahrung mit diesen O-Ringen zeigt, dass dieses Produkt eine perfekte Dichtungslösung für typische Anwendung ist. Unsere weltweite Erfahrung mit Tausenden von Anwendungen versichert Ihnen, dass Teflex ein Qualitätsprodukt ist.



3. Materialeigenschaften

FEP ist ein Copolymer aus Hexafluorpropylen und Tetrafluorethylen (TFE). PFA ist auch ein Copolymer aus TFE, jedoch mit perfluoriertem Ether. Der verwendete ERIKS Viton® Compound wurde speziell für einen besonders niedrigen Druckverformungsrest entwickelt. Diese Eigenschaft ist vorrangig für die Funktion des Kerns, die Teflon®-Ummantelung anzutreiben und Rückstellkräfte nach einer Verpressung zu gewährleisten.

Der verwendete ERIKS Viton® Compound erfüllt die folgenden Spezifikationen:

Härte:	ASTM D 2240	75° ± 5° Shore 'A'
Zugfestigkeit:	ASTM D 412	min. 10.7 MPa
Reißdehnung:	ASTM D 412	min. 213%
Spezifisches Gewicht:	ASTM D 1817	2.32 ± 0.04
Druckverformungsrest:	ASTM D 395B	4.6% (175°C)
auf Prüfplatte		< 10% (200°C)
auf O-Ring, 5mm Schnur		

Alterung in Luft nach

Härteänderung	ASTM D 573	+3°
Änderung der Zugfestigkeit		+15%
Änderung der Reißdehnung		-29%

Der verwendete ERIKS Silikon-Compound erfüllt die folgenden Spezifikationen:

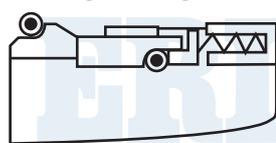
Härte:	ASTM D 2240	min. 70 ± 5° Shore 'A'
Zugfestigkeit:	ASTM D 412	min. 8.6 MPa
Reißdehnung:	ASTM D 412	min. 280%
Spezifisches Gewicht:	ASTM D 1817	1.26
Druckverformungsrest:	ASTM D 395B	< 32%
22h/175°C		

Das Silikon-Material ist FDA-konform.

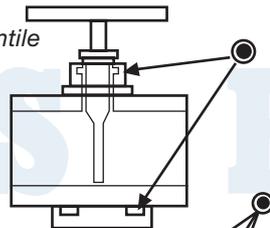
4. Märkte und Anwendungen:

Es gibt kaum einen Markt, in dem Teflex O-Ringe nicht eingesetzt werden. Nachfolgend einige, in denen Teflex O-Ringe bereits gut etabliert sind: Chemische Prozess-Industrie, Ölgewinnung, Petrochemie, Pharmazie, Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie, Lackherstellung, Matrizenherstellung, Kältetechnik, Kosmetik und Parfümerie, Fahrzeug- und Flugzeugbau.

Gleitringdichtungen



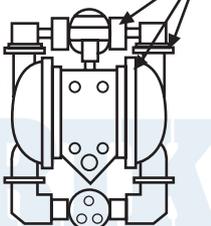
Ventile



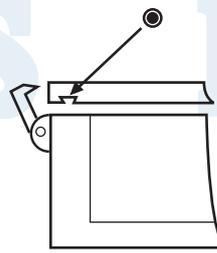
Filterelemente



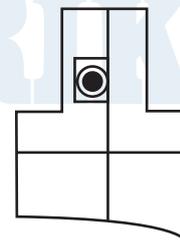
Pumpen



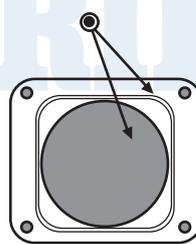
Mischer und Behälter



Flansche

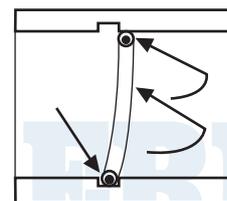
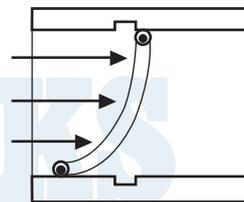


Wärmetauscher



5. Einbauhinweise

Ein exakter Einbau der Teflex O-Ringe ist wichtig für eine lange Lebensdauer. Ein großer Teil der Dichtungsprobleme wird durch einen unsachgemäßen Einbau verursacht.



Bei Montage in einer Innennut schlagen wir vor, den O-Ring bis 70°C aufzuwärmen. Montieren Sie den O-Ring wie auf den beiden Skizzen abgebildet.

Bei Montage in einer Außennut schlagen wir vor, den O-Ring bis 70°C aufzuwärmen und einen Einführkonus zu verwenden. Der Teflex O-Ring darf nicht über scharfe Ecken oder Kanten gezogen werden. Eine kleine Beschädigung kann schon eine Leckage des Teflex O-Rings herbeiführen. Vor der Montage sollten alle Oberflächen mit sauberem Öl oder Fett eingeschmiert werden. Bei besonders schwieriger Montage kann der Teflex O-Ring durch Erwärmen auf maximal 96°C weicher gemacht, um so besser gedehnt oder gestaucht zu werden. Der O-Ring darf bei der Montage nicht zu sehr gebogen werden, da der Mantel dadurch beschädigt werden könnte. Die Oberflächenrauheit sollte 20 Microinch nicht überschreiten.

6. Lieferfähigkeit

Viele verschiedene Formen und Ausführungen der Teflex-Ringe sind lieferbar. Es folgen einige Beispiele:

Rund

Standardausführungen sind rund und haben einen Innendurchmesser von mindestens 5 Millimeter. Es gibt kein oberes Limit für den Innendurchmesser.

Oval

Ovale Ausführungen finden Ihre Anwendung bei der Abdichtung von Behälterdeckeln.

Halbrund

Es existieren keine Standardabmessungen. Preiswerte Formen können immer kurzfristig angefertigt werden.

Rechteckig und vierkant

Diese Ausführungen finden oft Anwendung bei Wämetauschern. Alle oben genannten Formen, bis auf rund, werden mit abgerundeten Ecken gefertigt.

FEP-Ummantelung auf Viton®-Kern



Dieses ist die gebräuchlichste Ausführung. Der verwendete Viton® Compound bietet einen niedrigen Druckverformungsrest und wirkt den sehr geringen Rückstellkräften des FEP sehr gut entgegen. Ein Temperatureinsatz von -20°C bis 204°C (-20°F bis 392°F) ist möglich.

FEP-Ummantelung auf Silikon-Kern



Auch diese Ausführung ist sehr gebräuchlich. Technisch ist sie, bis auf die Tieftemperaturtauglichkeit, weniger hochwertig als Viton®, jedoch preiswerter. Ein Temperatureinsatz von bereits -60°C bis 204°C (-76°F bis 392°F) ist möglich.

PFA-Ummantelung auf Viton®-Kern



PFA bietet eine höhere Abriebfestigkeit als FEP. Die Kosten sind jedoch deutlich höher. Ein Temperaturbereich von -20°C bis 204°C (-20°F bis 392°F) ist möglich.

PFA-Ummantelung auf Silikon-Kern



Diese Kombination wird für Anwendungen mit höheren Temperaturen bevorzugt. Der PFA-Mantel verträgt den gleichen Temperaturbereich wie der Silikon-Kern. Der Temperatureinsatzbereich liegt bei -60°C bis 260°C (-76°F bis 500°F).

FEP-Ummantelung auf Silikon-Hohlkern



Diese Ausführung wird bei geringen Anpresskräften eingesetzt. Bei langsamen linearen oder rotierenden Bewegungen überträgt der Hohlkern geringere Kräfte auf die abzudichtenden Flächen, wodurch die Reibung sowie frühzeitiges Dichtungsversagen verringert wird. Der Temperaturbereich beträgt -60°C bis 204°C (-76°F bis 392°F).

PFA-Ummantelung auf Silikon-Hohlkern



Gleiche Anwendung wie bei FEP auf einem Silikon-Hohlkern. Die Abriebfestigkeit von PFA ist jedoch höher. Der Temperaturbereich beträgt -60°C bis 260°C (-76°F bis 500°F).

FEP-Ummantelung auf Rechteckschnur



Diese Ausführung kann auf Viton®- oder Silikon-Rechteckschnüren gefertigt werden. Sie findet vorzugsweise Anwendung bei Schlauchkupplungen vom Typ Cam-Lock/Eritite und bietet darüber hinaus eine technisch überlegene Alternative zu PTFE-umwickelten Dichtungen oder Dichtungen aus Voll-PTFE. Ein Temperaturbereich von -20°C (Viton®-Kern) oder -60°C (Silikon-Kern) bis 204°C ist möglich.

7. Maßtabelle

Teflex O-Ringe werden nach den folgenden Standardabmessungen gefertigt:

- metrische Abmessungen
- BS 1806
- BS 4518
- AS 568, AS 871
- JIS B2401
- sowie Sonderabmessungen nach Kundenwunsch

Die Toleranzen des O-Ring Innendurchmessers sind generell nach DIN 7715 M2F. Die Toleranzen der Schnurstärke finden Sie in nachstehender Tabelle:

Schnurstärke (CSD) in mm	Innendurchmesserbereich (ID) in mm	kleinstmöglicher Innen Ø	
		CSD-Toleranz (±)	Sonstige ID CSD-Toleranz (±)
1,60	0,10	5,00	—
1,78	0,10	5,28	8,0
2,00	0,10	6,80	10,00
2,50	0,12	7,40	12,00
2,62	0,12	7,60	16,00
3,00	0,15	12,00	20,00
3,53	0,15	13,00	24,00
4,00	0,25	14,00	28,00
4,50	0,25	15,00	35,00
5,00	0,25	20,00	42,00
5,34	0,25	23,00	50,00
5,50	0,25	23,00	55,00
5,70	0,25	23,05	60,00
6,00	0,30	27,00	75,00
6,35	0,30	40,00	90,00
6,99	0,30	50,00	100,00
8,00	0,40	75,00	150,00
8,40	0,40	80,00	160,00
9,00	0,40	100,00	175,00
10,00	0,50	140,00	230,00
11,10	0,50	150,00	250,00
12,00	0,50	180,00	300,00
12,70	0,50	200,00	350,00

Es gibt keine obere Grenze des Innendurchmessers. Empfohlene Nutabmessungen finden Sie in den Abschnitten „Einbauhinweise“ und „Nutabmessungen“. Es wird nicht empfohlen, Teflex O-Ringe mit einem Innendurchmesser kleiner als 12mm aufzudehnen. Dies führt oft zu Bruchschäden des Elastomerkerns, da dieser bei kleinen Abmessungen nicht vulkanisiert ist.

Dicke der FEP-/PFA-Ummantelung

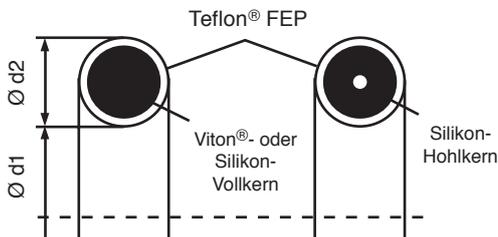
Folgende Dicken sind Standard:

Schnurstärke	Dicke FEP-/PFA-Ummantelung
ab 1,78mm	0,25mm
ab 2,62mm	0,25mm
ab 3,53mm	0,25mm
ab 5,33mm	0,40mm
ab 6,99mm	0,50mm

8. Chemische Beständigkeit

Teflex® FEP- oder PFA-ummantelte O-Ringe absorbieren keine oder wenig Säure, Basen oder Verdünnungsmittel bis ca. 200°C. In der folgenden Tabelle finden Sie einige Absorbtionsergebnisse von FEP:

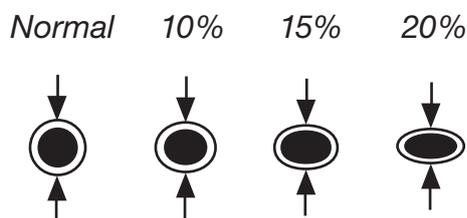
Chemikalie	Temperatur °C	Zeit	% Quellung
Anilin	185	168 h	0,3
Benzaldehyd	200	168 h	0,7
Tetrachlorid	78	168 h	2,3
Freon 113	47	168 h	1,23
Nitrobenzol	210	168 h	0,8
Toluol	110	168 h	0,8
Schwefelsäure 50%	100	168 h	0,01
Phosphorsäure	100	168 h	0,01
Schwefelsäure 30%	70	1 Jahr	0
Chlorsäure 20%	70	1 Jahr	0
Aceton	70	168 h	0
Benzol	78	168 h	0,5



Abmessungen von ummantelten O-Ringen entsprechen internationalen Standard O-Ring Abmessungen. Die Ummantelung erhöht nicht die O-Ring Schnurstärke im Vergleich zu einem Standard elastomeren O-Ring der gleichen Abmessung.

9. Anpresskräfte

Bei der Auslegung einer Teflex O-Ring-Abdichtung werden manchmal Informationen über notwendige Anpresskräfte der Ringe benötigt. Deshalb haben wir für unsere Standard Teflex O-Ring Schnurstärken Tests durchgeführt. Die verwendeten Muster wurden normalen Fertigungschargen entnommen und jeweils 10, 15 und 20 Prozent verpresst. Anhand dieser Tabelle ist es möglich, die insgesamt notwendige Anpresskraft für die einzelnen Schnurstärken zu berechnen und so die Wahl einer angemessenen mechanischen Belastung zu vereinfachen.



Schnur- stärke in mm	Viton®-Vollkern Verpressung			Silikon-Vollkern Verpressung			Silikon-Hohlkern Verpressung		
	10%	15%	20%	10%	15%	20%	10%	15%	20%
1,60	16	26	40	20	33	48			
1,78	26	40	53	22	35	48			
2,00	34	53	77	30	46	59			
2,50	40	66	95	40	59	78			
2,62	29	44	64	23	38	53			
3,00	70	107	140	36	60	82	27	38	50
3,53	54	91	120	32	57	83	28	44	58
4,00	51	82	111	56	87	108	23	36	45
4,50	75	107	139	53	84	110	41	55	65
5,00	91	126	182	39	64	89	50	70	87
5,34	82	117	145	96	138	191	54	77	94
5,50	45	83	116	37	65	93			
5,70	79	116	115	58	88	112			
6,00	86	126	169	53	86	113	46	72	91
6,99	95	135	201	101	135	201	46	63	80
8,00	101	147	213	82	122	163	66	96	121
9,52	115	173	247	84	125	175			
10,00	122	192	281	117	174	246			
12,00	124	194	279	59	93	126			

Alle Werte in N/25mm Länge

10. Nutabmessungen

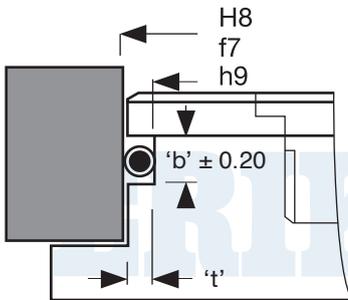
Tabelle 1 (Seite 68)

Schnurstärke in mm	„t“	„b“
1.60	1.20	1.90
1.78	1.30	2.30
2.00	1.50	2.60
2.50	1.90	3.20
2.62	2.00	3.40
3.00	2.30	3.90
3.53	2.75	4.50
4.00	3.15	5.20
4.50	3.60	5.80
5.00	4.00	6.50
5.34	4.30	6.90
5.50	4.50	7.10
5.70	4.65	7.40
6.00	4.95	7.80
6.35	5.25	8.20
6.99	5.85	9.10
8.00	6.75	10.40
8.40	7.20	10.50
9.00	7.70	11.70
9.52	8.20	12.30
10.00	8.65	13.00
11.10	9.65	14.30
12.00	10.60	15.60
12.70	11.45	16.80

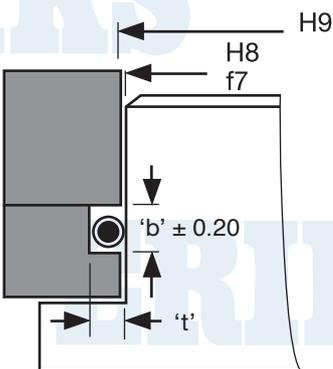
Tabelle 2 (Seite 68)

Schnurstärke in mm	„t“	„b“
1.60	1.20 ± 0.05	2.10
1.78	1.30 ± 0.05	2.30
2.00	1.50 ± 0.05	2.60
2.50	1.90 ± 0.05	3.20
2.62	2.00 ± 0.05	3.40
3.00	2.30 ± 0.05	3.90
3.53	2.75 ± 0.05	4.50
4.00	3.15 ± 0.05	5.20
4.50	3.60 ± 0.05	5.80
5.00	4.00 ± 0.05	6.50
5.34	4.30 ± 0.05	6.90
5.50	4.50 ± 0.05	7.10
5.70	4.65 ± 0.05	7.40
6.00	4.95 ± 0.05	7.80
6.35	5.25 ± 0.05	8.20
6.99	5.85 ± 0.05	9.10
8.00	6.75 ± 0.10	10.40
8.40	7.15 ± 0.10	10.90
9.00	7.70 ± 0.10	11.70
9.52	8.20 ± 0.10	12.30
10.00	8.65 ± 0.10	13.00
11.10	9.70 ± 0.10	14.30
12.00	10.60 ± 0.10	15.60
12.70	11.40 ± 0.10	16.70

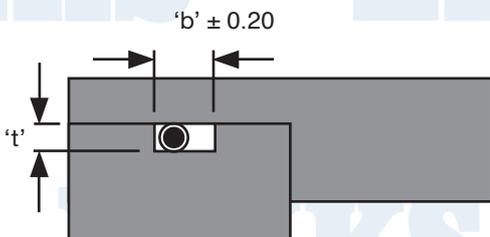
Zu Tabelle 1 – statisch, radial



Zu Tabelle 1 – statisch, radial



Zu Tabelle 2 – statisch, axial



11. Zulassungen

Die bei der Herstellung von Teflex O-Ringen verwendeten FEP- und PFA-Rohstoffe sind konform zu den Regulierungen der FDA 21 CFR 177.1550 und demnach für den Kontakt mit Lebensmitteln geeignet. Diese Konformität beinhaltet auch die Genehmigung der USDA (United States Department of Agriculture) für den Einsatz im direkten Kontakt mit Fleisch- und Geflügelprodukten sowie der „Food Industries Supply Association Inc.“ für Kontaktoberflächen von Molkereianlagen. Darüber hinaus werden von FEP und PFA die Anforderungen der USP (US Pharmacopeia) Class VI erfüllt, welche einen Einsatz in der pharmazeutischen Industrie ermöglicht.

FDA-Konformitäten von Teflon® FEP

21 CFR 177.1550	21 CFR 177.2600	21 CFR 175.105
21 CFR 176.180	21 CFR 177.1520	21 CFR 175.300
21 CFR 176.170		

FDA-Konformitäten von Teflon® PFA

21 CFR 177.1550	21 CFR 175.105	21 CFR 176.180
21 CFR 175.300	21 CFR 176.170	

12. Qualitätskontrolle und Inspektion

Für die Herstellung von Viton® Teflex O-Ringen wird ausschließlich Genuine Viton® der Firma DuPont Performance Elastomers verwendet. Jeder Teflex O-Ring unterläuft einer visuellen Kontrolle. 10% der Fertigung wird auf Maßgenauigkeit kontrolliert. Eine 100%-Kontrolle ist gegen Aufpreis möglich.

Alle Teflex O-Ringe werden nach ISO 9000-Anforderungen hergestellt.

Besonders große Abmessungen werden um Versandkosten zu sparen geschlungen und gewickelt geliefert.

Bitte entwickeln Sie diese großen O-Ringe nach Erhalt.

Sollte dies nicht möglich sein, ist es unter Umständen nach einiger Zeit notwendig, den O-Ring vor der Montage in einem Wasserbad oder einem Ofen bei max. 80° C für 10-20 Minuten zu erwärmen. Der O-Ring kann sich so in seine ursprüngliche Form zurückbilden und die Montage wird erleichtert.

13. Oberflächenrauheit

Die folgende Tabelle enthält empfohlene Oberflächenrauheits-Werte für Standard O-Ring Nuten nach DIN, ISO und BS. Die Oberflächenrauheit aller Kontaktflächen sollte 20 Microinch nicht übersteigen.

Nachstehende Tabelle zeigt Empfehlungen für den statischen Einsatz von Teflex O-Ringen:

	<i>Druck</i>
Dichtfläche	Ra = 0,4 bis 0,8 Rt = 3 bis 6,3
andere Fläche	Ra = 1,6 Rt = 11 bis 16

14. Antworten zu häufig gestellte Fragen

Ist es möglich, Teflex O-Ringe mit einem EPDM- oder NBR-Kern zu fertigen?

Es ist mit speziellen EPDM-Compounds möglich. Aufgrund der hohen Temperaturen, die für die Herstellung von Teflex O-Ringen notwendig sind, sind NBR-Kerne oder Kerne aus anderen elastomeren Standard Werkstoffen nicht möglich, da diese den auftretenden Temperaturen nicht standhalten.

Ist eine 48-Stunden Eilfertigung in besonderen Notfällen möglich?

Es ist möglich, wenn der aktuelle Produktionsplan gestoppt wird. Diese Ringe sind daher teurer.

Wieso sind kleinere O-Ringe verhältnismäßig teurer?

Jeder O-Ring wird per Hand gefertigt. Wie man sicherlich denken kann, werden kleinere O-Ringe auf die gleiche Weise hergestellt und kontrolliert, wie größere. Die Zeit des Vorgangs ist nur wesentlich länger.

Sind andere Schnurstärken möglich, als die standardmäßigen?

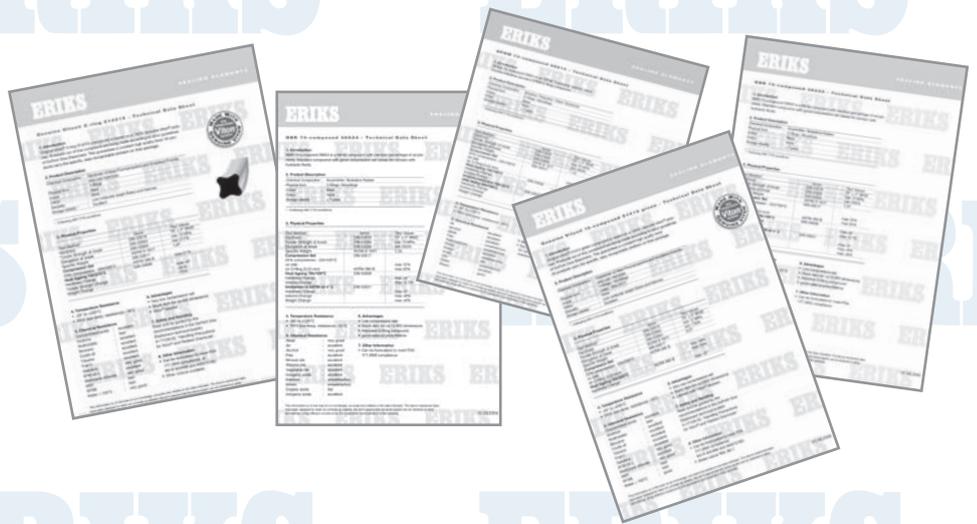
Durch ein spezielles Verfahren können wir auch spezielle Schnurstärken fertigen. Unter Umständen sind jedoch Werkzeugkosten notwendig.

6. Werkstoff-Auswahl – Technische Material-Datenblätter

Alle ERIKS Standard und einige Sonder Compounds haben technische Material-Datenblätter mit gemessenen Werten des spezifischen Gewichts, Härte, Zugfestigkeit, Reißdehnung, Druckverformungsrest, Tieftemperatur und Wärmealterung unter verschiedenen Bedingungen. Jedes technische Material-Datenblatt können Sie auf Anfrage erhalten.

In einigen Fällen können Datenblätter jedoch zu erheblicher Verwirrung führen. Hersteller geben in der Regel Werte an, die an Prüfplatten oder Prüfscheiben ermittelt wurden. Obwohl diese Prüfplatten aus dem gleichen Compound hergestellt werden wie der O-Ring, sind einige Faktoren dennoch komplett verschieden: die Vulkanisationsdauer, die Vulkanisationstemperatur, die Dauer der Nachvulkanisierung und die Größe. Die Vulkanisationsdauer so einer Prüfplatte kann 20 Minuten betragen, wohingegen die eines O-Ringes aus ökonomischen Gründen nur 2 Minuten. An Prüfplatten ermittelte Werte unterscheiden sich von denen, die an O-Ringen gemessen werden.

Wir entschlossen uns daher, wann immer möglich, die auf unseren Datenblättern angegebenen Werte an O-Ringen zu ermitteln. Das gibt dem Kunden ein besseres Bild von dem vom O-Ring zu erwartenden Eigenschaften. In anderen Worten: Datenblätter, deren Werte an Prüfplatten ermittelt wurden, zeigen die möglichen Eigenschaften eines O-Ringes auf, sofern dieser unter idealen Bedingungen hergestellt wird. Dahingegen geben wir die tatsächliche Dichtungsleistungsfähigkeit des O-Rings an. Dies kann wie folgt dargestellt sein: in den meisten Datenblättern werden Sie einen auf Prüfplatten von 6mm Stärke



gemessenen Druckverformungsrest von zum Beispiel 12% finden. Wenn der Druckverformungsrest nun unter gleichen Bedingungen an einem O-Ring mit einer 3,53mm Schnur gemessen wird, erhalten Sie einen Wert von 19 bis 25%. Für eine Bestimmung der zu erwartenden Betriebsdauer haben wir als Basis für unsere Messungen O-Ringe mit einer Schnurstärke von 3,53mm genommen. Andere O-Ring Schnurstärken sind

von diesen Werten hochzurechnen. Diese Unterschiede gelten auch für andere benannte Werte. Es ist daher sehr gefährlich, Werte von Datenblättern zu vergleichen, wenn man nicht die genaue Prüfmethode kennt. **Es ist immer besser, Prüfungen an O-Ringen selbst in der Anwendung durchzuführen, als an einem Prüfkörper.**

6. Werkstoff-Auswahl

O-Ring Werkstoffe – Anwendungsfelder

Die meisten vorhergehenden Themen in diesem Handbuch handelten von der Auswahl eines geeigneten Werkstoffes für eine gegebene Anwendung. Hier finden Sie Informationen, um die Faktoren zu verstehen, die in diesem Prozess eine Rolle spielen um so eine Hilfe zur Auswahl des richtigen Werkstoffes zu erhalten. Es werden nur Standard Compounds behandelt. Darüber hinaus sind auch viele Sonderwerkstoffe vorhanden; sprechen Sie uns bitte für nähere Informationen an.

Wasser- und Dampfanwendungen

Die meisten Elastomere können für Wasseranwendungen bis 100°C (212°F) verwendet werden. Wasser scheint ein harmloses Medium zu sein; Anwender sind oft erstaunt darüber, dass es Probleme geben kann, wenn nicht mit dem richtigen O-Ring Werkstoff abgedichtet wird. Die bloße Eintauchung in Wasser hat einen nachteiligen Effekt auf die mechanischen Eigenschaften von Kautschuk. Nach einer langen Eintauchzeit im Wasser quellen viele Elastomere an. In statischen Anwendungen kann dies noch annehmbar sein. Solch eine Dichtung wird nicht undicht sein und sie kann durch eine neue Dichtung nach einer Demontage ersetzt werden. Eine fortgeschrittenere Quellung schließt ein größeres Volumen und infolgedessen mehr Reibung ein. Wenn ein O-Ring über lange Zeit dynamisch belastet wird, kann diese allmähliche Quellung in Wasser eine langsame aber sehr ärgerliche Zunahme der Reibung hervorrufen. In Tests hat EPDM nahezu keine Quellung. Dieser Werkstoff wird für O-Ringe empfohlen, die gegen Wasser und Dampf bis 150°C (300°F) abdichten sollen.

ERIKS hat Compounds aus: EPDM PC 55914, HNBR und Aflas®. Es gibt eine Vielzahl von Perfluorelastomer-Compounds, die hervorragende Dichtungseigenschaften in Dampfumgebungen besitzen. Silikon (VMQ) kann ebenfalls auf eine Weise hergestellt werden, durch die es in drucklosen Dampfumgebungen bis 250°C (480°F) eingesetzt werden kann.

Hinweis:

Wenn Sie Dampf oder Heißwasser mit EPDM abdichten, sollten Sie daran denken, dass EPDM nicht gegenüber mineralölbasierenden Schmiermitteln beständig ist.

Falls eine Schmierung notwendig ist, wird Silikonöl, Glycerin oder Ethylenglykol empfohlen.

Wenn Wasser zu Dampf wird, muss der O-Ring seine effektive Dichtwirkung beibehalten; auch da die Temperatur steigt. Dies führt manchmal dazu, dass der O-Ring schwammig wird und infolge dessen alle Dichtungseigenschaften verliert. Einige Compounds sind dahingegen jedoch dampfbeständig.

Nahrungsmittelanwendungen

Elastomere im Kontakt mit Nahrungsmittel müssen spezielle Anforderungen erfüllen. Es gibt eine Anzahl von Einrichtungen, die Vorschriften und Testverfahren aufstellen. Die Haupteinrichtungen sind: die FDA und NSF in den USA; KTW und BfR (ehemals BGVV) in Deutschland; WRC in Großbritannien und die KIWA in den Niederlande.

Dieses Handbuch behandelt vorzugsweise das FDA-Programm, da es in vieler Hinsicht die anspruchsvollste Richtlinie ist.

6. Werkstoff-Auswahl – FDA

FDA-Konformität

Allgemeine Informationen über FDA

Seit vielen Jahren hat ERIKS eine führende Rolle in der Herstellung und dem Vertrieb von hochqualitativen Dichtungen.

Wir entwickelten auch eine riesige Auswahl an elastomeren Compounds, die den Richtlinien der „United States Food and Drug Administration“ (FDA) entsprechen.

Diese Richtlinien werden im so genannten „Title 21, Chapter 1, Subchapter B, Section 177.2600“ des „Federal Food and Cosmetic Act“ der FDA behandelt. Diese Regulierungen definieren, welche Elastomerpolymere und weiteren Inhaltsstoffe in Gummiprodukte, die für den wiederholten Einsatz im Kontakt mit Nahrungsmittel verwendet werden, eingesetzt werden dürfen. Darüber hinaus verhindern sie den Einsatz von gefährlichen Stoffen, die Krebs erregende Eigenschaften haben könnten.

Arten der FDA-Konformität

Es existieren zwei wichtige Arten der FDA-Konformität (Class 1 und Class 2), abhängig von dem prozentualen Anteil von Ruß, der dem Compound hinzugefügt wird.

Class 1: für wässrige und fettige Lebensmittel;

Class 2: für wässrige Lebensmittel.

Die USP Class VI wurde speziell für die pharmazeutische Industrie entwickelt. ERIKS bietet Ihnen eine Vielzahl von Compounds mit einer USP-Konformität; alle erfüllen sehr strenge Anforderungen.

Bescheinigung

ERIKS gewährleistet „Konformität“ durch

- strenge Herstellungsverfahren,
- einen FDA-Aufkleber, der auf die Verpackung aufgebracht sowie
- eine Konformitätsbescheinigung, die jeder Lieferung beigelegt werden kann.

Im Allgemeinen gewährleistet ERIKS, dass die FDA-Werkstoffe „FDA-konform“ sind, was heißt, dass sie aus Inhaltsstoffen bestehen, die den FDA-Richtlinien entsprechen.

Migrationstests

Einige Compounds wurden von unabhängigen Laboren getestet. Gummiprodukte, die für den wiederholten Einsatz im Kontakt mit wässrigen Lebensmitteln bestimmt sind, sollten folgendem Migrationsverhalten entsprechen: Die in destilliertem Wasser geprüften Extraktionswerte dürfen innerhalb der ersten sieben Stunden 20 mg/inch² und innerhalb der nächsten zwei Stunden 1 mg/inch² nicht überschreiten.

Gummiprodukte, die für den wiederholten Einsatz im Kontakt mit wässrigen und fettigen Lebensmitteln bestimmt sind, sollten folgendem Migrationsverhalten entsprechen: die in Pentahexan geprüften Extraktionswerte dürfen innerhalb der ersten sieben Stunden 175 mg/inch² und innerhalb der nächsten zwei Stunden 4 mg/inch² nicht überschreiten.



6. Werkstoff-Auswahl – FDA

Vulc-O-Ringe FDA Class 1

Vulc-O-Ringe werden in kleinen Mengen hergestellt. Der Innendurchmesser reicht dabei von 30 mm bis zu 5.000 mm in den verschiedensten Schnurstärken von 1,78 bis zu 25mm und mehr.

Es werden keine chemischen Additive bei der Verbindung der beiden Schnurenden verwendet. Technische Material-Datenblätter sind auf Anfrage erhältlich.



Vulc-O-Ringe, FDA Class 1

<i>Standard Compounds</i>	<i>Beschreibung</i>	<i>Konformität</i>	<i>Härte °Shore A</i>
NBR 366185	Vulc-O-Ring – NBR 75, schwarz		75
NBR 366302	Vulc-O-Ring – NBR 75, schwarz	FDA	75
NBR 366303	Vulc-O-Ring – NBR 90, schwarz		90
Aflas® 223301	Vulc-O-Ring – Aflas® 80, schwarz		80
Aflas® 223302	Vulc-O-Ring – Aflas® 90, schwarz		90
Neopren 329303	Vulc-O-Ring – Neopren 75, schwarz	FDA	75
HNBR 886301	Vulc-O-Ring – HNBR 75, schwarz		75
X-NBR 886390	Vulc-O-Ring – X-NBR 75, schwarz		75
EPDM 55903	Vulc-O-Ring – EPDM 75, schwarz		75
Viton® A 514307	Vulc-O-Ring – Viton® 60, schwarz		60
Viton® A 514206	Vulc-O-Ring – Viton® 75, schwarz		75
Viton® A 514302	Vulc-O-Ring – Viton® 75, schwarz		75
Viton® A 514309	Vulc-O-Ring – Viton® 90, schwarz		90
Silicone 714006	Vulc-O-Ring – Silikon 75, rot	FDA	75
Silicone 714782	Vulc-O-Ring – Silikon 80, weiss	FDA	80
Silicone 714787	Vulc-O-Ring – Silikon 80, transparent	FDA	80
Silicone 714788	Vulc-O-Ring – Silikon 80, rot	FDA	80

ERIKS hat über 25 FDA-konforme Compounds. Bitte setzen Sie sich mit uns für nähere Informationen in Verbindung.

Mehr Informationen über Vulc-O-Ringe finden Sie in Kapitel 16.

Fragen Sie nach dem FDA-Prospekt oder besuchen Sie unsere Homepage: www.o-ring.info.

6. Werkstoff-Auswahl – FDA

Kalrez® FDA O-Ringe

Kalrez® Perfluorelastomerteile für Anwendungen der Pharma- und Nahrungsmittelindustrie

Kalrez® Teile aus den Compounds 6221 und 6230 bieten sehr hohe chemische Beständigkeit und geringe Kontamination durch Extraktionen in Anwendungen in der Pharma- und Legemittelindustrie, die den Anforderungen der FDA genügen müssen. Die Compounds 6221 und 6230 eignen sich insbesondere für den Einsatz in WFI-Systemen (Water For Injection), die Steam-in-Place (SIP)-Reinigung

sowie andere kritische Systeme.

Thermische Stabilität

Im Gegensatz zu anderen Dichtungen aus Elastomeren mit FDA-Konformität sind Kalrez® Perfluorelastomerteile bis zu Temperaturen von 260°C stabil. Sie eignen sich deshalb auch für Anwendungen wie Sterilisationsprozesse der Stufe II, wo andere Elastomere ihre Dichteigenschaften verlieren.

Beständigkeit gegen aggressives Wasser

Unter den aggressiven Umgebungsbedingungen der

Pharma- und Halbleiterindustrie können Dichtungen aufgrund von übermäßiger Volumenquellung, Versprödung oder chemischem Abbau versagen. Mögliche Folgen sind außerplanmäßige Maschinenstillstände oder Produktverunreinigungen. Durch die sorgfältige Auswahl der Elastomerwerkstoffe, die mit hochreinem und aggressivem Wasser (z.B. WFI) in Kontakt kommen, lassen sich längere Dichtungslebensdauern erreichen. Für Kalrez® Perfluorelastomer-Compounds ergaben Prüfungen extrem niedrige bis nicht messbare Extraktionen in Systemen mit aggressivem Wasser. Weil die Polymerkette der Kalrez® Perfluorelastomere vollständig gesättigt ist, eignet sich diese auch sehr gut für den Einsatz im Kontakt mit ozonhaltigem, entionisiertem Wasser. Auch nach wiederholter Einwirkung von Heißdampf zeigen Teile aus Kalrez® 6221 beziehungsweise 6230 nur sehr geringe Quellung und geringen Verlust von mechanischen Eigenschaften.

Tabelle 1 – Chemische Beständigkeiten von Elastomeren*

Medium	Kalrez®	EPDM	VMQ	FKM
Essigsäure	A	A	A	B
Aceton	A	A	C	U
Zitronensäure	A	A	A	
Wasserstoffperoxid	A	B	B	B
Isopropyl-Alkohol	A	A	A	
Methyl-Ethyl-Keton (MEK)	A	A	U	U
Mineralöl	A	U	B	A
NaOH	A	A	B	B
Salpetersäure	A	B	B	A
Natriumhypochlorit	A	B	B	A
Sojaöl	A	C	A	A
Dampf (< 150°C)	A	A	C	U
Dampf (> 150°C)	A	C	U	U
Toluol	A	U	U	A
Xylol	A	U	U	A
Maximale Betriebstemperatur	260°C	135°C	200°C	200°C

A = geringer oder kein Einfluss; B = geringe Quellung und/oder Verlust von physikalischen Eigenschaften; C = mittelmäßige bis starke Quellung und/oder Verlust von physikalischen Eigenschaften/begrenzte Funktionalität; U = nicht geeignet oder empfohlen.

* Diese Daten entstammen Tests von DuPont Performance Elastomers und industriellen Quellen. Sie sind nur als allgemeine Richtlinie gedacht und sollten nicht als Grundlage einer Dichtungsauslegung genommen werden. Kontaktieren Sie bitte DuPont Performance Elastomers oder ERIKS für nähere Informationen.

Tabelle 2 – Typische physikalische Eigenschaften**

Compound	Kalrez® 6221	Kalrez® 6230
Farbe	weiss	schwarz
Härte, °Shore A ± 5°	70	75
Modul 100%, psi	1.050	1.020
Zugfestigkeit(1), psi	2.200	2.400
Reißdehnung(1), %	150	170
Druckverformungsrest(2), 70h/160°C	20	18

(1) ASTM D 412 (500 mm/min); (2) ASTM D 395 B, AS-214 O-Ringe

** Typische physikalische Eigenschaften sollten nicht als Grundlage für Dichtungsauslegungen dienen. Setzen Sie sich bitte mit DuPont Performance Elastomers für nähere Informationen in Verbindung.

AUTHORIZED DISTRIBUTOR

Kalrez®
perfluorelastomer parts

DuPont Performance Elastomers

Allgemeine chemische Beständigkeit

Die chemische Beständigkeit von EPDM, Silikon und Fluorelastomeren (FPM/FKM) ist durch deren jeweilige Polymerstruktur begrenzt. Teile aus Kalrez® bieten demgegenüber eine universelle chemische Beständigkeit, ähnlich wie PTFE. Da Kalrez® jedoch im Gegensatz zu PTFE ein Elastomer ist, behalten Teile aus Kalrez® ihre guten Dichteigenschaften dauerhaft. Tabelle 1 zeigt einen Vergleich der chemischen Eignung von Kalrez® Perfluorelastomerteilen und anderen Elastomeren, die als Dichtungsmaterialien in der Pharma- und Lebensmittelindustrie eingesetzt werden.

6. Werkstoff-Auswahl – FDA

Kalrez® FDA O-Ringe

Kalrez® Perfluorelastomerteile werden nicht standardmäßig entsprechend dem USP Prüfprotokoll getestet. Vernetzte Proben aus den Compounds 6221 und 6230 wurden in Übereinstimmung mit den USP Protokollen geprüft und erfüllen die Anforderungen an ein Polymer der USP-Klasse VI.

Die Prüfung nach USP wurde durchgeführt, um den Einsatz von Kalrez® Teilen in der Pharma- und Lebensmittelindustrie zu fördern. Zwar setzen Anwendungen in der Pharma- und Lebensmittelindustrie keine Werkstoffe der USP-Klasse VI voraus, aber Kunden aus diesen Bereichen, insbesondere solche, die eine Zertifizierung nach ISO 9000 anstreben, hatten diesen Nachweis gefordert. Die Prüfung von Fertigprodukten, in denen Kalrez® Perfluorelastomerteile zum Einsatz kommen, liegt in der Verantwortung des Herstellers oder Händlers des Fertigprodukts, wenn der Nachweis erforderlich ist, dass die Anforderungen der USP erfüllt werden.

Hinweis:

Bitte setzen Sie sich mit uns in Verbindung, um einen geeigneten Kalrez® Compound für Ihre Anwendung zu bestimmen.

Medizinischer Einsatz

Setzen Sie Kalrez® Perfluorelastomerteile nicht in medizinischen Anwendungen ein, bei denen eine Implantation in den menschlichen Körper oder die ständige Berührung mit körpereigenen Flüssigkeiten oder Geweben vorgesehen ist. Hinweise auf den Einsatz in anderen medizinischen Anwendungen gibt die Firmenschrift Medical Applications Policy, H-69237 von DuPont Performance Elastomers. DuPont Performance Elastomers vertreibt und unterstützt keine Produkte für Implantationen in den menschlichen Körper. DuPont Performance Elastomers

produziert keine Typen von Kalrez® Perfluorelastomerteilen für medizinische und chirurgische Anwendungen. DuPont Performance Elastomers behält sich das Recht vor, von Zeit zu Zeit Änderungen beim Herstellungsprozess vorzunehmen, die die Einhaltung der FDA und anderen Vorschriften nicht beeinträchtigen.

Kalrez® erlangt eine Food Contact Substance Notification

Wir freuen uns Ihnen mitteilen zu können, dass die United States Food and Drug Administration (FDA) nochmals bestätigte, dass Kalrez® 6221 und 6230 Perfluorelastomerteile für den wiederholten Einsatz im Kontakt mit Lebensmitteln geeignet sind.

Die Food Contact Substance Notification FCN000101, welche die Perfluorelastomere Kalrez® 6221 und 6230 behandelt, wurde am 19. Dezember 2000 gültig. Die Erfüllung dieser strengen Anforderung zusätzlich zur bestehenden Konformität nach FDA 21 CFR 177.2600 bestätigt DuPont Performance Elastomers` Bestreben, Standards in der pharmazeutischen Industrie zu übertreffen. Das Food Contact Substance Notification-Verfahren der FDA ist in Abschnitt 409(h) des Federal Food, Drug, and Cosmetic Act beschrieben; es ist die wichtigste Methode, nach der die FDA die Eignung von Substanzen für den Lebensmittelkontakt feststellt. Eine Notification einer Substanz beinhaltet genügend Informationen um zu zeigen, dass die Substanz für den beabsichtigten Gebrauch sicher ist (das ist der Sinn der Notification (21 U.S.C. 348(h)(1)).

Bewiesene Eignung für Nahrungsmittel- und Pharma-Anwendungen

DuPont Performance Elastomers begrüßt die neue Gesetzesgebung



als eine Möglichkeit, die Eignung von Kalrez® 6221 und 6230 Perfluorelastomere für den wiederholten Einsatz im Kontakt mit Nahrungsmitteln nochmals zu bestätigen. Die FCN verlangt, dass Kalrez® 6221 und 6230 nicht mehr als 0,2 mg/inch² (0,031 mg/cm²) extrahierbare Substanzen enthalten. Das Risiko von Verunreinigungen durch Kalrez® Perfluorelastomerteile ist damit sehr gering und es besteht eine langfristige Dichtungslösung für anspruchsvolle Nahrungsmittel- und Pharma-Anwendungen.

Konformitätsbescheinigung

Teile aus Kalrez® 6221 und 6230 erfüllen die Extraktionsanforderungen der FDA 21 CFR 177.2600(E) und können für den wiederholten Gebrauch eingesetzt werden, gemäß den Richtlinien des Food, Drug and Cosmetics Act und allen anwendbaren Richtlinien über Nahrungsmittelzusatzstoffe. Kalrez® 6221 und 6230 wurde außerdem nach den Vorschriften der United States Pharmacopeia USP Class VI untersucht und erfüllen die Anforderungen an ein Polymer der USP Class VI. Die Tests zur Migration und die Untersuchungen entsprechend der USP Class VI wurden von einem externen Prüflabor in Übereinstimmung mit der Vorschrift 21 CFR, Part 58 Good Laboratory Practice for Nonclinical Laboratory Studies durchgeführt. Die Kalrez® Compounds 6221 und 6230 bieten eine hervorragende Beständigkeit gegenüber Dampf-Zyklen und reduzieren die Migrationswerte auf Spurenniveau.

Fragen Sie nach der speziellen ERIKS Broschüre über Hochreine Dichtungen!

6. Werkstoff-Auswahl – Zulassung

KTW:

Die KTW wurde als Norm für Trinkwasser entwickelt. Die KTW kontrolliert dabei die Migration von schädlichen Substanzen. Eine Vielzahl dieser Substanzen unterliegt Grenzwerten. O-Ringe werden im Bereich D2 behandelt.

ERIKS hat Standard Compounds, welche die Anforderungen der KTW erfüllen aus unter anderem:

- EPDM 70 – Compound 559003
- Silikon 70 – Compound 714008

WRC:

Die WRC kontrolliert schädlichen Bestandteile in Kautschuken, wie zum Beispiel die Extraktion von Metallen und Mikroorganismen.

Wir haben Compounds im Programm, welche die Anforderungen der WRC erfüllen aus EPDM 70 – Compound 559003, Silikon 70 – Compound 714014, FKM und NBR.

NSF:

NSF = National Sanitation Foundation. Diese Norm wird hauptsächlich in den USA angewandt.

ERIKS hat eine Vielzahl von Compounds mit NSF-Konformität.

DVGW-Zertifikate

ERIKS hat verschiedene Compounds für Anwendungen in der Gasindustrie mit DVGW-Zertifikaten.

Die folgende Tabelle listet eine Übersicht der DVGW Normen.

Norm	Anwendung	Temperatur (°C)		Druck (bar)
		Min.	Max.	
DIN 35351 DIN EN 549	Gasanlagen	-20,-15	60,8	≤ 5
EN 549	Gasanlagen und Gasapparate	-20	60,80,100 125,150	≤ 5
EN549	Gasgeräte	-20	80 bis 150	≤ 5
DIN 3535-3 EN 682	Gastransport	-5 -5	50 50	≤ 40 ≤ 4

6. Werkstoff-Auswahl

Vakuum-Anwendungen

Die Rate des Gasflusses bei einer O-Ring Abdichtung von der Druckseite zur Vakuumseite hängt im großen Maße von der Dichtungsauslegung ab. Eine Erhöhung der Verpressung durch eine Reduzierung der Nutabmessungen verringert die Leckagerate erheblich.

Das Erhöhen der O-Ring Verpressung reduziert die Permeabilität aufgrund der Vergrößerung der Länge des Weges, welche das Gas zurückzulegen hat (den O-Ring Querschnitt) und verkleinert die verfügbare Fläche, in die das Gas eindringen kann (die Nuttiefe). Eine Erhöhung der Verpressung kann durch kleinere Nuten geschehen. Darüber hinaus drängt eine höhere Verpressung das Elastomer in jede kleine Untiefe der abzudichtenden Metallflächen, was eine Leckage um den O-Ring herum verhindert. Oberflächen, gegen die ein O-Ring in Vakuum-Anwendungen abdichten soll, müssen also eine geringere Oberflächenrauheit als normal aufweisen. Oberflächengüten von 0,4 µm Ra sind üblich. Ein Einschmieren des O-Ringes mit einem Hochvakuum-Fett reduziert ebenfalls eine mögliche Leckage. Das Vakuum-Fett hilft dem O-Ring, indem es seine mikroskopischen Vertiefungen und Riefen füllt und so einen möglichen Leckageweg um den O-Ring herum einschränkt.

Obgleich eine sehr hohe Verpressung notwendig ist, um eine Leckage in einer O-Ring Abdichtung auf ein Minimum zu reduzieren, könnte diese Art der Auslegung eine schwere Konstruktion erfordern. Wenn eine flache Nut erwünscht wird, muss diese weit genug sein, um das volle O-Ring Volumen aufnehmen zu können – auch bei höheren Betriebstemperaturen.

Der Vakuumlevel bezeichnet den Grad des Vakuums, je nach dessen Druck in Torr (oder mm Hg).

Geringes Vakuum: 760 Torr bis 1 Torr, mittleres Vakuum: 1 Torr bis 10-3 Torr, hohes Vakuum: 10-3 Torr bis 10-6 Torr, sehr hohes Vakuum: 10-6 Torr bis 10-9 Torr, übermäßig hohes Vakuum: unter 10-9 Torr.

Für eine effektive Vakuumabdichtung muss der Dichtungswerkstoff bestimmte Eigenschaften erfüllen: einen geringen Druckverformungsrest sowie geringe Gaspermeabilität aufweisen und wenig Weichmacher enthalten. Die beste Wahl ist Butyl, jedoch ist Butyl ein sehr unüblicher O-Ring Werkstoff, gefolgt von einem Fluorelastomer.

Extrahierte Weichmacher können einen Belag auf Instrumente hinterlassen. Bei statischen Vakuumanwendungen wird eine Verpressung des O-Ringes von mindestens 25-30% empfohlen, um so Unebenheiten der Metalloberflächen auszugleichen.

Es ist besonders wichtig, dass ein Compound mit dem geringst möglichen Druckverformungsrest verwendet wird, da Temperaturschwankungen die Dichteigenschaften sogar schon vorher verschlechtern können.

ERIKS hat Compounds, die gut geeignet sind für Vakuum-Anwendungen: Viton® 51414 schwarz (75° IRHD), Viton® 51414 grün (75° IRHD) und Viton® 514320 (schwarz in 90° IRHD).

Vakuum-Anwendungen

Polymertyp	Gewichtsverlust %
Butyl	0,18
CR	0,13
EPDM	0,76
Fluorsilikon	0,28
NBR	1,06
Polyurethan	1,29
Silikon	0,31
FKM	0,07

Gewichtsverlust bei 10-6 Torr nach 2 Wochen bei 23°C/73°F.

6. Werkstoff-Auswahl

Ausgasung

Wenn man O-Ringe im Hochvakuum einsetzt, spielt die Permeabilität und die Ausgasung von Materialbestandteilen von O-Ringen eine wichtige Rolle.

Daher müssen diese Aspekte mit berücksichtigt werden. Je geringer die Permeabilität des Elastomers, desto einfacher ist es, das Vakuum zu erhalten.

Einige Elastomercompounds enthalten auch noch nach der Vulkanisation relativ flüchtige Substanzen, welche insbesondere bei Hochvakuum-Anwendungen austreten. Die Ausgasung ist der Verlust von flüchtigen Substanzen eines Elastomercompounds in Vakuum-Anwendungen. Dies resultiert in einem Volumenverlust des Dichtungsmaterials, welcher zu einem Dichtungsversagen führt.

Als Fazit kann folgendes genommen werden:

Vakuumdichtungen werden verbessert durch schrittweise Änderungen des Systemdrucks, der Verwendung von Elastomeren mit höherer Härte und höherer Dichte und einer Verringerung der Systemtemperatur, welche zu einer geringeren Ausgasung führt. Aus diesem Grund werden Fluorelastomere und Perfluorelastomere oft in Vakuum-Anwendungen eingesetzt. Vakuum-Anwendungen kombiniert mit extremen Betriebsbedingungen, wie Hochtemperatur, Strahlenbeständigkeit und der Aussetzung gegen verschiedene Kombinationen von flüssigen Medien erfordern eine sorgfältige Analyse, um den richtigen O-Ring auszuwählen.

Kontakt mit Kunststoffen

O-Ringe werden mehr und mehr als Dichtungen im Kontakt mit Kunststoffen verwendet. Das Problem, das im Kontakt mit Kunststoffen auftritt, ist die Migration von Weichmachern oder anderen Prozesshilfsmitteln vom Elastomer in den Kunststoff. Die angreifenden Inhaltsstoffe sind für gewöhnlich Ester-Weichmacher, die in einigen Elastomeren verwendet werden.

Darüber hinaus können Additive aus dem Kunststoff in den O-Ring migrieren, was eine wesentliche Veränderung dessen Eigenschaften verursacht. Nach der Migration von Weichmachern in den Kunststoff können Oberflächenrisse entstehen, welche eine Verschlechterung der Zugfestigkeit zur Folge haben. Nicht alle Kunststoffe sind in selbem Ausmaß für dieses Phänomen anfällig. Kunststoffe, die am meisten anfällig gegenüber diesen Weichmachern sind, sind ABS, Noryl und Polycarbonat.

Tests haben gezeigt, dass peroxidisch vernetztes EPDM, FKM, Neopren und einige Silikone die beste Wahl sind. ERIKS hat auch einen EPDM Compound (55914PC), der gut geeignet ist.

Hochreine Werkstoffe

In vielen modernen Industrien werden für einen optimalen Ablauf des Produktionsprozesses mehr und mehr hochreine O-Ringe eingesetzt. Fluorelastomere werden oft in Wet Chemical- und Plasma-Umgebungen in der Herstellung von IC-Bausteinen verwendet.

Traditionelle Dichtungen beinhalten oft Carbon Black Ruß als verstärkenden Füllstoff. Viele spezielle Fluorelastomer-Compounds beinhalten anorganische oder metallische Füllstoffe, um eine verbesserte Dichtleistung in aggressiven Umgebungen zu erreichen. Der Gebrauch dieser metallischen Füllstoffe kann, während es vorteilhaft für die Dichtungslebensdauer ist, die Partikelbildung und Verunreinigungen durch Extraktion erhöhen. Aus hochreine Fluorelastomere und Perfluorelastomere hergestellte O-Ringe wurden speziell entwickelt, um die strengen Anforderungen an Verunreinigungen der Halbleiterindustrie zu entsprechen. Von Anwendungen der Lithographie bis Ätzen und Reinigen, bieten aus hochreinem Fluorelastomer hergestellte O-Ringe gegenüber denen aus traditionellem Fluorelastomer unerreichte Leistung in Hinblick auf Verunreinigungen durch Extraktion. Dank spezieller Produktion, Mischungsherstellung, Kontrolle und besonderen Umgebungsfaktoren, sind verschiedene Grade der Reinheit verfügbar.

Wir bieten Ihnen gerne verschiedene hochreine Compounds aus zum Beispiel Viton® SCVBR (bis +200°C) oder Kalrez® (bis +327°C) an.

Hinweis:

- Reinraumverpackung auf Anfrage.
- ERIKS kann hochreine Compounds aus Silikon, Viton® und Kalrez® für die Halbleiterindustrie liefern.

6. Werkstoff-Auswahl

Permeabilität / Kontakt mit Gasen

Alle Elastomere sind mehr oder weniger permeabel gegenüber Gas. Der Grad der Permeabilität gegenüber Gasen der verschiedenen Compounds variiert.

Permeabilität ist die Neigung eines Gases, durch das Elastomer zu gehen oder diffundieren. Dies sollte nicht mit Leckage verwechselt werden, da dies die Neigung eines Mediums, um die Dichtung herum zu gehen, ist.

Alle Elastomere sind in einem Umfang permeabel, so dass sie Luft und andere Gase oder leicht flüchtige Flüssigkeiten unter Druck erlauben, in den Dichtungswerkstoff einzudringen und schrittweise auf der Seite mit geringerem Druck zu entweichen. Permeabilität kann in Vakuum-Anwendungen oder einigen Anwendungen in der Pneumatik von höchster Wichtigkeit sein. Die Permeabilität wird durch einen Temperaturanstieg erhöht und durch eine Erhöhung der Verpressung des Dichtungswerkstoffes gesenkt. Der Permeabilitätsgrad von verschiedenen Gasen durch unterschiedliche Elastomere variiert auf einer schwer einzuschätzenden Weise. Sogar gleiche Grundwerkstoffe zeigen große Unterschiede; verschiedene Gase geben unterschiedliche Werte für den gleichen Compound.

Permeabilität wird darüber hinaus auch von Anwendungsparametern wie Schnurstärke, Druck und Temperatur beeinflusst.

Typisch ist, dass härtere Compounds, die im Allgemeinen einen höheren prozentualen Anteil an Ruß besitzen, bessere Werte aufweisen.

Wenn NBR zum Einsatz kommt, ist ein prozentual höherer Gehalt an Acrylnitril (ACN) vorteilhafter.

Laborversuchen zur Folge, ist die Permeabilität von eingeschlammten O-Ringen geringer, als die von trockenen O-Ringen. Diese Tests zeigten darüber hinaus, dass stärker verpresste O-Ringe eine geringere Permeabilität aufweisen als geringer verpresste O-Ringe. Tatsächlich schwankt die Permeabilität eines Grundpolymers entsprechend den Anteilen des Copolymers. Die beste Wahl ist Butyl, Fluorelastomer (Viton® 51414) und NBR mit einem hohen Anteil an ACN. Butyl ist als O-Ring Werkstoff sehr unüblich.

Die folgende Liste deutet die Permeabilität von anderen Werkstoffen an, gelistet von der geringsten bis zur höchsten Permeabilität:

- AU: Polyurethan
- NBR: Nitril
- FKM : Fluorelastomer
- FFKM: Perfluorelastomer
- EPDM: Ethylen-Propylen
- SBR: Styren-Butadien
- NR: Naturkautschuk

Silikone und Fluorsilikone haben sogar eine noch höhere Gaspermeabilität. Fragen Sie nach Informationen über Permeabilitätsraten anderer ERIKS Compounds.

Gaspermeabilität

Die folgende Tabelle gibt den Koeffizient der Gaspermeabilität für verschiedene Medien und Compounds wieder.

Gaspermeabilität

Gaspermeabilitäts-Koeffizient 10-17 m ² / (s x Pa)	IIR	AU	NBR (38% ACN)	NBR (33% ACN)	NBR (28% ACN)	CR	NR	VMQ
Luft 60°C/140°F	2,0	2,5	2,5	3,5	7,5	6,0	25,0	330
Luft 80°C/175°F	5,0	7,0	5,5	7,0	21,0	12,0	40,0	410
Stickstoff 60°C/140°F	1,5	2,5	1,0	2,0	4,0	4,5	18,0	280
Stickstoff 80°C/175°F	3,5	5,5	2,5	5,5	7,0	8,0	33,0	360
CO2 60°C/140°F	13	26	30	56	58	58	160	950
CO2 80°C/175°F	29	73	48	63	97	71	210	1500

6. Werkstoff-Auswahl

Hochdruckgase / Explosive Dekompression

In Hochdruckanwendungen über 100 bar (1500 psi) neigen Gase dazu, die mikroskopischen Poren des Elastomers zu füllen. Wenn O-Ringe bei Gas (oder leicht flüchtige Flüssigkeiten) unter hohem Druck eingesetzt werden, muss die Permeabilität des Elastomers berücksichtigt werden.

Wenn ein Gas unter hohem Druck die Möglichkeit hat, in das Elastomer einzudringen, wird sich dieses Gas (oder flüchtige Flüssigkeit) bei einem plötzlichen Drucksturz ausdehnen und versuchen, aus dem Elastomer zu dringen. Je größer der Druck, desto größer ist die Menge des Gases, die in das Elastomer eindringt. Wenn der Druck plötzlich fällt, dehnt sich das Gas im O-Ring aus und wird seinen Weg durch diesen in die Atmosphäre finden. Das Gas entweicht möglicherweise harmlos in die Atmosphäre oder es bildet Blasen auf der Oberfläche. Infolgedessen entwickeln sich kleine Risse tief in den O-Ring hinein. Einige können zerreißen, Risse oder Vertiefungen hinterlassen und die Dichtung beschädigen. Dieses Phänomen wird explosive Dekompression genannt. Im Allgemeinen wird vermutet, dass dieses Phänomen in Fällen von Druckstürzen über ungefähr 30 bar (3 MPa oder 400 psi) auftreten kann. Zu berücksichtigende Variablen sind das verwendete Gas, der Druck, die Temperatur und der Elastomercompound. Generell verursacht Kohlenstoffdioxid (CO₂) mehr Probleme, als zum Beispiel Stickstoff. Eine Verbesserung kann durch eine schrittweise Reduzierung des Drucks und dem Einsatz einer höheren Härte und einer höheren Dichte erfolgen. Die Beständigkeit kann durch einer höheren Härte von bis zu 90-95° Shore A verbessert werden. Eine andere Methode ist es, die Schnurstärke des O-Ringes zu reduzieren. Allerdings ist dies nicht immer erfolgreich. NBR und FKM sind die besten Standardwerkstoffe für diese Anwendung.

ERIKS hat Compounds in: Aflas® für Anwendungen mit Gas und Dampf.

FKM 514162 in 95° IRHD, speziell für die Öl- und Gasindustrie.

Nur wenn sehr ausgewählte Elastomercompounds verwendet und die Inhaltsstoffe sorgfältig gemischt werden, kann ein gegenüber explosiver Dekompression beständiges Material erreicht werden. Normalerweise sind diese Compounds auch beständig gegenüber Extrusion.

Offshore-Anwendungen

In Offshore-Anwendungen werden O-Ringe extremen Drücken, Temperaturen und aggressiven Medien ausgesetzt.

Die kritischen Verhältnisse werden sogar noch kritischer durch sehr aggressive Öladditive, schwankenden Temperaturen, Spaltextrusion und explosiver Dekompression. Unter solchen Bedingungen sind nur Spezialcompounds einsetzbar.

ERIKS Compounds:

NBR-95, extrem extrusionsbeständig, getestet vom American Petroleum Institute.

AFLAS-90, hochmolekulares Aflas® mit verbesserter Extrusionsbeständigkeit und sehr gutem Druckverformungsrest. Ideal für Anwendungen mit Aminen und starken Laugen geeignet. Eine Einsatztemperatur von bis zu 200°C (390°F) ist möglich.

HNBR-XNBR 90, eine Mischung aus HNBR und XNBR 90° IRHD, welche eine hervorragende Abriebbeständigkeit, kombiniert mit einer sehr guten Extrusionsbeständigkeit gewährleistet. Es kann bis 150°C (300°F) eingesetzt werden. Auch erhältlich in 80° IRHD.

Verträglichkeit von Elastomeren mit Mineralölen

Eine bekannte schnelle Methode für eine Werkstoffbestimmung für O-Ring Anwendungen in Mineralölen ist eine basierend auf den Anilinpunkt des Öls durchgeführte Auswahl. Die ASTM D 471 Testreferenzzöle decken eine Reihe von Anilinpunkten ab, die in Schmierölen vorzufinden sind.

Testöl ASTM Nr. 1 hat einen hohen Anilinpunkt von 124°C (225°F) und bewirkt geringe Quellung; Testöl IRM 902 hat einen mittleren Anilinpunkt von 93°C (200°F) und bewirkt mittelmäßige Quellung; Testöl IRM 903 hat einen geringen Anilinpunkt von 70°C (157°F) und bewirkt hohe oder extreme Quellung von O-Ring Werkstoffen.

Hinweis: Der Anilinpunkt von einem Mineralöl scheint das Quellverhalten von Ölen auf Elastomerteile zu charakterisieren. Im Allgemeinen gilt, je niedriger der Anilinpunkt, desto heftiger ist das durch das Öl hervorgerufene Quellverhalten. In statischen O-Ring Anwendungen kann eine Volumenquellung von 20% akzeptabel sein. In dynamischen Anwendungen sollte die Volumenquellung unter 10% betragen.

Jedes andere kommerziell verfügbare Öl sollte erwartungsgemäß den gleichen Effekt auf O-Ringe haben, wie dessen entsprechende ASTM Testöl. Es wurde allerdings festgestellt, dass die Anilinpunkt-Methode nicht immer zuverlässig ist. Einige kommerzielle Öle mit dem gleichen Anilinpunkt können sich deutlich unterscheiden, da sie verschiedene Additive beinhalten.

Es wird daher empfohlen, Eignungstests von Werkstoffen in dem in der Anwendung zu verwendendem Öl durchzuführen.

B-Test-Flüssigkeiten führen zu einer Extraktion von den geringmolekularen Weichmachern des Elastomercompounds. Je mehr Weichmacher in einem Compound enthalten sind, desto mehr verhärtet und schrumpft ein O-Ring in einer Anwendung. Eine Schrumpfung in O-Ring Anwendung ist nicht annehmbar. Leckage kann davon die Folge sein. Eine populäre B-Test-Flüssigkeit ist ein Gemisch aus 42,25% Toluol, 20,35% Isooktan, 12,7% Diisobutylen, 4,3% Ethanol, 15% Methanol und 0,5% Wasser.

6. Werkstoff-Auswahl

Mineralöle, Hydraulikflüssigkeiten

Diese Öle werden in der Industrie am häufigsten verwendet. Deren größte Nachteile sind deren giftige Eigenschaften und schwere Entflammbarkeit. Diese Öle oder Hydraulikflüssigkeiten sind nicht klar definiert, allerdings sind sie ein Gemisch von verschiedenen Kohlenwasserstoffen. Die folgenden Richtlinien können für die verschiedenen Arten von Elastomeren gemacht werden.

Allgemein: Nahezu alle

Hydraulikflüssigkeiten beinhalten aktive Additive, die das Elastomer angreifen können, insbesondere bei hohen Temperaturen.

NBR ist das „Arbeitspferd“ dieser Flüssigkeiten. Je höher der ACN-Gehalt in dem NBR, desto besser ist die Beständigkeit. Standard NBR-Typen neigen bei Temperaturen von 110°C (230°F) und höher zu Verhärten, da dann eine zusätzliche Vernetzung auftritt.

ERIKS Compounds für Hydraulikflüssigkeiten

- NBR: alle Typen können eingesetzt werden. Bitte fragen Sie eine Verfügbarkeitsliste an.
- HNBR: kann bis 150°C (300°F) eingesetzt werden; insbesondere peroxidisch vernetzte Compounds.
- Neopren: zeigt starke Quellung in Petroleumöle, wodurch kaum Bedarf an diesem Werkstoff besteht.
- FKM: kann generell bis 200°C (400°F) eingesetzt werden. Widersteht vielen Additiven, mit Ausnahme von bestimmten Aminen. Diese Amine können das Elastomer dazu führen, schnell zu verhärten. Das ist der Grund, weshalb peroxidisch vernetzte FKM-Typen (Viton® GF) oder Kalrez® in diesen Fällen eingesetzt werden. Auch Aflas® hat eine hervorragende Beständigkeit bei sehr hohen Drücken.
- Silikon: Silikon O-Ringe können nur in hochviskosen Ölen eingesetzt werden, sind allerdings sehr sensibel gegenüber aktive Additive.
- Fluorsilikon: sehr gut bis 175°C

(350°F). Kann darüber hinaus bis -60°C (-76°F) eingesetzt werden.

- ACM: generell gut beständig gegenüber Öle bis 150°C (300°F).
- ECO: Epichlorhydrin hat eine gute Mineralölbeständigkeit und einen breiten Temperaturbereich von -51°C (-60°F) bis 150°C (300°F).
- Polyurethan: sehr hoch beständig, jedoch sehr empfindlich gegenüber Hydrolyse.

Synthetische Öle, Hydraulikflüssigkeiten

Diese Flüssigkeiten haben einige Vorteile gegenüber Mineralöle. Sie besitzen eine bessere thermische Stabilität, breitere mögliche Anwendungstemperaturen und geringere Flüchtigkeit. Auf der anderen Seite sind diese teurer. Eine ausführliche Auflistung der Flüssigkeiten würde zu weit gehen. Folgend finden Sie eine Auflistung von allgemeinen Regeln über die Medienbeständigkeit:

Polare Elastomere wie NBR, FKM, ACM, HNBR, ECO und AU haben eine gute Beständigkeit. Die Beständigkeit gegenüber Hydraulikflüssigkeiten kann nicht immer vorhergesehen werden, weil die Additive oft eine wichtige Rolle beim chemischen Angriff spielen. Da in den meisten Fällen diese Additive nicht immer bekannt sind, ist es empfehlenswert, einen Test durchzuführen, um so die tatsächliche Beständigkeit sicherzustellen.

HFA- und HFB-Flüssigkeiten

Diese schwer entflammaren Öle sind aggressiver. Speziell formulierte NBR-Compounds sollten ein akzeptables Quellverhalten bieten. ERIKS hat mehrere Compounds aus NBR. Wenn ein Minimum an Quellung gefordert wird, sollte ein Fluorelastomer wie der Viton® 51414 verwendet werden. Standard Polyurethan ist aufgrund dessen Empfindlichkeit gegenüber Hydrolyse auf 50°C (122°F) beschränkt.

Pflanzliche Öle

Dies sind Öle aus Samen, Früchten oder Pflanzen, wie zum Beispiel Olivenöl, Palmöl und Rapsöl. Sie haben die Vorteile, biologisch abbaubar und ungiftig zu sein. Hydraulikflüssigkeiten wurden aufgrund jüngster Fortschritte in deren Entwicklung, welche diese Öle biologisch abbaubar machten, immer populärer. Biologisch abbaubare Öle haben allerdings eine geringe Temperaturbeständigkeit von 80°C (176°F).

Hochtemperaturbeständige Elastomere sind daher nicht notwendig.

In den meisten Fällen kann man mit NBR gute Ergebnisse erzielen. Da NBR-Compounds viele Weichmacher enthalten, können Sie unter Umständen quellen. Der Einsatz von Polyurethan ist bedingt möglich, obwohl ein kurzzeitiger Gebrauch nur zu einer geringen Quellung führen wird. Eine zunehmende Schädigung tritt jedoch in den meisten Fällen auf; zweifellos nachdem sich Hydrolyse entwickelt.

EPDM und Butyl weisen eine gute chemische Beständigkeit auf, obwohl eine Quellung von bis zu 40% auftreten kann. Diese Elastomere können daher nur in statischen Anwendungen eingesetzt werden. ERIKS hat Compounds in NBR 70 36624 (70° IRHD), NBR 90 47702 (90° IRHD) sowie spezielle NBR-Compounds für FDA-, WRC- und KTW-Anwendungen.

Hinweis:

Diese Beständigkeits-Informationen sind nur als Empfehlungen gedacht. Der Endnutzer ist verantwortlich für die Sicherstellung der Verträglichkeit.

6. Werkstoff-Auswahl

Hydraulik- und Getriebeöle und der ACN-Gehalt

Ein hoher ACN-Gehalt mit einem geringen Grad an Weichmachern bietet eine hervorragende Beständigkeit gegenüber Mineralöle. Ein geringer ACN-Gehalt mit einem hohen Weichmacheranteil führt zu einer besseren Flexibilität bei tiefen Temperaturen. Eine peroxidische Vernetzung bietet den bestmöglichen Druckverformungsrest bei erhöhten Temperaturen. Dies sind alles Eigenschaften, die für den Einsatz in Hydraulik-Anwendungen wichtig sind.

ERIKS hat mehrere NBR-Compounds mit einem hohen ACN-Gehalt für die extremen Anforderungen von Schwermaschinen, für Automatikgetriebe (ATF) und Erdöl, sowie auch NBR mit geringem ACN-Gehalt für Flexibilität bei besonders tiefen Temperaturen.

Silikonflüssigkeiten

Silikonflüssigkeiten sind chemisch sehr stabil. Laut Angaben aus der Fachliteratur können nahezu alle elastomeren Dichtungswerkstoffe, mit Ausnahme von Silikon-Kautschuk, im Kontakt mit Silikonölen oder Silikonfetten eingesetzt werden. Es gibt jedoch einige Ausnahmen: Silikonflüssigkeiten haben die Neigung, Weichmacher aus den Elastomeren zu ziehen, was daraufhin zu einem Schrumpfen führt. Dieser Effekt ist bei gering viskosen Flüssigkeiten und Hochtemperaturanwendungen am schwersten. Aufgrund dieses Verhaltens sollten zur Abdichtung von Silikonflüssigkeiten keine militärischen NBR-Compounds oder andere NBR-Compounds mit einer Tieftemperatureignung von unter -40°C (-40°F) verwendet werden. Diese Compounds müssen Weichmacher enthalten. Andere Werkstoffe sollten vor deren Einsatz getestet werden, um so sicherzustellen, dass diese nicht mehr als ein oder zwei Prozent in der Anwendung schrumpfen.

Silikon-Kautschuk hat eine schlechte chemische Beständigkeit im Kontakt mit Silikonflüssigkeiten. Silikon-Kautschuke neigen zur Absorbierung von Silikonflüssigkeiten, was zu einer Quellung und Erweichung des O-Rings führt. Gelegentlich wird allerdings erwünscht, eine Silikonflüssigkeit mit einem O-Ring aus Silikon-Kautschuk abzudichten. Diese Kombination ist im Allgemeinen akzeptabel, wenn die Viskosität der Silikonflüssigkeit 100.000 cSt oder mehr beträgt und die Temperatur 150°C (300°F) nicht übersteigt.

Übersicht der Beständigkeit gegenüber mineralischen und biologisch abbaubaren Öle

<i>Mineralöle</i>	<i>Zu verwendendes Elastomer</i>
Typ:	
H	NBR, FKM, HNBR, AU
H-L	NBR, FKM, HNBR, AU
H-LP	NBR, FKM, HNBR, AU
H-LPD	NBR, FKM, HNBR, AU
H-V	NBR, FKM, HNBR, AU
<i>Wasserbasierende Öle</i>	<i>Zu verwendendes Elastomer</i>
Typ:	
HFA (>80% Wasser)	-5° $+55^{\circ}\text{C}$ – NBR, FKM, AU
HFB (40% Wasser)	-5° $+60^{\circ}\text{C}$ – NBR, FKM, AU
HFC (35% Wasser)	-20° $+60^{\circ}\text{C}$ – NBR
HFD-R	-20° $+150^{\circ}\text{C}$ – EPDM (aeronotique)
HFD-S	-20° $+150^{\circ}\text{C}$ – FKM
<i>Bioöle</i>	<i>Zu verwendendes Elastomer</i>
Typ:	
HETG	für die Landwirtschaft bis zu 80°C : AU, NBR,
HNBR	
HEPG	Für Wasserschutzgebiete bis zu 80°C : AU, NBR, ANBR, FKM* $+80^{\circ}\text{C}$: HNBR, FKM* (*nur peroxidisch vernetzte FKM-Compounds)
HEES	bis zu 80°C : AU, NBR, HNBR, FK M $+80^{\circ}\text{C}$: HNBR, FKM* (*nur peroxidisch vernetzte FKM-Compounds)

6. Werkstoff-Auswahl

Kontakt mit Kraftstoffe

Kraftstoffe sind in Hinblick auf einen Kontakt mit Elastomeren sehr komplexe Flüssigkeiten. Kraftstoffe sind ein Gemisch aus aromatische oder aliphatische Kohlenwasserstoffe mit der Zugabe von Alkohol. Die Durchführung von eigenen Tests wird immer empfohlen, wenn auch FKM-, Epichlorhydrin- (ECO) und spezielle NBR-Compounds am häufigsten im Kontakt mit Kraftstoffen eingesetzt werden.

Einen Überblick über Fluorelastomer-Compounds können Sie der allgemeinen Fluorelastomer-Broschüre entnehmen, die wir Ihnen bei Bedarf gerne zusenden.

Die UL (Underwriters Laboratories, Inc.) ist eine gemeinnützige Organisation, die von der American Insurance Association finanziert wird. Sie testet und listet viele elektrische Sicherheits- und Brandschutzgeräte sowie Ausrüstungen für den Einsatz im Kontakt mit giftigen Flüssigkeiten und Chemikalien. Seit vielen Jahren testen und prüfen sie Elastomer-Compounds, die für den Einsatz mit Benzin, Naphtha, Kerosin, Autogase und Heizöle geeignet sind.

UL-gelistete O-Ring Compounds können mit Gewissheit für Benzin- und Autogasbefüllventile, Pumpen, Dosiergeräte, Autogasflaschen, Ventile und anderen Geräten verwendet werden, die eine zuverlässige Dichtung erfordern.

Kraftstoffe für Automobilmotoren

Es gibt auf dem Markt verschiedene Automobilkraftstoffe; verbleites und bleifreies Benzin, mit und ohne MTBE, wobei jedes in der Zusammenstellung und dem Gehalt an Gasohol variieren kann. Gasohol ist eine Mischung aus Benzin und 10-20 Prozent Alkohol. Der Alkohol kann dabei entweder Ethyl (auch genannt Ethanol oder Getreidealkohol) oder Methyl (Methanol oder Holzalkohol) sein. Der am besten geeignete Werkstoff hängt nicht nur von dem Kraftstoff selbst ab, sondern auch von dem zu erwartenden Temperaturbereich oder der Art des Einsatzes – das heißt entweder in einer statischen oder dynamischen Anwendung – ab. In Automobilkraftstoff-Anwendungen sind extrem hohe Temperaturen nicht zu erwarten, jedoch können manchmal in nördlichen Klimazonen Tieftemperaturen bis hin zu -40°C (-40°F) oder sogar -55°C (-65°F) vorkommen.

Die meisten Werkstoffe, die für diesen Einsatzbereich im Kontakt mit Kraftstoffe empfohlen werden, haben eine geringe Tieftemperaturflexibilität in Luft. Diese verbessert sich jedoch in einer Flüssigkeit, die den Werkstoff leicht anquillen lässt.

Kraftstoffe für Luftfahrt-Systeme

Luftfahrtkraftstoff-Systeme sind Tieftemperaturanwendungen. NBR-Compounds müssen eine gute Tieftemperaturflexibilität, im Allgemeinen einen geringen ACN-Gehalt und einen höheren Anteil an Weichmachern aufweisen. Fluorsilikon wird auch in Luftfahrtkraftstoff-Systeme eingesetzt und ist bis zu circa -80°C beständig.

Extreme Temperaturen

Wenn Luft oder andere Gase bei Temperaturen unter -55°C (-65°F), der empfohlenen Tieftemperaturgrenze der meisten Silikon-Compounds, abgedichtet werden müssen, müssen spezielle Compounds verwendet werden. Wenn die Permeabilitätsrate von Silikon-Kautschuk für die Anwendung zu hoch ist (die Permeabilitätsrate verringert sich bei einer Abnahme der Temperatur), muss ein alternativer Werkstoff zum Einsatz kommen.

Für Anwendungen, die sowohl mäßig hohe, als auch tiefe Temperaturen benötigen, ist es möglich, zwei O-Ringe zu verwenden. Einen Silikon O-Ring, um die Abdichtung bei tiefen Temperaturen aufrecht zu erhalten und einen FKM O-Ring, der die Permeabilität reduziert, wenn die Abdichtung wärmeren Temperaturen ausgesetzt ist. Falls ein Tieftemperatur O-Ring eine Flüssigkeit abdichtet, welche Silikon angreift, wird Fluorsilikon empfohlen. Dieser Werkstoff hat eine hervorragende chemische Beständigkeit gegenüber eine Vielzahl von Medien, ist einsetzbar bis 177°C (350°F) und in vielen Anwendungen auch höher und erhält seine Dichtkraft oft auch bei Tieftemperaturanwendungen bis -73°C (-100°F).

Durch eine Erhöhung der Verpressung erhalten oft auch andere Werkstoffe Ihre Dichtwirkung unterhalb deren eigentlicher Tieftemperaturgrenze. Diese Vorgehensweise ist jedoch im Allgemeinen oft nur auf statische Flanschabdichtungen begrenzt. Eine starke Verpressung einer radialen Dichtung macht die Montage sehr schwierig.

6. Werkstoff-Auswahl

Extrem hohe Temperaturen

Extrem hohe Temperaturen können zu einem physikalischen und/oder chemischen Angriff führen, welcher in einem Dichtungsversagen endet. Durch eine extreme Hitzeenergie fängt der O-Ring in der Nut an zu quellen, wodurch die Reibung bei dynamischen Anwendungen erhöht wird. In vielen Fällen verhärtet der O-Ring beachtlich und der Druckverformungsrest ist höher, als bei tieferen Temperaturen. Bei hohen Temperaturen können thermoplastische Werkstoffe sogar anfangen zu fließen, wodurch eine Leckage entsteht.

Die beste Wahl: eine Reihe von speziellen Werkstoffen wurden entwickelt, um eine optimale Dichtungsleistung unter diesen Konditionen zu erreichen. Diese Werkstoffe sind: Aflas®, Viton®, Kalrez®, Silikon oder Fluorsilikon. PTFE kann als thermoplastischer Werkstoff die beste Wahl sein; vorausgesetzt, es wird keine Elastizität gefordert.

Kalrez® kann dauerhafte Temperaturen von bis zu 327°C (620°F) widerstehen. Standard NBR- und EPDM-Compounds können dahingehend zur Erreichung einer besseren Temperaturbeständigkeit formuliert werden. Als Beispiel: der ERIKS Compound EPDM 55914PC bietet eine außergewöhnlich hohe Temperaturbeständigkeit für Ethylen-Propylen Elastomere. Bestimmte Fluorpolymere degenerieren sich über 300°C und können gesundheitsgefährdende Gase freisetzen, sofern die Temperatur weiterhin steigt. Bitte beachten Sie darüber hinaus, dass hohe Temperaturen viele Eigenschaften des Werkstoffes wie die Gaspermeabilität, Zugfestigkeit und der Druckverformungsrest deutlich verschlechtern.

ERIKS bietet Ihnen Compounds:

- bis 200°C (390°F): alle FKM's, Teflex-FKM, Teflex-Silikon;
- bis 220°C (430°F): Kalrez®, Silikon 714177, Fluorsilikone

- bis 280°C (540°F): Kalrez® und spezielle Silikon-Compounds;
- bis 327°C (620°F): Kalrez®.

Bitte beachten Sie, dass die Temperaturbeständigkeit sehr von der Abdichtdauer und der chemischen Umgebung abhängt. Fragen Sie uns um Unterstützung für die Auswahl anderer Werkstoffe oder ziehen Sie Datenblätter zu rate.

Extrem tiefe Temperaturen

Tiefe Temperaturen verringern die molekulare Aktivität und führen elastomere Compounds dazu, härter zu erscheinen. Bei extrem tiefen Temperaturen erreichen Elastomere einen glasartigen Zustand und werden sehr brüchig. Sie können allerdings immer noch abdichten und oft ihre normale Flexibilität ohne Schäden bei Erwärmung zurückerhalten. Dieser Zustand ist während die Temperatur steigt reversibel. Die Temperatur, bei welcher der glasartige Zustand auftritt, kann durch Versuche bestimmt werden.

Normen dieses Versuchs sind zum Beispiel die ISO 812, ASTM D 2137, BS 90 Teil 25 und ASTM D 746. Extreme Kälte führt dazu, dass der O-Ring in der Nut schrumpft und sich zusammenzieht. Dies kann zu einer Leckage der Dichtung führen. Wenn die Temperatur noch weiter fällt, setzt die Schrumpfung fort und der O-Ring wird brüchig – er kann bei Kräfteinwirkung brechen. Die beste Wahl kann Silikon sein, welches flexibel bei Temperaturen bis zu -50°C (-58°F) bleibt. Bitte beachten Sie allerdings, dass Silikon eine geringe chemische Beständigkeit und eine hohe Gaspermeabilität hat. Fluorsilikon sollte eingesetzt werden, wenn Kraftstoffe oder Öle im Prozess vorhanden sind. Es wird generell in Flugzeugkraftstoff-Systemen eingesetzt und ist tieftemperaturbeständig bis circa -80°C (-112°F).

PTFE kann bis -170°C (-275°F) eingesetzt werden, hat allerdings keine elastischen Eigenschaften. Es beginnt unter Druckbeaufschlagung schnell zu

fließen (sogenannter Kaltfluss). PTFE mit Füllstoffen kann dieses Problem deutlich reduzieren. Eine mit einer metallischen Feder vorgespannte Dichtung kann dabei nützlich sein. Federvorgespannte PTFE-Dichtungen bieten unter diesen Bedingungen eine gute Abdichtleistung. Fragen Sie bitte nach den technischen ERIKS Prospekten.

Darüber hinaus kombinieren auch Teflex FEP-ummantelte O-Ringe (mit Silikonkern) eine Tieftemperaturbeständigkeit mit einer sehr guten chemischen Beständigkeit. Die Tieftemperaturbeständigkeit kann sich ebenfalls verbessern, wenn eine höhere Verpressung auf den O-Ring angewandt wird. Dies kann natürlich nur bei statischen Dichtungen angewendet werden.

ERIKS bietet Ihnen Compounds aus:

- FKM und NBR bis -40°C (-40°F);
- EPDM 55914 und EPDM 55914PC bis -50°C (-56°F);
- Silikon 714177 bis -60°C (-76°F);
- speziellem Fluorsilikon für Tieftemperaturen bis -90°C (-130°F);
- mit metallischer Feder vorgespannte PTFE Nutringe bis -200°C (-325°F).

Der TR-10 Wert ist ein guter Indikator der Tieftemperaturgrenze einer dynamischen oder statischen Dichtung, die pulsierenden Drücken ausgesetzt ist. In einer statischen Anwendung mit konstanter Druckbeaufschlagung liegt die Tieftemperaturgrenze eines O-Ringes ungefähr 8°C (15°F) tiefer als die TR-10 Temperatur. Bitte beachten Sie, dass die auf den ERIKS Datenblättern angegebenen TR-10 Temperaturen nur Testwerte sind. Erfahrungsgemäß ist die untere Betriebstemperatur circa 10°C (18°F) geringer als ermittelte TR-10 Werte.

Hinweis:

Bitte beachten Sie für Informationen über Viton® auch Seite 46ff.

6. Werkstoff-Auswahl

Reibungskoeffizient

Reibung führt zu Verschleiß; Dichtungen bilden da keine Ausnahme. Der Grad des Verschleiß wird durch fünf Faktoren bestimmt: die schmierenden Eigenschaften des Mediums, die Oberflächenrauheit des Metalls, der Druck sowie die Temperatur und die Besonderheiten des Elastomers.

Im Allgemeinen ist die Haftreibung ein Vielfaches höher, als die Gleitreibung. Dies hängt allerdings von vielen Faktoren ab, jedoch hauptsächlich der Härte des O-Rings. Wenn ausschließlich die Härte des O-Ringes verändert wird, führt eine Erhöhung der Härte zu einer Steigerung der Haftreibung. Eine Verringerung der Härte führt hingegen zu einer Senkung der Haftreibung.

Für spezielle Anwendungen, in denen eine externe Schmierung unmöglich ist, gibt es spezielle Compounds mit eingeschlossenen Schmiermitteln. Diese interne Schmierung ist die Beimischung eines reibungsreduzierenden Stoffes in den Elastomer-Compound. Da bei einer internen Schmierung die Zusammensetzung des Compounds verändert wird, wurden diesen Compounds spezielle Nummern vergeben. Interne Schmiermittel können zum Beispiel Graphit, Molybdän-Disulfid, gepulvertes PTFE oder üblicher, ein organisches Schmiermittel sein. Dieses Schmiermittel migriert durch den O-Ring und setzt sich allmählich auf der Oberfläche ab. Darüber hinaus gibt es Prozesse, welche die Oberfläche eines O-Rings modifizieren. Der Reibungskoeffizient sinkt bis zu 50%. Die Oberfläche ist, um sicherzugehen, dass alle Eigenschaften des Elastomers erhalten bleiben, nicht beschichtet. Dieses Verfahren ist sehr umweltfreundlich und kann daher auch für Trinkwasseranwendungen verwendet werden.

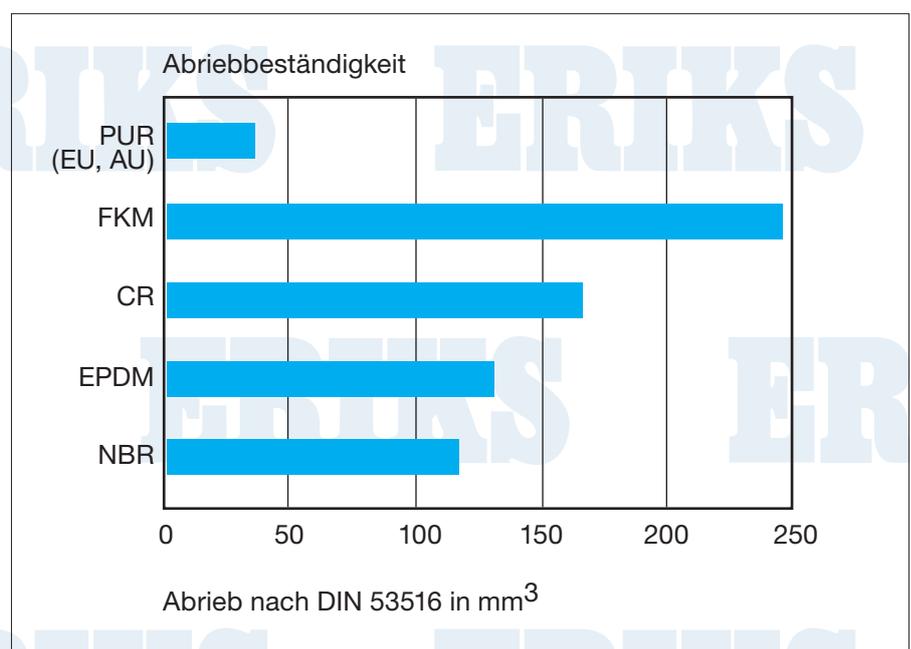
Abrieb- und Verschleißbeständigkeit

Abriebbeständigkeit ist ein allgemeiner Begriff, der den relativen Verschleiß eines Werkstoffes wiedergibt. Sie bezieht sich auf die Abreibung oder Abschabung der O-Ring Oberfläche und ist daher für O-Ringe im Einsatz als dynamische Dichtung wichtig. Dies ist ein sehr komplexes Problem und kann hier nicht tiefer behandelt werden. Bitte wenden Sie sich für weitere Informationen an uns.

Die ideale Kontaktoberfläche sollte eine Oberflächenrauheit von 0,4-0,8 R_a ohne längs- und umlaufende Schrammen haben. Idealerweise sollte die Oberfläche fein geschliffen, prägepoliert oder hartverchromt sein. Der Zustand von dynamischen Kontaktoberflächen ist für die Lebensdauer einer Dichtung sehr entscheidend. Sachgerechte Oberflächenfinishes sind wichtig. Die zulässige maximale Rauheit der Nutflächen ist begrenzt, da rauere Nutflächen zu einer übermäßigen Abnutzung führen würden. Feinere Flächen führen dagegen zu einer Mangelschmierung des O-Ringes, die zu einem Ruckgleiten (dem sogenan-

nten Slip-Stick Effekt) oder einem ungleichmäßigen Verschleiß führen könnte. Eine Oberflächenrauheit von weniger als 5 millionstel Zoll (0,15 $\mu m R_a$) werden für dynamische O-Ring Anwendungen nicht empfohlen. Die Oberfläche muss rau genug sein, um kleine Mengen von Öl halten zu können. Oberflächenfinishes unter 0,2 R_a streifen das Öl zu sauber ab, wodurch die Lebensdauer der Dichtung leidet.

Nur einige Elastomere werden für den Einsatz, bei dem bewegende Teile den O-Ring tatsächlich berühren, empfohlen. Härtere O-Ringe von bis zu 85° IRHD sind dabei normalerweise beständiger gegenüber Abrieb, als weichere. Natürlich muss die Abriebbeständigkeit auch unter den anderen Gesichtspunkten wie Oberflächenzustand und Schmierung betrachtet werden. Die beste Abriebbeständigkeit bietet PUR (Polyurethan) und spezielle XNBR-Compounds, die Ihr Können bereits in Offshore-Anwendungen bewiesen haben.



6. Werkstoff-Auswahl

Kontakt mit Ozon

Ozon wird ein zunehmend lästiger Faktor im Einsatz von O-Ringen. Große Konzentrationen, wie sie im Sommer auftreten, können bestimmte Elastomere sehr schnell schädigen. Viele Elastomere wie Viton®, Silikon, Neopren und EPDM sind sehr gut geeignet im Kontakt mit hohen Ozonkonzentrationen. NBR jedoch, das im Maschinenbau am meisten verwendete Elastomer, ist hochsensibel gegenüber Ozon. Schon bei geringen Konzentrationen von 50ppm treten in NBR Dichtungen kleine Risse, senkrecht zur Richtung der Dehnung auf.

Es gibt eine Reihe von Möglichkeiten, dem vorzubeugen:

- die Verwendung von Viton® aufgrund des großen Lagervorrats.
 - die Verwendung von HNBR.
 - die Verwendung eines NBR/PVC-Compounds.
- Allerdings sollte der schlechtere Druckverformungsrest von NBR/PVC gegenüber NBR berücksichtigt werden.
- die Verwendung von Neopren CR 32906.
 - die Verwendung von andersartigen Compounds (meistens zu höheren Preisen, wie Kalrez®).
 - die Verwendung von ozonbeständigem NBR.
 - die Verwendung von weissen Compounds für hohe Konzentrationen von Ozon.

Strahlung

Eine der wichtigsten Eigenschaften eines Elastomers, welches als O-Ring eingesetzt wird, ist dessen Druckverformungsrest. Bei einer Aussetzung gegenüber Gammastrahlen ist der Druckverformungsrest besonders betroffen (von den Strahlenarten hat die Gammastrahlung den schlimmsten Einfluss auf Elastomere). Nach einer Einwirkung von 108 rad haben alle Elastomere einen Druckverformungsrest von ungefähr 85%. Genug Verlust der ela-

stomeren Rückstellkraft, um eine Leckage zu ermöglichen. Bei 107 rad gibt es starke Unterschiede zwischen den Werkstoffen, während bei 106 rad der Strahleneinfluss auf alle Elastomere nur noch gering ist. Im Bereich von 107 rad sollte daher ein O-Ring Compound mit Sorgfalt ausgewählt werden, da er für höhere Konzentrationen nicht in Frage kommen könnte. Bei geringeren Konzentrationen sind andere Faktoren als die Strahlung bedeutender. Es ist daher wichtig, einen Dichtungswerkstoff vorab unter Praxisbedingungen zu testen. Fragen Sie uns nach Daten über die Strahlenbeständigkeit von Elastomeren.

Elektrische Leitfähigkeit / Abschirmung

Elastomer können hinsichtlich deren elektrischer Eigenschaften von elektrisch isolierend bis hin zu elektrisch leitfähig reichen. Dies ist insbesondere von den Additiven abhängig, die dem Elastomer beigemischt werden. Im Speziellen:

- isolierend: mehr als 10^9 Ohm/cm (nahezu alle Kautschuke)
- begrenzt leitfähig: 10^5 bis 10^9 Ohm/cm (Neopren)
- leitfähig: geringer als 10^5 Ohm/cm (spezielle Compounds)

Es ist oft unerlässlich, elektronische Geräte von elektromagnetischen Interferenzen (EMI) abzuschirmen, um so eine Verflüchtigung von elektromagnetischer Energie vorzubeugen oder elektronische Geräte zu erden. Leitfähige Compounds wurden entwickelt, um eine hermetische Abdichtung in Kombination mit einer Abschirmung oder Erdung zu bieten. Diese Werkstoffe können zu O-Ringen, X-Ringen, kundenspezifischen Formteilen, Plattenmaterialien sowie Stanzteilen verarbeitet werden.

Elektrische Eigenschaften

Polymer	Spezifischer Widerstand (Ohm)		Widerstandsgröße	
	von	bis	von	bis
NBR	10^4	10^{10}	15	17
FKM	10^{10}	10^{14}	20	35
VMQ	10^{15}	10^{16}	20	40
EPDM	10^6	10^{16}	10	25
CR	10^2	10^{13}	5	15
FFKM	10^{17}	5×10^{17}	16	18
VMQ	0,002	5	-	-
FVMQ	0,004	0,1	-	-
EPDM	0,006	10	-	-
FKM	0,006	0,006	-	-

6. Werkstoff-Auswahl

Farbige O-Ringe

Farbige Werkstoffe bieten eine Identifikationsmöglichkeit zur richtigen Montage und Rückverfolgbarkeit sowohl vor als auch nach deren Einsatz. Im Allgemeinen sind O-Ringe schwarz (mit Ausnahme von Silikon), da die meisten von Ihnen mit Ruß gefüllt sind. Mit Ruß erzielt man die bestmöglichen mechanischen Eigenschaften. In bestimmten Fällen können allerdings auch weiße Additive, wie Titandioxid, verwendet werden. Grün und braun wird häufig für Viton® verwendet. Für Silikon rot ist im Allgemeinen Eisenoxid im Einsatz. Im Prinzip kann jede Farbe hergestellt werden; vorausgesetzt, es wird eine genügende Menge in Auftrag gegeben.

Darüber hinaus können O-Ringe auch mit einem farbigen Punkt auf der Oberfläche versehen werden, der die Differenzierung gegenüber anderen Werkstoffen erleichtert.

Ein farbiger Punkt kann auch während des Vulkanisationsprozesses angebracht werden. Dieser kann dann nicht mehr entfernt werden. Der Punkt ist aus der gleichen Qualität wie der O-Ring und es treten keine negativen Reaktionen auf.

Eine andere Technik, einen O-Ring wiederzuerkennen, wird bei bestimmten Viton® O-Ringen eingesetzt.

Eine spezielle Substanz – ein Indikator – wird beigemischt, die den O-Ring unter UV-Licht fluoreszieren lässt.

Eine Identifikation des O-Ringes ist so einfacher.

O-Ringe als Antriebsriemen

O-Ringe werden oft als Antriebsriemen bei relativ geringen Kräften in audiovisuellen Geräten eingesetzt. O-Ringe wurden vorzugsweise entwickelt, um bei einer Verpressung eine Dichtwirkung aufrechtzuerhalten, wohingegen ein Antriebsriemen seine

Form und Abmessung gegenüber einer konstanten Aufdehnung behalten muss. Der Werkstoff eines O-Ringes muss daher im Einsatz als Antriebsriemen eine Beständigkeit gegenüber eine Vielzahl von Faktoren haben:

- Beständigkeit gegenüber Kriechen, der Neigung von Kautschuk gering zu dehnen oder entspannen.
- Beständigkeit gegenüber starker Biegung.
- Beständigkeit gegenüber Abrieb, der durch den Weg des Riemens über die Riemenscheiben und Sprossenräder bei hoher Geschwindigkeit entsteht.

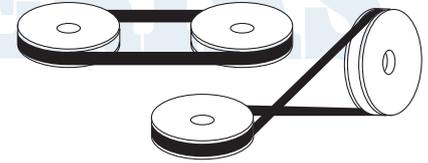
Kritische Umgebungsfaktoren können die Anwesenheit von Ozon, extreme Betriebstemperaturen und weitere sein.

Für optimale Ergebnisse werden die folgenden Punkte empfohlen:

- Die O-Ring Aufdehnung sollte maximal 10-15% des O-Ring Innendurchmessers betragen.
- Halbkreisförmige Nuten sollten halb abgerundet sein und einen Radius gleich der O-Ring Schnurstärke aufweisen.
- Der Durchmesser der Riemenscheibe sollte größer als die 4-fache O-Ring Schnurstärke sein.
- Abriebbeständigkeit ist wichtig.

Die meisten O-Ringe, die als Antriebsriemen verwendet werden, bestehen aus EPDM oder Polyurethan. Polyurethan kann eine gute Betriebslebensdauer bieten, wenn es maximal 20-25% aufgedehnt wird.

Je nach Anwendung können auch verschiedene andere elastomere Compounds wirksam eingesetzt werden. Bitte setzen Sie sich mit uns für weitere Informationen in Verbindung.



6. Werkstoff-Auswahl

Lineare Ausdehnung

Elastomere haben andere Ausdehnungsraten als Kunststoffe oder Stahl. Die Auslegung der Nutgeometrie muss daher darauf abgestimmt werden.

Thermischer Ausdehnungskoeffizient

	EPDM	FKM	NBR	VMQ	CR	FFKM	Stahl	Aluminium
Linearer Ausdehnungskoeffizient $10^{-6} \times 1/^\circ\text{C}$	160	ca. 200	150	200	185	231	ca. 10	ca. 20
Tieftemperatur $^\circ\text{C}$	-45	-30	-40	-50	-40	-15	-	-
Max. Temperatur $^\circ\text{C}$	200	250	135	250	135	316	-	-
Lineare Ausdehnung bei Hochtemperaturgrenze in $^\circ\text{C}$	3,2	5,0	2,0	5,0	2,5	7,3	-	-
Volumenausdehnung bei Hochtemperaturgrenze in $^\circ\text{C}$	9,6	15,0	6,0	15,0	7,5	21,9	-	-

Gaspermeabilität

Die folgende Tabelle gibt den Koeffizient der Gaspermeabilität für verschiedene Medien und Compounds wieder.

Gaspermeabilität

Gaspermeabilitäts-Koeffizient $10^{-17} \text{ m}^2 / (\text{s} \times \text{Pa})$	IIR	AU	NBR (38% ACN)	NBR (33% ACN)	NBR (28% ACN)	CR	NR	VMQ
Luft $60^\circ\text{C}/140^\circ\text{F}$	2,0	2,5	2,5	3,5	7,5	6,0	25,0	330
Luft $80^\circ\text{C}/175^\circ\text{F}$	5,0	7,0	5,5	7,0	21,0	12,0	40,0	410
Stickstoff $60^\circ\text{C}/140^\circ\text{F}$	1,5	2,5	1,0	2,0	4,0	4,5	18,0	280
Stickstoff $80^\circ\text{C}/175^\circ\text{F}$	3,5	5,5	2,5	5,5	7,0	8,0	33,0	360
CO ₂ $60^\circ\text{C}/140^\circ\text{F}$	13	26	30	56	58	58	160	950
CO ₂ $80^\circ\text{C} / 175^\circ\text{F}$	29	73	48	63	97	71	210	1500