

# Dichtungstechnik

## Oberflächenmodifizierte Dichtungen



# ERIKS

Know-how macht den Unterschied

# Oberflächenmodifizierte O - Ringe

## ALLGEMEIN

In den letzten Jahren zeichnen sich bei der Verwendung von O-Ringen und Gummitteilen neue Anforderungen und Trends ab. Die automatische Montage, eine Silikon- und Lackbenetzungsstörungsfreiheit sowie eine Reduzierung der Reibung bei dynamischen Anwendungen wird vermehrt gewünscht.

***Automatische Montage :*** Die Gummitteile müssen so behandelt werden, daß sie ohne Probleme vereinzelt werden können und das die Montage reibungslos erfolgen kann.

***Silikon- und Lackbenetzungsstörungsfreiheit :***

In der Lackiertechnik müssen alle Gummitteile so behandelt sein, daß die Haftung des Lackes gewährleistet ist.

***Reduzierung der Reibung :***

Je nach Einsatzbereich sollen Stick-slip-Erscheinungen und hohe Losbrechkräfte verhindert werden.

Dieses Schreiben geht im Detail auf die verschiedenen Möglichkeiten ein, diese neu geforderten Eigenschaften zu gewährleisten.

<b>Verfahren</b>	<b>Seite</b>	<b>Elastomere</b>	<b>Haft verhinderung</b>	<b>Reduzierung Montagekraft</b>	<b>Automatische Montage</b>	<b>Dynamische</b>
<b>Anwendung</b>						
RR-Verfahren	5	Alle	A	A	A	A
RP-Verfahren	6	Alle	A	A	A	A
SF-Verfahren	7	Alle	A	A	A	A
LF-Verfahren	8	Alle	A	A	A	A
Molykotierung	9	Alle	A	A	B	C
Talkumierung	9	Alle	A	C	B	C
PTFE Hart	10	Alle	A	A	A	A
PTFE Pulver	11	Alle	A	B	B	C
RK-Verfahren	11	NBR	A	A	A	A
Silikonisierung	11	Alle	C	A	C	C
Teflex-Ummantelung	11-19	Viton®/Silikon	A	A	A	C
FKM-Beschichtung	20	Alle	-	-	-	-
Interne Schmierung	21	Alle	A	A	B	A

**A = sehr gut      B = gut      C = befriedigend**

Eine Beschreibung dieser Verfahren finden Sie auf den nächsten Seiten.

## VORTEILE

Je nach Beschichtungsverfahren und Einsatzfall ergeben sich Vorteile, die bereits Einfluß auf die Konstruktion nehmen können, aber in jedem Fall die Lebensdauer und die Handlingeigenschaften verbessern :

- bessere Vereinzlung
- Erleichterung bei der Montage
- Antihafte Wirkung
- Reduzierung der Reibwiderstände
- mikroraine Oberfläche
- Silikon- und Lackbenetzungsstörungsfreiheit
- umweltfreundlich
- Verbesserung der Schmiereigenschaften
- Stick-Slip Reduzierung
- Reduzierung der Losbrechkräfte
- Vereinfachung bei der automatischen Montage



O-Ringe können in zahlreichen modifizierten Ausführungen geliefert werden.

## BESTIMMUNG DES REIBWERTWIDERSTANDES

**Prüfgerät** : Statigraph 4 ( Texttechno, H. Stein GmbH )  
**Reiblänge** : 100 mm  
**Reibkörper** : Metall  
**Reibkörperfläche** : 30,4 cm<sup>2</sup> ( 7,6 x 4,0 cm )  
**Reibkörpermasse** : 240 g  
**Prüfgeschwindigkeit** : 100 mm · min<sup>-1</sup>  
**Auswertung** : in Anlehnung an DIN 53859-T02-79  
 ( E DIN prEN ISO 13937-2:1995 )

**Verfahrensweise :** An die bewegliche Klemme des Zugprüfgerätes wurde ein waagerechter Auflagetisch ( Probehalter ) angebracht, ein Prüfblech aufgespannt und darauf der an einer Kordel befestigte Reibkörper gelegt. Danach wurde die Kordel über eine am Auflagetisch befestigte Umlenkrolle gelegt und in die obere, mit dem Kraftaufnehmer verbundene, Klemme eingespannt. In Abhängigkeit der nach dem Start beginnenden Abwärtsbewegung des Auflagetisches wurde der Reibkörper über das Prüfblech gezogen und der hierbei entstehende dynamische Reibungswiderstand in Form von Zugkräften aufgezeichnet ( Einheit = Newton ).

		<b>RR</b>	<b>PTFE</b>	<b>PTFE</b>	<b>PTFE</b>	<b>FKM-</b>
	<b>Unbehandelt</b>	<b>Verfahren</b>	<b>Transp. FDA</b>	<b>Schwarz</b>	<b>Grau</b>	<b>Beschichtung</b>
	<b>cN</b>	<b>cN</b>	<b>cN</b>	<b>CN</b>	<b>cN</b>	<b>cN</b>

<b>FKM</b>	123,9	89,6	63,0	72,1	58,6	45,8
<b>EPDM</b>	101,9	70,1	59,3	80,8	59,2	52,2
<b>NBR</b>	86,3	68,2	65,6	82,9	62,4	52,0
<b>Silikon</b>	69,6	65,6	57,6	78,3	61,0	54,3

## VERFAHRENSBESCHREIBUNGEN

### **RR-VERFAHREN**

Bei diesem Verfahren wird die Oberfläche im Mikrobereich modifiziert, ohne die Eigenschaften des Gummi zu verändern. In einem Hochvakuum wird die Oberfläche im 5 bis 10 Micronbereich gereinigt. Schmutz, Weichmacher, Unreinheiten usw. werden entfernt und dadurch eine microreine Oberfläche erzeugt.

Es handelt sich hier um keinen Schichtauftrag, so daß die Vorspannung der Gummiteile weiterhin gewährleistet bleibt.

Ein wichtiger Aspekt ist die Umweltfreundlichkeit dieses Verfahrens. Die behandelten Gummiteile sind weiter für Anwendungen im Nahrungs- und Trinkwasserbereich geeignet.

Diese Gummiteile lassen sich bei der automatischen Montage einfach vereinzeln und bei Trockenlauf wird der Stick-slip-Effekt verhindert. Dieses bedeutet eine erhebliche Verlängerung der Lebensdauer.

Praxistests haben gezeigt, daß bei 100 % Dehnung keine Risse im Oberflächenbereich gebildet werden und das die Reibkräfte erheblich geringer sind wie bei den ursprünglichen Teilen.

## **RP VERFAHREN**

Über einen chemischen Prozess wird die Oberfläche in ihrer Molekularstruktur im Bereich von 2 bis 5  $\mu$  verändert. Es entsteht eine sehr dünne, fest mit dem Trägermaterial verbundene Oberflächenschicht.

Dieser Prozess ist ebenfalls sehr umweltfreundlich. Die behandelten Teile können auch im Kontakt mit Nahrungsmitteln und Trinkwasser verwendet werden.

Die weiteren Vorteile sind :

- fester Verbund zwischen Trägermaterial und Schicht
- wasserabweisende Oberfläche
- Vereinzlung durch Antihafwirkung
- kein Stick-Slip Effekt bei Trockenlauf
- Reduzierung des Reibungswiderstandes
- Reduzierung der Losbrechkräfte

Anwendungen: Automatische Montage, dynamische Anwendungen, Lebensmittel- und Trinkwasseranwendungen



**Oberflächenbeschaffenheit eines unbehandelten sowie eines RP-behandelten O-Ring 500fach vergrößert.**

## ***SF VERFAHREN***

**Hier wird ebenfalls durch ein computergesteuertes Verfahren die Oberfläche im Mikrometerbereich modifiziert, wodurch Schmutz und Weichmacher entfernt werden. Weichmacher können nicht mehr durch das Gummi nach außen dringen.**

**Diese Dichtungen werden vorzugsweise in der Lackindustrie eingesetzt, wo eine Silikonfreiheit gefordert wird.**

**O-Ringe können bis zu 100 % gedehnt werden, ohne dass die mechanischen Eigenschaften sich ändern.**

**Der Einsatz im Lebensmittel- und Trinkwasserbereich ist möglich.**

**Diese behandelten Teile werden als "SILIKONFREI" bezeichnet.**

**Sie werden nach dem VDMA-Verfahren getestet und in einer speziellen Kunststoffolie mit der Aufschrift "Silikonfrei" geliefert.**

**Alle Prozessdaten werden kundenspezifisch gespeichert und dokumentiert.**



Verschiedene O-Ringe in silikonfreier Ausführung.

### ***LF VERFAHREN***

Dieses Verfahren wird überwiegend in der Automobilzulieferindustrie eingesetzt, da dort die Eigenschaft "Silikonfrei" häufig nicht mehr ausreichend ist.

Bei der Druckluftaufbereitung für die hochautomatisierte Lackiertechnik dürfen keine Spuren von Silikon oder anderen Weichmachern an der Oberfläche des Gummis auftreten. Die Anlagen müssen frei von allen lackbenetzungsstörenden Substanzen sein.

Mit einem hochtechnisierten Plasma-Reinigungs-Verfahren wird Gummi so gereinigt und behandelt, daß ein Ausschwitzen von Mischungsbestandteilen nicht mehr stattfindet.

Die Volkswagen Prüfspezifikation Nr. 3.10.7 wird erfüllt. Jede Charge wird geprüft und dokumentiert. Die Gummiteile werden in speziellen Beuteln verpackt und mit der Aufschrift "Lackbenetzungsstörfrei" versehen.

Dieser Prozess verändert die technischen Eigenschaften der Gummiteile nicht. Bei Dehnungen von bis zu 120 % finden keine Veränderungen der Oberfläche statt.

**Dieser Prozess ist absolut umweltfreundlich. Die behandelten Gummiteile können in Kontakt mit Lebensmittel und Trinkwasser eingesetzt werden.**

**Da der Reibungskoeffizient erheblich niedriger ist wie bei unmodifizierten Gummiteilen, ist diese Ausführung für die automatische Montage gut geeignet.**

### ***MOLYKOTIERUNG***

**Beim Molykotieren wird hochreines und mikrofeines Molybdändisulfid auf die Oberfläche des Gummiteils aufgetrommelt. Dadurch entsteht ein Trockenschmierfilm an der Oberfläche der sich mechanisch verzahnt.**

**Es entsteht also eine Reduzierung von Reibung und Verschleiß bei dynamischen Anwendungen. Die Abriebfestigkeit wird erheblich höher, da die Molykote-Substanzen sich in die Hohlräume der Gegenlauffläche absetzen.**

**Bei der automatischen Montage von O-Ringen kann der Abrieb zu einer Verschmutzung der Automaten führen.**

**Die Anwendungen als dynamische Dichtungen sind begrenzt.**

**Eine Molykotierung kann bei jeder Gummimischung erfolgen.**

## **TALKUMIERUNG**

Das Talkum wird in einer Trommel als Pulverbeschichtung auf die Dichtung aufgebracht. Es geht jedoch keine Verbindung mit der Oberfläche des Elastomer ein. Diese Behandlung verhindert hauptsächlich eine Verklebung der O-Ringe bei der Lagerung oder bei der Montage.

Für dynamische Anwendungen sind diese Dichtungen nicht geeignet.

## **PTFE HART**

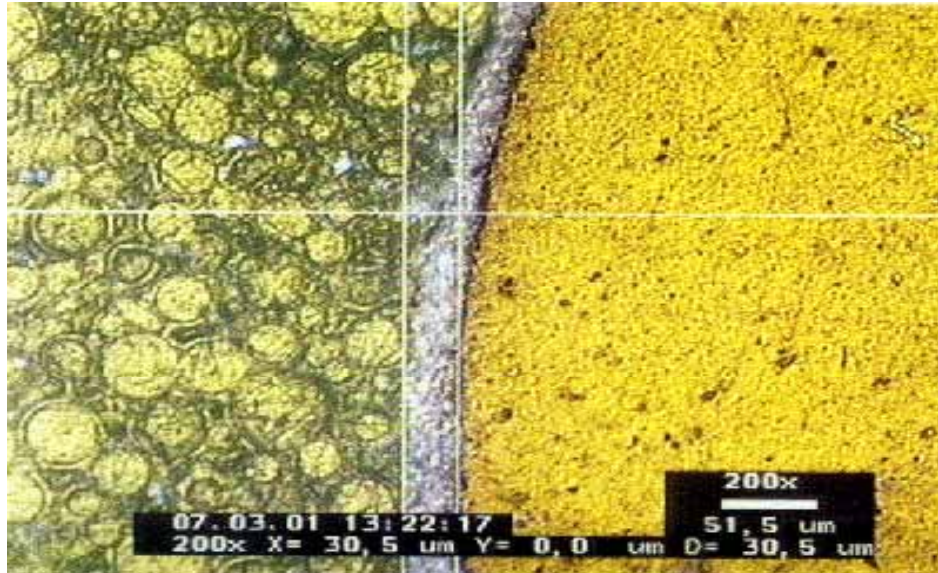
Durch das Aufbringen einer Mischung aus PTFE und Bindeharzen wird die Oberfläche mit einer elastischen Schicht mit einer Dicke von etwa 25 bis 35  $\mu$  versehen. Die Verbindung ist mit dem Elastomer fest haftend und bleibt elastisch. Die chemische Beständigkeit wird verbessert, bleibt jedoch nicht dauerhaft.

Durch das mikroporöse Verhalten dieser Beschichtung können Chemikalien nach einiger Zeit durch die Schicht durchdringen.

Die Vorteile dieses Verfahren sind :

- dauerhaft geringer Reibungskoeffizient
- bleibende gute Trockenlaufeigenschaften
- kein Stick-slip-Effekt
- verbesserte Alterungsbeständigkeit
- hohe Elastizität der Beschichtung
- einsetzbar bei dynamischen Anwendungen
- automatische Montage möglich
- kann auf Teilbereiche der Gummidichtung aufgebracht werden.

Der Standard-Farbton ist grau, auf Wunsch ist auch eine schwarze, blaue oder transparente Oberfläche möglich. Eine FDA-Konformität für den Einsatz im Trinkwasser- und Nahrungsmittelbereich ist auf Wunsch möglich.



Im Schlibbild wird das Einbettmaterial, sowie das Trägermaterial ersichtlich.

### ***PTFE PULVER BESCHICHTUNG***

Nach der Vorbehandlung der Oberfläche, wird PTFE-Pulver auf die Oberfläche aufgetrommelt. Durch diese Behandlung wird eine gute Haftung erreicht. Die chemische Beständigkeit wird jedoch nicht verbessert. Dieses Verfahren wird vorzugsweise bei der automatischen Montage eingesetzt.

### ***RK VERFAHREN***

Hierbei handelt es sich um eine dünne, verschleißfeste Kunststoff-Beschichtung die auch auf Teilbereiche des Gummis aufgebracht werden können. Der Farbton ist grau oder schwarz.

Die Beschichtungsstärke des aufgetrommelten Kunststoffes ist ca. 30  $\mu$ . Der Reibungskoeffizient verringert sich dadurch um ca. 50 %.

**Anwendung findet dieser Prozess überwiegend dort, wo Gummiteile reibungsarm gemacht werden müssen.**

### ***SILIKONISIERUNG***

**Eine Silikonisierung wird nur selten angewendet, da dieses Verfahren nur die Montage erleichtert und keine Schmierwirkung erzielt werden kann.**

### ***TEFLEX – O-Ringe***

**Siehe folgende 8 Seiten.**

# INHALTSVERZEICHNIS

1. Alternativprodukte
  - Weshalb Teflex O-Ringe?
2. Einführung
3. Eigenschaften
4. Anwendungen
5. Einbauhinweise
6. Lieferprogramm
7. Lieferbare Materialien
8. Maßtabelle
9. Chemische Beständigkeit
10. Anpresskräfte
11. Nutabmessungen
12. Zulassungen
13. Inspektion
14. Konstruktionsvorschläge
15. Gut zu wissen

## 1. Alternativprodukte

### Weshalb Teflex O-Ringe?

"High-Performance" O-Ringe dienen als Dichtung bei hohen Anforderungen an Chemikalien- und Temperaturbeständigkeit. Nachstehend einige Vor- und Nachteile verschiedener Ausführungen:

#### Voll PTFE

Besitzt die beste chemische Beständigkeit. PTFE leidet unter Kaltfluß und hat wenig oder keine Rückprallelastizität.



#### PTFE überlappt

Verschiedene Ausführungen sind lieferbar. Vorteil ist der günstigere Preis. Nachteil ist der mögliche Chemikalienkontakt mit dem Gummi.



#### PTFE beschichtet

Elastomer O-Ringe können mit PTFE beschichtet werden. Diese Behandlung ergibt einen niedrigeren Reibungskoeffizienten, aber keine bessere chemische Beständigkeit. Dieses Verfahren wird vorwiegend zur Montageerleichterung eingesetzt.



#### Perfluorelastomere

Diese Elastomere (Kalrez®-Zalak®) sind die hochwertigsten Compounds für chemische Anwendungen. Bis 316°C einsetzbar.



### Metall O-Ringe

Diese O-Ringe bieten eine exzellente chemische Beständigkeit bei hohen Drücken und wechselnden Temperaturen. Sie haben eine spezielle Beschichtung.

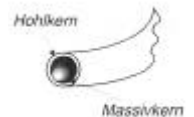


## 2. Einführung

Der Teflex O-Ring besteht aus einem Elastomerkern und einer nahtlosen Teflon FEP- oder PFA-Ummantelung. Wir unterscheiden die Massivkern- und die Hohlkern-Ausführung.

- Massivkern aus Viton (FKM) oder Silikon (VMQ)
- Hohlkern aus Silikon (VMQ)

Man bevorzugt für statische Dichtzwecke den Massivkern. Für langsame Schalt- und Drehbewegungen ist der Hohlkern besser geeignet.



Der FEP-Mantel bildet die Dichtung und der Elastomerkern schafft die gleichmäßige Anpressung des Mantels auf die Dichtstelle. Der Teflex O-Ring arbeitet wie eine hochviskose Flüssigkeit. Der Druck, der auf die Dichtung ausgeübt wird, verteilt sich gleichmäßig. Die Anpressdrücke, die durch den Einbau der Teflex O-Ringe ausgeübt werden, verstärken sich durch den Druck des Mediums. So entsteht eine totale abdichtende Anpressung, die bei steigendem Mediumdruck weiter zunimmt.

Teflex O-Ringe bieten durch ihre einfache Geometrie eine Lösung für viele Dichtungsprobleme. Teflex ist relativ preiswert und ist in sehr vielen Abmessungen kurzfristig lieferbar.

### 3. Eigenschaften

Teflex O-Ringe bieten folgende hervorragende Eigenschaften:

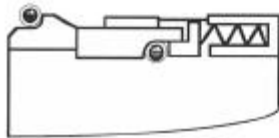
- sehr gute chemische Beständigkeit der nahtlosen FEP- und PFA-Ummantelung
- einsetzbar bis +204°C (FEP) und +260°C (PFA).
- anti-haftende Oberfläche und geringe Reibung
- sterilisierbar
- FDA-zugelassen, Ummantelung und Viton® (auf Anfrage)
- niedrige Dampfdurchlässigkeit
- niedriger Druckverformungsrest
- preiswert im Vergleich zu anderen High-Tech-Elastomer-Werkstoffen
- Druckbeständigkeit bis 250 bar (ab 50 bar nur mit konkavem Stützring)
- auch bei Vakuum einsetzbar

### 4. Anwendungen

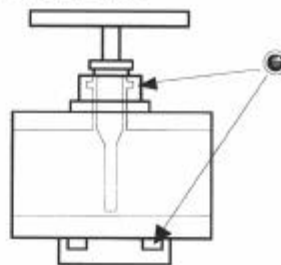
Hinweis: Teflex O-Ringe sollten in bestimmten Anwendungen nicht eingesetzt werden, z.B. bei dynamischen Anwendungen mit hoher Geschwindigkeit oder wo die Montage eine extreme Ausdehnung voraussetzt.

Beispiele

Gleitringdichtungen



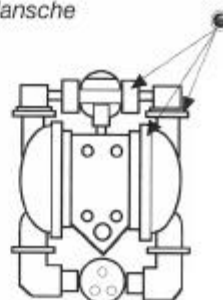
Absperrventile



Filterelemente



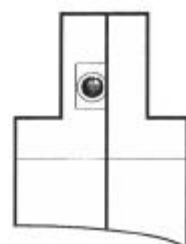
Flansche



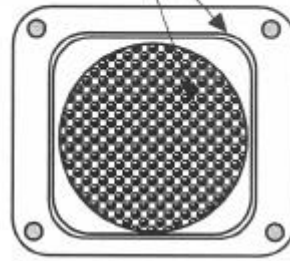
Mixer



Zylinderbau



Wärmetauscher

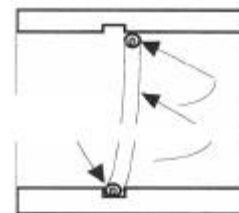
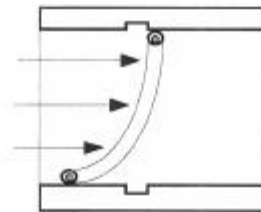


### 5. Einbau

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

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

Bei Montage in Außennut: Wir schlagen vor, den O-Ring bis 70°C aufzuwärmen und ein Einfuhrkonus zu benutzen.



Der Teflex O-Ring darf nicht über scharfe Ecken 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 bis max. 150°C weicher gemacht werden. So kann der Teflex O-Ring besser gedehnt oder gestaucht werden. Der O-Ring darf bei der Montage nicht zu stark gebogen werden, da der Mantel hierdurch beschädigt werden könnte. Die Oberflächenrauigkeit soll den Wert von 20 Microinch nicht überschreiten.

## 6. Teflex Lieferprogramm

Viele verschiedene Formen und Ausführungen sind lieferbar. Es folgen einige Beispiele:

### Rund

Standardausführungen sind rund mit einem Innendurchmesser ab 5 mm. Es gibt kein oberes Limit für den Durchmesser.

### Oval

Ovale Ausführungen finden Ihre Anwendung bei Abdichtung von Behälterdeckeln.

### Halbrund

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

### Rechteckig und viereckig

Diese Ausführungen finden Anwendung bei Wärmetauschern. Alle Ausführungen werden mit abgerundeten Ecken gefertigt.

### FEP-Ummantelung auf Viton®-Rundschnur:



Dieses ist die gebräuchlichste Ausführung. Das Viton®-Compound bietet einen sehr niedrigen Druckverformungsrest. Temperatureinsatz von  $-20^{\circ}\text{C}$  bis  $+204^{\circ}\text{C}$  ist möglich.

### FEP-Ummantelung auf Silikon-Rundschnur:



Auch diese Ausführung ist sehr gebräuchlich. Technisch ist sie weniger hochwertig als Viton®, aber preiswerter. Temperatureinsatz bereits ab  $-60^{\circ}\text{C}$  und bis  $+204^{\circ}\text{C}$ .

### PFA-Ummantelung auf Viton®-Rundschnur:



PFA bietet höhere Abriebfestigkeit als FEP, aber der Preis ist deutlich höher. Temperaturbereich von  $-20^{\circ}\text{C}$  bis  $+204^{\circ}\text{C}$ .

### PFA-Ummantelung auf Silikon-Rundschnur:



Diese Kombination kann bei höheren Temperaturen eingesetzt werden ( $-60^{\circ}\text{C}$  bis  $+260^{\circ}\text{C}$ ).

### FEP-Ummantelung auf Silikon-Hohlkern:



Diese Ausführung wird dort eingesetzt, wo niedrige Anpresskräfte vorhanden sind. Temperaturbereich von  $-60^{\circ}\text{C}$  bis  $+204^{\circ}\text{C}$ .

### PFA-Ummantelung auf Silikon-Hohlkern:



Gleiche Anwendung wie bei FEP. Jedoch bietet PFA eine höhere Abriebfestigkeit. Temperaturbereich:  $-60^{\circ}\text{C}$  bis  $+260^{\circ}\text{C}$ .

### FEP-Ummantelung auf Rechteckschnur:



Diese Ausführung kann auf Viton oder Silikonviereckschnur gefertigt werden. Sie findet Anwendung bei Schlauchkupplungen vom Typ Cam-Lock/Eritite. Temperaturbereich von  $-20^{\circ}\text{C}$  (Viton®) oder  $-60^{\circ}\text{C}$  (Silikon) bis  $+204^{\circ}\text{C}$ .

Die Anfertigung von Sonderformen ist möglich. Preise auf Anfrage.

## 7. Lieferbare Materialien

Es gibt vier Standardausführungen.

### FEP/PFA-Ummantelung und Viton®-Kern

FEP-Viton® ist die weitverbreiteste Kombination. FEP ist einsetzbar von -20°C bis +204°C  
PFA ist einsetzbar von -60°C bis +260°C

*Viton® ist original DuPont Performance Elastomers.*

Viton-Datenblatt nach ASTM D 2000 M6 HK 70

Härte: 75° ± 5° IRHD  
Zugfestigkeit: min. 10,7 Mpa  
Bruchdehnung: min. 213%  
Druckverformungsrest:  
22 St/175°C 4,6% (auf Prüfkörper)  
24 St/200°C < 10% (auf O-Ring 5mm)

*bei Lagerung in Luft 70 St/250°C*

Härteänderung: +3°  
Änderung der Zugfestigkeit: +14,9%  
Änderung der Reißdehnung: -29%

*bei Lagerung in ASTM ÖL N°3 (70 St/150°C)*

Volumenänderung +5,4%

Dieses Viton®-Compound bietet einen sehr niedrigen Druckverformungsrest. Ein Viton®-Compound mit FDA-Zulassung ist optional lieferbar.

### FEP/PFA-Ummantelung und Silikon-Kern

Diese Kombination ist auch sehr verbreitet, da sie preiswerter ist als Viton®. Technisch zeigt diese Kombination nicht die gleichen guten Eigenschaften wie die Viton®-Kombination, mit Ausnahme niedriger Temperaturen. FEP wird eingesetzt von -60°C bis 204°C; PFA von -60°C bis +260°C.

### Datenblatt Silikon rot nach ASTM D 2000

Härte: 70 ± 5° IRHD  
Zugfestigkeit: min. 8,6 Mpa  
Bruchdehnung: min. 280%  
Druckverformungsrest 22 St/175°C: < 32%

Unser Silikon-Compound ist FDA geeignet.

### FEP- oder PFA-Ummantelung von Silikon-Hohlkern

Findet dort Anwendung, wo nur eine geringe Belastung der Dichtung zugelassen ist. PFA ist bis 260°C, FEP bis 204°C einsetzbar. Anwendungsbeispiel: Glas- und Kunststoffflansche.

### FEP-Ummantelung von Silikon- und Viton® - Rechteckschnur.

Rechteckige und viereckige Schnüre werden in verschiedenen Abmessungen hergestellt. Standard sind die Dichtungen für Schlauchkupplungen Eritite/System Cam - Lock.

## 8. Maßtabellen TEFLEX O-Ringe

TEFLEX O-Ringe sind erhältlich in den folgenden Standardabmessungsreihen:

AS 568  
AS 871  
BS 1806  
BS 4518  
JIS B 2401  
metrische Abmessungen

Die Toleranzen des Innendurchmessers sind nach DIN 7715 M2F. Die Toleranzen der Schnurstärke finden Sie in der nachstehenden Tabelle:

Schnurstärke (CSD) in mm	Innendurchmesserbereich (ID) in mm	CSD-Toleranz (±)	Sonstige ID CSD-Toleranz (±)
1,60	5,00 - 10,00	0,12	0,10
1,78	5,28 - 12,00	0,12	0,10
2,00	6,80 - 15,00	0,12	0,10
2,50	7,40 - 17,00	0,15	0,12
2,62	7,60 - 18,00	0,15	0,12
3,00	12,00 - 20,00	0,20	0,15
3,40	12,50 - 22,50	0,20	0,15
3,53	13,00 - 25,00	0,20	0,15
4,00	14,00 - 30,00	0,30	0,25
4,25	14,50 - 35,00	0,30	0,25
4,50	15,00 - 40,00	0,30	0,25
5,00	20,00 - 45,00	0,30	0,25
5,33	22,00 - 50,00	0,30	0,25
5,50	23,00 - 52,00	0,30	0,25
5,70	24,00 - 54,00	0,30	0,25
6,00	27,00 - 56,00	0,35	0,30
6,35	40,00 - 58,00	0,35	0,30
6,99	50,00 - 60,00	0,35	0,30
8,00	75,00 - 90,00	0,45	0,40
8,40	80,00 - 100,00	0,45	0,40
9,00	100,00 - 125,00	0,45	0,40
9,52	105,00 - 150,00	0,45	0,40
10,00	110,00 - 170,00	0,60	0,50
11,10	115,00 - 200,00	0,60	0,50
12,00	120,00 - 250,00	0,60	0,50
12,70	130,00 - 300,00	0,60	0,50
14,30	180,00 - 400,00	0,75	0,60
15,00	250,00 - 450,00	0,75	0,60
15,90	280,00 - 500,00	0,85	0,70
19,05	350,00 - 750,00	1,00	0,80
20,63	400,00 - 875,00	1,00	0,90
25,40	425,00 - 1000,00	1,25	0,90

TEFLEX O-Ringe können in Hinblick auf deren Toleranzbereich im Innendurchmesser nicht nach den geläufigen Standard-Reihen oder Normen für gepresste oder gespritzte O-Ringe wie AS, BS, JIS oder die DIN 3771 hergestellt werden.

Den möglichen Innendurchmessern der TEFLEX O-Ringe sind nach oben hin keine Grenzen gesetzt.

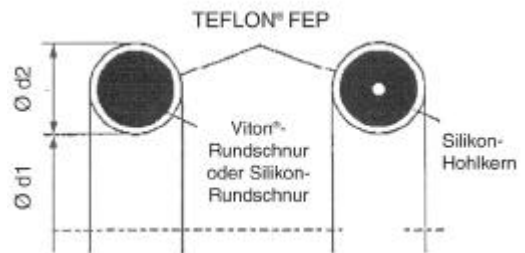
Dem stehen die zur Standard-Produktion notwendige kleinstmöglichen Innendurchmesser wie folgt gegenüber:

Schnurstärke in mm	Kleinstmöglicher Innendurchmesser in mm		
	Viton®- Vollkern	Silikon- Vollkern	Silikon- Hohlkern
1,60	10,00	5,00	nicht möglich
1,78	10,00	5,28	8,00
2,00	10,00	6,80	10,00
2,50	12,00	7,40	12,00
2,62	12,00	7,60	16,00
3,00	15,00	12,00	20,00
3,40	15,00	12,50	23,00
3,53	15,00	13,00	24,00
4,00	16,00	14,00	28,00
4,25	17,00	14,50	32,00
4,50	18,00	15,00	35,00
5,00	22,00	20,00	42,00
5,33	25,00	22,00	48,00
5,50	27,00	23,00	50,00
5,70	27,00	24,00	60,00
6,00	30,00	27,00	75,00
6,35	40,00	40,00	90,00
6,99	50,00	50,00	100,00
8,00	75,00	75,00	150,00
8,40	80,00	80,00	160,00
9,00	100,00	100,00	175,00
9,52	120,00	105,00	200,00
10,00	140,00	110,00	230,00
11,10	150,00	115,00	250,00
12,00	180,00	120,00	300,00
12,70	190,00	130,00	350,00
14,30	230,00	180,00	390,00
15,00	350,00	250,00	400,00
15,90	400,00	280,00	450,00
19,05	500,00	350,00	500,00
20,63	550,00	400,00	550,00
25,40	600,00	425,00	600,00

### Dicke der FEP/PFA-Ummantelung

Folgende Dicken sind Standard:

Ø Schnurdurchmesser	Dicke FEP/PFA-Ummantelung
ab 1,78 mm	0,25 mm
ab 2,62 mm	0,25 mm
ab 3,53 mm	0,25 mm
ab 5,33 mm	0,40 mm
ab 6,99 mm	0,50 mm
ab 11 mm	0,80 mm



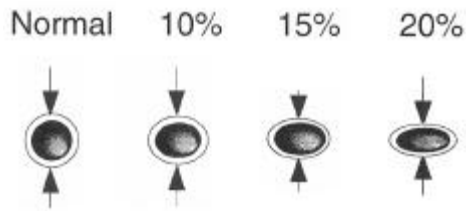
## 9. Chemische Beständigkeit

Teflex-FEP ummantelte O-Ringe absorbieren keine oder wenig Säure, Basen oder Verdüner bis ca. 200°C. In folgender Tabelle finden Sie einige Absorptionsergebnisse von FEP:

Chemikalien	Temp °C	Zeit	% Quellung
Aniline	185	168 St	0,3
Benzaldehyd	200	168 St	0,7
Tetrachloride	78	168 St	2,3
Freon 113	47	168 St	1,23
Nitrobenzol	210	168 St	0,8
Toluol	110	168 St	0,8
Chromsäure 50%	100	168 St	0,01
Phosphorsäure konz.	100	168 St	0,01
Schwefelsäure 30%	70	1 Jahr	0
Chlorsäure 20%	70	1 Jahr	0
Aceton	70	168 St	0
Benzol	78	168 St	0,5

## 10. Anpresskräfte

Wir haben für alle Durchmesser Tests durchgeführt. Hierbei haben wir Standard O-Ringe ausgewählt und diese 10, 15 und 20% eingedrückt. Es ist möglich, mit dieser Tabelle die Druckbelastung für die einzelnen Durchmesser zu berechnen. Die Anpresskräfte sind in N/25 mm angegeben.



	VITON® RUNDSCHNUR			SILIKON RUNDSCHNUR			SILIKON HOHLKERN		
	Durchmesser			Durchmesser			Durchmesser		
	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			

## 11. Nutabmessungen

∅ Schnurdurchmesser	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

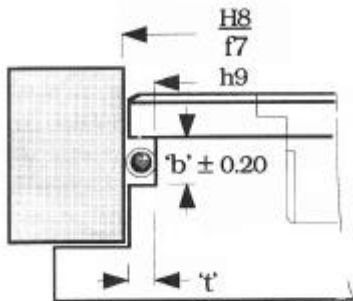
Tafel 1

∅ Schnurdurchmesser	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

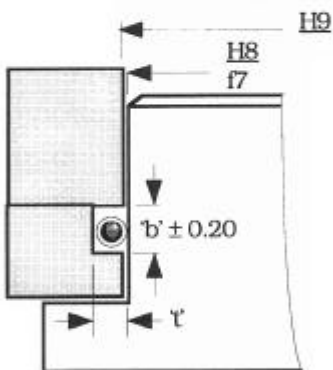
12,70	11,45	16,80
-------	-------	-------

Tafel 2

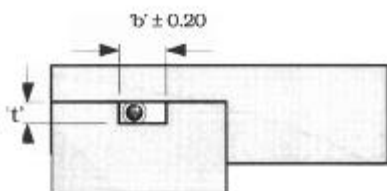
Statisch radial dichtend siehe Tafel 1



Statisch radial dichtend siehe Tafel 1



Axialdichtend siehe Tafel 2



## 12. Zulassungen

Die FEP- und PFA-Rohstoffe, die bei der Herstellung von Teflex O-Ringen benötigt werden, sind nach FDA-Regulation 21 CFR. 177.1550 zugelassen. Diese Zulassung beinhaltet die Genehmigung von der USDA (United States Department of Agriculture) und "The Dairy and Food Industries Supply Association". FEP und PFA beinhalten auch die USP Glass VI (Anforderungen für Einsatz in der pharmazeutischen Industrie.)

FDA-Zulassungen:

### 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

### Teflon PFA

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

Viton® kann in FDA-Ausführung geliefert werden.  
Silikon ist standardmäßig FDA.

## 13. Kontrolle

Für die Herstellung von Viton® Teflex O-Ringen werden nur Qualitäten von Dupont eingesetzt. Jeder O-Ring ist visuell kontrolliert. 10% der Produktion wird auf Maßgenauigkeit kontrolliert. Eine 100% Kontrolle ist gegen Aufpreis möglich. Alle Teflex O-Ringe werden nach ISO-9000-Anforderungen gefertigt.

## 14. Konstruktionsvorschläge

Teflex O-Ringe haben einen bestimmten Druckverformungsrest. Je kleiner der Durchmesser desto größer der Druckverformungsrest. Kleinere Abmessungen haben prozentual größere Toleranzen. Wir schlagen also vor, größtmögliche Durchmesser zu wählen. Wir schlagen weiter vor, die Teflex O-Ringe überwiegend statisch einzusetzen. Für dynamische Anwendungen sollten zuvor Tests durchgeführt werden. Die Oberflächenrauigkeit soll 20 Microinch nicht überschreiten.

### Nutabmessungen

Folgende Tabelle ist gültig für den Einsatz als statische Dichtung:

---

	<i>Druck</i>	<i>Vakuum</i>
Dichtfläche	Ra 0,4 – 0,8	Ra 0,1
	Rt 3 – 6,3	
andere Fläche	Ra 1,6	
	Rt 11 - 16	

---

## 15. Gut zu wissen

Große Abmessungen werden gerollt geliefert, um Versandkosten zu reduzieren. Wir bitten Sie, bei Anlieferung diese großen O-Ringe zu entrollen. Ist dies nicht möglich, dann ist es vorteilhaft, den Teflex O-Ring vor Montage ca. 25 Minuten bei 80°C in Wasser zu lagern.

Teflex O-Ringe mit NBR-Kern sind nicht lieferbar, da dieses Elastomer die hohen Temperaturen bei der Produktion nicht aushält. EPDM kann jedoch verarbeitet werden (Farbe: weiß).

Quick-Supply: Gegen Aufpreis ist eine Produktion innerhalb von 3 bis 4 Tagen möglich.

Teflex O-Ringe mit kleinen Innendurchmessern sind verhältnismäßig teurer, da jeder O-Ring per Hand gefertigt und kontrolliert werden muß.

Abweichende Rundschnurdurchmesser sind wie angedeutet lieferbar, z.B. 2,40 - 3,15 - 4,30 - 4,75.

Wir können auch O-Ringe mit einer reinen Teflon®-Ummantelung völlig umkapselt herstellen.

## **FKM BESCHICHTUNG**

FKM-Beschichtungen sind Elastomere, die mit anderen Elastomeren verbunden werden können und dadurch erheblich bessere chemische Beständigkeiten erzielt werden können. Diese Beschichtungen haben sehr gute mechanische Eigenschaften und haften ebenfalls sehr gut auch auf Metalle, Gewebe und Kunststoffe.

Die Idee, diese FKM zu entwickeln, resultierte aus der Möglichkeit anderen Gummiarten eine bessere chemische Resistenz zu geben. Dadurch wurde ein Prozess entwickelt, der eine ca. 50 µ dicke Schicht aufbringt und die Elastizität des Gummiteils gewährleistet. Die Farbe der Beschichtung ist rot, auf Wunsch auch in blau möglich.

Dadurch können jetzt Artikel entwickelt werden, die preistechnisch günstiger sind wie Voll-FKM, aber die ähnlichen chemischen Eigenschaften besitzen. Alle Gummiarten wie NBR, EPDM, Silikon und Moosgummi können beschichtet werden. In der nachstehenden Tabelle finden Sie ermittelte Testwerte der Quellung in Treibstoff B und Treibstoff C mit verschiedenen Gummiqualitäten für O-Ringe nach 125 Tagen bei 23° C (ASTM D -471-97).

<b>GUMMI</b>	<b>mit FKM -Beschichtung</b>	<b>ohne Beschichtung</b>
--------------	----------------------------------	------------------------------

### **Treibstoff B**

<b>Nitrile</b>	<b>1,8 %</b>	<b>13,4 %</b>
<b>Neoprene</b>	<b>1,6 %</b>	<b>20,6 %</b>
<b>Silicone</b>	<b>1,6 %</b>	<b>68,0 %</b>
<b>EPDM</b>	<b>1,6 %</b>	<b>75,0 %</b>

### **Treibstoff C**

<b>Nitrile</b>	<b>4,6 %</b>	<b>23,0 %</b>
<b>Neoprene</b>	<b>4,7 %</b>	<b>39,0 %</b>
<b>Silicone</b>	<b>5,0 %</b>	<b>74,0 %</b>
<b>EPDM</b>	<b>4,1 %</b>	<b>90,0 %</b>

## **O-RINGE MIT INTERNER SCHMIERUNG**

Es gibt verschiedene Möglichkeiten den Reibungskoeffizient von O-Ringen zu reduzieren. Meistens werden PTFE, Molybdändisulfid oder Graphit-Füllstoffe während der Mischung den Gummibestandteilen zugefügt.

Diese Bestandteile sind homogen im Gummi verteilt und wandern langsam an die Oberfläche, wodurch die Lebensdauer bei dynamischen Anwendungen erheblich gesteigert wird. Diese Werkstoffe sind erheblich teurer im Vergleich zu unseren anderen Verfahren und sind daher nur für größere Mengen geeignet.

NBR, EPDM und Viton® sind klassische Werkstoffe für diesen Bereich.

Reibungskoeffizient NBR 70 ERIKS Mischung 36624 :

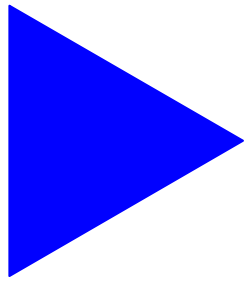
### **Dynamisch**

Normal : 1,02  
Interne Schmierung : 0,17

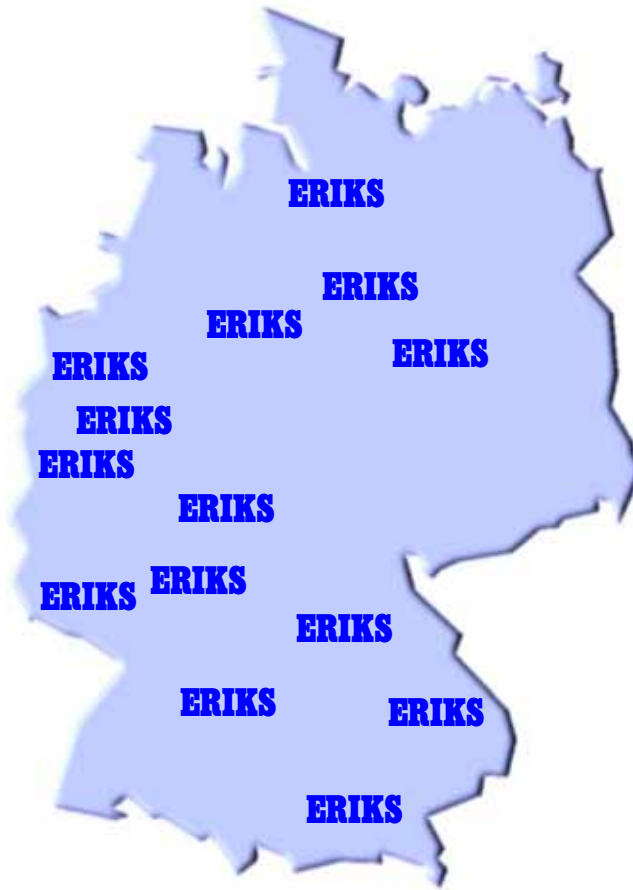
### **Statisch**

Normal : 1,10  
Interne Schmierung : 0,17

Viton® ist ein registriertes Warenzeichen von DuPont Performance Elastomers



# IHRE SERVICE-PARTNER



**ERIKS NordWest GmbH, RegionalCenter Bielefeld**, Bröninghauser Straße 38, 33729 Bielefeld,  
Tel.: 0521/9399-0, Fax: 0521/9399-49, E-Mail: [bielefeld@eriks.de](mailto:bielefeld@eriks.de)

---

**ERIKS NordOst GmbH, RegionalCenter Garbsen**, Robert-Hesse-Straße 11, 30827 Garbsen,  
Tel.: 0511/27998-0, Fax: 0511/27998-49, E-Mail: [hannover@eriks.de](mailto:hannover@eriks.de)

---

**ERIKS NordOst GmbH, RegionalCenter Blankenburg**, Neue Halberstädter Str. 67f, 38889 Blankenburg,  
Tel.: 03944/95476-0, Fax: 03944/95476-29, E-Mail: [blankenburg@eriks.de](mailto:blankenburg@eriks.de)

---

**ERIKS Nord GmbH, RegionalCenter Hamburg**, Biedenkamp 5c, 21509 Glinde,  
Tel.: 040/710040-0, Fax: 040/710040-49, E-Mail: [hamburg@eriks.de](mailto:hamburg@eriks.de)

---

**ERIKS West GmbH, RegionalCenter Neuss**, Im Taubental 31, 41468 Neuss,  
Tel.: 02131/3804-0, Fax: 02131/3804-49, E-Mail: [neuss@eriks.de](mailto:neuss@eriks.de)

---

**ERIKS West GmbH, RegionalCenter Aachen**, Schumanstr. 16b, 52146 Würselen,  
Tel.: 02405/47979-0, Fax: 02405/47979-49, E-Mail: [aachen@eriks.de](mailto:aachen@eriks.de)

---

**ERIKS Hessen GmbH, RegionalCenter Frankfurt**, Assar-Gabrielsson-Str. 3-5, 63128 Dietzenbach,  
Tel.: 06074/48340-0, Fax: 06074/48340-49, E-Mail: [frankfurt@eriks.de](mailto:frankfurt@eriks.de)

---

**ERIKS Bayern GmbH, RegionalCenter München**, Emmy-Noether-Straße 20, 82216 Maisach,  
Tel.: 08141/5371-0, Fax: 08141/5371-49, E-Mail: [muenchen@eriks.de](mailto:muenchen@eriks.de)

---

**ERIKS Bayern GmbH, RegionalCenter Regensburg**, Hartinger Weg 2a, 93083 Obertraubling,  
Tel.: 09401/9631-0, Fax: 09401/9631-10, E-Mail: [regensburg@eriks.de](mailto:regensburg@eriks.de)

---

**ERIKS Bayern GmbH, RegionalCenter Nürnberg**, Johann-Höllfritsch-Straße 43, 90530 Wendelstein,  
Tel.: 09129/90997-0, Fax: 09129/90997-49, E-Mail: [nuernberg@eriks.de](mailto:nuernberg@eriks.de)

---

**ERIKS SüdWest GmbH, RegionalCenter Stuttgart**, Kranstraße 9, 70499 Stuttgart,  
Tel.: 0711/8361-0, Fax: 0711/8361-220, E-Mail: [stuttgart@eriks.de](mailto:stuttgart@eriks.de)

---

**ERIKS SüdWest GmbH, RegionalCenter Saarbrücken**, Bühlerstraße 113, 66130 Saarbrücken,  
Tel.: 0681/88341-0, Fax: 0681/88341-31, E-Mail: [saarbruecken@eriks.de](mailto:saarbruecken@eriks.de)

---

**ERIKS SüdWest GmbH, RegionalCenter Mannheim**, Casterfeldstraße 66 - 72, 68199 Mannheim,  
Tel.: 0621/86006-0, Fax: 0621/86006-39, E-Mail: [mannheim@eriks.de](mailto:mannheim@eriks.de)

---

**ERIKS GmbH, Division Dichtungstechnik**, Bröninghauser Straße 38, 33729 Bielefeld,  
Tel.: 0521/9399-0, Fax: 0521/9399-49, E-Mail: [ccc-dichtungstechnik@eriks.de](mailto:ccc-dichtungstechnik@eriks.de)

---

**ERIKS Antriebstechnik GmbH, Division Fenner**, Lötscher Weg 50a, 41334 Nettetal,  
Tel.: 02153/7378-0, Fax: 02153/7378-78, E-Mail: [antriebstechnik@eriks.de](mailto:antriebstechnik@eriks.de)