



---

Die in diesem Katalog angegebenen allgemeinen und technischen Informationen beruhen auf bisherigen Erfahrungen und stellen lediglich Empfehlungen für Standardanwendungen dar.

Für Ihren konkreten Anwendungsfall stehen Ihnen unsere technischen Anwendungsberater gerne zur Verfügung und entwickeln gemeinsam mit Ihnen eine auf Ihre speziellen Dichtungsanforderungen angepasste Lösung.

Die angegebenen Produktdaten sind unter technisch idealen Laborbedingungen ermittelt worden. Diese Grenzwerte sind in bestimmten Anwendungen auf Grund deren Abhängigkeit von den Betriebsparametern (wie z. B. angewandter Druck, Einsatztemperatur, Medienkontakt, Gegenlauffläche, Reibung, Leckage, Schmutzaufkommen, etc.) niedriger anzusetzen. Vor diesem Hintergrund empfehlen wir eine Erprobung der Dichtungslösung in Ihrem konkreten Anwendungsfall durchzuführen. Die ULMAN Dichtungstechnik GmbH übernimmt keine Haftung für Schäden, die direkt oder indirekt in Zusammenhang mit der Nutzung der hier angegebenen Daten entstehen.

Um die Richtigkeit, der in diesem Katalog angegebenen Informationen gewährleisten zu können, behalten wir uns das Recht vor, unangekündigte Änderungen durchzuführen.

Mit dieser Ausgabe verlieren die vorherigen Ausgaben ihre Gültigkeit.

© Copyright 2024 ULMAN Dichtungstechnik GmbH – Alle Inhalte, insbesondere Texte, Fotografien und Grafiken sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, einschließlich der Vervielfältigung, Veröffentlichung, Bearbeitung und Übersetzung, bleiben vorbehalten. Bei Ausnahmen bedarf es der ausdrücklichen, schriftlichen Genehmigung der ULMAN Dichtungstechnik GmbH.



## INHALTSVERZEICHNIS

<b>Die Unternehmensgruppe ULMAN</b>	<b>4</b>	5.3	Einsatzbereiche	47	
Unsere Mission	5	5.4	Werkstoffe	47	
Unser Leistungsspektrum	6	5.5	Konstruktionshinweise	48	
		5.6	Einbauempfehlungen	48	
<hr/>					
<b>O-Ring</b>	<b>7</b>	<b>Rechteckring</b>		<b>51</b>	
1.1	Einleitung	8	6.1	Einleitung	52
1.2	Dichtwirkung	8	6.2	Einsatzbereiche	52
1.3	Einsatzbereiche	8	6.3	Werkstoffe	52
1.4	Werkstoffe	9	6.4	Konstruktionshinweise	52
1.5	Konstruktionshinweise	9	6.5	Einbauempfehlungen	53
1.6	Einbauvarianten	11	6.6	Rechteckring Abmessungen	54
1.7	Nutausführungen & Einbaumaße	12			
1.8	Montagehinweise	16	<b>U-Ring</b>		<b>63</b>
1.9	O-Ring Toleranzen & Sortenmerkmale	16	7.1	Einleitung	64
1.10	ISO-Toleranzen für Einbauräume	24	7.2	Einsatzbereiche	64
			7.3	Werkstoffe	65
			7.4	Konstruktionshinweise	65
<hr/>					
<b>FEP/PFA O-Ring</b>	<b>25</b>	<b>M-Ring</b>		<b>67</b>	
2.1	Einleitung	26	8.1	Einleitung	68
2.2	Dichtwirkung	26	8.2	Milchrohrverschraubungen nach DIN 11851	68
2.3	Einsatzbereiche	27	8.3	Clampdichtungen nach DIN 32676 / ISO 2850	68
2.4	Werkstoffe	27	8.4	SMS-Dichtungen	69
2.5	Konstruktionshinweise	27	8.5	Werkstoffe	69
2.6	Montagehinweise	28			
<hr/>					
<b>PTFE O-Ring</b>	<b>29</b>	<b>Flachdichtung</b>		<b>71</b>	
3.1	Einleitung	30	9.1	Flachdichtung	72
3.2	Dichtwirkung	30	9.2	Sonderkonstruktionen	72
3.3	Einsatzbereiche	30			
3.4	Werkstoffe	30	<b>Formteil</b>		<b>73</b>
3.5	Konstruktionshinweise	31	10.1	Formteil	74
3.6	Einbauempfehlungen	31			
<hr/>					
<b>X-Ring</b>	<b>33</b>	<b>Meterware</b>		<b>75</b>	
4.1	Einleitung	34	11.1	Meterware	75
4.2	Dichtwirkung	34			
4.3	Einsatzbereiche	34	<b>Werkstoffe</b>		<b>77</b>
4.4	Werkstoffe	35	12.1	Polymere	78
4.5	Konstruktionshinweise	35	12.2	Elastomere	79
4.6	Einbauvarianten	36	12.3	Oberflächenmodifikation von Elastomeren	83
4.7	Nutausführung & Einbaumaße	38	12.4	Thermoplastische Elastomere	86
4.8	Montagehinweise	39	12.5	Thermoplaste	87
4.9	X-Ring Abmessungen	39			
<hr/>					
<b>Stützring</b>	<b>45</b>				
5.1	Einleitung	46			
5.2	Wirkungsweise	46			



## DIE UNTERNEHMENSGRUPPE ULMAN

Seit Gründung im Jahr 1970, ist die ULMAN Dichtungstechnik GmbH kontinuierlich gewachsen. Mit dem Beginn als O-Ring-Vertriebsgesellschaft, haben wir uns bis heute zu einem international tätigen Komplettanbieter für technisch anspruchsvolle Produkte und Lösungen in der allgemeinen Dichtungstechnik entwickelt. Mit dem Aufbau eines kompletten Lieferprogramms für hochwertige Dichtungen betreuen wir einen globalen Kundenstamm in nahezu allen Industriebereichen.

Ein Meilenstein in der Firmengeschichte war die Gründung der ULMAN Produktion GmbH & Co. KG im Jahr 1987. Der ersten Entwicklung und Herstellung von Membranen für Druckluftpumpen, folgten Sickenform-, Tellerform-, PTFE-Verbund- und Rollmembranen. Neue Märkte wurden erschlossen und mit der patentierten einteiligen PTFE-Verbundmembrane haben wir uns als Weltmarktführer etabliert. Ein Welterfolg der bis heute stabil anhält.

Im Jahr 2000 wurde durch den Erwerb der TITAN Vertriebsges.m.b.H in Wien, die bestehende Produktpalette mit speziellen Dichtungen für die chemische

Industrie und den Anlagen-, Rohr- und Behälterbau erweitert. Durch die gemeinsame Nutzung von Synergien in der Gruppe haben wir unser Leistungspotential gesteigert.

Kontinuierliches sicheres Wachstum ermöglichte uns in 2018 einen weiteren wichtigen Schritt in Richtung Innovation und Nachhaltigkeit zu gehen. Ein weiteres Mal in der Firmengeschichte konnte eine Firmensitzverlagerung in einen zukunftsorientierten Neubau erfolgen. Unter ökologischen Gesichtspunkten wurden neben dem weltweit ersten doppelstöckigen AutoStore-Lagersystem, u.a. effiziente Energiekonzepte umgesetzt und ergonomische Arbeitsplätze geschaffen.

Mit über 50 Jahren Branchenerfahrung und stetiger Entwicklung, schreibt ULMAN eine mittelständische Erfolgsgeschichte im nationalen und internationalem Umfeld.

ULMAN - wegweisend, modern, erfahren.



## UNSERE MISSION

INNOVATIVE - QUALITATIV HOCHWERTIGE PRODUKTE - OPTIMALE LÖSUNGEN - ZUVERLÄSSIGE  
DIENSTLEISTUNGEN - IMMER DEN HÖCHSTEN ANPRÜCHEN UNSERER KUNDEN GERECHT WERDEN

Deshalb orientieren wir uns tagtäglich an unseren wichtigsten Unternehmenswerten:



INNOVATION



ZUVERLÄSSIGKEIT



QUALITÄT

Als global agierendes Unternehmen mit international patentierten Entwicklungen setzen wir auf Qualität und Innovation.

Unsere Unternehmensmentalität ist geprägt von dem konsequenten Streben nach optimalen Lösungen für unsere Kunden, denn die Zufriedenheit unserer Kunden steht für uns an erster Stelle. Diese Motivation und ein flexibler, zuverlässiger Service sind die Basis für unsere stabilen, langfristigen und von Vertrauen geprägten Partnerschaften, die unser nachhaltiges Unternehmenswachstum konstant stärken.

Die Grundlage unseres unternehmerischen Handelns ist eine strategische und kontinuierliche Zielorientierung. Für eine Leistung, die für Zuverlässigkeit, Kompetenz und Effizienz steht.

## INNOVATION

Als zukunftsorientiertes Unternehmen ist es unser Anspruch, Innovationen voranzutreiben. Unsere tägliche Arbeit besteht darin, innovative Produktlösungen zu realisieren. Zahlreiche Produkt- und Materialentwicklungen in eigenen Versuchsreihen und Versuchseinrichtungen ermöglichten bereits, dass ULMAN viele international patentierte Entwicklungen vorweisen kann.

## ZUVERLÄSSIGKEIT

Konsequent streben wir nach bestmöglichen Lösungen für verschiedenste Dichtungsanforderungen. Neben Standardlösungen entwickeln wir gemeinsam mit unseren Kunden maßgeschneiderte Lösungen. Wir begleiten den gesamten Prozess von der Prototypenentwicklung bis zur Serienreife. Wir gewährleisten eine hohe Erreichbarkeit und bestmöglichen technischen Support. Bei uns wird Partnerschaft gelebt. Heute und in Zukunft. Mit 100% Leidenschaft.

## QUALITÄT

Bestmögliche Qualität bieten zu können, ist kein Zufall und hat bei uns eine hohe Priorität. Wir erreichen hohe Qualitätsstandards mit umfangreichen Prüfungen und kontinuierlichen Qualitätsoptimierungen. Die Sicherung von Qualitätsanforderungen zählt zu unseren wichtigsten Unternehmenszielen. Unser Qualitätsmanagement führt kontinuierlich interne Produkt- und Prozessaudits durch und bildet damit eine stabile Prozesskontrolle zu allen Fertigungs- und Prozessschritten.

## UNSER SERVICE

Gemeinsam mit unseren Kunden planen und entwickeln wir – vom Prototyp bis zum Serienprodukt. Neben einem vielfältigen Produktportfolio ergänzen verschiedenste Dienstleistungen unser Leistungsspektrum, mit dem wir unsere Kunden während des gesamten Entwicklungsprozesses unterstützen. Unser Ziel: Für unsere Kunden den Servicegrad hochzuhalten und innovative sowie qualitativ hochwertige Produkte und Lösungen mit größtmöglichem Mehrwert und Nutzen zu schaffen.

## WAS WIR BIETEN

- Standard- und Sonderanfertigungen von Dichtelementen
- Große Werkstoffvielfalt und verschiedene Oberflächenmodifikationen von Dichtungen
- Kaufmännische, technische, qualitätssichernde Dienstleistungen
- Hohe Lagerhaltung, verschiedene Verpackungsmöglichkeiten und logistische Konzepte

## UNSERE PRODUKTE

Mit unserem umfassenden Produktportfolio, der Werkstoffvielfalt und unserem umfassenden technischen Support, bieten wir Ihnen passgenaue Lösungen für nahezu jeden Anwendungsfall.

Wir konvertieren 2D und 3D Daten in ein entsprechendes Format für den Entwicklungs- und Produktionsprozess. Die Simulationen von Bauteilen in Ihrer Einbaulage und unter Belastung, geben weitere Unterstützung für die optimale Auslegung einer Dichtung und des Werkstoffes. Darüber hinaus garantieren wir die Rückverfolgbarkeit aller Produkte.

## WAS UNS AUSMACHT

- **Kundennähe:** Hohe Erreichbarkeit und schnelle Reaktionszeiten stärken die partnerschaftliche Zusammenarbeit und Zufriedenheit unserer Kunden. Unsere umfassende Betreuung vor, während und nach dem Projekt, zeichnet uns als zuverlässigen Dienstleister aus.
- **Technikkompetenz:** Innovative Produktlösungen entwickeln und realisieren, ist ein wesentlicher Teil unserer Tätigkeiten. Zu zahlreichen Produkt- und Materialentwicklungen können wir internationale Patente vorweisen.
- **Werkstoff- und Anwendungswissen:** Mit der Simulation von Bauteilen in ihrer Einbaulage und unter Belastung erhalten wir mithilfe der Finite-Elemente-Analyse (FEA) wertvolle Unterstützung bei der Auslegung von Dichtungen und der am besten geeigneten Werkstoffe.
- **Qualitätssicherung:** Die Sicherung und Weiterentwicklung der Qualität unserer Produkte wird tagtäglich von unseren Mitarbeitern gelebt. Mittels hochwertiger Prüfeinrichtungen stellen wir die Einhaltung hoher Qualitätsstandards sicher. Regelmäßige Produkt- und Prozessaudits garantieren kontinuierliche Qualitätsoptimierungen. Unser leistungsfähiges Qualitätsmanagement ist nach DIN EN ISO 9001:2015 zertifiziert.
- **Umweltbewusstsein:** Unsere Beiträge für die Umwelt und Nachhaltigkeit sind mit dem Zertifikat DIN EN ISO 14001:2015 bestätigt. Papierarmes Arbeiten im Büro, Rohstoffgewinnung, energiesparende Beleuchtung sowie energieeffiziente Maschinen und Anlagen stellen nur einen Teil unseres Engagements dar.
- **Logistische Infrastruktur:** Unser AutoStore-System, das Herzstück unserer Logistikinfrastruktur, erstreckt sich über zwei Ebenen und kann bei steigendem Bedarf noch erweitert werden. Energieeffiziente Roboter und das implementierte Lagerverwaltungssystem bieten eine hohe Kommissioniersicherheit und -geschwindigkeit, die es uns ermöglichen, eine OTD von > 99,5 % zu erreichen.

# O-Ring





## 1.1 EINLEITUNG

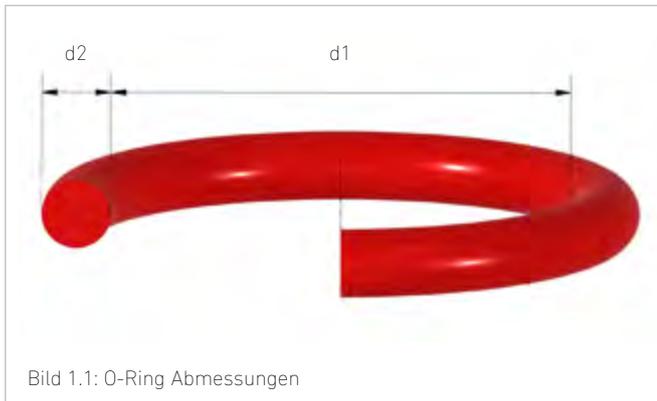
Der O-Ring ist, als das am weitesten verbreitete Dichtelement, in annähernd allen Industriezweigen zu finden.

Für die Herstellung der O-Ringe kann entsprechend den Anforderungen der Anwendung aus einer Vielzahl von Elastomeren der richtige Werkstoff ausgewählt werden. Dies öffnet vielseitige Anwendungsmöglichkeiten und ermöglicht die Abdichtung nahezu aller Medien.

Der O-Ring aus elastomerem Werkstoff ist ein endlos vulkanisierter Runddichtring mit einem kreisförmigen Querschnitt. Auf Grund ihrer einfachen Bauform sind derartige O-Ringe kostengünstig herstellbar.

Definition der O-Ring Abmessungen und Bestellgrößen (Bild 1.1):

- **Innendurchmesser d1**  
von ca. 0,70 mm bis 5000 mm
- **Schnurstärke d2**  
von ca. 0,2 mm bis 30 mm



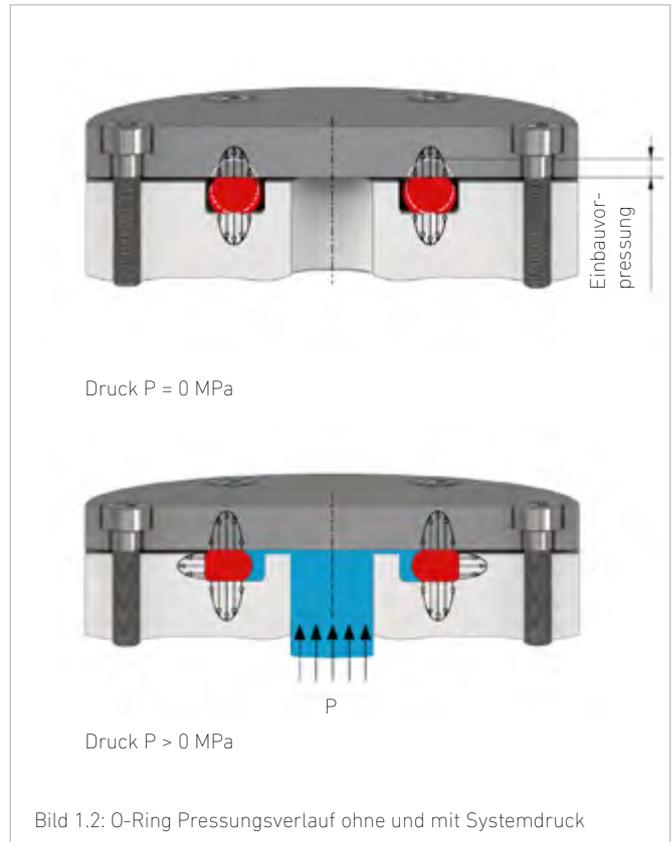
### VORTEILE

- universell einsetzbar
- kostengünstig
- elastische Eigenschaften
- große Werkstoffauswahl
- einfache Montage
- geringer Platzbedarf
- einfache Auslegung der Nut

## 1.2 DICHTWIRKUNG

Die Dichtwirkung des O-Rings ergibt sich beim Einbau aus dem axialen oder radialen Verpressen seines Querschnittes.

Er gilt als aktives Dichtelement, da durch das annähernd inkompressible Verhalten der Elastomerwerkstoffe, die Pressung auf die Dichtflächen durch den wirkenden Systemdruck noch erhöht wird (Bild 1.2).



## 1.3 EINSATZBEREICHE

O-Ringe kommen in den verschiedensten Anwendungen und Industriebranchen zum Einsatz.

### Haupteinsatzbereiche:

- axial-dichtend
- radial-dichtend

Für die **dynamische** Abdichtung können O-Ringe nur begrenzt eingesetzt werden.

Die Einsatzmöglichkeiten sind durch die Relativgeschwindigkeiten im Zusammenspiel mit den Wirkdrücken begrenzt. Ebenso ist die Temperaturerhöhung durch Reibwärme zu beachten.

## O-Ringe aus Rundschnur:

Rundschnur O-Ringe mit Stoßstelle können für jeden beliebigen Durchmesser hergestellt werden.

Die Stoßstelle wird entweder geklebt oder ist stoßvulkanisiert.

Bedingt durch die Verbindungsstelle eignen sie sich nicht als dynamische Abdichtung bzw. Abdichtung gasförmiger Medien sowie für den Vakuumeinsatz.

Für die Maßtoleranz gilt die DIN ISO 3302-1 / E2

### Einsatzparameter:

Für eine sichere Dichtfunktion müssen folgende Einsatzparameter und ihre Grenzwerte im Gesamten zueinander geprüft werden.

- **Anwendungsfall:**
  - › statisch (≤ 5 MPa, > 5 MPa mit Stützring)
  - › dynamisch (≤ 5 MPa)
- **Medien**
  - › allg. Einsatzempfehlungen: Tabelle 11.2, S. 78 f.
- **Temperaturbereiche:**
  - › min./max. Dauergebrauchstemperatur
  - › min./max. Spitzentemperatur
  - › Wirkdauer
- **Prozessdrücke**
  - › max. Druckbereich
  - › pulsierend / permanent
- **Maximale Spaltmaße**
  - › Tabelle 1.4: Spaltmaß „S“, S.10
- **Relativgeschwindigkeiten**
  - › linear ≤ 0,5 m/s
  - › rotierend ≤ 2 m/s
- **Sonderanforderungen**

Bei höher beanspruchten Abdichtungsanwendungen wird grundsätzlich der Einsatz von Stützringen empfohlen. (Stützring-Kapitel S. 45).

Dazu zählen:

  - › Betriebsdrücke über 5 MPa
  - › hohe Dauergebrauchstemperaturen
  - › ungünstige Dichtspaltabmessungen

## 1.4 WERKSTOFFE

Bei der Wahl des optimalen Werkstoffes sind die Parameter Temperatur, Druck und Medien kritische Einflussfaktoren, die herangezogen werden müssen.

O-Ringe sind in einer Vielzahl unterschiedlicher Elastomerwerkstoffe erhältlich. Eine Übersicht unserer Standard-Elastomerwerkstoffe sowie deren Eigenschaften sind in Kapitel 11.2 auf Seite 77 beschrieben.

Sollte der O-Ring erhöhten Anforderungen standhalten oder Eigenschaften intensiviert sowie Produktionsprozesse vereinfacht werden, kann das mit Hilfe einer Oberflächenveredelung erreicht werden. Weitere Informationen dazu finden Sie im Kapitel 11.3 ab Seite 81.

**Rundschnüre** werden als reine Meterware geliefert.

Standardwerkstoffe sind:

- NBR 70 Shore A
- FKM 75 Shore A
- VMQ 60 Shore A

Hinweis: Die in diesem Katalog angegebenen Maximalwerte müssen je nach Anforderung und unter dem Einfluss anderer Betriebsparameter ggf. niedriger angesetzt werden.

## 1.5 KONSTRUKTIONSHINWEISE

### Allgemein:

Bei allen Anwendungsfällen empfehlen wir bei der Auswahl der O-Ring Schnurstärke d2 den größtmöglichen Querschnitt zu wählen. Insbesondere bei ungünstiger Toleranzlage ist die nächst größere Schnurstärke zu bevorzugen.

### Dehnung/Stauchung:

O-Ringe können bei radialem Einbau je nach Anwendungsfall im Einbauzustand bis:

- › max. 6% gedehnt
- › max. 3% gestaucht werden

### Nutfüllgrad:

Der Füllgrad der Nut des O-Rings darf im eingebauten Zustand nicht > 80% betragen. Bei Sonderanwendungen wie beispielsweise Vakuum, kontaktieren Sie bitte unsere Anwendungsberater.

### Einbauvorpresseung:

Die Dichtwirkung des O-Rings wird durch seine Vorpresseung erreicht. Als Minimalwert gilt für die:

- › Hydraulik 6%
- › Pneumatik 2%

(In speziellen Anwendungsfällen wird der O-Ring unverpresst eingebaut.)

Je nach Anwendungsfall sollten nachfolgende Werte erreicht werden:

- › dynamische Abdichtung 6 - 20%
- › statische Abdichtung 15 - 30%



Tabelle 1.1 listet eine Empfehlung der O-Ring Vorpressung in Abhängigkeit vom Schnurdurchmesser d2 und des Anwendungsfalls auf.

O-Ring Schnur- stärke d2	Vorpressung		
	Einsatz		
	dynamisch hydraulisch	dynamisch pneumatisch	statisch hydr./pneum.
1,78	10,5 - 25,0 %	5,0 - 18,5 %	11,5 - 28,5 %
2,00	10,0 - 23,5 %	4,5 - 17,5 %	11,0 - 27,5 %
2,62	9,0 - 20,5 %	4,0 - 15,5 %	10,5 - 25,0 %
3,00	8,8 - 20,0 %	3,5 - 15,0 %	10,3 - 24,0 %
3,53	8,0 - 18,5 %	3,0 - 14,0 %	10,0 - 23,0 %
4,00	7,5 - 18,0 %	3,0 - 13,7 %	10,0 - 22,0 %
5,00	7,0 - 17,5 %	3,0 - 13,5 %	10,0 - 21,5 %
5,33	7,0 - 17,0 %	3,0 - 13,2 %	10,0 - 20,0 %
6,00	7,0 - 16,5 %	3,0 - 13,0 %	9,8 - 19,5 %
6,99	6,5 - 16,0 %	3,0 - 12,7 %	9,5 - 19,0 %
8,00	6,5 - 16,0 %	3,0 - 12,0 %	9,5 - 19,0 %

Tabelle 1.1: Zulässige Vorpressung

**Oberflächenqualitäten:**

Um eine optimale Dichtwirkung zu erreichen müssen die Kontaktflächen nachfolgende Mindestanforderung (Tabelle 1.2-1.3) erfüllen.

Speziell bei dynamischem Einsatz oder bei pulsierenden Drücken dürfen die zulässigen Rauheitswerte nicht überschritten werden.

Einsatz	radial dynamisch	
Oberflächen	Gleitfläche	Nutoberfläche
Rmax (µm)	1,0 - 4,0	≤ 16
Ra (µm)	0,1 - 0,4	≤ 1,6
Rz (µm)	0,63 - 2,5	≤ 10

Tabelle 1.2: Oberflächenqualitäten - dynamischer Einsatz

Einsatz	radial, axial statisch	
Oberflächen	Dichtflächen	
Druck	konstanter Druck	pulsierender Druck
Rmax (µm)	1,0 - 4,0	≤ 16
Ra (µm)	0,1 - 0,4	≤ 1,6
Rz (µm)	0,63 - 2,5	≤ 10

Tabelle 1.3 Oberflächenqualitäten - statischer Einsatz

**Spaltweiten:**

Ein zu großer Dichtspalt führt durch Spaltextrusion zur Zerstörung des Elastomer O-Rings (Bild 1.3).

O-Ringe aus Werkstoff mit Härte 90 Shore A erlauben geringfügig größere Spaltweiten als 70 Shore A Standard O-Ringe.

Grundsätzlich empfiehlt sich der Einsatz von Stützringen ab einem Druck von ca. 5 MPa. Es gilt zu berücksichtigen, dass die Nutbreite für die O-Ring-Stützringkombination größer ausgeführt werden muss (Stützring-Kapitel S. 45).

Die in Tabelle 1.4 aufgeführten Richtwerte der Spaltmaße für Standardelastomere stellen bei zentrischer Anordnung der Bauteile Maximalwerte dar.

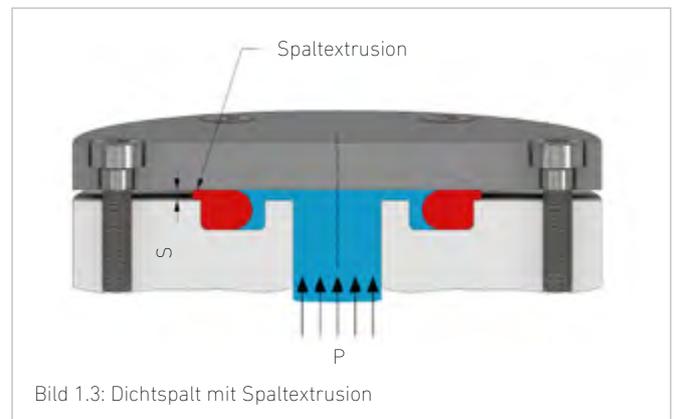


Bild 1.3: Dichtspalt mit Spaltextrusion

O-Ring Schnurstärke d2	Spalt				
	≤ 2	≤ 3	≤ 5	≤ 7	> 7
O-Ring Härte - 70 Shore A					
Druck (MPa)	Spalt				
≤ 3,5	0,08	0,09	0,10	0,13	0,15
≤ 7,0	0,05	0,07	0,08	0,09	0,10
≤ 10	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08
O-Ring Härte - 90 Shore A					
Druck (MPa)	Spalt				
≤ 3,5	0,13	0,15	0,20	0,23	0,25
≤ 7,0	0,10	0,13	0,15	0,18	0,20
≤ 10	0,07	0,09	0,10	0,13	0,15
≤ 14	0,05	0,07	0,08	0,09	0,10
≤ 17,5	0,04	0,05	0,07	0,08	0,09
≤ 21	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08
≤ 35	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04

Tabelle 1.4: Spaltmaß „S“

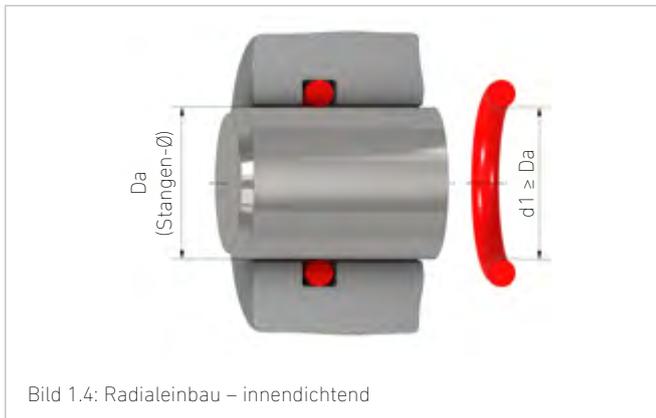
## 1.6 EINBAUVARIANTEN

### Radialer Einbau – statische und dynamische Anwendung

Ermittlung des passenden O-Ring Durchmessers:

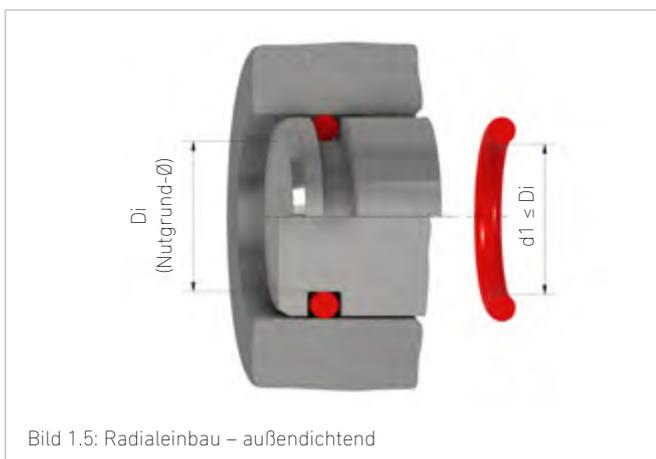
Für den **innendichtenden** Einsatz  
(Nut im Gehäuse – Bild 1.4) gilt:

O-Ring Innendurchmesser  $d1 \geq Da$



Für den **außendichtenden** Einsatz  
(Nut in der Stange / Welle) – Bild 1.5) gilt:

O-Ring Innendurchmesser  $d1 \leq Di$



Bei Maßdifferenzen können die O-Ringe maximal 3% gestaucht bzw. maximal 6% gedehnt werden.

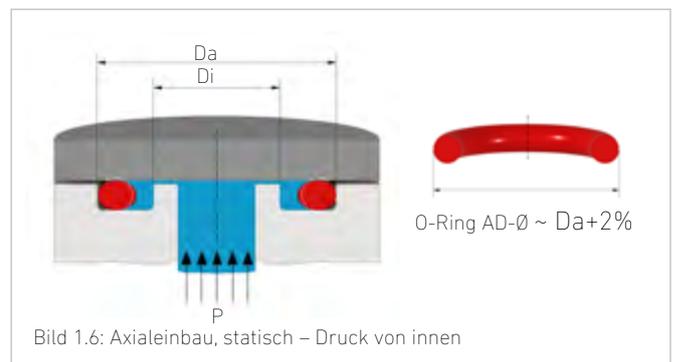
### Axialer Einbau – statische Anwendung

Für eine sichere Dichtfunktion muss bei dieser Einbauvariante die Wirkrichtung des Drucks beachtet werden.

Wirkt der **Druck von innen**, sollte der O-Ring am Nutaußendurchmesser  $Da$  anliegen (Bild 1.6).

Der O-Ring Außendurchmesser ( $d1 + 2 \times d2$ ) wird bis ca. 2% größer als der Nutaußendurchmesser  $Da$  gewählt.

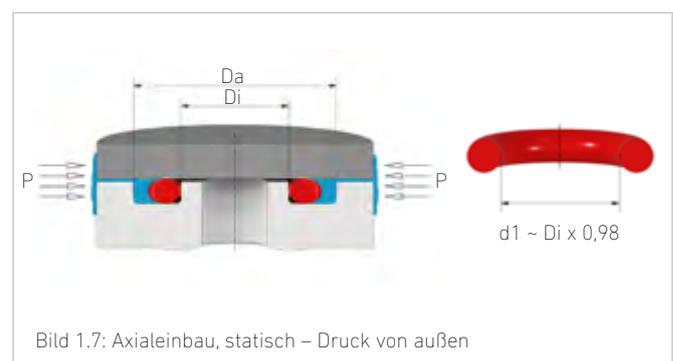
O-Ring Innendurchmesser  $d1 \sim Da \times 1,02 - 2 \times d2$



Wirkt der **Druck von außen**, sollte der O-Ring am Nutinnendurchmesser  $Di$  anliegen (Bild 1.7).

Dazu wird der Durchmesser  $d1$  des O-Rings bis ca. 2% kleiner als der Nutinnendurchmesser  $Di$  gewählt.

O-Ring Innendurchmesser  $d1 \sim Di \times 0,98$





## 1.7 NUTAUSFÜHRUNGEN & EINBAUMASSE

### Rechtecknut

Die Aufnahme des O-Rings sollte möglichst in Rechteckform ausgeführt sein.

Schräge Nutflanken bis ca. 5° sind zulässig (Bild 1.8).

Die obere Kante der Aufnahme des O-Rings ist zu entgraten. Der Radius R1 darf maximal 0,2 mm betragen.

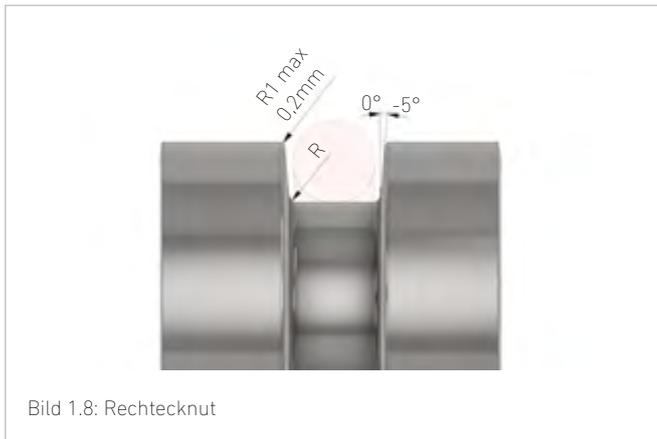


Bild 1.8: Rechtecknut

Die Gestaltung der Nutradien R in Abhängigkeit zur Schnurstärke d2 ist der letzten Spalte in Tabelle 1.5 zu entnehmen.

Beim Einsatz von Stützringen (Stützring-Kapitel S. 45) sind die Nutflanken rechtwinklig auszuführen.

Bild 1.9 und 1.10 in Verbindung mit Tabelle 1.5 gibt Auskunft über die empfohlenen Einbaumaße mit den jeweiligen zulässigen Toleranzen für den statischen und dynamischen Anwendungsfall.



Bild 1.9: Einbauempfehlung Rechtecknut – axial

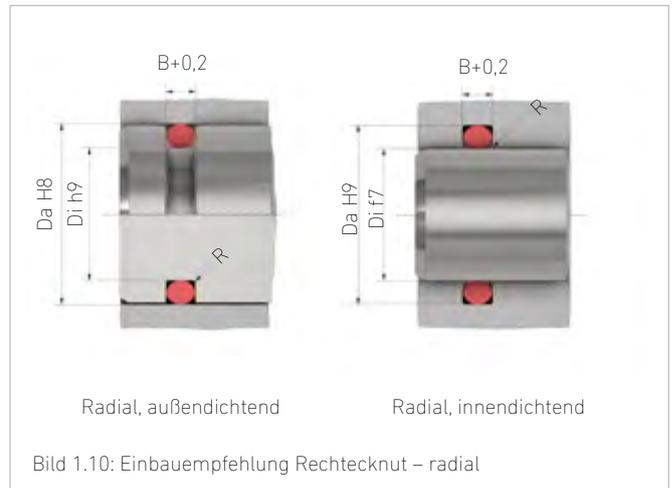


Bild 1.10: Einbauempfehlung Rechtecknut – radial

Einbaumaße							
O-Ring Schnur- stärke	Radialer Einbau				Nutbreite	Axialer Einbau	Radius
	Nutgrunddurchmesser					Nuttiefe	
	dynamisch	statisch	dynamisch	statisch			
d2	Di h9	Di h9	Da H9	Da H9	B +0,2	T +0,05	R
0,50	-	Da - 0,7	-	Di + 0,7	0,80	0,35	0,2
0,74	-	Da - 1,0	-	Di + 1,0	1,00	0,50	0,2
1,00 / 1,02	-	Da - 1,4	-	Di + 1,4	1,40	0,70	0,2
1,20	-	Da - 1,7	-	Di + 1,7	1,70	0,85	0,2
1,25 / 1,27	-	Da -1,8	-	Di + 1,8	1,70	0,90	0,2
1,30	-	Da -1,9	-	Di + 1,9	1,80	0,95	0,2
1,42	-	Da - 2,1	-	Di + 2,1	1,90	1,05	0,3
1,50 / 1,52	Da - 2,5	Da - 2,2	Di + 2,5	Di + 2,2	2,00	1,10	0,3
1,60 / 1,63	Da - 2,6	Da - 2,4	Di + 2,6	Di + 2,4	2,10	1,20	0,3

Fortsetzung auf nächster Seite



Einbaumaße							
O-Ring Schnur- stärke	Radialer Einbau				Nutbreite	Axialer Einbau	Radius
	Nutgrunddurchmesser					Nuttiefe	
	dynamisch	statisch	dynamisch	statisch			
d2	Di h9	Di h9	Da H9	Da H9	B +0,2	T +0,05	R
1,78 / 1,80	Da - 2,9	Da - 2,6	Di + 2,9	Di + 2,6	2,40	1,30	0,4
1,83	Da - 3,0	Da - 2,7	Di + 3,0	Di + 2,7	2,50	1,35	0,4
1,90	Da - 3,1	Da - 2,8	Di + 3,1	Di + 2,8	2,60	1,40	0,4
1,98 / 2,00	Da - 3,3	Da - 3,0	Di + 3,3	Di + 3,0	2,70	1,50	0,4
2,08 / 2,10	Da - 3,5	Da - 3,1	Di + 3,5	Di + 3,1	2,80	1,55	0,4
2,20	Da - 3,7	Da - 3,2	Di + 3,7	Di + 3,2	3,00	1,60	0,4
2,26	Da - 3,8	Da - 3,4	Di + 3,8	Di + 3,4	3,00	1,70	0,4
2,30 / 2,34	Da - 3,9	Da - 3,5	Di + 3,9	Di + 3,5	3,10	1,75	0,4
2,40	Da - 4,1	Da - 3,6	Di + 4,1	Di + 3,6	3,20	1,80	0,5
2,46	Da - 4,2	Da - 3,7	Di + 4,2	Di + 3,7	3,30	1,85	0,5
2,50	Da - 4,3	Da - 3,7	Di + 4,3	Di + 3,7	3,30	1,85	0,5
2,62 / 2,65	Da - 4,5	Da - 4,0	Di + 4,5	Di + 4,0	3,60	2,00	0,6
2,70	Da - 4,6	Da - 4,1	Di + 4,6	Di + 4,1	3,60	2,05	0,6
2,80	Da - 4,8	Da - 4,2	Di + 4,8	Di + 4,2	3,70	2,10	0,6
2,92 / 2,95	Da - 5,0	Da - 4,4	Di + 5,0	Di + 4,4	3,90	2,20	0,6
3,00	Da - 5,2	Da - 4,6	Di + 5,2	Di + 4,6	4,00	2,30	0,6
3,10	Da - 5,4	Da - 4,8	Di + 5,4	Di + 4,8	4,10	2,40	0,6
3,50	Da - 6,1	Da - 5,3	Di + 6,1	Di + 5,3	4,60	2,65	0,6
3,53 / 3,55	Da - 6,2	Da - 5,4	Di + 6,2	Di + 5,4	4,80	2,70	0,8
3,60	Da - 6,3	Da - 5,6	Di + 6,3	Di + 5,6	4,80	2,80	0,8
4,00	Da - 7,0	Da - 6,2	Di + 7,0	Di + 6,2	5,20	3,10	0,8
4,50	Da - 8,0	Da - 7,0	Di + 8,0	Di + 7,0	5,80	3,50	0,8
5,00	Da - 8,8	Da - 8,0	Di + 8,8	Di + 8,0	6,60	4,00	0,8
5,30 / 5,33	Da - 9,4	Da - 8,6	Di + 9,4	Di + 8,6	7,10	4,30	1,2
5,50	Da - 9,6	Da - 9,0	Di + 9,6	Di + 9,0	7,10	4,50	1,2
5,70	Da - 10,0	Da - 9,2	Di + 10,0	Di + 9,2	7,20	4,60	1,2
6,00	Da - 10,6	Da - 9,8	Di + 10,6	Di + 9,8	7,40	4,90	1,2
6,50	Da - 11,4	Da - 10,8	Di + 11,4	Di + 10,8	8,00	5,40	1,2
6,99 / 7,00	Da - 12,2	Da - 11,6	Di + 12,2	Di + 11,6	9,50	5,80	1,5
7,50	Da - 13,2	Da - 12,6	Di + 13,2	Di + 12,6	9,70	6,30	1,5
8,00	Da - 14,2	Da - 13,4	Di + 14,2	Di + 13,4	9,80	6,70	1,5
8,40	Da - 15,0	Da - 14,2	Di + 15,0	Di + 14,2	10,00	7,10	1,5
9,00	Da - 16,2	Da - 15,4	Di + 16,2	Di + 15,4	10,60	7,70	2,0
9,50	Da - 17,2	Da - 16,4	Di + 17,2	Di + 16,4	11,00	8,20	2,0
10,00	Da - 18,2	Da - 17,2	Di + 18,2	Di + 17,2	11,60	8,60	2,5
12,00	Da - 22,0	Da - 21,2	Di + 22,0	Di + 21,2	13,50	10,60	2,5

Tabelle 1.5: Einbaumaße Rechtecknut



### Dreiecknut

Die Dreiecknut (Bild 1.11) kommt bei Flansch- und Deckelabdichtungen zur Anwendung.

Wichtig für die Dichtfunktion ist die genaue Einhaltung der Maße und Toleranzen gemäß Tabelle 1.6.

Wir empfehlen den Einsatz einer O-Ring Schnurstärke  $d_2 > 3 \text{ mm}$ .

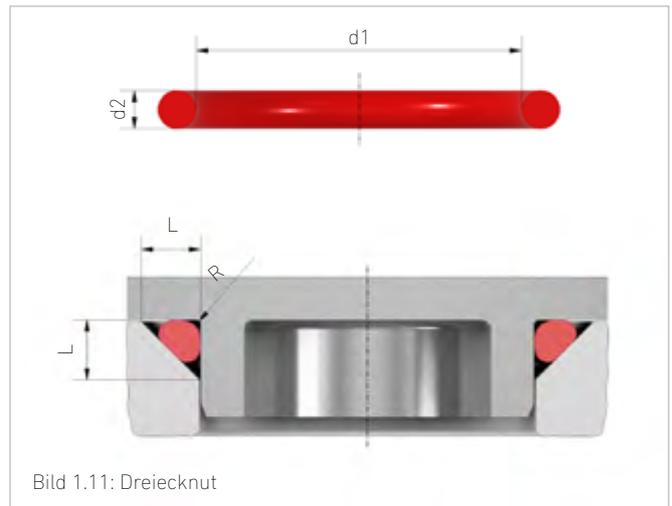


Bild 1.11: Dreiecknut

O-Ring Schnurstärke	Kantenlänge	Radius
$d_2$	$L$	$R$
1,78 / 1,80	$2,4 + 0,10$	0,3
2,00	$2,7 + 0,10$	0,4
2,40	$3,2 + 0,15$	0,4
2,50	$3,4 + 0,15$	0,6
2,62 / 2,65	$3,5 + 0,15$	0,6
3,00	$4,0 + 0,20$	0,6
3,10	$4,1 + 0,20$	0,6
3,53 / 3,55	$4,7 + 0,20$	0,9
4,00	$5,4 + 0,20$	1,2
5,00	$6,7 + 0,25$	1,2
5,30 / 5,33	$7,1 + 0,25$	1,5
5,70	$7,6 + 0,25$	1,5
6,00	$8,0 + 0,30$	1,5
6,99 / 7,00	$9,4 + 0,30$	2,0
8,00	$10,8 + 0,30$	2,0
8,40	$11,3 + 0,30$	2,0

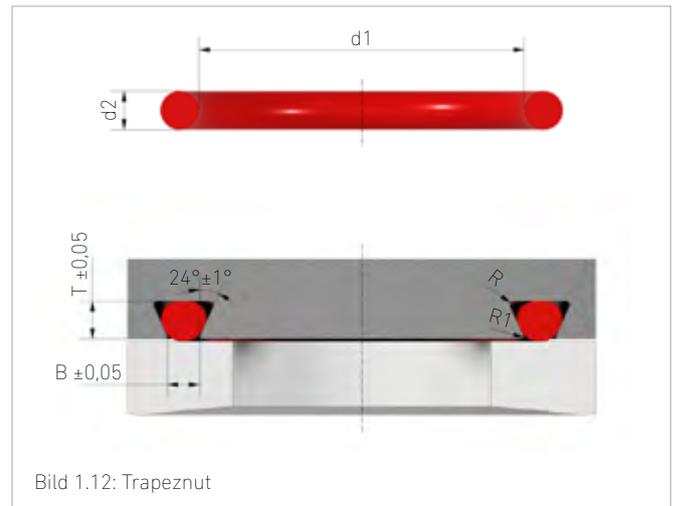
Tabelle 1.6: Einbaumaße Dreiecknut

## Trapeznut

Bei der Trapeznut (Bild 1.12) wird der O-Ring in der Nut festgehalten, wenn die Montage bspw. über Kopf erfolgt. Aus Fertigungsgründen empfiehlt sich diese Bauform erst ab einer Schnurstärke d2 von ca. 2,5 mm (Tabelle 1.7).

Der O-Ring Innendurchmesser beträgt:

$$d1 = \text{Trapeznutmitten-}\varnothing - d2$$



O-Ring Schnurstärke	Nutabmessungen			
	Nutbreite	Nuttiefe	Radius	Radius
d2	B ± 0,05	T ± 0,05	R	R1
2,50	2,05	2,00	0,40	0,25
2,62 / 2,65	2,15	2,10	0,40	0,25
3,00	2,40	2,40	0,40	0,25
3,10	2,40	2,40	0,40	0,25
3,53 / 3,55	2,90	2,90	0,80	0,25
4,00	3,10	3,20	0,80	0,25
5,00	3,90	4,20	0,80	0,25
5,30 / 5,33	4,10	4,60	0,80	0,40
5,70	4,40	4,80	0,80	0,40
6,99 / 7,00	5,60	6,00	1,60	0,40
8,00	6,00	6,90	1,60	0,40
8,40	6,30	7,30	1,60	0,40

Tabelle 1.7: Einbaumaße Trapeznut



### 1.8 MONTAGEHINWEISE

Der Füllgrad der Nut des O-Rings darf im verpressten Zustand nicht > 80% betragen. Bei Sonderanwendungen wie beispielsweise Vakuum, kontaktieren Sie bitte unsere Anwendungsberater.

Um Fehlerquellen sicher ausschließen zu können, müssen bei der O-Ring Montage folgende Punkte zur Sicherstellung der Dichtfunktion erfüllt sein:

- definierte Einführschrägen (Bild 1.13, Tabelle 1.8), gratfreier abgerundeter Übergang, Oberflächenqualität Ra < 0,8 µm, Rz < 4 µm
- gratfreie abgerundete Bohrungen, Schlitze und Kanten (Bild 1.13)
- Gewinde, Nuten, Einstiche etc. mittels einer Schutzhülle abdecken
- ggf. Schmierung (ohne Feststoffzusätze)
- Einsatz von Montagehilfen beim Überfahren von scharfen Kanten oder Ecken (z.B. Gewinde)
- Montagehilfen benutzen, die aus Kunststoff bestehen und frei von scharfen Kanten sind
- schmutz- / partikelfreie Dichtstelle
- kein Überdehnen des O-Rings
- kein Verdrehen und Verdrillen des O-Rings

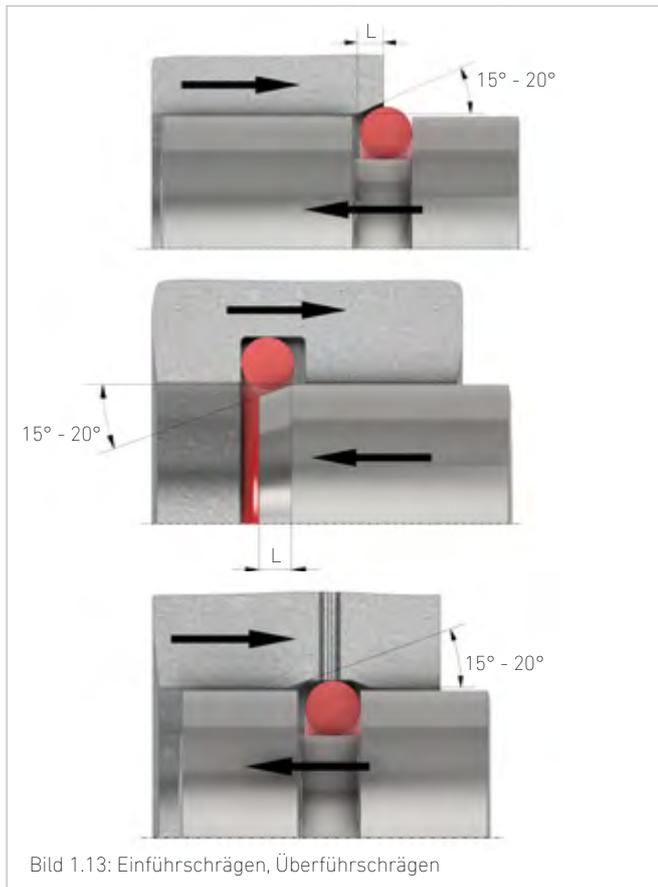


Bild 1.13: Einführschrägen, Überführschrägen

O-Ring Schnurstärke d2	Einführschrägen Länge	
	L (15°)	L (20°)
≤ 1,80	2,50	2,00
≤ 2,65	3,00	2,50
≤ 3,55	3,50	3,00
≤ 5,30	4,00	3,50
≤ 7,00	5,00	4,00
> 7,00	6,00	4,50

Tabelle 1.8: Einführschrägen

### 1.9 O-RING TOLERANZEN & SORTENMERKMALE

#### Toleranzen

Die Toleranzen für die **Schnurstärke d2** nach ISO 3601-1 Klasse B sind in Tabelle 1.9 dargestellt.

Schnurstärke d2	Toleranzen
≤ 0,80 mm	auf Anfrage
0,80 mm < d2 ≤ 2,25 mm	± 0,08
2,25 mm < d2 ≤ 3,15 mm	± 0,09
3,15 mm < d2 ≤ 4,50 mm	± 0,10
4,50 mm < d2 ≤ 6,30 mm	± 0,13
6,30 mm < d2 ≤ 8,40 mm	± 0,15
8,40 mm < d2 ≤ 10,00 mm	± 0,21
10,00 mm < d2 ≤ 12,00 mm	± 0,25
> 12,00 mm	auf Anfrage

Tabelle 1.9: Toleranzen für Schnurstärken d2

Die Toleranzen für den **Innendurchmesser d1** werden gemäß ISO 3601-1 Klasse B wie folgt berechnet:

$$\text{Toleranz} = \pm ((d1^{0,95} \times 0,009) + 0,11 \text{ mm})$$

Beispiel: d1 = 114,02 mm

$$\begin{aligned} \text{Toleranz} &= \pm ((114,02^{0,95} \times 0,009) + 0,11 \text{ mm}) \\ &= \pm 0,92 \text{ mm} \end{aligned}$$



## Toleranzen

Für Innendurchmesser d1 gemäß: ISO 3601-1 Klasse B

Innendurchmesser [mm]					Toleranzen
d1					±
≤ 1,71 mm					0,12
1,71	<	d1	≤	2,93	0,13
2,93	<	d1	≤	4,17	0,14
4,17	<	d1	≤	5,44	0,15
5,44	<	d1	≤	6,72	0,16
6,72	<	d1	≤	8,01	0,17
8,01	<	d1	≤	9,31	0,18
9,31	<	d1	≤	10,62	0,19
10,62	<	d1	≤	11,94	0,20
11,94	<	d1	≤	13,27	0,21
13,27	<	d1	≤	14,61	0,22
14,61	<	d1	≤	15,95	0,23
15,95	<	d1	≤	17,29	0,24
17,29	<	d1	≤	18,64	0,25
18,64	<	d1	≤	20,00	0,26
20,00	<	d1	≤	21,36	0,27
21,36	<	d1	≤	22,73	0,28
22,73	<	d1	≤	24,10	0,29
24,10	<	d1	≤	25,47	0,30
25,47	<	d1	≤	26,85	0,31
26,85	<	d1	≤	28,23	0,32
28,23	<	d1	≤	29,61	0,33
29,61	<	d1	≤	31,00	0,34
31,00	<	d1	≤	32,39	0,35
32,39	<	d1	≤	33,78	0,36
33,78	<	d1	≤	35,18	0,37
35,18	<	d1	≤	36,58	0,38
36,58	<	d1	≤	37,98	0,39
37,98	<	d1	≤	39,38	0,40
39,38	<	d1	≤	40,79	0,41
40,79	<	d1	≤	42,20	0,42
42,20	<	d1	≤	43,61	0,43
43,61	<	d1	≤	45,02	0,44
45,02	<	d1	≤	46,44	0,45
46,44	<	d1	≤	47,86	0,46
47,86	<	d1	≤	49,28	0,47
49,28	<	d1	≤	50,70	0,48

Innendurchmesser [mm]					Toleranzen
d1					±
50,70	<	d1	≤	52,12	0,49
52,12	<	d1	≤	53,55	0,50
53,55	<	d1	≤	54,98	0,51
54,98	<	d1	≤	56,41	0,52
56,41	<	d1	≤	57,84	0,53
57,84	<	d1	≤	59,27	0,54
59,27	<	d1	≤	60,71	0,55
60,71	<	d1	≤	62,14	0,56
62,14	<	d1	≤	63,58	0,57
63,58	<	d1	≤	65,02	0,58
65,02	<	d1	≤	66,47	0,59
66,47	<	d1	≤	67,91	0,60
67,91	<	d1	≤	69,35	0,61
69,35	<	d1	≤	70,80	0,62
70,80	<	d1	≤	72,25	0,63
72,25	<	d1	≤	73,70	0,64
73,70	<	d1	≤	75,15	0,65
75,15	<	d1	≤	76,60	0,66
76,60	<	d1	≤	78,05	0,67
78,05	<	d1	≤	79,51	0,68
79,51	<	d1	≤	80,97	0,69
80,97	<	d1	≤	82,42	0,70
82,42	<	d1	≤	83,88	0,71
83,88	<	d1	≤	85,34	0,72
85,34	<	d1	≤	86,80	0,73
86,80	<	d1	≤	88,27	0,74
88,27	<	d1	≤	89,73	0,75
89,73	<	d1	≤	91,20	0,76
91,20	<	d1	≤	92,66	0,77
92,66	<	d1	≤	94,13	0,78
94,13	<	d1	≤	95,60	0,79
95,60	<	d1	≤	97,07	0,80
97,07	<	d1	≤	98,54	0,81
98,54	<	d1	≤	100,01	0,82
100,01	<	d1	≤	101,48	0,83
101,48	<	d1	≤	102,96	0,84
101,48	<	d1	≤	102,96	0,84



Innendurchmesser [mm]				Toleranzen
d1				±
102,96	<	d1	≤ 104,43	0,85
104,43	<	d1	≤ 105,91	0,86
105,91	<	d1	≤ 107,39	0,87
107,39	<	d1	≤ 108,86	0,88
108,86	<	d1	≤ 110,34	0,89
110,34	<	d1	≤ 111,82	0,90
111,82	<	d1	≤ 113,30	0,91
113,30	<	d1	≤ 114,79	0,92
114,79	<	d1	≤ 116,27	0,93
116,27	<	d1	≤ 117,75	0,94
117,75	<	d1	≤ 119,24	0,95
119,24	<	d1	≤ 120,72	0,96
120,72	<	d1	≤ 122,21	0,97
122,21	<	d1	≤ 123,70	0,98
123,70	<	d1	≤ 125,19	0,99
125,19	<	d1	≤ 126,68	1,00
126,68	<	d1	≤ 128,17	1,01
128,17	<	d1	≤ 129,66	1,02
129,66	<	d1	≤ 131,15	1,03
131,15	<	d1	≤ 132,64	1,04
132,64	<	d1	≤ 134,14	1,05
134,14	<	d1	≤ 135,63	1,06
135,63	<	d1	≤ 137,13	1,07
137,13	<	d1	≤ 138,62	1,08
138,62	<	d1	≤ 140,12	1,09
140,12	<	d1	≤ 141,62	1,10
141,62	<	d1	≤ 143,12	1,11
143,12	<	d1	≤ 144,62	1,12
144,62	<	d1	≤ 146,12	1,13
146,12	<	d1	≤ 147,62	1,14
147,62	<	d1	≤ 149,12	1,15
149,12	<	d1	≤ 150,62	1,16
150,62	<	d1	≤ 152,13	1,17
152,13	<	d1	≤ 153,63	1,18
153,63	<	d1	≤ 155,13	1,19
155,13	<	d1	≤ 156,64	1,20
156,64	<	d1	≤ 158,15	1,21
158,15	<	d1	≤ 159,65	1,22
159,65	<	d1	≤ 161,16	1,23
161,16	<	d1	≤ 162,67	1,24

Innendurchmesser [mm]				Toleranzen
d1				±
162,67	<	d1	≤ 164,18	1,25
164,18	<	d1	≤ 165,69	1,26
165,69	<	d1	≤ 167,20	1,27
167,20	<	d1	≤ 168,71	1,28
168,71	<	d1	≤ 170,22	1,29
170,22	<	d1	≤ 171,73	1,30
171,73	<	d1	≤ 173,25	1,31
173,25	<	d1	≤ 174,76	1,32
174,76	<	d1	≤ 176,28	1,33
176,28	<	d1	≤ 177,79	1,34
177,79	<	d1	≤ 179,31	1,35
179,31	<	d1	≤ 180,82	1,36
180,82	<	d1	≤ 182,34	1,37
182,34	<	d1	≤ 183,86	1,38
183,86	<	d1	≤ 185,38	1,39
185,38	<	d1	≤ 186,89	1,40
186,89	<	d1	≤ 188,41	1,41
188,41	<	d1	≤ 189,93	1,42
189,93	<	d1	≤ 191,45	1,43
191,45	<	d1	≤ 192,98	1,44
192,98	<	d1	≤ 194,50	1,45
194,50	<	d1	≤ 196,02	1,46
196,02	<	d1	≤ 197,54	1,47
197,54	<	d1	≤ 199,07	1,48
199,07	<	d1	≤ 200,59	1,49
200,59	<	d1	≤ 202,12	1,50
202,12	<	d1	≤ 203,64	1,51
203,64	<	d1	≤ 205,17	1,52
205,17	<	d1	≤ 206,69	1,53
206,69	<	d1	≤ 208,22	1,54
208,22	<	d1	≤ 209,75	1,55
209,75	<	d1	≤ 211,28	1,56
211,28	<	d1	≤ 212,81	1,57
212,81	<	d1	≤ 214,34	1,58
214,34	<	d1	≤ 215,87	1,59
215,87	<	d1	≤ 217,40	1,60
217,40	<	d1	≤ 218,93	1,61
218,93	<	d1	≤ 220,46	1,62
220,46	<	d1	≤ 221,99	1,63
221,99	<	d1	≤ 223,52	1,64



Innendurchmesser [mm]				Toleranzen	
d1				±	
223,52	<	d1	≤	225,06	1,65
225,06	<	d1	≤	226,59	1,66
226,59	<	d1	≤	228,12	1,67
228,12	<	d1	≤	229,66	1,68
229,66	<	d1	≤	231,19	1,69
231,19	<	d1	≤	232,73	1,70
232,73	<	d1	≤	234,27	1,71
234,27	<	d1	≤	235,80	1,72
235,80	<	d1	≤	237,34	1,73
237,34	<	d1	≤	238,88	1,74
238,88	<	d1	≤	240,42	1,75
240,42	<	d1	≤	241,95	1,76
241,95	<	d1	≤	243,49	1,77
243,49	<	d1	≤	245,03	1,78
245,03	<	d1	≤	246,57	1,79
246,57	<	d1	≤	248,11	1,80
248,11	<	d1	≤	249,66	1,81
249,66	<	d1	≤	251,20	1,82
251,20	<	d1	≤	252,74	1,83
252,74	<	d1	≤	254,28	1,84
254,28	<	d1	≤	255,82	1,85
255,82	<	d1	≤	257,37	1,86
257,37	<	d1	≤	258,91	1,87
258,91	<	d1	≤	260,46	1,88
260,46	<	d1	≤	262,00	1,89
262,00	<	d1	≤	263,55	1,90
263,55	<	d1	≤	265,09	1,91
265,09	<	d1	≤	266,64	1,92
266,64	<	d1	≤	268,18	1,93
268,18	<	d1	≤	269,73	1,94
269,73	<	d1	≤	271,28	1,95
271,28	<	d1	≤	272,83	1,96
272,83	<	d1	≤	274,38	1,97
274,38	<	d1	≤	275,92	1,98
275,92	<	d1	≤	277,47	1,99
277,47	<	d1	≤	279,02	2,00
279,02	<	d1	≤	280,57	2,01
280,57	<	d1	≤	282,12	2,02
282,12	<	d1	≤	283,68	2,03
283,68	<	d1	≤	285,23	2,04

Innendurchmesser [mm]				Toleranzen	
d1				±	
285,23	<	d1	≤	286,78	2,05
286,78	<	d1	≤	288,33	2,06
288,33	<	d1	≤	289,88	2,07
289,88	<	d1	≤	291,44	2,08
291,44	<	d1	≤	292,99	2,09
292,99	<	d1	≤	294,54	2,10
294,54	<	d1	≤	296,10	2,11
296,10	<	d1	≤	297,65	2,12
297,65	<	d1	≤	299,21	2,13
299,21	<	d1	≤	300,76	2,14
300,76	<	d1	≤	302,32	2,15
302,32	<	d1	≤	303,88	2,16
303,88	<	d1	≤	305,43	2,17
305,43	<	d1	≤	306,99	2,18
306,99	<	d1	≤	308,55	2,19
308,55	<	d1	≤	310,11	2,20
310,11	<	d1	≤	311,66	2,21
311,66	<	d1	≤	313,22	2,22
313,22	<	d1	≤	314,78	2,23
314,78	<	d1	≤	316,34	2,24
316,34	<	d1	≤	317,90	2,25
317,90	<	d1	≤	319,46	2,26
319,46	<	d1	≤	321,02	2,27
321,02	<	d1	≤	322,58	2,28
322,58	<	d1	≤	324,15	2,29
324,15	<	d1	≤	325,71	2,30
325,71	<	d1	≤	327,27	2,31
327,27	<	d1	≤	328,83	2,32
328,83	<	d1	≤	330,39	2,33
330,39	<	d1	≤	331,96	2,34
331,96	<	d1	≤	333,52	2,35
333,52	<	d1	≤	335,09	2,36
335,09	<	d1	≤	336,65	2,37
336,65	<	d1	≤	338,21	2,38
338,21	<	d1	≤	339,78	2,39
339,78	<	d1	≤	341,35	2,40
341,35	<	d1	≤	342,91	2,41
342,91	<	d1	≤	344,48	2,42
344,48	<	d1	≤	346,04	2,43
346,04	<	d1	≤	347,61	2,44



Innendurchmesser [mm]				Toleranzen	
d1				±	
347,61	<	d1	≤	349,18	2,45
349,18	<	d1	≤	350,75	2,46
350,75	<	d1	≤	352,31	2,47
352,31	<	d1	≤	353,88	2,48
353,88	<	d1	≤	355,45	2,49
347,61	<	d1	≤	349,18	2,45
349,18	<	d1	≤	350,75	2,46
350,75	<	d1	≤	352,31	2,47
352,31	<	d1	≤	353,88	2,48
353,88	<	d1	≤	355,45	2,49
347,61	<	d1	≤	349,18	2,45
349,18	<	d1	≤	350,75	2,46
350,75	<	d1	≤	352,31	2,47
352,31	<	d1	≤	353,88	2,48
353,88	<	d1	≤	355,45	2,49
355,45	<	d1	≤	357,02	2,50
357,02	<	d1	≤	358,59	2,51
358,59	<	d1	≤	360,16	2,52
360,16	<	d1	≤	361,73	2,53
361,73	<	d1	≤	363,30	2,54
363,30	<	d1	≤	364,87	2,55
364,87	<	d1	≤	366,44	2,56
366,44	<	d1	≤	368,01	2,57
368,01	<	d1	≤	369,58	2,58
369,58	<	d1	≤	371,16	2,59
371,16	<	d1	≤	372,73	2,60
372,73	<	d1	≤	374,30	2,61
374,30	<	d1	≤	375,87	2,62
375,87	<	d1	≤	377,45	2,63
377,45	<	d1	≤	379,02	2,64
379,02	<	d1	≤	380,59	2,65
380,59	<	d1	≤	382,17	2,66
382,17	<	d1	≤	383,74	2,67
383,74	<	d1	≤	385,32	2,68
385,32	<	d1	≤	386,89	2,69
386,89	<	d1	≤	388,47	2,70
388,47	<	d1	≤	390,05	2,71
390,05	<	d1	≤	391,62	2,72
391,62	<	d1	≤	393,20	2,73
393,20	<	d1	≤	394,78	2,74

Innendurchmesser [mm]				Toleranzen	
d1				±	
394,78	<	d1	≤	396,35	2,75
396,35	<	d1	≤	397,93	2,76
397,93	<	d1	≤	399,51	2,77
399,51	<	d1	≤	401,09	2,78
401,09	<	d1	≤	402,66	2,79
402,66	<	d1	≤	404,24	2,80
404,24	<	d1	≤	405,82	2,81
405,82	<	d1	≤	407,40	2,82
407,40	<	d1	≤	408,98	2,83
408,98	<	d1	≤	410,56	2,84
410,56	<	d1	≤	412,14	2,85
412,14	<	d1	≤	413,72	2,86
413,72	<	d1	≤	415,30	2,87
415,30	<	d1	≤	416,89	2,88
416,89	<	d1	≤	418,47	2,89
418,47	<	d1	≤	420,05	2,90
420,05	<	d1	≤	421,63	2,91
421,63	<	d1	≤	423,21	2,92
423,21	<	d1	≤	424,80	2,93
424,80	<	d1	≤	426,38	2,94
426,38	<	d1	≤	427,96	2,95
427,96	<	d1	≤	429,55	2,96
429,55	<	d1	≤	431,13	2,97
431,13	<	d1	≤	432,71	2,98
432,71	<	d1	≤	434,30	2,99
434,30	<	d1	≤	435,88	3,00
435,88	<	d1	≤	437,47	3,01
437,47	<	d1	≤	439,05	3,02
439,05	<	d1	≤	440,64	3,03
440,64	<	d1	≤	442,22	3,04
442,22	<	d1	≤	443,81	3,05
443,81	<	d1	≤	445,40	3,06
445,40	<	d1	≤	446,98	3,07
446,98	<	d1	≤	448,57	3,08
448,57	<	d1	≤	450,16	3,09
450,16	<	d1	≤	451,75	3,10
451,75	<	d1	≤	453,33	3,11
453,33	<	d1	≤	454,92	3,12
454,92	<	d1	≤	456,51	3,13
456,51	<	d1	≤	458,10	3,14



Innendurchmesser [mm]				Toleranzen	
d1				±	
458,10	<	d1	≤	459,69	3,15
459,69	<	d1	≤	461,28	3,16
461,28	<	d1	≤	462,87	3,17
462,87	<	d1	≤	464,46	3,18
464,46	<	d1	≤	466,05	3,19
466,05	<	d1	≤	467,64	3,20
467,64	<	d1	≤	469,23	3,21
469,23	<	d1	≤	470,82	3,22
470,82	<	d1	≤	472,41	3,23
472,41	<	d1	≤	474,00	3,24
474,00	<	d1	≤	475,59	3,25
475,59	<	d1	≤	477,19	3,26
477,19	<	d1	≤	478,78	3,27
478,78	<	d1	≤	480,37	3,28
480,37	<	d1	≤	481,96	3,29
481,96	<	d1	≤	483,56	3,30
483,56	<	d1	≤	485,15	3,31
485,15	<	d1	≤	486,74	3,32
486,74	<	d1	≤	488,34	3,33
488,34	<	d1	≤	489,93	3,34
489,93	<	d1	≤	491,52	3,35
491,52	<	d1	≤	493,12	3,36
493,12	<	d1	≤	494,71	3,37
494,71	<	d1	≤	496,31	3,38
496,31	<	d1	≤	497,90	3,39
497,90	<	d1	≤	499,50	3,40
499,50	<	d1	≤	501,10	3,41
501,10	<	d1	≤	502,69	3,42
502,69	<	d1	≤	504,29	3,43
504,29	<	d1	≤	505,89	3,44
505,89	<	d1	≤	507,48	3,45
507,48	<	d1	≤	509,08	3,46
509,08	<	d1	≤	510,68	3,47
510,68	<	d1	≤	512,27	3,48
512,27	<	d1	≤	513,87	3,49
513,87	<	d1	≤	515,47	3,50
515,47	<	d1	≤	517,07	3,51
517,07	<	d1	≤	518,67	3,52
518,67	<	d1	≤	520,27	3,53
520,27	<	d1	≤	521,87	3,54

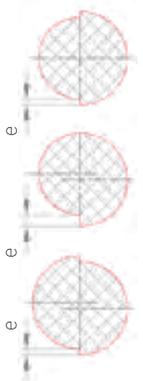
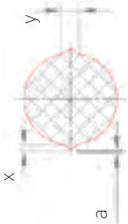
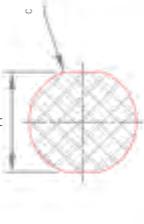
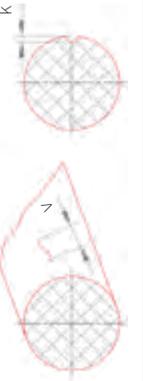
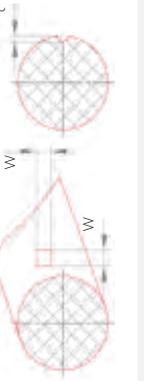
Innendurchmesser [mm]				Toleranzen	
d1				±	
521,87	<	d1	≤	523,46	3,55
523,46	<	d1	≤	525,06	3,56
525,06	<	d1	≤	526,66	3,57
526,66	<	d1	≤	528,26	3,58
528,26	<	d1	≤	529,86	3,59
529,86	<	d1	≤	531,46	3,60
531,46	<	d1	≤	533,07	3,61
533,07	<	d1	≤	534,67	3,62
534,67	<	d1	≤	536,27	3,63
536,27	<	d1	≤	537,87	3,64
537,87	<	d1	≤	539,47	3,65
539,47	<	d1	≤	541,07	3,66
541,07	<	d1	≤	542,68	3,67
542,68	<	d1	≤	544,28	3,68
544,28	<	d1	≤	545,88	3,69
545,88	<	d1	≤	547,48	3,70
547,48	<	d1	≤	549,09	3,71
549,09	<	d1	≤	550,69	3,72
550,69	<	d1	≤	552,29	3,73
552,29	<	d1	≤	553,90	3,74
553,90	<	d1	≤	555,50	3,75
555,50	<	d1	≤	557,11	3,76
557,11	<	d1	≤	558,71	3,77
558,71	<	d1	≤	560,32	3,78
560,32	<	d1	≤	561,92	3,79
561,92	<	d1	≤	563,53	3,80
563,53	<	d1	≤	565,13	3,81
565,13	<	d1	≤	566,74	3,82
566,74	<	d1	≤	568,34	3,83
568,34	<	d1	≤	569,95	3,84
569,95	<	d1	≤	571,56	3,85
571,56	<	d1	≤	573,16	3,86
573,16	<	d1	≤	574,77	3,87
574,77	<	d1	≤	576,38	3,88
576,38	<	d1	≤	577,98	3,89
577,98	<	d1	≤	579,59	3,90
579,59	<	d1	≤	581,20	3,91
581,20	<	d1	≤	582,81	3,92
582,81	<	d1	≤	584,42	3,93
584,42	<	d1	≤	586,02	3,94



Innendurchmesser [mm]					Toleranzen
d1					±
586,02	<	d1	≤	587,63	3,95
587,63	<	d1	≤	589,24	3,96
589,24	<	d1	≤	590,85	3,97
590,85	<	d1	≤	592,46	3,98
592,46	<	d1	≤	594,07	3,99
594,07	<	d1	≤	595,68	4,00
595,68	<	d1	≤	597,29	4,01
597,29	<	d1	≤	598,90	4,02
598,90	<	d1	≤	600,00	4,03
		> 600			nach Formel

Die Qualitätskriterien für O-Ringe sind in der ISO 3601-3 festgelegt und werden für die Klassen N und S in Tabelle 1.10 dargestellt.

- **Sortenmerkmal N** entspricht der Standardqualität
- **Sortenmerkmal S** entspricht erhöhten Qualitätsansprüchen (nicht lagerhaltig)
- **Sortenmerkmal CS** kommt bei kritischen Anwendungen zum Einsatz (nicht lagerhaltig)

Arten der Abweichung	Schematische Darstellung	Abmessung	Sortenmerkmal N				Sortenmerkmal S				
			> 0,80 <sup>b</sup> ≤ 2,25	> 3,15 ≤ 4,50	> 4,50 ≤ 6,30	> 6,30 ≤ 8,40 <sup>b</sup>	> 0,80 <sup>b</sup> ≤ 2,25	> 2,25 ≤ 3,15	> 3,15 ≤ 4,50	> 4,50 ≤ 6,30	> 6,30 ≤ 8,40 <sup>b</sup>
Versatz und Formabweichungen		e	0,08	0,10	0,13	0,15	0,08	0,10	0,12	0,13	
			Bei festgestelltem Grat darf dieser 0,07 mm nicht überschreiten								
Wulst, Grat, Versatz kombiniert		x	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,10	0,13	0,15	
		y	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,10	0,13	0,15	0,15
Einkerbung		g	0,18	0,27	0,36	0,53	0,70	0,10	0,15	0,20	0,30
		u	0,08	0,08	0,10	0,10	0,13	0,05	0,08	0,10	0,13
Entgraten		n	Entgraten ist zulässig, wenn das Maß n den min. Durchmesser d2 nicht unterschreitet								
Fließlinien (radiale Ausdehnung nicht zulässig)		v	0,15 <sup>a</sup>	0,15 <sup>a</sup>	6,50 <sup>a</sup>	6,50 <sup>a</sup>	6,50 <sup>a</sup>	1,50 <sup>a</sup>	1,50 <sup>a</sup>	5,00 <sup>a</sup>	5,00 <sup>a</sup>
		k	0,08								
Vertiefungen, Einzugsstellen		w	0,60	0,80	1,00	1,30	1,70	0,15	0,25	0,40	1,00
		t	0,08	0,80	0,10	0,10	0,13	0,08	0,08	0,10	0,10

<sup>a</sup> 0,05 x d1 oder Wert v, je nachdem, welcher Betrag größer ist

<sup>b</sup> Für Schnur Stärken > 0,80 mm und ≤ 8,40 mm müssen die Abweichungen zwischen Hersteller und Kunde vereinbart werden

<sup>c</sup> gerundete Kanten

Tabelle 1.10: Übersicht Sortenmerkmale N und S

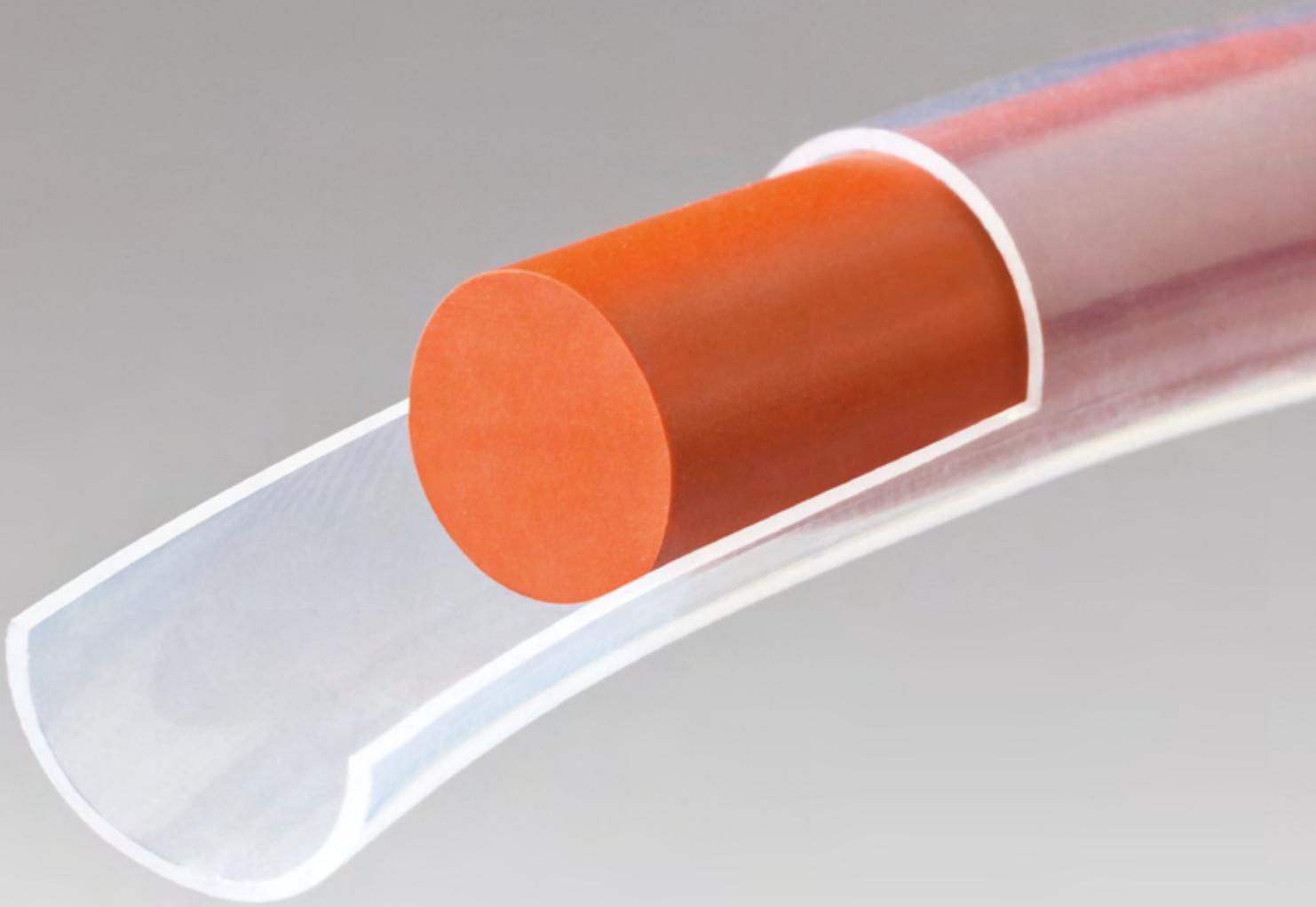


## 1.10 ISO-TOLERANZEN FÜR EINBAURÄUME

ISO-Abmaße (Auswahl)					
Nennmaßbereich (mm)		Gehäuse (µm)		Bohrung / Welle (µm)	
>	≤	h9	f7	H8	H9
1,6	3	0	-6	+14	+25
		-25	-16	0	0
3	6	0	-10	+18	+30
		-30	-22	0	0
6	10	0	-13	+22	+36
		-36	-28	0	0
10	18	0	-16	+27	+43
		-43	-34	0	0
18	30	0	-20	+33	+52
		-52	-41	0	0
30	50	0	-25	+39	+62
		-62	-50	0	0
50	80	0	-30	+46	+74
		-74	-60	0	0
80	120	0	-36	+54	+87
		-87	-71	0	0
120	180	0	-43	+63	+100
		-100	-83	0	0
180	250	0	-50	+72	+115
		-115	+96	0	0
250	315	0	-56	+81	+130
		-130	-108	0	0
315	400	0	-62	+89	+140
		-140	-119	0	0
400	500	0	-68	+97	+155
		-155	-131	0	0

Tabelle 1.11: ISO-Abmaße

# FEP/PFA O-Ring





## 2.1 EINLEITUNG

Bei dem FEP/PFA O-Ring handelt sich um einen Elastomerring mit einer nahtlosen Hülle aus FEP/PFA (Bild 2.1). Der Elastomerring kann dabei entweder als Vollkern oder als Hohlkern ausgeführt sein.

FEP/PFA sind perfluorierte Polymere mit hervorragender chemischer Beständigkeit, ähnlich PTFE.

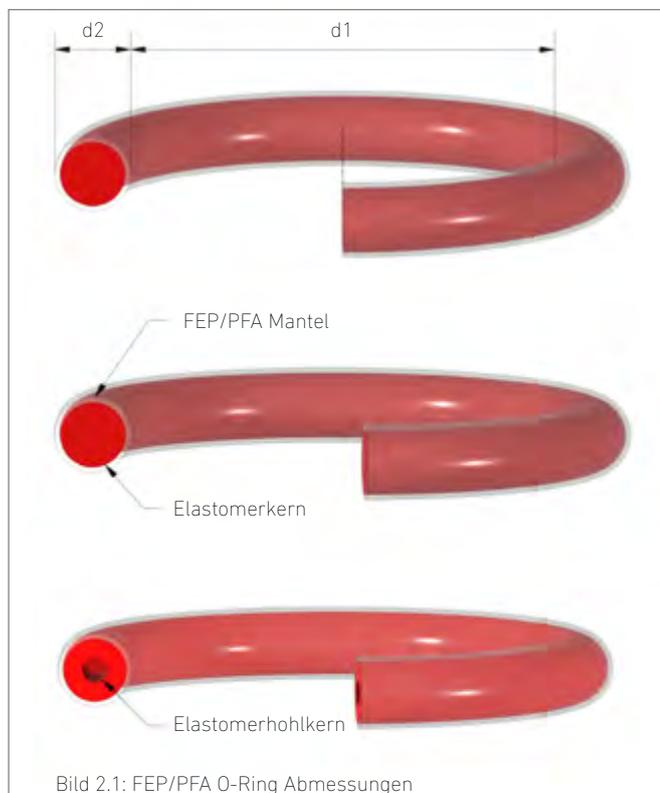
Für den Fall, dass die chemische Beständigkeit der Standardelastomere nicht mehr ausreicht stellt FEP/PFA eine preiswerte Alternative dar.

Definition der Abmessungen und Bestellgrößen (Bild 2.1):

- Innendurchmesser d1
- Schnurstärke d2

FEP/PFA O-Ringe sind in den gleichen Abmessungen wie Elastomer O-Ringe erhältlich.

Bedingt durch den FEP/PFA Mantel können, jedoch abhängig von den verschiedenen Schnurstärken, Minimalwerte der Innendurchmesser d1 nicht unterschritten werden. In Tabelle 2.1 sind die jeweiligen Grenzwerte aufgeführt.



O-Ring Schnurstärke	O-Ring Innendurchmesser
d2	d1
1,60	> 7,64
1,78 / 1,80	> 7,64
2,00	> 7,64
2,40	> 9,19
2,50	> 9,19
2,62 / 2,65	> 9,19
3,00	> 12,0
3,10	> 12,0
3,53 / 3,55	> 13,1
4,00	> 18,0
5,00	> 23,1
5,30 / 5,33	> 23,1
5,70	> 50,0
6,00	> 50,0
7,00	> 50,0
8,00	> 50,0

Tabelle 2.1: Minimalwerte Innendurchmesser d1

### VORTEILE

- hohe Beständigkeit gegen aggressive Medien
- hochleistungsfähig in kritischen Anwendungen
- breiter Temperatureinsatzbereich
- kostengünstig
- physiologisch unbedenklich, sterilisierbar
- Einsatz in der Lebensmittel-, Chemie-, Pharmaindustrie
- FDA-konform
- niedriger Reibungskoeffizient
- geringe Permeation

## 2.2 DICHTWIRKUNG

Die Dichtwirkung des FEP/PFA O-Rings ergibt sich durch das beim Einbau, vergleichbar dem Elastomer O-Ring, axiale oder radiale Verpressen seines Querschnittes.

Der Elastomerkern sorgt durch seine elastischen Eigenschaften für eine gleichmäßige Vorpressung. Durch den FEP/PFA Mantel besitzen die FEP/PFA O-Ringe jedoch eine geringere Elastizität.

## 2.3 EINSATZBEREICHE

FEP/PFA O-Ringe kommen in den verschiedensten technischen Bereichen zur Anwendung. Vor allem da, wo der Einsatzbereich von herkömmlichen O-Ringen ausgeschöpft ist.

Durch die gute chemische Beständigkeit, der physiologischen Unbedenklichkeit und der Sterilisierbarkeit findet man sie in der Petrochemie, der Lebensmittel-, Chemie- und Pharmaindustrie.

### Haupt Einsatzbereiche:

- axial-dichtend
- radial-dichtend

**Nicht eingesetzt** werden sollte der FEP/PFA O-Ring bei Anwendungen mit abrasiven Kontaktflächen oder abrasiven Medien, da diese den Mantel zerstören können.

### Einsatzparameter:

Für eine sichere Dichtfunktion müssen folgende Einsatzparameter und ihre Grenzwerte im Gesamten zueinander geprüft werden:

- **Anwendungsfall:**
  - › statisch
- **Medien**
  - › keine flüssigen Alkalimetalle und einige Fluorverbindungen
- **Temperaturbereiche**
  - › min./max. Dauergebrauchstemperatur
  - › min./max. Spitztemperatur
  - › Wirkdauer
- **Prozessdrücke**
  - › max. Druckbereich
  - › pulsierend / permanent
- **maximale Spaltmaße**
  - › Tabelle 1.4: Spaltmaß „S“, S. 10
- **Sonderanforderungen**

Bei höher beanspruchten Abdichtungsanwendungen:

  - › Betriebsdrücke über 5 MPa
  - › ungünstigen Dichtspaltabmessungen wird grundsätzlich der Einsatz von Konkavstützringen empfohlen (Stützring-Kapitel, S. 45).

## 2.4 WERKSTOFFE

FEP/PFA O-Ringe sind in zwei Varianten erhältlich:

- **FKM Elastomer Kern/ Schlauch**  
Temperaturbereich: -25 C° bis +200 C°
- **VMQ Elastomer Kern/ Schlauch**  
Temperaturbereich: -60 C° bis +200 C°

Andere Kernwerkstoffe auf Anfrage.

Hinweis: Die angegebenen Temperaturbereiche sind theoretische Grenzwerte. Im Zusammenspiel mit den Medien und Wirkdrücken sind die Grenzen stets etwas niedriger anzusetzen.

## 2.5 KONSTRUKTIONSHINWEISE

Generell gelten für FEP/PFA O-Ringe die gleichen Empfehlungen bezüglich **Oberflächenqualitäten** und **Spaltweiten** (S.10) wie für Elastomer O-Ringe.

### Dehnung/Stauchung:

Im Gegensatz zu Elastomer O-Ringen sind FEP/PFA O-Ringe, auf Grund ihres Mantels, nur eingeschränkt dehn- und stauchbar.

### Einbauvorpresseung:

Die Dichtwirkung des O-Rings wird durch seine Vorpresseung erreicht. Die empfohlenen Maximalwerte sind niedriger anzusetzen als bei Elastomer O-Ringen und betragen je nach Anwendungsfall:

- › statische Abdichtung                      12 - 22 %

### Einbauraum:

Allgemeine Voraussetzungen für den Einbauraum:

- › geringe Einpresskräfte in das Gehäuse
- › begrenzte O-Ring-Dehnung nötig

Für den Einbau der FEP/PFA O-Ringe gelten die gleichen Empfehlungen bezüglich der Nutgestaltung, sowie den entsprechenden Einbaumaßen wie für Elastomer O-Ringe (siehe Kapitel 1.7). Generell werden für den Einbau der FEP/PFA O-Ringe geteilte Nuten empfohlen.



## 2.6 MONTAGEHINWEISE

Für die sichere Dichtfunktion der FEP/PFA O-Ringe ist die korrekte Montage ausschlaggebend. Dabei sind folgende Punkte zu beachten:

- Die Kontaktflächen der Einbauträume dürfen nicht durch Kratzer, Vertiefungen oder Ähnliches beschädigt sein
- Kanten und Einführschrägen müssen nach Vorgabe entgratet werden
- O-Ring vor der Montage in heißen verträglichen Medien erwärmen
- O-Ring direkt nach der Erwärmung verbauen, wenn er leichter verformbar ist
- Der O-Ring darf nicht geknickt oder überdehnt werden

Bei technischen Fragen stehen Ihnen unsere Anwendungsberater gerne zur Verfügung.



# PTFE O-Ring





## 3.1 EINLEITUNG

Ist die Beständigkeit herkömmlicher Elastomerwerkstoffe nicht ausreichend, sind auch O-Ringe aus PTFE (Polytetrafluorethylen) verfügbar. Dieser Werkstoff verfügt über eine ausgezeichnete chemische Beständigkeit.

PTFE O-Ringe sind auf Grund ihrer geringen Elastizität sowohl mit als auch ohne Spreizschlitz erhältlich.

Sie werden spanabhebend hergestellt und können in nahezu allen Abmessungen gefertigt werden.

Definition der Abmessungen und Bestellgrößen (Bild 3.1):

- **Innendurchmesser d1**  
≥ 3mm
- **Schnurstärke d2**  
≥ 0,5 mm ≤ 12 mm



Bild 3.1: PTFE O-Ring Abmessungen

### VORTEILE

- hohe chemische Beständigkeit
- Temperaturbeständigkeit von -200°C bis zu +260°C
- gute Gleiteigenschaften
- physiologisch unbedenklich, sterilisierbar
- Einsatz in der Lebensmittel-, Chemie-, Pharmaindustrie
- niedriger Reibungskoeffizient

## 3.2 DICHTWIRKUNG

Die Dichtwirkung des PTFE O-Rings ergibt sich durch das Verpressen seines Querschnittes beim Einbau.

Der zur Erhöhung der Elastizität eingearbeitete Spreizschlitz muss sich dabei immer auf der mit Druck beaufschlagten Seite befinden.

## 3.3 EINSATZBEREICHE

PTFE O-Ringe finden überall dort Anwendung, wo die üblichen Elastomer O-Ringe den thermischen und chemischen Anforderungen nicht mehr standhalten. PTFE ist bei nahezu allen Medien einsetzbar; Einschränkungen bestehen lediglich bei flüssigen Alkalimetallen und einigen Fluor-, Halogenverbindungen.

Durch die hervorragende chemische Beständigkeit, der physiologischen Unbedenklichkeit und der Sterilisierbarkeit findet man sie in der Petrochemie, der Lebensmittel-, Chemie- und Pharmaindustrie.

### Haupteinsatzbereiche:

- statische Abdichtungen – zwischen Flanschen, Gehäuseteilen und Deckeln

### Einsatzparameter:

Für eine sichere Dichtfunktion müssen folgende Einsatzparameter und ihre Grenzwerte im Gesamten zueinander geprüft werden.

- **Medien**  
> keine flüssigen Alkalimetalle und einige Fluor-, Halogenverbindungen
- **Temperaturbereiche**  
> -200°C bis +260°C
- **Prozessdrücke**  
> bis 40 MPa

Hinweis: Die in diesem Katalog angegebenen Maximalwerte müssen je nach Anforderung und unter dem Einfluss anderer Betriebsparameter ggf. niedriger angesetzt werden.

## 3.4 WERKSTOFFE

### Standardwerkstoff:

- reines PTFE (Polytetrafluorethylen)

Weiterführende Informationen und technische Daten zu dem Werkstoff sind in Kapitel 11.5 beschrieben.

### 3.5 KONSTRUKTIONSHINWEISE

Die allgemeinen Vorgaben bezüglich **konstruktiver Gestaltung** und **Oberflächenqualitäten** kann von den Elastomer O-Ringen übernommen werden.

#### Dehnung/Stauchung:

Bei PTFE O-Ringen ist ein Dehnen oder Stauchen stark bedingt möglich. Aufgrund der geringen Elastizität ist die Schnurstärke des O-Ringes praktisch nahezu identisch der Tiefe des Nutgrunds.

#### Einbauraum:

Der Einbau muss in leicht zugänglichen, geteilten Nuten erfolgen.

### 3.6 EINBAUEMPFEHLUNGEN

In Bild 3.2 sind die verschiedenen statischen Einbauvarianten mit den dazugehörigen PTFE O-Ring Typen dargestellt. Die Ausrichtung des Spreizschlitzes muss immer zur Druckseite gerichtet sein.

Varianten Type B & C mit Dreiecksnuten, sind aufgrund der undefinierten Lage zu vermeiden.

Die zugehörigen Empfehlungen der Einbaumaße sind aus der Tabelle 3.1 zu entnehmen.

O-Ring Schnurstärke d2	Nutabmessungen		
	Nutbreite B +0,1	Nuttiefe T +0,05	Radius R
1,50	1,70	1,30	0,20
1,60	1,80	1,40	0,30
1,78 / 1,80	2,00	1,60	0,40
2,00	2,20	1,80	0,50
2,40	2,60	2,15	0,50
2,50	2,80	2,25	0,50
2,62 / 2,65	2,90	2,35	0,60
3,00	3,30	2,70	0,80
3,10	3,40	2,80	0,80
3,53 / 3,55	3,90	3,15	1,00
4,00	4,40	3,60	1,00
5,00	5,50	4,50	1,00
5,30 / 5,33	5,90	4,80	1,20
5,70	6,30	5,10	1,20
6,00	6,60	5,60	1,20
6,99 / 7,00	7,70	6,30	1,50
8,00	8,80	7,20	1,50
8,40	9,20	7,55	2,00

Tabelle 3.1: Einbaumaße PTFE O-Ringe: axial-statischer Einbau

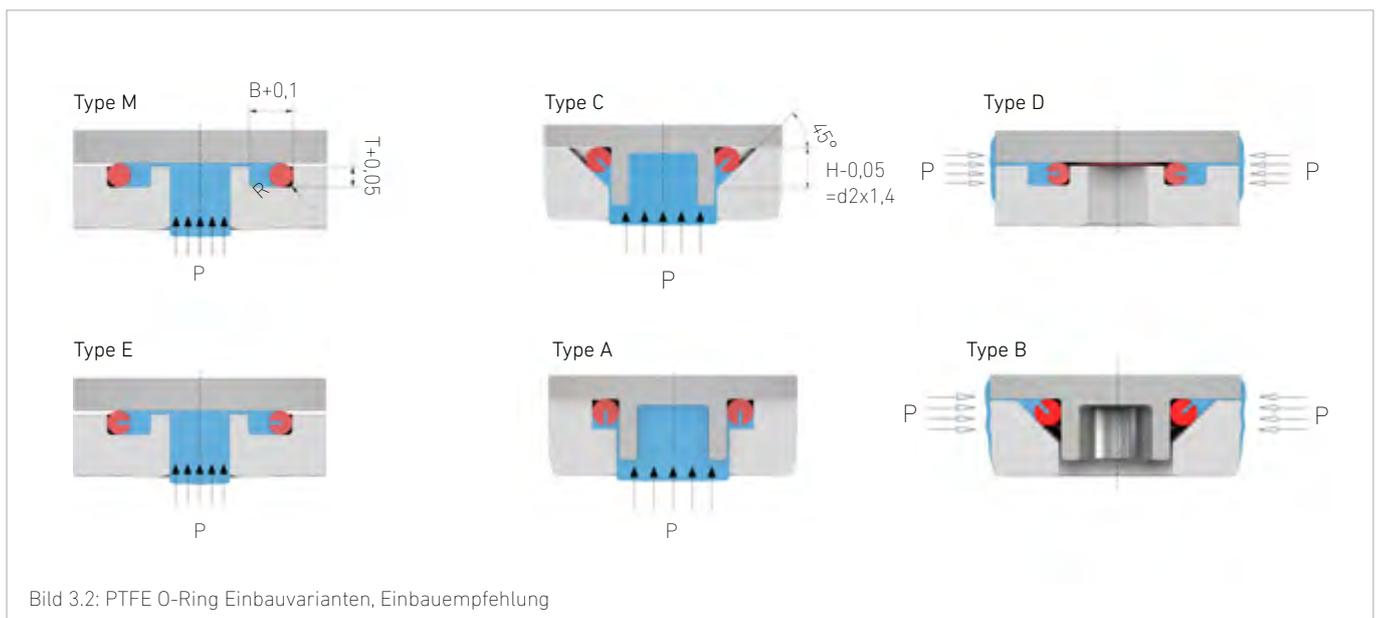


Bild 3.2: PTFE O-Ring Einbauvarianten, Einbauempfehlung





X-Ring





## 4.1 EINLEITUNG

Der X-Ring ist ein doppelwirkendes Vierlippendichtelement in Ringform mit speziellem, endlos vulkanisiertem, nahezu quadratischem Profil.

Aufgrund der Vielzahl der einsetzbaren Elastomerwerkstoffe können nahezu alle flüssigen und gasförmigen Medien abgedichtet werden.

Der Vorteil dieses Dichtprofils ist, dass die Formtrennung des Dichtelements außerhalb des Dichtbereichs liegt und sich zwischen den Dichtlippen ein Schmiermittelreservoir bilden kann, was vor allem für dynamische Anwendungen von Vorteil ist. Er kann jedoch auch zur statischen Abdichtung (radial und axial) verwendet werden.

Definition der X-Ring Abmessungen und Bestellgrößen (Bild 4.1):

- **Innendurchmesser  $d_1$**   
von ca. 0,74 mm bis 600 mm
- **Schnurstärke  $w$**   
von ca. 1,02 mm bis 6,99 mm

Normreihe des Ulman Lieferprogramms:  
**AS 568 A Amerikanische Norm**

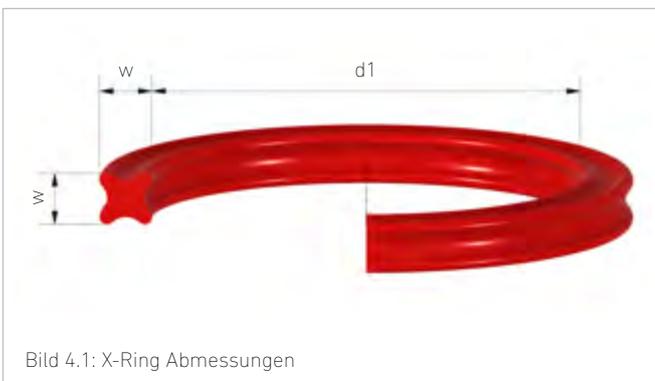


Bild 4.1: X-Ring Abmessungen

### VORTEILE

- vielseitig einsetzbar, auch bei dynamischen Anwendungen
- höhere Stabilität als O-Ringe
- kein Verdrillen in der Nut
- lange Lebensdauer
- Schmiermittelreservoir zwischen den Dichtlippen
- geringere Reibung im Vergleich zum O-Ring
- Formtrennung außerhalb des Dichtbereichs

## 4.2 DICHTWIRKUNG

Die Dichtwirkung des X-Ringes ergibt sich beim Einbau aus dem axialen und radialen Verpressen seines Querschnitts.

Auf Grund seines Profils und besseren Verteilung der Pressung wird eine hohe Dichtwirkung erzielt.

Die Pressung auf die Dichtflächen wird durch den anstehenden Systemdruck zusätzlich erhöht (Bild 4.2).

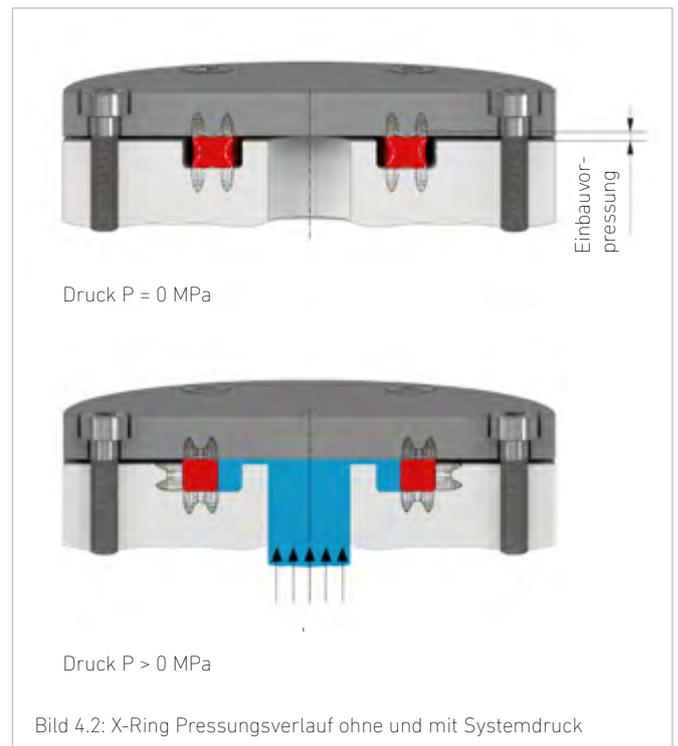


Bild 4.2: X-Ring Pressungsverlauf ohne und mit Systemdruck

## 4.3 EINSATZBEREICHE

X-Ringe kommen in den verschiedensten technischen Bereichen zum Einsatz.

Gegenüber dem O-Ring kann der X-Ring besser bei dynamischen Abdichtungen zum Einsatz kommen. Begrenzt wird sein Einsatzbereich durch den jeweiligen Druck und die Geschwindigkeit.

### Haupteinsatzbereiche:

- radial-dynamische Abdichtungen
- axial-statische Abdichtungen
- radial-statische Abdichtungen



## X-Ring als Rotationsdichtung

Bei Anwendungen mit geringer Einschaltzeit kann der X-Ring zur Abdichtung rotierender Wellen genutzt werden. Weiterführende Informationen sowie Einbauempfehlungen sind in Kapitel 4.6 auf S. 36 aufgeführt.

### Einsatzparameter:

Für eine sichere Dichtfunktion müssen folgende Einsatzparameter und ihre Grenzwerte im Gesamten zueinander geprüft werden.

- **Anwendungsfall:**
  - › statisch bis 5 MPa (> 5 MPa bis 40 MPa mit Stützring)
  - › dynamisch linear bis 5 MPa (> 5 MPa bis 30 MPa mit Stützring)
  - › dynamisch rotierend bis 15 MPa mit Stützring
- **Medien**
  - › allg. Einsatzempfehlungen: Tabelle 11.2, S. 77 f.
- **Temperaturbereiche:**
  - › min./max. Dauergebrauchstemperatur
  - › min./max. Spitztemperatur
  - › Wirkdauer
- **Standardwerkstoffe:**
  - › NBR 70 Shore A      -30°C bis +100°C
  - › FKM 70 Shore A      -20°C bis +200°C
- **Prozessdrücke**
  - › max. Druckbereich
  - › pulsierend
- **maximale Spaltmaße**
  - › Tabelle 4.4: Einbaumaße, S. 38
- **Relativgeschwindigkeiten v**
  - › linear bis 0,5 m/s
  - › rotierend bis 2 m/s

### Sonderanforderungen:

Bei höher beanspruchten Abdichtungsanwendungen:

- › Betriebsdrücke über 5 MPa
- › hohen Dauergebrauchstemperaturen
- › ungünstigen Dichtspaltabmessungen  
wird grundsätzlich der Einsatz von Stützringen empfohlen. (Stützring-Kapitel, S. 45).

## 4.4 WERKSTOFFE

Bei der Auswahl des optimalen Werkstoffes sind die Parameter: Temperatur, Druck und Medien kritische Einflussfaktoren, die herangezogen werden müssen.

X-Ringe sind wie O-Ringe in einer Vielzahl unterschiedlicher Elastomerwerkstoffe erhältlich. Eine Übersicht unserer Standard-Elastomerwerkstoffe sowie deren Eigenschaften sind in Kapitel 11.2 auf Seite 77 beschrieben.

Sollte der X-Ring erhöhten Anforderungen standhalten oder Eigenschaften intensiviert sowie Produktionsprozesse vereinfacht werden, kann das mit Hilfe einer Oberflächenveredelung erreicht werden. Weitere Informationen dazu finden Sie im Kapitel 11.3 ab S. 81 f.

### Standardwerkstoffe:

- NBR 70 Shore A
- FKM 70 Shore A

Hinweis: Die in diesem Katalog angegebenen Maximalwerte müssen je nach Anwendungsanforderung und unter dem Einfluss anderer Betriebsparameter ggf. niedriger angesetzt werden.

Weitere Werkstoffe auf Anfrage erhältlich.

## 4.5 KONSTRUKTIONSHINWEISE

### Allgemein:

Bei allen Anwendungsfällen empfehlen wir bei der Auswahl der Schnurstärke „w“ in Bezug zum Innendurchmesser d1, den größtmöglichen Querschnitt zu wählen. Bei ungünstiger Toleranzlage ist dabei immer der nächstgrößere Querschnitt einzusetzen. Dieses gilt im Besonderen bei dynamischer Anwendung.

### Dehnung/Stauchung:

X-Ringe können bei radialem Einbau je nach Anwendungsfall im Einbauzustand bis:

- › max. 6% gedehnt
- › max. 3% gestaucht werden

### Einbauvorpresseung:

Die Dichtwirkung des X-Rings wird durch seine Vorpresseung erreicht. Je nach Anwendungsfall sollten nachfolgende Werte erreicht werden:

- › dynamische Abdichtung      6 - 18%
- › statische Abdichtung          8 - 25%



**Oberflächenqualitäten:**

Um eine optimale Dichtwirkung zu erreichen, müssen die Kontaktflächen nachfolgende Mindestanforderung (Tabelle 4.1-4.2) erfüllen.

Speziell bei dynamischem Einsatz darf nicht von den zulässigen Rauigkeitswerten abgewichen werden.

Einsatz	radial dynamisch	
Oberflächen	Gleitfläche	Nutoberfläche
Rmax (µm)	1,00 - 2,5	≤ 10
Ra (µm)	0,10 - 0,4	≤ 1,6
Rz (µm)	0,63 - 1,6	≤ 6,3

Tabelle 4.1: Oberflächenqualitäten - dynamischer Einsatz

Einsatz	radial, axial statisch	
Oberflächen	Dichtflächen	
Druck	konstanter Druck	pulsierender Druck
Rmax (µm)	≤ 10	≤ 6,3
	≤ 16	≤ 10
Ra (µm)	≤ 1,6	≤ 0,8
	≤ 3,2	≤ 1,6
Rz (µm)	≤ 6,3	≤ 4,0
	≤ 10	≤ 6,3

Tabelle 4.2: Oberflächenqualitäten - statischer Einsatz

**Spaltweiten:**

Der zulässige Spalt „S“ wird durch den Systemdruck, die Schnurstärke und die Härte des X-Rings bestimmt.

Ein zu großer Dichtspalt kann durch Spaltextrusion zur Beschädigung des X-Rings führen (Bild 4.3).

Die in der Tabelle 4.4 auf S. 38 aufgeführten max. zulässigen Spaltmaße müssen unbedingt eingehalten werden.

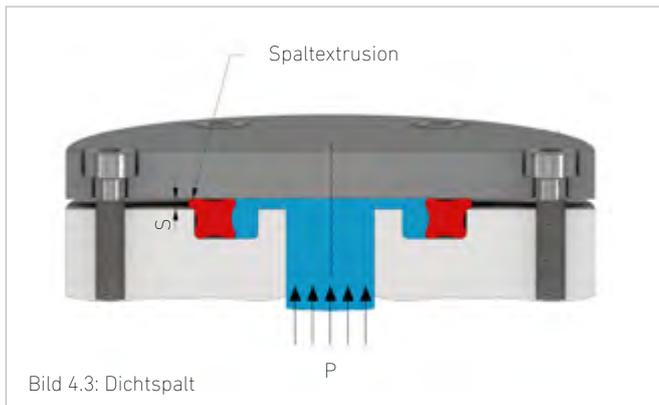


Bild 4.3: Dichtspalt

**4.6 EINBAUVARIANTEN**

**Radialer Einbau – statische und dynamische Anwendung**

Ermittlung des passenden X-Ring Durchmessers:

Für den **innendichtenden** Einsatz (Nut im Gehäuse – Bild 4.4) gilt:

X-Ring Innendurchmesser  $d1 \sim Da$ ; den X-Ring mit geringster Abweichung vom Innendurchmesser  $d1$  zum Abdichtdurchmesser  $Da$  verwenden

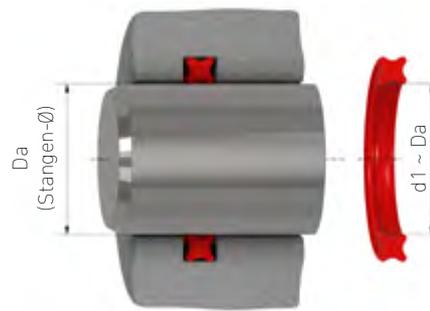


Bild 4.4: Radialeinbau – innendichtend

Für den **außendichtenden** Einsatz (Nut in der Stange / Welle – Bild 4.5) gilt:

X-Ring Innendurchmesser  $d1 \leq Di$



Bild 4.5: Radialeinbau – außendichtend

### Axialer Einbau – statische Anwendung

Für eine sichere Dichtfunktion muss bei dieser Einbauvariante die Wirkrichtung des Drucks beachtet werden.

Bei **Druck von innen** gilt:

Der X-Ring Außendurchmesser ( $d1 + 2 \times w$ ) wird ca. 1-2% größer als der Nutaußendurchmesser  $Da$  gewählt.

X-Ring Innendurchmesser  $d1 \sim Da \times 1,02 - 2 \times w$

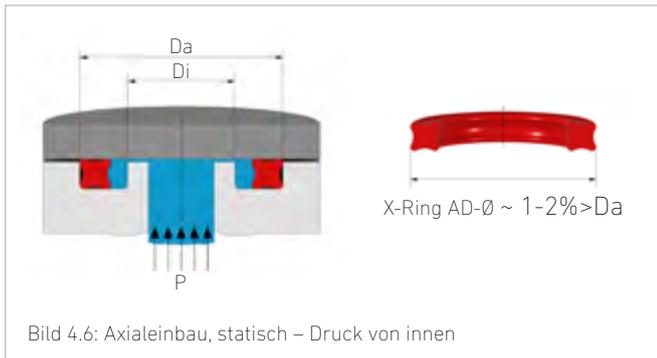


Bild 4.6: Axialeinbau, statisch – Druck von innen

Bei **Druck von außen** gilt:

Der X-Ring Innendurchmesser  $d1$  wird ca. 1-3% kleiner als der Nutinnendurchmesser  $Di$  gewählt.

X-Ring Innendurchmesser  $d1 \sim Di \times 0,97$

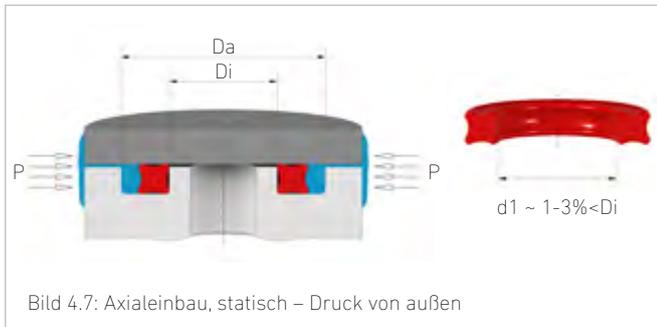


Bild 4.7: Axialeinbau, statisch – Druck von außen

### X-Ring als Rotationsdichtung:

Bei Anwendungen mit geringer Einschaltzeit kann der X-Ring zur Abdichtung rotierender Wellen genutzt werden.

Es ist dabei zu beachten, dass der X-Ring Innendurchmesser ca. 2% - 5% größer gewählt wird als der abzudichtende Wellendurchmesser  $Di f7$  (Bild 4.8).

X-Ring Durchmesser  $d1 \sim 2 - 5\% > Di f7$

Dies ist auf der Tatsache begründet, dass sich ein gedehnter Elastomerring unter Erwärmung zusammenzieht (Joule-Effekt). Dadurch wird die Reibung und der Verschleiß erhöht und die Lebensdauer deutlich vermindert.

Unter 0,5 m/s Umfangsgeschwindigkeit kann diese Vorgabe jedoch vernachlässigt werden.

Tabelle 4.3 und Bild 4.8 geben Auskunft über die empfohlenen Einbaumaße und Toleranzen für den rotierenden Einsatz.

Schnur- stärke	Nutabmessungen			Radius	
	Nut- grund-Ø	Nutbreite			
w	Da H8	B+0,2	B1+0,2	B2+0,2	R
1,78	Di + 3,2	2,00	3,20	4,40	0,20
2,62	Di + 4,8	2,80	4,00	5,20	0,30
3,53	Di + 6,7	3,80	5,40	7,00	0,40
5,33	Di + 9,9	6,00	8,00	10,00	0,40
6,99	Di + 13,3	7,70	10,20	12,70	0,60

Tabelle 4.3: Einbaumaße: rotierender Einsatz

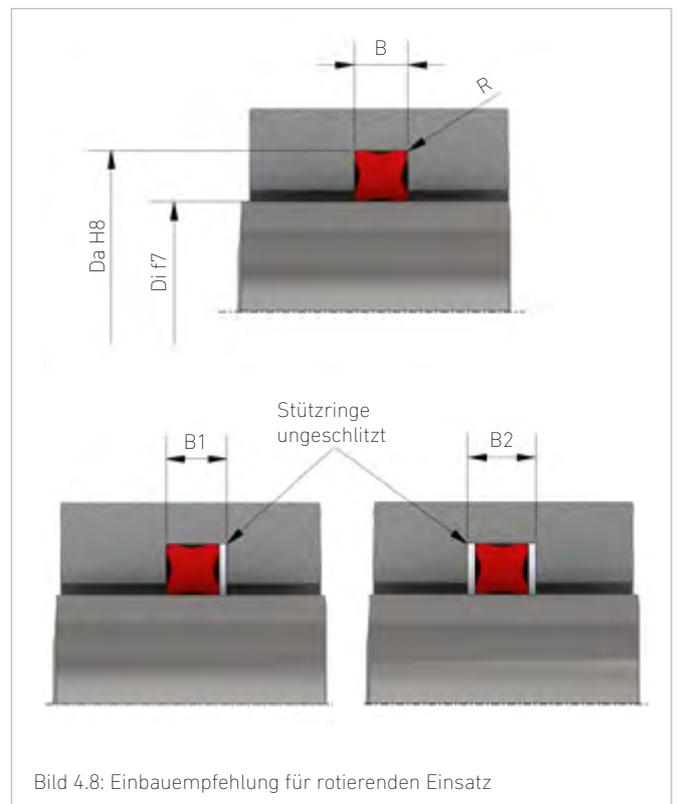


Bild 4.8: Einbauempfehlung für rotierenden Einsatz



### 4.7 NUTAUSFÜHRUNG & EINBAUMASSE

Die Aufnahmenuten der X-Ringe sind möglichst in Rechteckform auszuführen.

Schräge Nutflanken bis ca. 5° sind zulässig (Bild 4.9). Der Radius R1 darf maximal 0,2 mm betragen.

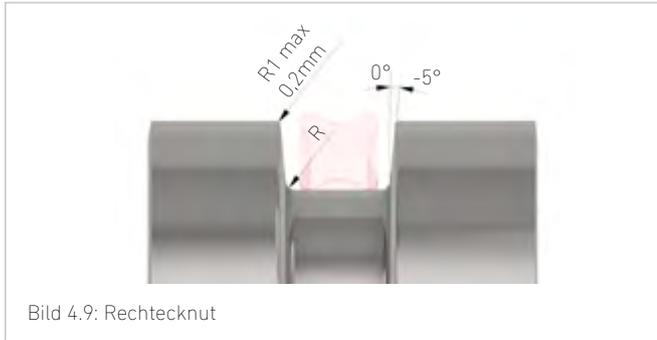


Bild 4.9: Rechtecknut

Die Gestaltung der Nutradien ist in Abhängigkeit der Schnurstärke „w“ nach Tabelle 4.4 zu wählen.

Beim Einsatz von Stützringen (Kapitel Stützringe S. 45) müssen die Nutflanken rechtwinklig ausgeführt werden.

Bild 4.10 und Tabelle 4.4 geben Auskunft über die empfohlenen Einbaumaße und Toleranzen für den statischen und dynamischen Anwendungsfall.

Basiswerkstoff für die Einbaumaße ist NBR 70 Shore A. Bei Werkstoffen mit größerer Schwindungsneigung müssen unter Umständen andere Toleranzfelder gewählt werden.

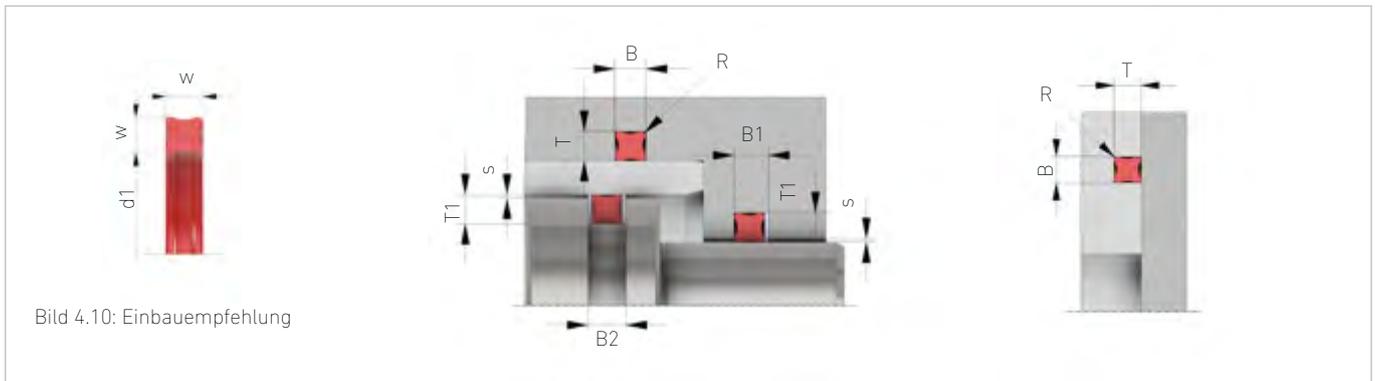


Bild 4.10: Einbauempfehlung

Schnur- stärke	Radiale Verpressung		Nutabmessungen							Radius	Spalt
	statisch	dynamisch	Nuttiefe NBR		Nuttiefe FKM		Nutbreite				
			statisch	dyna- misch	statisch	dyna- misch					
w	min - max	min - max	T+0,05	T1+0,05	T+0,05	T1+0,05	B+0,2	B1+0,2	B2+0,2	R	S max
1,02	0,165 - 0,35	0,115 - 0,30	0,75	0,80	0,75	0,80	1,20	-	-	0,10	0,03
1,27	0,245 - 0,43	0,145 - 0,33	0,90	1,00	0,90	1,00	1,40	-	-	0,10	0,03
1,52	0,265 - 0,45	0,165 - 0,35	1,15	1,25	1,15	1,25	1,70	-	-	0,22	0,04
1,78	0,275 - 0,46	0,175 - 0,36	1,40	1,50	1,35	1,45	2,00	3,40	4,80	0,22	0,05
2,62	0,265 - 0,45	0,215 - 0,40	2,25	2,30	2,10	2,20	3,00	4,40	5,80	0,30	0,08
3,53	0,305 - 0,53	0,205 - 0,43	3,10	3,20	3,00	3,10	4,00	5,40	6,80	0,40	0,08
5,33	0,400 - 0,71	0,250 - 0,56	4,75	4,90	4,60	4,75	6,00	7,70	9,40	0,40	0,10
6,99	0,600 - 0,95	0,350 - 0,70	6,20	6,40	6,00	6,20	8,00	10,50	13,00	0,60	0,10

Tabelle 4.4: Einbaumaße

## 4.8 MONTAGEHINWEISE

Um Fehlerquellen sicher ausschließen zu können, müssen bei der Montage der X-Ringe folgende Punkte zur Sicherstellung der Dichtfunktion erfüllt sein:

- definierte Einführschrägen (Bild 4.11, Tabelle 4.5),  
gratfreier abgerundeter Übergang,  
Oberflächenqualität  $Ra < 0,4 \mu\text{m}$ ,  $Rz < 1,6 \mu\text{m}$
- gratfreie abgerundete Bohrungen und Schlitze (Bild 4.11)
- Schmierung (ohne Feststoffzusätze)
- Einsatz von Montagehilfen beim Überfahren von scharfen Kanten und Ecken (z.B. Gewinden)
- Schmutz-/ partikelfreie Dichtstelle
- kein Überdehnen des X-Rings
- kein Verdrehen und Verdrillen des X-Rings

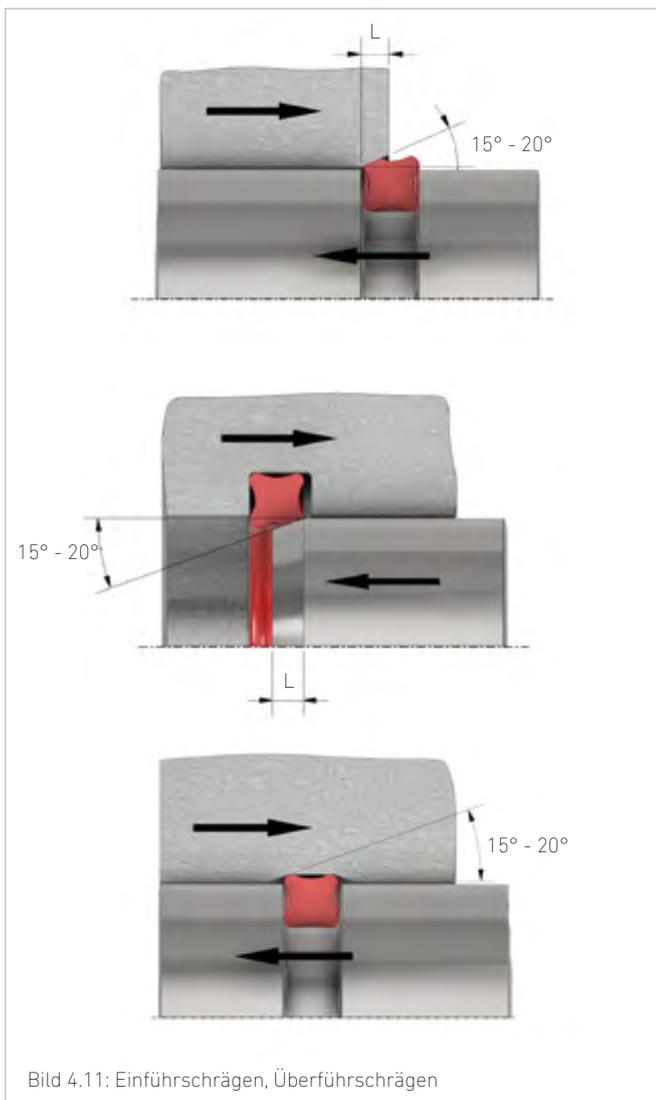


Bild 4.11: Einführschrägen, Überführschrägen

X-Ring Schnurstärke	Einführschrägen
w	L min.
$\leq 1,78$	1,20
$\leq 2,62$	1,60
$\leq 3,53$	1,90
$\leq 5,33$	2,80
$\leq 6,99$	3,70

Tabelle 4.5: Einführschrägen

## 4.9 X-RING ABMESSUNGEN

Die verfügbaren Standardabmessungen der X-Ringe sind in Tabelle 4.6 dargestellt.

Weitere Abmessungen sind auf Anfrage lieferbar.

ARP -Nr.	Innendurchmesser	Schnurstärke
1	$0,74 \pm 0,12$	$1,02 \pm 0,08$
2	$1,07 \pm 0,12$	$1,27 \pm 0,08$
3	$1,42 \pm 0,13$	$1,52 \pm 0,08$
	$1,78 \pm 0,13$	$1,52 \pm 0,08$
4	$1,78 \pm 0,13$	$1,78 \pm 0,08$
5	$2,57 \pm 0,13$	$1,78 \pm 0,08$
6	$2,9 \pm 0,13$	$1,78 \pm 0,08$
7	$3,68 \pm 0,14$	$1,78 \pm 0,08$
8	$4,47 \pm 0,15$	$1,78 \pm 0,08$
9	$5,28 \pm 0,15$	$1,78 \pm 0,08$
10	$6,07 \pm 0,16$	$1,78 \pm 0,08$
11	$7,65 \pm 0,17$	$1,78 \pm 0,08$
	$8,2 \pm 0,18$	$1,78 \pm 0,08$
12	$9,25 \pm 0,18$	$1,78 \pm 0,08$
13	$10,82 \pm 0,20$	$1,78 \pm 0,08$
14	$12,42 \pm 0,21$	$1,78 \pm 0,08$
15	$14,00 \pm 0,22$	$1,78 \pm 0,08$
16	$15,60 \pm 0,23$	$1,78 \pm 0,08$
17	$17,17 \pm 0,24$	$1,78 \pm 0,08$
18	$18,77 \pm 0,26$	$1,78 \pm 0,08$
19	$20,35 \pm 0,27$	$1,78 \pm 0,08$
20	$21,95 \pm 0,28$	$1,78 \pm 0,08$
21	$23,52 \pm 0,29$	$1,78 \pm 0,08$

Fortsetzung auf nächster Seite



ARP -Nr.	Innendurchmesser	Schnurstärke
22	25,12 ± 0,30	1,78 ± 0,08
23	26,70 ± 0,31	1,78 ± 0,08
24	28,3 ± 0,33	1,78 ± 0,08
25	29,87 ± 0,34	1,78 ± 0,08
26	31,47 ± 0,35	1,78 ± 0,08
27	33,05 ± 0,36	1,78 ± 0,08
28	34,65 ± 0,37	1,78 ± 0,08
29	37,82 ± 0,39	1,78 ± 0,08
30	41,00 ± 0,42	1,78 ± 0,08
31	44,17 ± 0,44	1,78 ± 0,08
32	47,35 ± 0,46	1,78 ± 0,08
33	50,52 ± 0,48	1,78 ± 0,08
34	53,70 ± 0,51	1,78 ± 0,08
35	56,87 ± 0,53	1,78 ± 0,08
36	60,05 ± 0,55	1,78 ± 0,08
37	63,22 ± 0,57	1,78 ± 0,08
38	66,40 ± 0,59	1,78 ± 0,08
39	69,57 ± 0,62	1,78 ± 0,08
40	72,75 ± 0,64	1,78 ± 0,08
41	75,92 ± 0,66	1,78 ± 0,08
42	82,27 ± 0,70	1,78 ± 0,08
43	88,62 ± 0,75	1,78 ± 0,08
44	94,97 ± 0,79	1,78 ± 0,08
45	101,32 ± 0,83	1,78 ± 0,08
46	107,67 ± 0,88	1,78 ± 0,08
47	114,02 ± 0,92	1,78 ± 0,08
48	120,37 ± 0,96	1,78 ± 0,08
49	126,72 ± 1,01	1,78 ± 0,08
50	133,07 ± 1,05	1,78 ± 0,08
...	...	...
102	1,24 ± 0,12	2,62 ± 0,09
103	2,06 ± 0,13	2,62 ± 0,09
104	2,84 ± 0,13	2,62 ± 0,09
105	3,63 ± 0,14	2,62 ± 0,09
106	4,42 ± 0,15	2,62 ± 0,09
107	5,23 ± 0,15	2,62 ± 0,09
108	6,02 ± 0,16	2,62 ± 0,09
109	7,59 ± 0,17	2,62 ± 0,09
110	9,19 ± 0,18	2,62 ± 0,09
	10,20 ± 0,19	2,62 ± 0,09

ARP -Nr.	Innendurchmesser	Schnurstärke
111	10,77 ± 0,20	2,62 ± 0,09
112	12,37 ± 0,21	2,62 ± 0,09
113	13,94 ± 0,22	2,62 ± 0,09
-	14,70 ± 0,23	2,62 ± 0,09
-	14,80 ± 0,23	2,62 ± 0,09
114	15,54 ± 0,23	2,62 ± 0,09
115	17,12 ± 0,24	2,62 ± 0,09
116	18,72 ± 0,26	2,62 ± 0,09
117	20,29 ± 0,27	2,62 ± 0,09
118	21,89 ± 0,28	2,62 ± 0,09
119	23,47 ± 0,29	2,62 ± 0,09
120	25,07 ± 0,30	2,62 ± 0,09
121	26,64 ± 0,31	2,62 ± 0,09
122	28,24 ± 0,33	2,62 ± 0,09
123	29,82 ± 0,34	2,62 ± 0,09
124	31,42 ± 0,35	2,62 ± 0,09
125	32,99 ± 0,36	2,62 ± 0,09
126	34,59 ± 0,37	2,62 ± 0,09
127	36,17 ± 0,38	2,62 ± 0,09
128	37,77 ± 0,39	2,62 ± 0,09
129	39,34 ± 0,40	2,62 ± 0,09
130	40,94 ± 0,42	2,62 ± 0,09
131	42,52 ± 0,43	2,62 ± 0,09
132	44,12 ± 0,44	2,62 ± 0,09
133	45,69 ± 0,45	2,62 ± 0,09
134	47,29 ± 0,46	2,62 ± 0,09
135	48,90 ± 0,47	2,62 ± 0,09
136	50,47 ± 0,48	2,62 ± 0,09
137	52,07 ± 0,49	2,62 ± 0,09
138	53,64 ± 0,51	2,62 ± 0,09
139	55,25 ± 0,52	2,62 ± 0,09
140	56,25 ± 0,52	2,62 ± 0,09
141	58,42 ± 0,54	2,62 ± 0,09
142	59,99 ± 0,55	2,62 ± 0,09
143	61,60 ± 0,56	2,62 ± 0,09
144	63,17 ± 0,57	2,62 ± 0,09
145	64,77 ± 0,58	2,62 ± 0,09
146	66,34 ± 0,59	2,62 ± 0,09
147	67,95 ± 0,61	2,62 ± 0,09
148	69,52 ± 0,62	2,62 ± 0,09



ARP -Nr.	Innendurchmesser	Schnurstärke
149	71,12 ± 0,63	2,62 ± 0,09
150	72,69 ± 0,64	2,62 ± 0,09
151	75,87 ± 0,66	2,62 ± 0,09
152	82,22 ± 0,70	2,62 ± 0,09
153	88,57 ± 0,75	2,62 ± 0,09
154	94,92 ± 0,79	2,62 ± 0,09
155	101,27 ± 0,83	2,62 ± 0,09
156	107,62 ± 0,88	2,62 ± 0,09
157	113,97 ± 0,92	2,62 ± 0,09
158	120,32 ± 0,96	2,62 ± 0,09
159	126,67 ± 1,00	2,62 ± 0,09
160	133,02 ± 1,05	2,62 ± 0,09
161	139,37 ± 1,09	2,62 ± 0,09
162	145,72 ± 1,13	2,62 ± 0,09
163	152,07 ± 1,17	2,62 ± 0,09
164	158,42 ± 1,22	2,62 ± 0,09
165	164,77 ± 1,26	2,62 ± 0,09
166	171,12 ± 1,30	2,62 ± 0,09
167	177,47 ± 1,34	2,62 ± 0,09
168	183,82 ± 1,38	2,62 ± 0,09
169	190,17 ± 1,43	2,62 ± 0,09
170	196,52 ± 1,47	2,62 ± 0,09
171	202,87 ± 1,51	2,62 ± 0,09
172	209,87 ± 1,56	2,62 ± 0,09
173	215,57 ± 1,59	2,62 ± 0,09
174	221,92 ± 1,63	2,62 ± 0,09
175	228,27 ± 1,68	2,62 ± 0,09
176	234,62 ± 1,72	2,62 ± 0,09
177	240,97 ± 1,76	2,62 ± 0,09
178	247,32 ± 1,80	2,62 ± 0,09
...	...	...
201	4,34 ± 0,15	3,53 ± 0,10
202	5,94 ± 0,16	3,53 ± 0,10
203	7,52 ± 0,17	3,53 ± 0,10
204	9,12 ± 0,18	3,53 ± 0,10
205	10,69 ± 0,20	3,53 ± 0,10
206	12,29 ± 0,21	3,53 ± 0,10
207	13,87 ± 0,22	3,53 ± 0,10
208	15,47 ± 0,23	3,53 ± 0,10
209	17,04 ± 0,24	3,53 ± 0,10

ARP -Nr.	Innendurchmesser	Schnurstärke
-	18,2 ± 0,25	3,53 ± 0,10
210	18,64 ± 0,25	3,53 ± 0,10
211	20,22 ± 0,27	3,53 ± 0,10
212	21,82 ± 0,28	3,53 ± 0,10
213	23,39 ± 0,29	3,53 ± 0,10
214	24,99 ± 0,30	3,53 ± 0,10
215	26,57 ± 0,31	3,53 ± 0,10
216	28,17 ± 0,32	3,53 ± 0,10
217	29,74 ± 0,34	3,53 ± 0,10
218	31,34 ± 0,35	3,53 ± 0,10
219	32,92 ± 0,36	3,53 ± 0,10
220	34,52 ± 0,37	3,53 ± 0,10
221	36,09 ± 0,38	3,53 ± 0,10
222	37,69 ± 0,39	3,53 ± 0,10
223	40,87 ± 0,42	3,53 ± 0,10
224	44,04 ± 0,44	3,53 ± 0,10
225	47,22 ± 0,46	3,53 ± 0,10
226	50,39 ± 0,48	3,53 ± 0,10
227	53,57 ± 0,51	3,53 ± 0,10
228	56,74 ± 0,53	3,53 ± 0,10
229	59,92 ± 0,55	3,53 ± 0,10
230	63,09 ± 0,57	3,53 ± 0,10
231	66,27 ± 0,59	3,53 ± 0,10
232	69,44 ± 0,62	3,53 ± 0,10
233	72,62 ± 0,64	3,53 ± 0,10
234	75,79 ± 0,66	3,53 ± 0,10
235	78,97 ± 0,68	3,53 ± 0,10
236	82,14 ± 0,70	3,53 ± 0,10
237	85,32 ± 0,72	3,53 ± 0,10
238	88,49 ± 0,75	3,53 ± 0,10
239	91,67 ± 0,77	3,53 ± 0,10
240	94,84 ± 0,79	3,53 ± 0,10
241	98,02 ± 0,81	3,53 ± 0,10
242	101,19 ± 0,83	3,53 ± 0,10
243	104,37 ± 0,85	3,53 ± 0,10
244	107,54 ± 0,88	3,53 ± 0,10
245	110,72 ± 0,90	3,53 ± 0,10
246	113,89 ± 0,92	3,53 ± 0,10
247	117,07 ± 0,94	3,53 ± 0,10
248	120,24 ± 0,96	3,53 ± 0,10

Fortsetzung auf nächster Seite



ARP -Nr.	Innendurchmesser	Schnurstärke
249	123,42 ± 0,98	3,53 ± 0,10
250	126,59 ± 1,00	3,53 ± 0,10
251	129,77 ± 1,03	3,53 ± 0,10
252	132,94 ± 1,05	3,53 ± 0,10
253	136,12 ± 1,07	3,53 ± 0,10
254	139,29 ± 1,09	3,53 ± 0,10
255	142,47 ± 1,11	3,53 ± 0,10
256	145,64 ± 1,13	3,53 ± 0,10
257	148,82 ± 1,15	3,53 ± 0,10
258	151,99 ± 1,17	3,53 ± 0,10
259	158,34 ± 1,22	3,53 ± 0,10
260	164,69 ± 1,26	3,53 ± 0,10
261	171,04 ± 1,30	3,53 ± 0,10
262	177,39 ± 1,34	3,53 ± 0,10
263	183,74 ± 1,38	3,53 ± 0,10
264	190,09 ± 1,43	3,53 ± 0,10
265	196,44 ± 1,47	3,53 ± 0,10
266	202,79 ± 1,51	3,53 ± 0,10
267	209,14 ± 1,55	3,53 ± 0,10
268	215,49 ± 1,59	3,53 ± 0,10
269	221,84 ± 1,63	3,53 ± 0,10
270	228,19 ± 1,68	3,53 ± 0,10
271	234,54 ± 1,72	3,53 ± 0,10
272	240,89 ± 1,76	3,53 ± 0,10
273	247,24 ± 1,80	3,53 ± 0,10
274	253,59 ± 1,84	3,53 ± 0,10
275	266,29 ± 1,92	3,53 ± 0,10
276	278,99 ± 2,00	3,53 ± 0,10
277	291,69 ± 2,09	3,53 ± 0,10
278	304,39 ± 2,17	3,53 ± 0,10
279	329,79 ± 2,33	3,53 ± 0,10
280	355,19 ± 2,49	3,53 ± 0,10
281	380,59 ± 2,66	3,53 ± 0,10
282	405,26 ± 2,81	3,53 ± 0,10
283	430,66 ± 2,97	3,53 ± 0,10
284	456,06 ± 3,13	3,53 ± 0,10
...	...	...
309	10,46 ± 0,19	5,33 ± 0,13
310	12,07 ± 0,21	5,33 ± 0,13
311	13,64 ± 0,22	5,33 ± 0,13

ARP -Nr.	Innendurchmesser	Schnurstärke
312	15,24 ± 0,23	5,33 ± 0,13
313	16,81 ± 0,24	5,33 ± 0,13
314	18,42 ± 0,25	5,33 ± 0,13
315	19,99 ± 0,26	5,33 ± 0,13
316	21,59 ± 0,28	5,33 ± 0,13
317	23,16 ± 0,29	5,33 ± 0,13
318	24,77 ± 0,30	5,33 ± 0,13
319	26,34 ± 0,31	5,33 ± 0,13
320	27,94 ± 0,32	5,33 ± 0,13
321	29,51 ± 0,33	5,33 ± 0,13
322	31,12 ± 0,35	5,33 ± 0,13
323	32,69 ± 0,36	5,33 ± 0,13
324	34,29 ± 0,37	5,33 ± 0,13
325	37,47 ± 0,39	5,33 ± 0,13
-	39,20 ± 0,40	5,33 ± 0,13
326	40,64 ± 0,41	5,33 ± 0,13
327	43,82 ± 0,43	5,33 ± 0,13
328	46,99 ± 0,46	5,33 ± 0,13
329	50,17 ± 0,48	5,33 ± 0,13
330	53,34 ± 0,50	5,33 ± 0,13
331	56,52 ± 0,53	5,33 ± 0,13
332	59,69 ± 0,55	5,33 ± 0,13
333	62,87 ± 0,57	5,33 ± 0,13
334	66,04 ± 0,59	5,33 ± 0,13
335	69,22 ± 0,61	5,33 ± 0,13
336	72,39 ± 0,64	5,33 ± 0,13
337	75,57 ± 0,66	5,33 ± 0,13
338	78,74 ± 0,68	5,33 ± 0,13
339	81,92 ± 0,70	5,33 ± 0,13
340	85,09 ± 0,72	5,33 ± 0,13
341	88,27 ± 0,75	5,33 ± 0,13
342	91,44 ± 0,77	5,33 ± 0,13
343	94,62 ± 0,79	5,33 ± 0,13
344	97,79 ± 0,81	5,33 ± 0,13
345	100,97 ± 0,83	5,33 ± 0,13
346	104,14 ± 0,85	5,33 ± 0,13
347	107,32 ± 0,87	5,33 ± 0,13
348	110,49 ± 0,90	5,33 ± 0,13
349	113,67 ± 0,92	5,33 ± 0,13
350	116,84 ± 0,94	5,33 ± 0,13



ARP -Nr.	Innendurchmesser	Schnurstärke
351	120,02 ± 0,96	5,33 ± 0,13
352	123,19 ± 0,98	5,33 ± 0,13
353	126,37 ± 1,00	5,33 ± 0,13
354	129,54 ± 1,02	5,33 ± 0,13
355	132,72 ± 1,05	5,33 ± 0,13
356	135,89 ± 1,07	5,33 ± 0,13
357	139,07 ± 1,09	5,33 ± 0,13
358	142,24 ± 1,11	5,33 ± 0,13
359	145,42 ± 1,13	5,33 ± 0,13
360	148,49 ± 1,15	5,33 ± 0,13
361	151,77 ± 1,17	5,33 ± 0,13
362	158,12 ± 1,21	5,33 ± 0,13
363	164,47 ± 1,26	5,33 ± 0,13
364	170,82 ± 1,30	5,33 ± 0,13
365	177,17 ± 1,34	5,33 ± 0,13
366	183,52 ± 1,38	5,33 ± 0,13
367	189,87 ± 1,42	5,33 ± 0,13
368	196,22 ± 1,47	5,33 ± 0,13
369	202,57 ± 1,51	5,33 ± 0,13
370	208,92 ± 1,55	5,33 ± 0,13
371	215,27 ± 1,59	5,33 ± 0,13
372	221,62 ± 1,63	5,33 ± 0,13
373	227,97 ± 1,67	5,33 ± 0,13
374	234,32 ± 1,72	5,33 ± 0,13
375	240,67 ± 1,76	5,33 ± 0,13
376	247,02 ± 1,80	5,33 ± 0,13
377	253,37 ± 1,84	5,33 ± 0,13
378	266,07 ± 1,92	5,33 ± 0,13
379	278,77 ± 2,00	5,33 ± 0,13
380	291,47 ± 2,09	5,33 ± 0,13
381	304,17 ± 2,17	5,33 ± 0,13
382	329,57 ± 2,33	5,33 ± 0,13
383	354,97 ± 2,49	5,33 ± 0,13
384	380,37 ± 2,65	5,33 ± 0,13
385	405,26 ± 2,81	5,33 ± 0,13
386	430,66 ± 2,97	5,33 ± 0,13
387	456,06 ± 3,13	5,33 ± 0,13
388	481,41 ± 3,29	5,33 ± 0,13
389	506,81 ± 3,45	5,33 ± 0,13
390	532,21 ± 3,61	5,33 ± 0,13

ARP -Nr.	Innendurchmesser	Schnurstärke
391	557,61 ± 3,77	5,33 ± 0,13
392	582,68 ± 3,92	5,33 ± 0,13
393	608,08 ± 4,08	5,33 ± 0,13
394	633,48 ± 4,24	5,33 ± 0,13
395	658,88 ± 4,40	5,33 ± 0,13
...	...	...
425	113,67 ± 0,92	6,99 ± 0,15
426	116,84 ± 0,94	6,99 ± 0,15
427	120,02 ± 0,96	6,99 ± 0,15
428	123,19 ± 0,98	6,99 ± 0,15
429	126,37 ± 1,00	6,99 ± 0,15
430	129,54 ± 1,02	6,99 ± 0,15
431	132,72 ± 1,05	6,99 ± 0,15
432	135,89 ± 1,07	6,99 ± 0,15
433	139,07 ± 1,09	6,99 ± 0,15
434	142,24 ± 1,11	6,99 ± 0,15
435	145,42 ± 1,13	6,99 ± 0,15
436	148,59 ± 1,15	6,99 ± 0,15
437	151,77 ± 1,17	6,99 ± 0,15
438	158,12 ± 1,21	6,99 ± 0,15
-	160,50 ± 1,23	6,99 ± 0,15
439	164,47 ± 1,26	6,99 ± 0,15
440	170,82 ± 1,30	6,99 ± 0,15
441	177,17 ± 1,34	6,99 ± 0,15
442	183,52 ± 1,38	6,99 ± 0,15
443	189,87 ± 1,42	6,99 ± 0,15
444	196,22 ± 1,47	6,99 ± 0,15
445	202,57 ± 1,51	6,99 ± 0,15
446	215,27 ± 1,59	6,99 ± 0,15
447	227,97 ± 1,67	6,99 ± 0,15
448	240,67 ± 1,76	6,99 ± 0,15
449	253,37 ± 1,84	6,99 ± 0,15
450	266,07 ± 1,92	6,99 ± 0,15
451	278,77 ± 2,00	6,99 ± 0,15
452	291,47 ± 2,09	6,99 ± 0,15
453	304,17 ± 2,17	6,99 ± 0,15
454	316,87 ± 2,25	6,99 ± 0,15
455	329,07 ± 2,33	6,99 ± 0,15
456	342,27 ± 2,41	6,99 ± 0,15
457	354,97 ± 2,49	6,99 ± 0,15

Fortsetzung auf nächster Seite



ARP -Nr.	Innendurchmesser	Schnurstärke
458	367,67 ± 2,57	6,99 ± 0,15
459	380,37 ± 2,65	6,99 ± 0,15
460	393,07 ± 2,73	6,99 ± 0,15
461	405,26 ± 2,82	6,99 ± 0,15
462	417,96 ± 2,89	6,99 ± 0,15
463	430,66 ± 2,97	6,99 ± 0,15
464	443,36 ± 3,05	6,99 ± 0,15
465	456,06 ± 3,13	6,99 ± 0,15
466	468,76 ± 3,21	6,99 ± 0,15
467	481,46 ± 3,29	6,99 ± 0,15
468	494,16 ± 3,37	6,99 ± 0,15
469	506,86 ± 3,45	6,99 ± 0,15
470	532,26 ± 3,61	6,99 ± 0,15
471	557,66 ± 3,77	6,99 ± 0,15
472	582,68 ± 3,92	6,99 ± 0,15
473	608,08 ± 4,08	6,99 ± 0,15
474	633,48 ± 4,24	6,99 ± 0,15
475	658,87 ± 4,40	6,99 ± 0,15

Tabelle 4.6: Standardabmessungen X-Ring

# Stützring





## 5.1 EINLEITUNG

Stützringe selbst übernehmen keine Dichtfunktion. Sie sind Elemente zur Vermeidung von Spaltextrusion von Elastomerdichtungen, speziell O-Ringe oder X-Ringe.

Sie verhindern bei statischen und dynamischen Anwendungen (Linearbewegungen) bei hohen Beanspruchungen (Drücken) das Eindringen (Spaltextrusion) des Werkstoffes in den Dichtspalt.

### Verfügbare Ausführungen für den Radialeinsatz:

- BU Stützring ungeschlitzt
- BG Stützring geschlitzt
- BB Stützring konkav
- BC Stützring konkav geschlitzt
- BS Stützring Spiralprofil
- BE Stützring konkav (Elastomer)

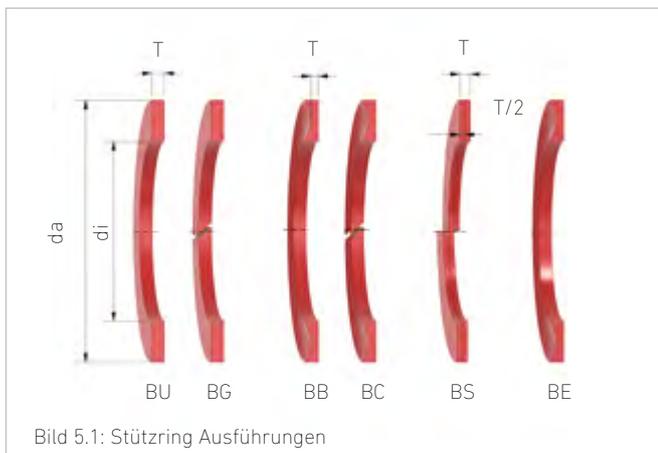
Sonderausführungen wie Stützringe für den Axialeinsatz sind auf Anfrage möglich.

Definition der Stützring Abmessungen und Bestellgrößen (Bild 5.1):

- Zur Bestimmung der **Stützringdurchmesser**  $d_a$  und  $d_i$  muss der Einsatz (statisch, dynamisch) und die Einbauvariante (außen-, innendichtend) berücksichtigt werden.
- Die **Stützringbreite** „T“ richtet sich nach der Schnurstärke des Elastomerdichtungs.

Basisgröße ist bei innendichtendem Einbau der Wellendurchmesser  $d_i$  f7 (Bild 5.3, S. 48), bei außendichtendem Einbau der Zylinderdurchmesser  $d_a$  F7 (Bild 5.4, S. 48)

Ergänzend sind noch die Schnurstärke des Elastomerdichtungs wie die Nutgrunddurchmesser  $d_a$  H9 /  $d_i$  h9 aufzuführen.



### VORTEILE

- zuverlässig gegen Spaltextrusion
- ermöglicht Abdichtungen unter hohen Drücken
- erhöht die Lebensdauer der Elastomerdichtungen
- statische und dynamische Anwendungen
- Überbrückung von großen Dichtspalten

## 5.2 WIRKUNGSWEISE

Hohe und pulsierende Drücke, große Dichtspalte und hohe dynamische Belastungen können bewirken, dass der Elastomerdichtungsring in den Dichtspalt gepresst wird.

Das Problem der sogenannten Spaltextrusion ist, dass der Dichtungsring dabei Schaden nimmt, wodurch die Dichtfunktion nicht mehr gewährleistet ist.

Stützringe minimieren den Dichtspalt und verhindern so das Extrudieren des Elastomerdichtungs (Bild 5.2).

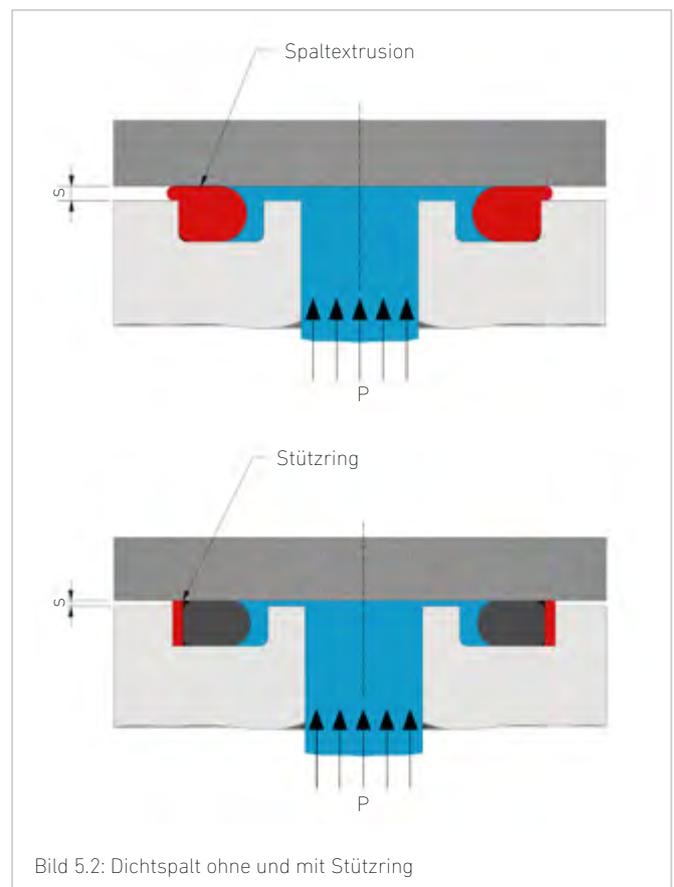


Bild 5.2: Dichtspalt ohne und mit Stützring

### 5.3 EINSATZBEREICHE

Der Stützringeinsatz empfiehlt sich bei statischen und dynamischen Anwendungen generell ab **Drücken > 5 MPa**.

Dazu sind folgende Grenzwerte zu beachten:

- dynamischer Einsatz (Linearbewegung) bis ca. 40 MPa
- dynamischer Einsatz (rotierend) bis ca. 15 MPa
- statischer Einsatz bis ca. 250 MPa
- ungünstige Toleranzen und große Spaltmaße
- starke pulsierende Drücke und Druckwechsel
- hohe dynamische Belastungen mit Geschwindigkeiten bis:

- > linear max. 0,5 m/s
- > rotierend max. 2 m/s

Hinweis: Alle Parameter sind Richtwerte, werkstoffabhängig und müssen im Gesamten zueinander geprüft werden.

Die **Hauptanwendungen** der Stützringe sind für jeden Bautyp in Tabelle 5.1 näher beschrieben.

### 5.4 WERKSTOFFE

Stützringe für geringe und mittlere Belastungen werden standardmäßig aus folgendem Werkstoff hergestellt:

- virginaler PTFE

Für spezielle Anwendungsanforderungen sind auch gefüllte PTFE Qualitäten (mit Glas, Kohle oder Bronze) auf Anfrage erhältlich.

Stützring Ausführungen	
	<p><b>Stützring BU</b> – ungeschlitzzt:</p> <p>Anwendung bei hohen Belastungen durch Druck und Temperatur für den innendichtenden, radial statischen und dynamischen Einsatz.</p>
	<p><b>Stützring BG</b> – geschlitzzt:</p> <p>Anwendung bei außendichtendem radial statischen und dynamischen Einsatz (Linearbewegung). Bei innendichtendem Einsatz kann er alternativ zum ungeschlitzzten Stützring eingesetzt werden falls Ausführung BU nicht montierbar ist.</p>
	<p><b>Stützring BB</b> – konkav ungeschlitzzt:</p> <p>Anwendung bei dynamischem (Linearbewegung) und statischem Einsatz. Sehr gute O-Ringabstützung bei sehr hohen und pulsierenden Drücken. Durch konkave Anlageform: Verbesserung der Formstabilität und Lebensdauer bei hohen, pulsierenden Druckverhältnissen.</p>
	<p><b>Stützring BC</b> – konkav geschlitzzt:</p> <p>Anwendung bei dynamischem (Linearbewegung) und statischem Einsatz mit sehr guter O-Ring-Abstützung. Alternative falls Bauform BB nicht montierbar ist.</p>
	<p><b>Stützring BS</b> – Spiralforn:</p> <p>Anwendung bei innen- und außendichtenden radial dynamischem (Linearbewegung) und statischem Einsatz. Durch die Spiralforn können Dichtspaltänderungen z.B. durch Temperatureinflüsse ausgeglichen werden. Bei Druckbeaufschlagung legt sich der Spiralstützring plan an der Nutflanke an.</p>
	<p><b>Stützring BE</b> – konkav Elastomer:</p> <p>Anwendung bei statischem Einsatz. Gute O-Ring-Abstützung bei hohen und pulsierenden Drücken. Leicht montierbar aufgrund seiner Elastizität für alle Einbauvarianten.</p>

Tabelle 5.1: Stützring Ausführungen

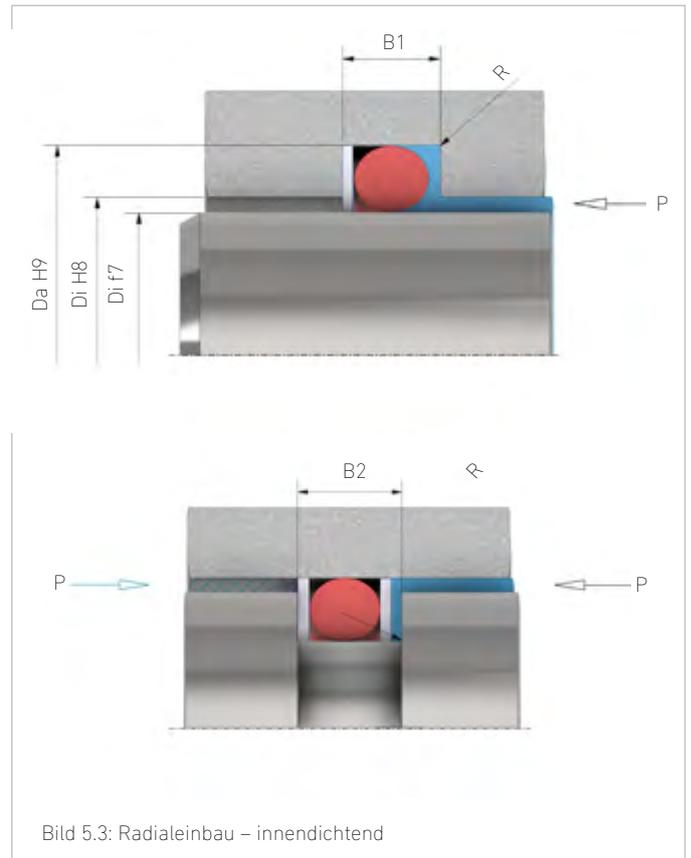


### 5.5 KONSTRUKTIONSHINWEISE

Stützringe sind Kombinationselemente für Elastomerdichtungen (O-Ringe / X-Ringe). Es gelten daher die gleichen Vorgaben bezüglich Oberflächenqualitäten, Einführschrägen usw.

Folgende Punkte müssen beim Einsatz von Stützringen beachtet werden:

- Die **Nutbreiten** müssen dem zusätzlichen Platzbedarf des Stützringes angeglichen werden
- Bei **einseitiger** Druckbeaufschlagung wird der Stützring auf der druckabgewandten Seite eingebaut
- Bei **beidseitiger** Druckbeaufschlagung müssen zwei Stützringe – einer auf jeder Seite des O-Rings – angeordnet werden
- Auch beim Einsatz von Stützringen ist der **Dichtspalt** so klein wie möglich auszuführen. Anzustreben sind die Toleranzkombinationen H8/f7, h8/h9
- Abhängig vom O-Ring Durchmesser  $d_1$  und der gewählten O-Ring Schnurstärke  $d_2$  müssen bei den **ungeschlitzten Stützringausführungen** für die Montage geteilte Nuten berücksichtigt werden, siehe Tabelle 5.2.



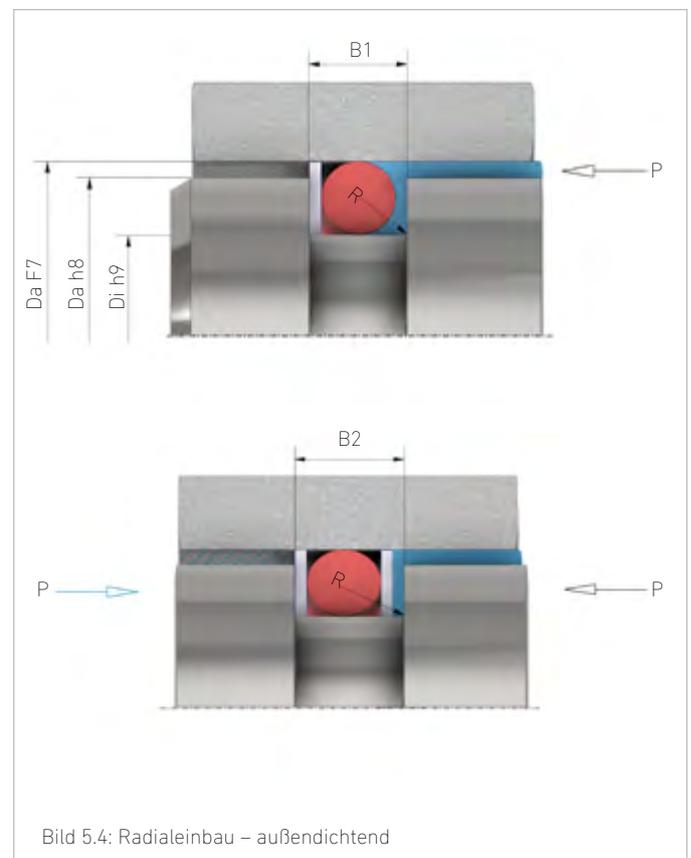
Stützring	Nutausführung	
	außendichtend	innendichtend
BU	geteilt	geteilt geschlossen
BG	geschlossen	geschlossen
BB	geteilt	geteilt geschlossen
BC	geschlossen	geschlossen
BS	geschlossen	geschlossen
BE	geschlossen	geschlossen

Tabelle 5.2: Nutausführungen

### 5.6 EINBAUEMPFEHLUNGEN

Die verschiedenen Einbauvarianten für den Radialeinsatz sind in Bild 5.3 (innendichtend) und Bild 5.4 (außendichtend) mit den anzustrebenden Toleranzen für die einseitige und beidseitige Druckbeaufschlagung dargestellt.

Die daraus resultierenden Nutbreiten  $B_1$  und  $B_2$  können in Abhängigkeit von der O-Ring Schnurstärke  $d_2$  der Tabelle 5.3, nachfolgende Seite entnommen werden.





Einbaumaße							
O-Ring Schnur- stärke	Radialer Einbau				Nutbreite	Nuttiefe	Radius
	außendichtend		innendichtend				
	Nutgrunddurchmesser						
	dynamisch	statisch	dynamisch	statisch			
d2	Di h9	Di h9	Da H9	Da H9	B1 +0,2	B2 +0,2	R
1,50 / 1,52	Di-2,5	Di-2,2	Da+2,5	Da+2,2	3,00	4,00	0,20
1,60 / 1,63	Di-2,6	Di-2,4	Da+2,6	Da+2,4	3,10	4,10	0,20
1,78 / 1,80	Di-2,9	Di-2,6	Da+2,9	Da+2,6	3,80	5,20	0,20
1,83	Di-3,0	Di-2,7	Da+3,0	Da+2,7	3,90	5,30	0,20
1,90	Di-3,1	Di-2,8	Da+3,1	Da+2,8	4,00	5,40	0,20
1,98 / 2,00	Di-3,3	Di-3,0	Da+3,3	Da+3,0	4,10	5,50	0,20
2,08 / 2,10	Di-3,5	Di-3,1	Da+3,5	Da+3,1	4,20	5,60	0,20
2,20	Di-3,7	Di-3,2	Da+3,7	Da+3,2	4,40	5,80	0,20
2,26	Di-3,8	Di-3,4	Da+3,8	Da+3,4	4,40	5,80	0,20
2,30 / 2,34	Di-3,9	Di-3,5	Da+3,9	Da+3,5	4,50	5,90	0,20
2,40	Di-4,1	Di-3,6	Da+4,1	Da+3,6	4,60	6,00	0,30
2,46	Di-4,2	Di-3,7	Da+4,2	Da+3,7	4,70	6,10	0,30
2,50	Di-4,3	Di-3,7	Da+4,3	Da+3,7	4,70	6,10	0,30
2,62 / 2,65	Di-4,5	Di-4,0	Da+4,5	Da+4,0	5,00	6,40	0,30
2,70	Di-4,6	Di-4,1	Da+4,6	Da+4,1	5,00	6,40	0,30
2,80	Di-4,8	Di-4,2	Da+4,8	Da+4,2	5,10	6,50	0,30
2,92 / 2,95	Di-5,0	Di-4,4	Da+5,0	Da+4,4	5,30	6,70	0,30
3,00	Di-5,2	Di-4,6	Da+5,2	Da+4,6	5,40	6,80	0,30
3,10	Di-5,4	Di-4,8	Da+5,4	Da+4,8	5,50	6,90	0,30
3,50	Di-6,1	Di-5,3	Da+6,1	Da+5,3	6,00	7,40	0,30
3,53 / 3,55	Di-6,2	Di-5,4	Da+6,2	Da+5,4	6,20	7,60	0,30
3,60	Di-6,3	Di-5,6	Da+6,3	Da+5,6	6,20	7,60	0,40
4,00	Di-7,0	Di-6,2	Da+7,0	Da+6,2	6,90	8,60	0,40
4,50	Di-8,0	Di-7,0	Da+8,0	Da+7,0	7,50	9,20	0,40
5,00	Di-8,8	Di-8,0	Da+8,8	Da+8,0	8,30	10,00	0,40
5,30 / 5,33	Di-9,4	Di-8,6	Da+9,4	Da+8,6	8,80	10,50	0,40
5,50	Di-9,6	Di-9,0	Da+9,6	Da+9,0	8,80	10,50	0,40
5,70	Di-10,0	Di-9,2	Da+10,0	Da+9,2	8,90	10,60	0,40
6,00	Di-10,6	Di-9,8	Da+10,6	Da+9,8	9,10	10,80	0,40
6,50	Di-11,4	Di-10,8	Da+11,4	Da+10,8	9,70	11,40	0,40
6,99 / 7,00	Di-12,2	Di-11,6	Da+12,2	Da+11,6	12,00	14,50	0,60
7,50	Di-13,2	Di-12,6	Da+13,2	Da+12,6	12,20	14,70	0,60
8,00	Di-14,2	Di-13,4	Da+14,2	Da+13,4	12,30	14,80	0,60
8,40	Di-15,0	Di-14,2	Da+15,0	Da+14,2	12,50	15,00	0,60

Tabelle 5.3 Einbaumaße: radialer Einsatz



# Rechteckring





## 6.1 EINLEITUNG

Der Rechteckring bietet in axial-statischen Anwendungen eine gute Alternative zum klassischen O-Ring.

Aufgrund seines quadratischen Dichtprofils wird er im Gegensatz zum O-Ring auch unter höheren Drücken nur gering verformt und ist dadurch sehr unempfindlich gegen Spaltextrusion.

Als Alternative zu einem rechteckigen Formteil kann der Rechteckring auch gestanzt, mit Wasserstrahl geschnitten oder als Cut-From-Tube Teil hergestellt werden.

Definition der Rechteckring Abmessungen und Bestellgrößen (Bild 6.1):

- Innendurchmesser  $d_1$
- Schnurstärke  $w$
- Höhe  $h$

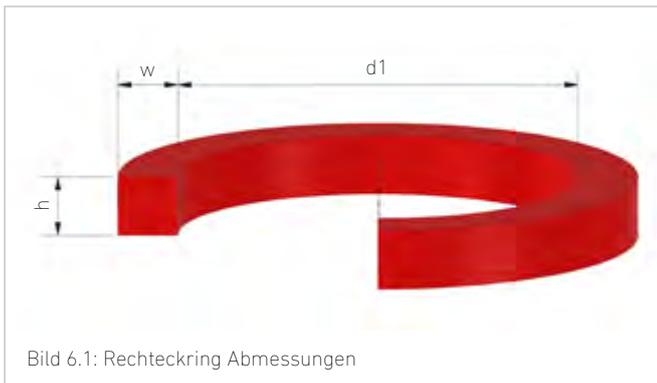


Bild 6.1: Rechteckring Abmessungen

### VORTEILE

- gute Alternative zum O-Ring
- unempfindlich gegen Spaltextrusion
- häufig ist kein zusätzlicher Stützring notwendig
- hohe Dichtheit bei geringer Verpressung
- kein Verdrillen bei der Montage
- formstabil unter hohen Drücken

## 6.2 EINSATZBEREICHE

### Haupteinsatzbereiche:

- axial-statische Abdichtungen – von Flanschen, Ventilen, Platten und Verschlüssen

### Einsatzparameter:

Für eine sichere Dichtfunktion müssen folgende Einsatzparameter und ihre Grenzwerte im Gesamten zueinander geprüft werden.

- **Medien:**
  - > Hydraulikflüssigkeiten auf Mineralölbasis, Schmieröle, Wasser, Luft und weitere Medien
- **Temperaturbereich:**
  - > werkstoffabhängig von  $-40^{\circ}\text{C}$  bis  $+200^{\circ}\text{C}$
- **Prozessdrücke:**
  - > bis ca. 50 MPa und höher (je nach Spaltmaß)

## 6.3 WERKSTOFFE

Der Rechteckring wird standardmäßig in folgendem Werkstoff geliefert:

- NBR 70 Shore A
- NBR 90 Shore A

Folgende Werkstoffe sind auf Anfrage möglich:

- FKM 70 Shore A
- FKM 90 Shore A
- FKM 90 Shore A

## 6.4 KONSTRUKTIONSHINWEISE

### Allgemein:

Rechteckringe werden in Rechtecknuten eingebaut.

### Nutfüllgrad:

Der Füllgrad der Nut des Rechteckrings darf im verpressten Zustand nicht  $> 80\%$  betragen. Bei Sonderanwendungen wie beispielsweise Vakuum, kontaktieren Sie bitte unsere Anwendungsberater.

### Nutausführung:

Schräge Nutflanken bis ca. 5° sind zulässig (Bild 6.2). Die obere Kante der Aufnahmenut des Rechteckrings ist zu entgraten. Der Radius R1 darf maximal 0,2 mm betragen.

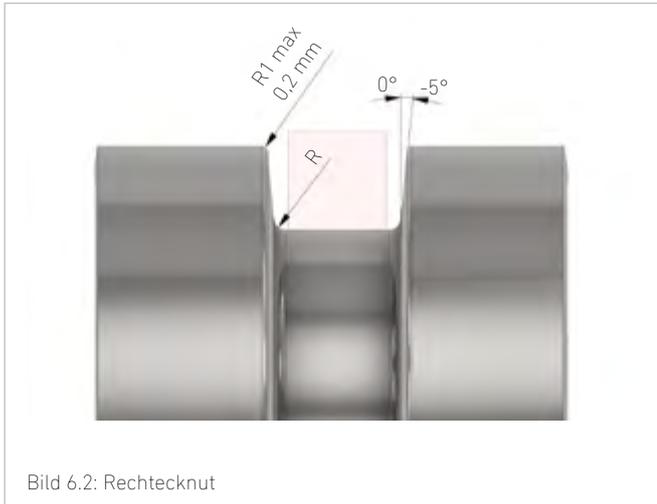


Bild 6.2: Rechtecknut

### Oberflächenqualitäten:

Um eine optimale Dichtwirkung zu erreichen müssen die Kontaktflächen nachfolgende Mindestanforderung (Tabelle 6.1) erfüllen.

Speziell bei pulsierenden Drücken dürfen die zulässigen Rauigkeitswerte nicht überschritten werden.

Einsatz	axial statisch	
Druck	konstanter Druck	
Oberflächen	Gleitfläche	Nutoberfläche
Ra (µm)	≤ 1,6	≤ 1,6
Rz (µm)	≤ 6,3	≤ 6,3
Druck	pulsierender Druck	
Oberflächen	Gleitfläche	Nutoberfläche
Ra (µm)	≤ 0,8	≤ 1,6
Rz (µm)	≤ 6,3	≤ 6,3

Tabelle 6.1: Oberflächenqualitäten Rechteckringe

## 6.5 EINBAUEMPFEHLUNGEN

Bild 6.3 in Verbindung mit Tabelle 6.2 gibt Auskunft über die empfohlenen Einbaumaße sowie die Gestaltung der Nutradien R in Abhängigkeit zu den Rechteckring Abmessungen d1, w und h.

Alle angegebenen Abmessungen sind standardmäßig verfügbar.

Weitere Abmessungen sind auf Anfrage lieferbar.

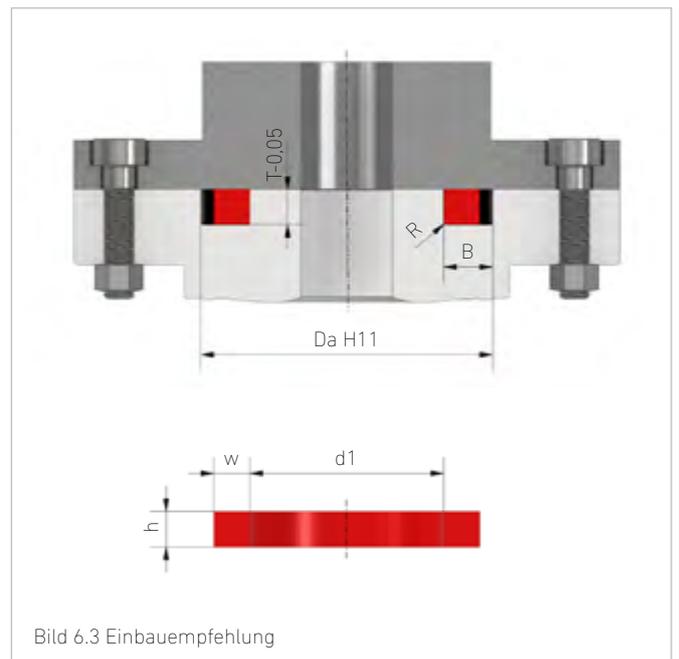


Bild 6.3 Einbauempfehlung



Teile-Nr.	Rechteckring Abmessungen			Nutabmessungen			Radius
	d1	w	h	Da H11	B	T -0,05	R
008	4,47	1,68	1,68	7,92	2,4	1,45	0,4
009	5,28	1,68	1,68	8,71	2,4	1,45	0,4
010	6,07	1,68	1,68	9,53	2,4	1,45	0,4
011	7,65	1,68	1,68	11,10	2,4	1,45	0,4
012	9,25	1,68	1,68	12,70	2,4	1,45	0,4
013	10,82	1,68	1,68	14,27	2,4	1,45	0,4
014	12,42	1,68	1,68	15,88	2,4	1,45	0,4
015	14,00	1,68	1,68	17,45	2,4	1,45	0,4
016	15,60	1,68	1,68	15,88	2,4	1,45	0,4
017	17,17	1,68	1,68	17,45	2,4	1,45	0,4
018	18,77	1,68	1,68	19,05	2,4	1,45	0,4
019	20,35	1,68	1,68	20,62	2,4	1,45	0,4
020	21,95	1,68	1,68	22,23	2,4	1,45	0,4
021	23,52	1,68	1,68	23,80	2,4	1,45	0,4
022	25,12	1,68	1,68	25,40	2,4	1,45	0,4
023	26,70	1,68	1,68	26,97	2,4	1,45	0,4
024	28,30	1,68	1,68	28,58	2,4	1,45	0,4
025	29,87	1,68	1,68	33,32	2,4	1,45	0,4
026	31,47	1,68	1,68	34,93	2,4	1,45	0,4
027	33,05	1,68	1,68	36,50	2,4	1,45	0,4
028	34,65	1,68	1,68	38,10	2,4	1,45	0,4
029	37,82	1,68	1,68	41,28	2,4	1,45	0,4
030	41,00	1,68	1,68	44,45	2,4	1,45	0,4
031	44,17	1,68	1,68	47,63	2,4	1,45	0,4
032	47,35	1,68	1,68	50,80	2,4	1,45	0,4
033	50,52	1,68	1,68	53,98	2,4	1,45	0,4
034	53,70	1,68	1,68	57,15	2,4	1,45	0,4
035	56,87	1,68	1,68	60,33	2,4	1,45	0,4
036	60,05	1,68	1,68	63,50	2,4	1,45	0,4
037	63,22	1,68	1,68	66,68	2,4	1,45	0,4
038	66,40	1,68	1,68	69,85	2,4	1,45	0,4
039	69,57	1,68	1,68	73,03	2,4	1,45	0,4
040	72,75	1,68	1,68	76,20	2,4	1,45	0,4
041	75,92	1,68	1,68	79,38	2,4	1,45	0,4
042	82,27	1,68	1,68	85,73	2,4	1,45	0,4
043	88,62	1,68	1,68	92,08	2,4	1,45	0,4
044	94,97	1,68	1,68	98,43	2,4	1,45	0,4
045	101,32	1,68	1,68	104,77	2,4	1,45	0,4
046	107,67	1,68	1,68	111,13	2,4	1,45	0,4



Teile-Nr.	Rechteckring Abmessungen			Nutabmessungen			Radius
	d1	w	h	Da H11	B	T -0,05	R
047	114,02	1,68	1,68	117,48	2,4	1,45	0,4
048	120,37	1,68	1,68	123,83	2,4	1,45	0,4
049	126,72	1,68	1,68	130,18	2,4	1,45	0,4
050	133,07	1,68	1,68	136,53	2,4	1,45	0,4
106	4,42	2,51	2,51	9,53	3,6	2,3	0,4
107	5,23	2,51	2,51	10,31	3,6	2,3	0,4
108	6,02	2,51	2,51	11,10	3,6	2,3	0,4
109	7,59	2,51	2,51	12,70	3,6	2,3	0,4
110	9,19	2,51	2,51	14,27	3,6	2,3	0,4
111	10,77	2,51	2,51	15,88	3,6	2,3	0,4
112	12,37	2,51	2,51	17,45	3,6	2,3	0,4
113	13,94	2,51	2,51	19,05	3,6	2,3	0,4
114	15,54	2,51	2,51	20,62	3,6	2,3	0,4
115	17,12	2,51	2,51	22,23	3,6	2,3	0,4
116	18,72	2,51	2,51	23,80	3,6	2,3	0,4
117	20,29	2,51	2,51	25,40	3,6	2,3	0,4
118	21,89	2,51	2,51	26,97	3,6	2,3	0,4
119	23,47	2,51	2,51	28,58	3,6	2,3	0,4
120	25,07	2,51	2,51	30,15	3,6	2,3	0,4
121	26,64	2,51	2,51	31,75	3,6	2,3	0,4
122	28,24	2,51	2,51	33,32	3,6	2,3	0,4
123	29,82	2,51	2,51	34,93	3,6	2,3	0,4
124	31,42	2,51	2,51	36,50	3,6	2,3	0,4
125	32,99	2,51	2,51	38,10	3,6	2,3	0,4
126	34,59	2,51	2,51	39,67	3,6	2,3	0,4
127	36,17	2,51	2,51	41,28	3,6	2,3	0,4
128	37,77	2,51	2,51	42,85	3,6	2,3	0,4
129	39,34	2,51	2,51	44,45	3,6	2,3	0,4
130	40,94	2,51	2,51	46,02	3,6	2,3	0,4
131	42,52	2,51	2,51	47,63	3,6	2,3	0,4
132	44,12	2,51	2,51	49,20	3,6	2,3	0,4
133	45,69	2,51	2,51	50,80	3,6	2,3	0,4
134	47,29	2,51	2,51	52,37	3,6	2,3	0,4
135	48,90	2,51	2,51	53,98	3,6	2,3	0,4
136	50,47	2,51	2,51	55,55	3,6	2,3	0,4
137	52,07	2,51	2,51	57,15	3,6	2,3	0,4
138	53,64	2,51	2,51	58,72	3,6	2,3	0,4
139	55,25	2,51	2,51	60,33	3,6	2,3	0,4
140	56,82	2,51	2,51	61,90	3,6	2,3	0,4

Fortsetzung der Tabelle auf nächster Seite



# Rechteckring

Teile-Nr.	Rechteckring Abmessungen			Nutabmessungen			Radius
	d1	w	h	Da H11	B	T -0,05	R
141	58,42	2,51	2,51	63,50	3,6	2,3	0,4
142	60,00	2,51	2,51	65,07	3,6	2,3	0,4
143	61,60	2,51	2,51	66,68	3,6	2,3	0,4
144	63,17	2,51	2,51	68,25	3,6	2,3	0,4
145	64,77	2,51	2,51	69,85	3,6	2,3	0,4
146	66,34	2,51	2,51	71,42	3,6	2,3	0,4
147	67,95	2,51	2,51	73,03	3,6	2,3	0,4
148	69,52	2,51	2,51	74,60	3,6	2,3	0,4
149	71,12	2,51	2,51	76,20	3,6	2,3	0,4
150	72,69	2,51	2,51	77,77	3,6	2,3	0,4
151	75,87	2,51	2,51	80,95	3,6	2,3	0,4
152	82,22	2,51	2,51	87,30	3,6	2,3	0,4
153	88,57	2,51	2,51	93,65	3,6	2,3	0,4
154	94,92	2,51	2,51	100,00	3,6	2,3	0,4
155	101,27	2,51	2,51	106,35	3,6	2,3	0,4
156	107,62	2,51	2,51	112,70	3,6	2,3	0,4
157	113,97	2,51	2,51	119,05	3,6	2,3	0,4
158	120,32	2,51	2,51	125,40	3,6	2,3	0,4
159	126,67	2,51	2,51	131,75	3,6	2,3	0,4
160	133,02	2,51	2,51	138,10	3,6	2,3	0,4
161	139,37	2,51	2,51	144,45	3,6	2,3	0,4
162	145,72	2,51	2,51	150,80	3,6	2,3	0,4
163	152,07	2,51	2,51	157,15	3,6	2,3	0,4
164	158,42	2,51	2,51	163,50	3,6	2,3	0,4
165	164,77	2,51	2,51	169,85	3,6	2,3	0,4
166	171,12	2,51	2,51	176,20	3,6	2,3	0,4
167	177,47	2,51	2,51	182,55	3,6	2,3	0,4
168	183,82	2,51	2,51	188,90	3,6	2,3	0,4
169	190,17	2,51	2,51	195,25	3,6	2,3	0,4
170	196,52	2,51	2,51	201,60	3,6	2,3	0,4
171	202,87	2,51	2,51	207,95	3,6	2,3	0,4
172	209,22	2,51	2,51	214,30	3,6	2,3	0,4
173	215,57	2,51	2,51	220,65	3,6	2,3	0,4
174	221,92	2,51	2,51	227,00	3,6	2,3	0,4
175	228,27	2,51	2,51	233,35	3,6	2,3	0,4
176	234,62	2,51	2,51	239,70	3,6	2,3	0,4
177	240,97	2,51	2,51	246,05	3,6	2,3	0,4
178	247,32	2,51	2,51	252,40	3,6	2,3	0,4
...	...	...	...	...	...	...	...



Teile-Nr.	Rechteckring Abmessungen			Nutabmessungen			Radius
	d1	w	h	Da H11	B	T -0,05	R
201	4,34	3,40	3,40	11,10	4,8	3,1	0,6
202	5,94	3,40	3,40	12,70	4,8	3,1	0,6
203	7,52	3,40	3,40	14,27	4,8	3,1	0,6
204	9,12	3,40	3,40	15,88	4,8	3,1	0,6
205	10,69	3,40	3,40	17,45	4,8	3,1	0,6
206	12,29	3,40	3,40	19,05	4,8	3,1	0,6
207	13,87	3,40	3,40	20,62	4,8	3,1	0,6
208	15,47	3,40	3,40	22,23	4,8	3,1	0,6
209	17,04	3,40	3,40	23,80	4,8	3,1	0,6
210	18,64	3,40	3,40	25,40	4,8	3,1	0,6
211	20,22	3,40	3,40	26,97	4,8	3,1	0,6
212	21,82	3,40	3,40	28,58	4,8	3,1	0,6
213	23,39	3,40	3,40	30,15	4,8	3,1	0,6
214	24,99	3,40	3,40	31,75	4,8	3,1	0,6
215	26,57	3,40	3,40	33,32	4,8	3,1	0,6
216	28,17	3,40	3,40	34,93	4,8	3,1	0,6
217	29,74	3,40	3,40	36,50	4,8	3,1	0,6
218	31,34	3,40	3,40	38,10	4,8	3,1	0,6
219	32,92	3,40	3,40	39,67	4,8	3,1	0,6
220	34,52	3,40	3,40	41,28	4,8	3,1	0,6
221	36,09	3,40	3,40	42,85	4,8	3,1	0,6
222	37,69	3,40	3,40	44,45	4,8	3,1	0,6
223	40,87	3,40	3,40	47,63	4,8	3,1	0,6
224	44,04	3,40	3,40	50,80	4,8	3,1	0,6
225	47,22	3,40	3,40	53,98	4,8	3,1	0,6
226	50,39	3,40	3,40	57,15	4,8	3,1	0,6
227	53,57	3,40	3,40	60,33	4,8	3,1	0,6
228	56,74	3,40	3,40	63,50	4,8	3,1	0,6
229	59,92	3,40	3,40	66,68	4,8	3,1	0,6
230	63,09	3,40	3,40	69,85	4,8	3,1	0,6
231	66,27	3,40	3,40	73,03	4,8	3,1	0,6
232	69,44	3,40	3,40	76,20	4,8	3,1	0,6
233	72,62	3,40	3,40	79,38	4,8	3,1	0,6
234	75,79	3,40	3,40	82,55	4,8	3,1	0,6
235	78,97	3,40	3,40	85,73	4,8	3,1	0,6
236	82,14	3,40	3,40	88,90	4,8	3,1	0,6
237	85,32	3,40	3,40	92,08	4,8	3,1	0,6
238	88,49	3,40	3,40	95,25	4,8	3,1	0,6
239	91,67	3,40	3,40	98,43	4,8	3,1	0,6

Fortsetzung der Tabelle auf nächster Seite



Teile-Nr.	Rechteckring Abmessungen			Nutabmessungen			Radius
	d1	w	h	Da H11	B	T -0,05	R
240	94,84	3,40	3,40	101,60	4,8	3,1	0,6
241	98,02	3,40	3,40	104,78	4,8	3,1	0,6
242	101,19	3,40	3,40	107,95	4,8	3,1	0,6
243	104,37	3,40	3,40	111,13	4,8	3,1	0,6
244	107,54	3,40	3,40	114,30	4,8	3,1	0,6
245	110,72	3,40	3,40	117,48	4,8	3,1	0,6
246	113,89	3,40	3,40	120,65	4,8	3,1	0,6
247	117,07	3,40	3,40	123,83	4,8	3,1	0,6
248	120,24	3,40	3,40	127,00	4,8	3,1	0,6
250	123,42	3,40	3,40	130,18	4,8	3,1	0,6
250	126,59	3,40	3,40	133,35	4,8	3,1	0,6
251	129,77	3,40	3,40	136,53	4,8	3,1	0,6
252	132,94	3,40	3,40	139,70	4,8	3,1	0,6
253	136,12	3,40	3,40	142,88	4,8	3,1	0,6
254	139,29	3,40	3,40	146,05	4,8	3,1	0,6
255	142,47	3,40	3,40	149,23	4,8	3,1	0,6
256	145,64	3,40	3,40	152,40	4,8	3,1	0,6
257	148,82	3,40	3,40	155,58	4,8	3,1	0,6
258	151,99	3,40	3,40	158,75	4,8	3,1	0,6
259	158,34	3,40	3,40	165,10	4,8	3,1	0,6
260	164,69	3,40	3,40	171,45	4,8	3,1	0,6
261	171,04	3,40	3,40	177,80	4,8	3,1	0,6
262	177,39	3,40	3,40	184,15	4,8	3,1	0,6
263	183,74	3,40	3,40	190,50	4,8	3,1	0,6
264	190,09	3,40	3,40	196,85	4,8	3,1	0,6
265	196,44	3,40	3,40	203,20	4,8	3,1	0,6
266	202,79	3,40	3,40	209,55	4,8	3,1	0,6
267	209,14	3,40	3,40	215,90	4,8	3,1	0,6
268	215,49	3,40	3,40	222,25	4,8	3,1	0,6
269	221,84	3,40	3,40	228,60	4,8	3,1	0,6
270	228,19	3,40	3,40	234,95	4,8	3,1	0,6
271	234,54	3,40	3,40	241,30	4,8	3,1	0,6
272	240,89	3,40	3,40	247,65	4,8	3,1	0,6
273	247,24	3,40	3,40	254,00	4,8	3,1	0,6
274	253,59	3,40	3,40	260,35	4,8	3,1	0,6
275	266,29	3,40	3,40	260,35	4,8	3,1	0,6
276	278,99	3,40	3,40	285,75	4,8	3,1	0,6
277	291,69	3,40	3,40	298,45	4,8	3,1	0,6
278	304,39	3,40	3,40	311,15	4,8	3,1	0,6



Teile-Nr.	Rechteckring Abmessungen			Nutabmessungen			Radius
	d1	w	h	Da H11	B	T -0,05	R
279	329,79	3,40	3,40	336,55	4,8	3,1	0,6
280	355,19	3,40	3,40	361,95	4,8	3,1	0,6
281	380,59	3,40	3,40	387,35	4,8	3,1	0,6
282	405,26	3,40	3,40	412,02	4,8	3,1	0,6
283	430,66	3,40	3,40	437,42	4,8	3,1	0,6
284	456,06	3,40	3,40	462,82	4,8	3,1	0,6
...	...	...	...	...	...	...	...
309	10,46	5,16	5,16	20,62	7,1	4,1	0,8
310	12,07	5,16	5,16	22,23	7,1	4,1	0,8
311	13,64	5,16	5,16	23,80	7,1	4,1	0,8
312	15,24	5,16	5,16	25,40	7,1	4,1	0,8
313	16,81	5,16	5,16	26,97	7,1	4,1	0,8
314	18,42	5,16	5,16	28,58	7,1	4,1	0,8
315	19,99	5,16	5,16	30,15	7,1	4,1	0,8
316	21,59	5,16	5,16	31,75	7,1	4,1	0,8
317	23,16	5,16	5,16	33,32	7,1	4,1	0,8
318	24,77	5,16	5,16	34,93	7,1	4,1	0,8
319	26,34	5,16	5,16	36,50	7,1	4,1	0,8
320	27,94	5,16	5,16	38,10	7,1	4,1	0,8
321	29,51	5,16	5,16	39,67	7,1	4,1	0,8
322	31,12	5,16	5,16	41,28	7,1	4,1	0,8
323	32,69	5,16	5,16	42,85	7,1	4,1	0,8
324	34,29	5,16	5,16	44,45	7,1	4,1	0,8
325	37,47	5,16	5,16	47,63	7,1	4,1	0,8
326	40,64	5,16	5,16	50,80	7,1	4,1	0,8
327	43,82	5,16	5,16	53,98	7,1	4,1	0,8
328	46,99	5,16	5,16	57,15	7,1	4,1	0,8
329	50,17	5,16	5,16	60,33	7,1	4,1	0,8
330	53,34	5,16	5,16	63,50	7,1	4,1	0,8
331	56,52	5,16	5,16	66,68	7,1	4,1	0,8
332	59,69	5,16	5,16	69,85	7,1	4,1	0,8
333	62,87	5,16	5,16	73,03	7,1	4,1	0,8
334	66,04	5,16	5,16	76,20	7,1	4,1	0,8
335	69,22	5,16	5,16	79,38	7,1	4,1	0,8
336	72,39	5,16	5,16	82,55	7,1	4,1	0,8
337	75,57	5,16	5,16	85,73	7,1	4,1	0,8
338	78,74	5,16	5,16	88,90	7,1	4,1	0,8
339	81,92	5,16	5,16	92,08	7,1	4,1	0,8
340	85,09	5,16	5,16	95,25	7,1	4,1	0,8

Fortsetzung der Tabelle auf nächster Seite



## Rechteckring

Teile-Nr.	Rechteckring Abmessungen			Nutabmessungen			Radius
	d1	w	h	Da H11	B	T -0,05	R
341	88,27	5,16	5,16	98,43	7,1	4,1	0,8
342	91,44	5,16	5,16	101,60	7,1	4,1	0,8
343	94,62	5,16	5,16	104,78	7,1	4,1	0,8
344	97,79	5,16	5,16	107,95	7,1	4,1	0,8
345	100,97	5,16	5,16	111,13	7,1	4,1	0,8
346	104,14	5,16	5,16	114,30	7,1	4,1	0,8
347	107,97	5,16	5,16	117,48	7,1	4,1	0,8
348	110,49	5,16	5,16	120,65	7,1	4,1	0,8
349	113,67	5,16	5,16	123,83	7,1	4,1	0,8
350	116,84	5,16	5,16	127,00	7,1	4,1	0,8
351	120,02	5,16	5,16	130,18	7,1	4,1	0,8
352	123,19	5,16	5,16	133,35	7,1	4,1	0,8
353	126,37	5,16	5,16	136,53	7,1	4,1	0,8
354	129,54	5,16	5,16	139,70	7,1	4,1	0,8
355	132,72	5,16	5,16	142,88	7,1	4,1	0,8
356	135,89	5,16	5,16	146,05	7,1	4,1	0,8
357	139,07	5,16	5,16	149,23	7,1	4,1	0,8
358	142,24	5,16	5,16	152,40	7,1	4,1	0,8
359	145,42	5,16	5,16	155,58	7,1	4,1	0,8
360	148,59	5,16	5,16	158,75	7,1	4,1	0,8
361	151,77	5,16	5,16	161,93	7,1	4,1	0,8
362	158,12	5,16	5,16	168,28	7,1	4,15	0,8
363	164,47	5,16	5,16	174,63	7,1	4,15	0,8
364	170,82	5,16	5,16	180,98	7,1	4,15	0,8
365	177,17	5,16	5,16	187,33	7,1	4,15	0,8
366	183,52	5,16	5,16	193,68	7,1	4,15	0,8
367	189,87	5,16	5,16	200,03	7,1	4,15	0,8
368	196,22	5,16	5,16	206,38	7,1	4,15	0,8
369	202,57	5,16	5,16	212,73	7,1	4,15	0,8
370	208,92	5,16	5,16	219,08	7,1	4,15	0,8
371	215,27	5,16	5,16	225,43	7,1	4,15	0,8
372	221,62	5,16	5,16	231,78	7,1	4,15	0,8
373	227,97	5,16	5,16	238,13	7,1	4,15	0,8
374	234,32	5,16	5,16	244,48	7,1	4,15	0,8
375	240,67	5,16	5,16	250,83	7,1	4,15	0,8
376	247,02	5,16	5,16	257,18	7,1	4,15	0,8
377	253,37	5,16	5,16	263,53	7,1	4,15	0,8
378	266,07	5,16	5,16	276,23	7,1	4,15	0,8
379	278,77	5,16	5,16	288,93	7,1	4,15	0,8



Teile-Nr.	Rechteckring Abmessungen			Nutabmessungen			Radius
	d1	w	h	Da H11	B	T -0,05	R
380	291,47	5,16	5,16	301,63	7,1	4,15	0,8
381	304,17	5,16	5,16	314,33	7,1	4,15	0,8
382	329,57	5,16	5,16	339,73	7,1	4,15	0,8
383	354,97	5,16	5,16	365,13	7,1	4,15	0,8
384	380,37	5,16	5,16	390,53	7,1	4,15	0,8
385	405,27	5,16	5,16	415,43	7,1	4,15	0,8
386	430,67	5,16	5,16	440,83	7,1	4,15	0,8
387	456,07	5,16	5,16	466,23	7,1	4,15	0,8
...	...	...	...	...	...	...	...
425	113,67	5,16	5,16	127,00	7,1	4,15	0,8
426	116,84	5,16	5,16	130,18	7,1	4,15	0,8
427	120,02	5,16	5,16	133,35	7,1	4,15	0,8
428	123,19	5,16	5,16	136,53	7,1	4,15	0,8
429	126,37	5,16	5,16	139,70	7,1	4,15	0,8
430	129,54	5,16	5,16	142,88	7,1	4,15	0,8
431	132,72	5,16	5,16	146,05	7,1	4,15	0,8
432	135,89	5,16	5,16	149,23	7,1	4,15	0,8
433	139,07	5,16	5,16	152,40	7,1	4,15	0,8
434	142,24	5,16	5,16	155,58	7,1	4,15	0,8
435	145,42	5,16	5,16	158,75	7,1	4,15	0,8
436	148,59	5,16	5,16	161,93	7,1	4,15	0,8
437	151,77	5,16	5,16	165,10	7,1	4,15	0,8
438	158,12	5,16	5,16	171,45	7,1	4,15	0,8
439	164,47	5,16	5,16	177,80	7,1	4,15	0,8
440	170,82	5,16	5,16	184,15	7,1	4,15	0,8
441	177,17	5,16	5,16	190,50	7,1	4,15	0,8
442	183,52	5,16	5,16	196,85	7,1	4,15	0,8
443	189,87	5,16	5,16	203,20	7,1	4,15	0,8
444	196,22	5,16	5,16	209,55	7,1	4,15	0,8
445	202,57	5,16	5,16	215,90	7,1	4,15	0,8
446	215,27	5,16	5,16	228,60	7,1	4,15	0,8
447	227,97	5,16	5,16	241,30	7,1	4,15	0,8
448	240,67	5,16	5,16	254,00	7,1	4,15	0,8
449	253,37	5,16	5,16	266,70	7,1	4,15	0,8
450	266,07	5,16	5,16	279,40	7,1	4,15	0,8
451	278,77	5,16	5,16	292,10	7,1	4,15	0,8
452	291,47	5,16	5,16	304,80	7,1	4,15	0,8
453	304,17	5,16	5,16	317,50	7,1	4,15	0,8
454	316,87	5,16	5,16	330,20	7,1	4,15	0,8

Fortsetzung der Tabelle auf nächster Seite



Teile-Nr.	Rechteckring Abmessungen			Nutabmessungen			Radius
	d1	w	h	Da H11	B	T -0,05	R
455	329,57	5,16	5,16	342,90	7,1	4,15	0,8
456	342,27	5,16	5,16	355,60	7,1	4,15	0,8
457	354,97	5,16	5,16	368,30	7,1	4,15	0,8
458	367,67	5,16	5,16	381,00	7,1	4,15	0,8
459	380,37	5,16	5,16	393,70	7,1	4,15	0,8
460	393,07	5,16	5,16	406,40	7,1	4,15	0,8
461	405,27	5,16	5,16	418,60	7,1	4,15	0,8
456	342,27	5,16	5,16	355,60	7,1	4,15	0,8
457	354,97	5,16	5,16	368,30	7,1	4,15	0,8
458	367,67	5,16	5,16	381,00	7,1	4,15	0,8
459	380,37	5,16	5,16	393,70	7,1	4,15	0,8
460	393,07	5,16	5,16	406,40	7,1	4,15	0,8
461	405,27	5,16	5,16	418,60	7,1	4,15	0,8
462	417,97	5,16	5,16	431,30	7,1	4,15	0,8
463	430,67	5,16	5,16	444,00	7,1	4,15	0,8
464	443,37	5,16	5,16	456,70	7,1	4,15	0,8
465	456,07	5,16	5,16	469,40	7,1	4,15	0,8

Tabelle 6.2: Einbaumaße

# U-Ring





## 7.1 EINLEITUNG

U-Ringe sind axial statische Dichtelemente für den Einsatz in Schraubenverbindungen, Ventilen, Flanschen und hydraulischen Anwendungen.

Die genormte Verschraubungsdichtung ist als rein Elastomer oder Elastomer-Metall-Verbindung verfügbar.

### Achtung:

U-Ringe sind nicht als Schraubensicherung geeignet!

### Verfügbare Bauformen:

- Bauform US (Standard U-Ring) – Bild 7.1
- Bauform UZ (Selbstzentrierend) – Bild 7.2
- Bauform UH (Verschraubungsdichtung) – Bild 7.3

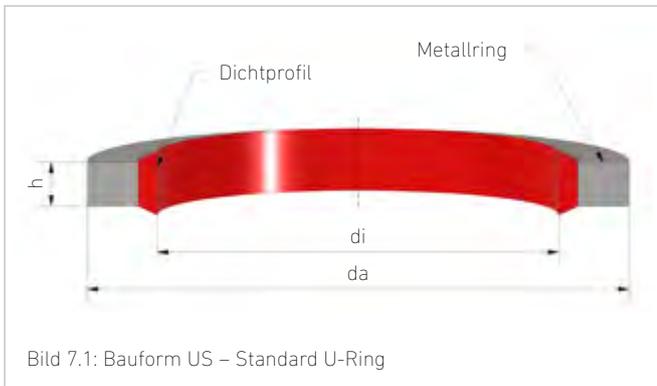


Bild 7.1: Bauform US – Standard U-Ring

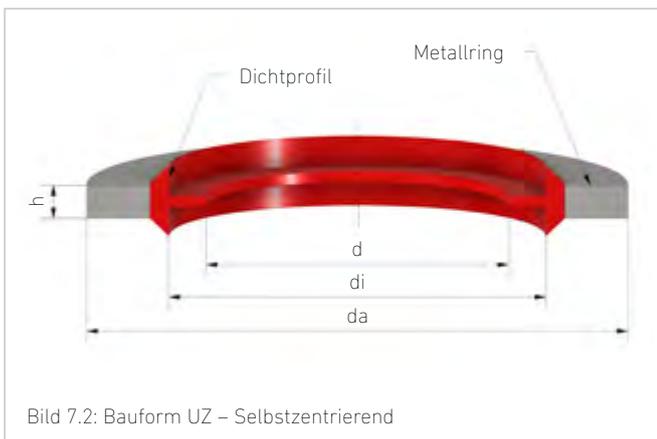


Bild 7.2: Bauform UZ – Selbstzentrierend

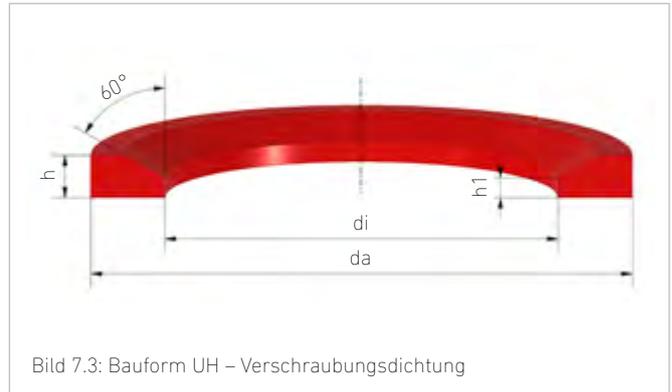


Bild 7.3: Bauform UH – Verschraubungsdichtung

### VORTEILE

- Einsatz unter hohen Drücken
- einfache und schnelle Montage
- genormte Abmessungen

## 7.2 EINSATZBEREICHE

### Haupteinsatzbereiche:

- **Bauformen US und UZ:**  
Dichtung für Verschraubungen nach z.B. ISO 1179, ISO 9974, ISO 11926 und ehemalige DIN 3869, bestehend aus einem metallenen Ring mit anvulkanisiertem elastischem Dichtwulst mit trapezförmiger Geometrie. Durch Anziehen der Verschraubung verpresst sich die elastische Dichtlippe zwischen den beiden Planflächen. Begrenzt wird dieses durch die Stärke des Metallrings. Wird die Dichtstelle mit Druck beaufschlagt erhöht sich die Dichtwirkung zusätzlich.
- **Bauform UH:**  
Elastomere Verschraubungsdichtung nach DIN EN ISO 9974-2 (ehemals DIN 3869) zur Abdichtung von Verbindungselementen und Einschraubstutzen. Nutabmessung nach DIN 3852 Teil 11.

**Einsatzparameter:**

Für eine sichere Dichtfunktion müssen folgende Einsatzparameter und ihre Grenzwerte im Gesamten zueinander geprüft werden.

**• Prozessdrücke**

› Bauform US und UZ:

≤ 100 MPa bei Einbau in eine Senkung

≤ 40 MPa bei Einbau ohne Senkung bei  $\varnothing < 40$  mm

≤ 25 MPa bei Einbau ohne Senkung bei  $\varnothing > 40$  mm

› Bauform UH:

max. 63 MPa (in Abhängigkeit vom Werkstoff)

### 7.3 WERKSTOFFE

U-Ringe werden standardmäßig in folgenden Elastomerwerkstoffen geliefert (weitere Werkstoffe auf Anfrage lieferbar):

- NBR 70 / 85 Shore A
- FKM 75 Shore A
- EPDM 85 Shore A

Allgemeine Werkstoffeinsatzempfehlungen s. Seite 78

Weitere Metall u. Elastomer-Werkstoffe auf Anfrage lieferbar.

Metallring (nur Bauform US und UZ):

- Stahl: 1.0330 (verzinkt)
- Edelstahl: 1.4301

### 7.4 KONSTRUKTIONSHINWEISE

**Bauformen US und UZ**

Voraussetzung für eine sichere Abdichtung sind plane Oberflächen ohne Beschädigungen. Die max. zulässige Oberflächenrauheit beträgt  $R_{max} \leq 15 \mu\text{m}$  bzw.  $R_a \leq 3 \mu\text{m}$ . Eine einwandfreie Funktion der Dichtung ist nur bei sorgfältiger Montage gewährleistet.

**Bauform UH**

Einbau der Dichtung in eine nach DIN 3852 Teil 11 festgelegte Nut einer Verschraubung oder eines Einschraubstützens.

Beschädigungen durch das Gewinde sind zu vermeiden.



# M-Ring





## 8.1 EINLEITUNG

M-Ringe sind axial statische Dichtelemente für genormte Rohrverschraubungen im Bereich der Lebensmittel-, Chemie- und Pharmaindustrie.

M-Ringe lassen sich in drei Dichtungstypen untergliedern:

- Milchrohrverschraubungen nach DIN 11851
- Clampdichtungen nach DIN 32676 / ISO 2852
- SMS-Dichtungen

### VORTEILE

- kostengünstig
- genormte Abmessungen
- einfache Montage
- schneller Ein- und Ausbau
- standardmäßig FDA-konform

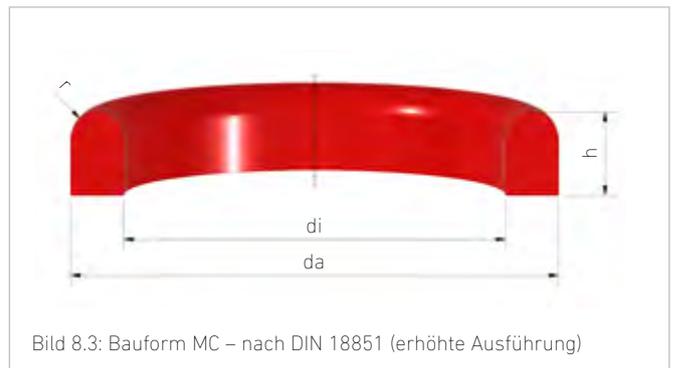
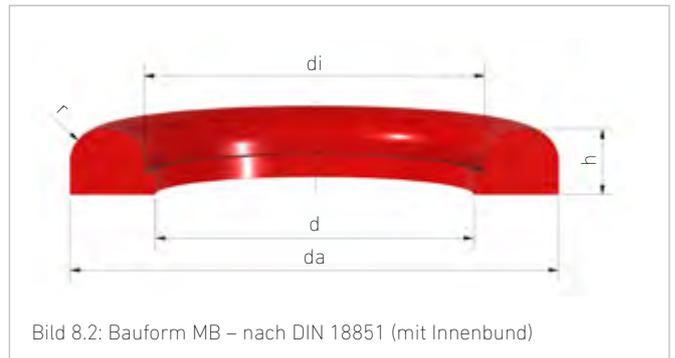
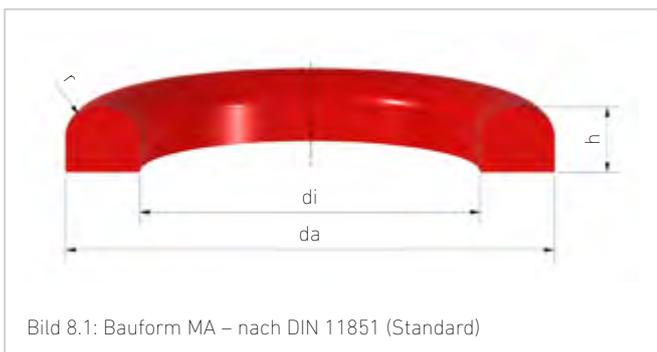
## 8.2 MILCHROHRVERSCHRAUBUNGEN NACH DIN 11851

### Einsatzbereich:

Für die Abdichtung von Edelstahlarmaturen der Lebensmittelindustrie.

### Verfügbare Bauformen:

- Bauform MA (Standard) – Bild 8.1
- Bauform MB (mit zusätzlichem Innenbund) – Bild 8.2
- Bauform MC (mit erhöhter Ausführung) – Bild 8.3



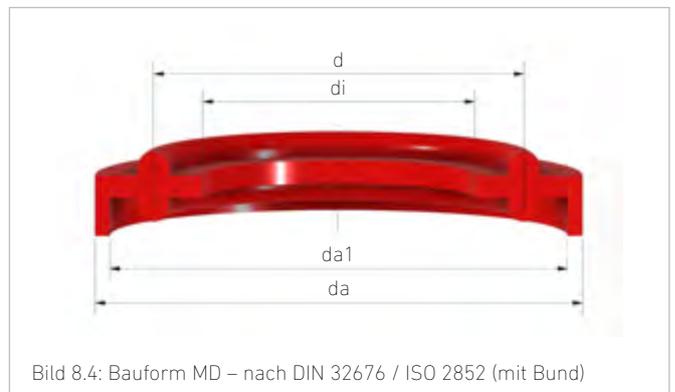
## 8.3 CLAMPDICHTUNGEN NACH DIN 32676 / ISO 2852

### Einsatzbereich:

Für den Einsatz in Klemmverbindungen der Lebensmittelindustrie.

### Verfügbare Bauformen:

- Bauform MD (mit Bund) – Bild 8.4
- Bauform MF (ohne Bund) – Bild 8.5



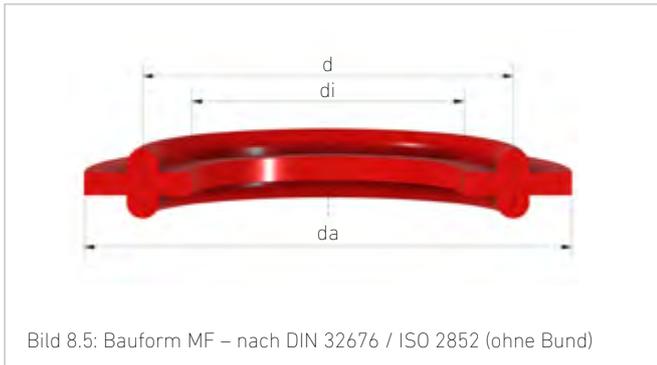


Bild 8.5: Bauform MF – nach DIN 32676 / ISO 2852 (ohne Bund)

## 8.4 SMS-DICHTUNGEN

### Einsatzbereich:

Für SMS Klemmverbindungen und Flanschen der Lebensmittelindustrie nach dem schwedischen Standard SMS 1145.

### Verfügbare Bauform:

- Bauform ME (Standard) – Bild 8.6

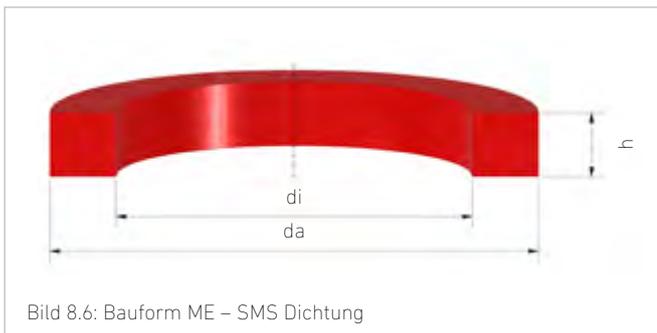


Bild 8.6: Bauform ME – SMS Dichtung

## 8.5 WERKSTOFFE

M-Ringe werden standardmäßig in folgenden Werkstoffen geliefert:

- EPDM
- NBR
- FKM
- PTFE-rein

Alle Werkstoffe sind standardmäßig konform nach (FDA), 21 CFR Ch. I § 177.2600 oder 21 CFR 177.1550.

Weitere Werkstoffe auf Anfrage, auch mit BfR-Empfehlung XXI, USP Class VI und 3-A Sanitary Standards.



# Flachdichtung





## 9.1 FLACHDICHTUNG

Flachdichtungen werden nach kundenspezifischen Vorgaben, aus den unterschiedlichsten Werkstoffen hergestellt.

Es gibt die folgenden **Herstellverfahren**:

- Stanzen
- Wasserstrahlschneiden
- Cut-From-Tube
- mechanische Bearbeitung (Drehen, Fräsen)
- Fertigung im Spritzguss- und Kompressionsverfahren

Je nach Anwendungsfall sind auch Gummi-Metall-Verbindungen möglich, bei welchen das Elastomer an ein metallisches Trägerteil vulkanisiert wird.

**Werkstoffauswahl:**

- Elastomere (rein/gewebeverstärkt)
- Polyurethane
- Faser(verbund-)werkstoffe
- Kunststoffe
- Metalle

## 9.2 SONDERKONSTRUKTIONEN

Unser Produktportfolio reicht von standardisierten O-Ringen über bedarfsgerecht angefertigte Membranen, bis hin zu konzipierten Sonderlösungen für unsere Kunden, auch in technischen Grenzbereichen.

Als erfahrener Hersteller von Dichtungs- und Membranelementen begleiten wir Sie von der Idee über die Produktion bis zur Erprobung und dem fertigen Produkt. Wir unterstützen Sie während des gesamten Entwicklungsprozesses.

# Formteil





## 10.1 FORMTEIL

Formteile sind individuell gestaltete Dichtelemente, die für eine konkrete Anwendung entwickelt und kundenspezifisch gefertigt werden.

Häufig werden sie als statische Abdichtungen von Gehäuseteilen entwickelt und sorgen bspw. dafür, dass von außen kein Schmutz und Feuchtigkeit in das jeweilige System eindringen kann, alle Formteile sorgen für eine sichere und dauerhafte Abdichtung.

Sie werden sehr häufig als statische Abdichtungen von Gehäuseteilen entwickelt und sorgen bspw. dafür, dass von außen kein Schmutz und keine Feuchtigkeit in ein System eindringen kann. Sie sorgen für eine sichere und dauerhafte Abdichtung.

Zudem werden von dynamisch hoch belastbaren Sonderdichtungen eigens für den Einsatz unter Extrembedingungen hergestellt.

Formteile können aus allen gängigen Elastomeren oder auch als Gummi-Metall-Verbindungen hergestellt werden. Sie sind in der Regel Werkzeug gebunden.

Formteile aus Kunststoff können in verschiedenen Verfahren gefertigt werden. Übliche Verfahren sind gedrehte Teile aus PTFE oder gespritzte Artikel aus thermoplastischen Kunststoffen oder thermoplastischen Elastomeren.

Zum Einsatz kommen unterschiedlichste

**Herstellverfahren** wie z. B.:

- Pressen (Compression Moulding)
- Spritzguss (Injection Moulding)

# Meterware



---

## 11.1 METERWARE

Kundenspezifische Sonderprofile werden u.a. auch als Meterware extrudiert. Die Meterware wird aus den unterschiedlichsten Werkstoffen für die unterschiedlichsten Aufgabenstellungen entwickelt und gefertigt, beispielsweise als Rundschnur oder Vierkantprofil.

Die Meterware kann geklebt oder stoßvulkanisiert geliefert werden. Eine geklebte Rundschnur kann zum Beispiel als O-Ring eingesetzt werden. Hier steht die Firma ULMAN jederzeit gern mit Ihrem Expertenwissen und umfangreichen Werkstoffsortiment für Sie zur Verfügung.

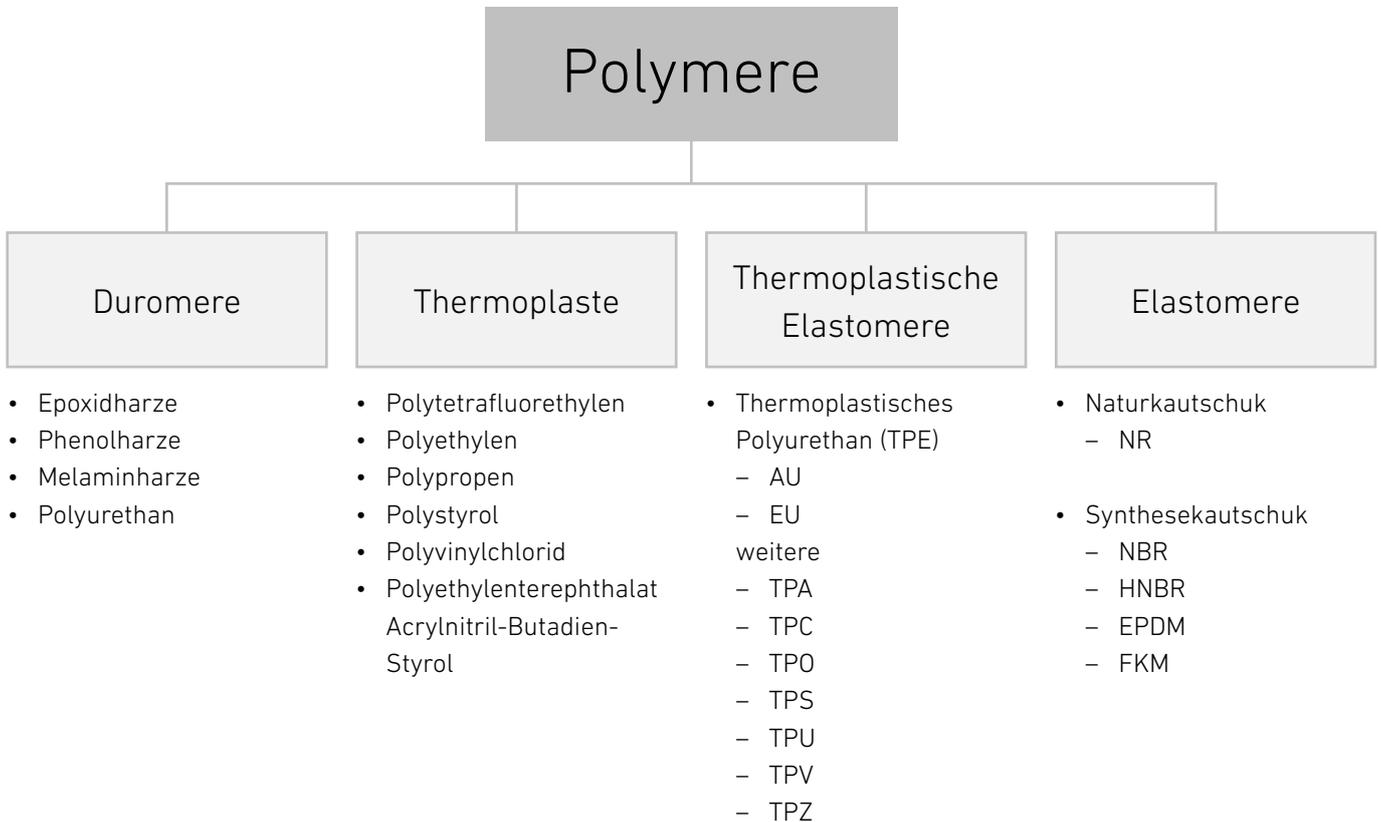
# Werkstoffe



12.1 POLYMERE

Der größte Teil der Dichtungen besteht aus Polymerwerkstoffen. Polymere sind hochmolekulare chemische Verbindungen (Makromoleküle), die aus der Verkettung kleinerer Einheiten (den sogenannten Monomeren)

entstehen. Polymere lassen sich nach ihrem Struktur-  
aufbau und demnach nach ihren Eigenschaften in vier  
Klassen unterteilen:



**Duromere** sind Werkstoffe, deren Polymerverbindungen dreidimensional und engmaschig vernetzt sind. Da sie ihre Struktur auch bei höheren Temperaturen beibehalten, zeichnen sie sich vor allem durch ihre hohe Festigkeit aus.

Bei der Verarbeitung von Duromeren laufen chemische Reaktionen ab, die unumkehrbar sind. Dementsprechend sind Duromere nicht schmelzbar, sondern zersetzen sich beim Überschreiten ihrer Zersetzungstemperatur.

**Thermoplaste** bestehen aus langen Polymerketten, welche keine Querverbindungen besitzen. Infolge einer Temperaturerhöhung wird das Material erweicht und / oder geschmolzen. In der weiteren Verarbeitung ist es leicht verformbar und spritzgießfähig. Beim Abkühlen verfestigt sich ihre Form wieder. Da es sich dabei um physikalische Prozesse handelt kann der Vorgang beliebig oft wiederholt werden – dementsprechend ist das Material recycelbar.

**Thermoplastische Elastomere** vereinen die Verarbeitungseigenschaften von Thermoplasten mit den Gummi-Eigenschaften von Elastomeren. Bis zu einer gewissen Temperatur (Schmelzpunkt / Erweichungstemperatur) sind sie charakterisiert durch Weichheit und Flexibilität. Bei höheren Temperaturen lassen sie sich verarbeiten um in einer gekühlten Form wieder zu verfestigen. Thermoplastische Elastomere sind ebenfalls thermoreversibel und recycelbar.

**Elastomere** (auch als Gummi bezeichnet) sind hochpolymere Werkstoffe, die im Gegensatz zu den Duromeren weitmaschig vernetzt sind. Diese lockeren Verbindungen sind maßgeblich für die charakteristischen elastischen/viskoelastischen Eigenschaften verantwortlich. Elastomere werden chemisch vernetzt, weshalb sie sich nicht wieder aufschmelzen lassen. Ebenso wie Duromere werden sie beim Überschreiten der Zersetzungstemperatur zerstört.



## 12.2 ELASTOMERE

Elastomere sind charakterisiert durch ihre Flexibilität. Sie können bei einer Krafteinwirkung elastisch verformt werden (dehnen, biegen, etc.) und kehren bei nachlassender Krafteinwirkung wieder in ihre ursprüngliche Form zurück.

Diese Eigenschaft ermöglicht eine optimale Abdichtung, weshalb Elastomere essenzielle Werkstoffe in der Dichtungstechnik sind.

Tabelle 12.1 zeigt einen Überblick über die Standard Elastomerwerkstoffe.

Kurzbezeichnung ISO 1629 / ASTM 1418	Elastomer-Werkstoffe
NBR	Nitril-Butadien-Kautschuk
NBR-LT	NBR mit verbessertem Tieftemperaturverhalten
HNBR	Hydrierter-Nitril-Butadien-Kautschuk
HNBR-LT	HNBR mit verbessertem Tieftemperaturverhalten
EPDM	Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk
EPDM-PX	EPDM peroxidisch vernetzt
FKM	Fluor-Kautschuk
FKM-GLT / FKM-LTFE	FKM mit verbessertem Tieftemperaturverhalten
FFKM	Perfluor-Kautschuk
ACM	Acrylat-Kautschuk
AEM	Ethylen-Acrylat-Kautschuk
VMQ	Vinyl-Methyl-Kautschuk (Silikon)
FVMQ	Fluor-Vinyl-Methyl-Kautschuk (Fluorsilikon)
CR	Chloropren-Kautschuk
SBR	Styrol-Butadien-Kautschuk

Tabelle 12.1: Elastomerbezeichnungen

### Zulassungen, Freigaben

Sonderqualitäten entsprechend den Freigaben und Werkstoffzulassungen der nachfolgenden Institute sind für einen Teil der Werkstoffe auf Anfrage bzw. Download über unsere Homepage erhältlich.

- BAM Bundesanstalt für Materialprüfung
- DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
- UBA Umweltbundesamt
- WRAS Water Regulations Advisory Scheme
- FDA Food and Drug Administration
- 3-A Sanitary Standards Inc.
- UL Underwriters Laboratories
- NSF National Sanitation Foundation

Auch weitere Labore bzw. Partner für kundenspezifische Prüfungen stehen uns zur Verfügung.

In Tabelle 12.2 ist ein Auszug mit den Hauptanwendungsbereichen für die jeweiligen Elastomere aufgelistet:

Basis-Elastomer Werkstoffe	Temperaturbereich		Chemische Beständigkeit
	min.	max.	
NBR NBR-LT	-30°C -65°C	+100°C +100°C	Hydraulik und Pneumatik Anwendungen Aliphatische Kohlenwasserstoffe (Propan, Butan, Benzin) Mineral- und Silikonöle und -fette Hydraulikflüssigkeiten auf Mineralölbasis Pflanzliche und tierische Öle und Fette Bioöle aus synthetischem Ester Schwerentflammbare Hydraulikflüssigkeiten HFA, HFB, HFC Verdünnte Säuren und Basen bei Raumtemperatur Wasser bis ca. +80°C
HNBR HNBR-LT	-30°C -50°C	+150°C +150°C	Aliphatische Kohlenwasserstoffe (Dieselkraftstoff, Heizöl) Hydraulikflüssigkeiten auf Mineralölbasis Pflanzliche und tierische Öle und Fette Schwerentflammbare Hydraulikflüssigkeiten HFA, HFB, HFC Verdünnte Säuren und Basen bei Raumtemperatur Heißwasser und Wasserdampf Ozon, Bewitterung
EPDM EPDM-PX	-40°C -50°C	+130°C +160°C	Heißwasser- und Wasserdampf-Anwendungen Waschmittel, Natron- und Kalilaugen Bremsflüssigkeiten auf Glykolbasis, Wasserglykolgemische Polare Lösungsmittel (Alkohole, Ketone) Organische und anorganische Säuren und Basen Schwerentflammbare Hydraulikflüssigkeit HFA-R Ozon, Bewitterung
FKM FKM-GLT FKM-LTFE	-20°C -40°C -50°C	+200°C +200°C +200°C	Gute chemische Beständigkeit und Hochvakuum-Anwendungen Mineral- und Silikonöle und -fette Pflanzliche und tierische Öle und Fette Aliphatische, chlorierte und aromatische Kohlenwasserstoffe Benzin, Superbenzin, Dieselkraftstoffe Schwerentflammbare Hydraulikflüssigkeiten HFD Säuren, Laugen, Lösungsmittel Ozon, Bewitterung
FFKM	-15°C	+260°C	Annähernd alle Chemikalien (beste chemische Beständigkeit von allen Elastomeren - ähnlich der von PTFE) hohe Temperatureinsätze Ozon, Bewitterung
AEM / ACM	-20°C	+150°C	Mineralöle, -fette (Motoren-, Getriebe-, ATF-Öle) Aliphatische Kohlenwasserstoffe AEM: bessere Hitzebeständigkeit als ACM
VMQ	-60°C	+200°C	Aliphatische Motoren und Getriebeöle Pflanzliche und tierische Öle und Fette Schwerentflammbare Hydraulikflüssigkeiten HFD-R, HFD-S Bremsflüssigkeiten auf Glykolbasis Wasser bis ca. +100°C Heißluft, Sauerstoff, inerte Gase Ozon, Bewitterung



Basis-Elastomer Werkstoffe	Temperaturbereich		Chemische Beständigkeit
	min.	max.	
FVMQ	-60°C	+200°C	Neben den typischen Eigenschaften von VMQ eine deutlich besser Beständigkeit für: Aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe Hochmolekulare chlorierte Kohlenwasserstoffe Mineralöle, -fette mit hohem Aromatenanteil
CR	-35°C	+100°C	Kältemittel (Ammoniak, Kohlendioxid, Frigene/Freone) Silikonöle, -fette Bleichmittel, Natronlauge, Chlor Pflanzliche Öle Alkohole Ozon, Bewitterung
SBR	-30°C	+70°C	Silikonöle, -fette Heißwasser und Wasserdampf Anorganische und organische Säuren und Basen, Alkalilaugen Alkohole Bremsflüssigkeiten auf Glykolbasis

Tabelle 12.2: Übersicht Hauptanwendungen Elastomere

Tabelle 12.3 stellt eine Übersicht zu den mechanischen Eigenschaften sowie chemischen Beständigkeit der jeweiligen Elastomere dar:

Internationales Kurzzeichen	NBR	HNBR	EPDM	FKM	FFKM	ACM	AEM	VMQ	FVMQ	CR	SBR
Härtebereich Shore A	30-95	40-90	25-85	50-90	60-90	30-90	40-90	30-80	40-80	30-90	40-90
Zugfestigkeit bis [N/mm <sup>2</sup> ]	20	25	20	20	20	13	18	10	10	25	25
Reißdehnung bis [%]	500	500	450	400	225	300	350	600	400	400	450
Abriebfestigkeit	+	++	+	o	o	+	+	o	o	+	++
Weiterreißwiderstand	+	+	++	o	o	o	+	+	+	+	+
Elastizität	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+
Alterung, Oxidation	o	+	++	++	++	++	++	++	++	+	+
Wetter- & Ozonbeständigkeit	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+
Dampfeinwirkung	+	++	++	o	++	-	o	o	o	-	+
Öl- & Fettbeständigkeit	++	++	-	++	++	+	+	+	++	o	+
Benzinbeständigkeit	+	o	-	++	++	+	+	-	++	o	-

++ = sehr gut    + = gut    o = mäßig    - = schlecht

Tabelle 12.3: Übersicht mechanische und chemische Beständigkeit Elastomere

### Werkstoffhärte

Die Werkstoffhärte wird an **Normproben** ermittelt u. a. nach DIN ISO 7619-1. Sie wird in **Shore A** angegeben und bewegt sich zwischen 40 und 90 Shore A. Für die meisten Werkstoffe kann eine Standardhärte von 70 Shore A angenommen werden.

Für Messungen am **Fertigteil** verwendet man meist die **IRHD-m** (IRHD Verfahren M (Mikrotest)) Messung u. a. nach DIN ISO 48.

Die richtige Auswahl der Härte ist abhängig vom Einsatz und richtet sich nach den Wirkdrücken, Toleranzen und Spaltweiten.

Elastomergruppen	Lagerzeit in Jahren	Verlängerung in Jahren
<b>Gruppe 1:</b> NR, AU, EU, SBR	5	2
<b>Gruppe 2:</b> NBR, HNBR, ACM, AEM, CR, IIR	7	3
<b>Gruppe 3:</b> FKM, VMQ, EPDM, FVMQ, FFKM	10	5

Tabelle 12.4: Übersicht Lagerzeit Elastomere

### Lagerungsbedingungen:

- Der Lagerraum soll kühl, trocken, staubfrei und mäßig belüftet sein.
- Die beste Lagertemperatur liegt bei +15°C. Eine Höchsttemperatur von +25°C und eine Tiefsttemperatur von -10°C sollte nicht über-/ unterschritten werden.
- Die relative Luftfeuchtigkeit muss so eingestellt sein, dass die Entstehung von Kondensation vermieden wird (<65%).
- Die Gummi-Erzeugnisse müssen lichtgeschützt, sauerstoffgeschützt und ozongeschützt gelagert werden.
- Die Gummi-Erzeugnisse müssen spannungs- und deformationsfrei gelagert werden, d. h. ohne Zug, Druck und Verformungen.
- Der Kontakt zu bestimmten Metallen, insbesondere Kupfer und Mangan, sowie Benzin, Öl, weichmacherhaltige Stoffe und andere Gummi-Erzeugnisse aus verschiedenen Zusammensetzungen muss ausgeschlossen werden.

### Lagerung Elastomere

Unter Berücksichtigung der nachfolgenden Richtlinien, basierend auf den Normen DIN 7716 und ISO 2230, kann die Aufrechterhaltung der Lebensdauer der Dichtelemente aus Elastomerwerkstoffen garantiert werden. Sachgemäß gelagerte Gummi-Erzeugnisse bleiben über einen langen Zeitraum, meist einige Jahre (siehe Tabelle 12.4), konstant in ihren Eigenschaften.

### Hinweis:

Durch eine in den Lagerräumen der ULMAN Dichtungstechnik GmbH integrierte Sauerstoffreduktionsanlage, lagern unsere Dichtungen unter reduziertem Sauerstoffgehalt, ohne Einwirkung von Tageslicht, bei einer konstanten Temperatur. Die Lagerung unter diesen optimalen Lagerungsbedingungen garantiert nahezu unveränderte Materialeigenschaften. Dadurch kann eine lange Lebenszeit und die Einhaltung der o. g. Lagerzeiten gewährleistet und darüber hinaus verlängert werden.



## 12.3 OBERFLÄCHENMODIFIKATION VON ELASTOMEREN

Das Anwendungsspektrum für Elastomer-Dichtungen ist sehr breit und vielfältig. Erhöhte Anforderungen können durch das Aufbringen einer Oberflächenveredelung realisiert werden. Des Weiteren ergeben sich durch die Aufwertung der Bauteile weitere positive Effekte (wie z. B. Kosteneinsparungen) für die Produktion.

Auf den folgenden Seiten werden die Oberflächenmodifikationen, Beschichtungen und PTFE-Beschichtungen, die wir standardmäßig anbieten, in den Tabellen 12.5 - 12.7 näher vorgestellt. Weiterführende Informationen finden Sie auf den Beschichtungsdatenblättern, die auf unserer Homepage zum Download zur Verfügung stehen. Weitere Oberflächenveredelungen bieten wir auf Anfrage an. Hierzu beraten Sie unsere Anwendungsberater sehr gerne.

### VORTEILE

- Problemlose Vereinzelung bei automatischer Montage
- Montageerleichterung
- Reduzierung der Reibkräfte
- Unterdrückung des Stick-Slip Effektes
- Minimierung der Losbrechkräfte
- Verschleißminimierung
- Einsatzbereiche im Lebensmittel- und Medizinbereich
- Farbliche Unterscheidung

### Oberflächenmodifikation

Bezeichnung	Beschreibung	Anwendung
Langzeitreinigung „LABS-frei“	„LABS-frei“ steht für frei von lackbenetzungsstörenden Substanzen. Dies sind Hilfsmittel, die bei der Fertigung der O-Ringe eingesetzt werden, jedoch eine negative Auswirkung im Einsatz, bspw. der Lackierung in der Automobilindustrie, hervorrufen können. Durch ein spezielles Reinigungsverfahren werden dem O-Ring von der Oberfläche bis zum Kern hin alle lackbenetzungsstörenden Substanzen wie z.B. Silikone entzogen. Die physikalischen Eigenschaften der Elastomere werden durch das Reinigungsverfahren nicht verändert. „LABS-frei“ O-Ringe müssen nach der Reinigung in speziellen Verpackungen gelagert und gehandhabt werden.*	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Lackiersysteme in der Automobilindustrie</li> <li>· Erfüllt VW Prüfspezifikation 3.10.7</li> <li>· trockene automatische Montage</li> </ul>
Fluorierung	Bei diesem Behandlungsverfahren werden die Bauteile im Niederdruck Plasmaverfahren einem Fluorgasgemisch ausgesetzt bei dem die Oberfläche chemisch modifiziert und der in den Molekülketten des Grundmaterials eingebundene Wasserstoff partiell durch Fluor ersetzt wird. Durch die dadurch erhöhte Oberflächenenergie erreicht man neben der Reduzierung von Reibung, eine verbesserte Benetzbarkeit und Adhäsion, wie auch verringerte Permeation des Grundwerkstoffes. Dichtungen lassen sich dadurch besser vereinzelnd, Schmutzpartikel haften weniger an ihnen an. Da die Eindringtiefe der Fluoratome in das Grundmaterial lediglich im molekularen Bereich liegt, bleiben die Eigenschaften und Abmessungen des Substrats auch nach evtl. zusätzlicher Reinigung bestehen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Montageerleichterung</li> <li>· Reduzierung der Stick-Slip Effekte</li> <li>· Reibungsreduzierung</li> <li>· Sanitärbereich</li> </ul>

Tabelle 12.5: Oberflächenmodifikationen

\* Restschmutz: Aufgrund zunehmender Anforderungen spielt technische Sauberkeit eine immer wichtigere Rolle. Restschmutzanalysen nach Kundenanforderung bieten wir gerne auf Anfrage durch unsere akkreditierten Partner an.

**Oberflächenveredelungen durch Beschichtungen**

Bezeichnung	Beschreibung	Anwendung
Silikon	Durch Auftrommeln eines auf Silikonöl-basierenden Schmierstoffes werden die Montagekräfte deutlich vermindert. Die Beschichtung besitzt eine gute Haftung und erzeugt eine geschmeidige Oberfläche. Allerdings neigt diese Beschichtung zum Verkleben der O-Ringe und ist daher nicht zur automatischen Vereinzelung geeignet. Diese Beschichtung ist auch in der Variante FDA-konform erhältlich.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Montageerleichterung</li> <li>· FDA-konform möglich</li> </ul>
Talkumierung	Bei dieser Oberflächenveredelung wird feinstes Talkumpulver auf die Oberfläche der O-Ringe aufgetrommelt. Dadurch lassen sich die O-Ringe sehr leicht automatisch vereinzeln und montieren. Diese Beschichtung besitzt nur eine geringe Abriebfestigkeit und kann zur Verschmutzung der Maschine führen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Montageerleichterung</li> <li>· automatische Vereinzelung</li> </ul>
Molykotierung	Hochreines Molybdändisulfid (MoS <sub>2</sub> ) wird auf die Oberfläche der O-Ringe aufgetrommelt. Dadurch lassen sich diese ebenfalls sehr leicht automatisch vereinzeln und montieren. Langfristig kann durch Einlagerung von Schmierstoffen in den Gegenaufläichen auch die Reibkraft vermindert werden. Auch diese Beschichtung besitzt nur eine geringe Abriebfestigkeit und kann zur Verschmutzung der Maschine führen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Montageerleichterung</li> <li>· automatische Vereinzelung</li> </ul>
Polysiloxan	Durch Aufbringen von wasserverdünnbarem Einkomponenten Gleitlack für Elastomerteile mit Graphitanteilen ergibt sich eine gute Haftung der Beschichtung. Die trockene Oberfläche eignet sich hervorragend für automatische Montagevorgänge und besitzt bei geringer dynamischer Anwendung ausreichend Trockenschmierungseigenschaften. Transparent oder in der Farbe rostrot erhältlich.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Montageerleichterung</li> <li>· Reduzierung der Einpresskräfte</li> <li>· leicht dynamisch</li> <li>· Einsatztemperatur: -40 °C bis +180 °C</li> </ul>
3K-Lack	Lufttrocknender Dreikomponenten-Gleitlack auf Lösemittelbasis für eine Reibungsreduzierung von Elastomerteilen. Die Beschichtung ergibt eine transparente, trockene und dünne Gleitschicht die hauptsächlich zur Montageerleichterung verwendet wird. Einsatz häufig im Automobilbereich, allgemein beständig gegen Wasser, Kraftstoffe und Mineralöle. Besitzt eine breite Einsatztemperaturspanne.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Montageerleichterung</li> <li>· Automobilindustrie</li> <li>· Reduzierung der Einpresskräfte</li> <li>· sehr gute Antihaft- &amp; Trenneigenschaften</li> <li>· Einsatztemperatur: -70 °C bis +180 °C</li> </ul>

Tabelle 12.6: Beschichtungen



## PTFE-Beschichtungen

Durch Aufbringen von PTFE in wasserverdünnbarem Einkomponenten Gleitlack für Elastomerteile auf die gereinigte und modifizierte Oberfläche wird eine gute Haftung des Pulvers erzielt. Die behandelten O-Ringe können auch nach längerer Lagerung noch sehr gut

automatisch vereinzelt, zugeführt und montiert werden.

PTFE-Beschichtungen verringern die Einpresskräfte und werden als Montagehilfe eingesetzt. Sie kommen in den unterschiedlichsten Varianten zur Ausführung.

Bezeichnung	Beschreibung	Anwendung
PTFE-FDA-DVGW	Diese Beschichtung wurde für die spezifischen Bedürfnisse der Lebensmittel- und Sanitärindustrie entwickelt und entspricht den Bestimmungen des deutschen Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetzes (LMBG, §5 Absatz 1, §31 Absatz 1). Die verwendeten Rohstoffe sind konform zu den Anforderungen der Food and Drug Administration (FDA) FDA 21 CFR § 178.3570 / NSF-H1 / DVGW im Trinkwasserbereich. Die Schicht ist leicht transparent grau und enthält keinen UV-Indikator.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Montageerleichterung</li> <li>· Reduzierung der Einpresskräfte</li> <li>· Trinkwasser</li> <li>· Sanitär</li> <li>· Lebensmittel</li> <li>· Medizin</li> <li>· Einsatztemperatur: -40 °C bis +200 °C</li> </ul>
PTFE-transparent	Für bedingte dynamische Anwendungen wird PTFE-transparent, eine zweikomponentige Dispersion von PTFE-Feststoff, organischem Binder und Wasser, empfohlen. Vor der Verarbeitung wird ein Härter zugesetzt. Die Schicht ist transparent, verschleißfest und gut beständig gegen eine Vielzahl von Chemikalien. Die Beschichtung ist besonders gut geeignet bei Kunststoffgegenläuflächen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· leicht dynamisch</li> <li>· Trockenlauf</li> <li>· sehr gute Chemikalienbeständigkeit</li> <li>· Einsatztemperatur: -40 °C bis +150 °C</li> </ul>
PTFE-Farbe	Beschreibung und Anwendung analog PTFE-transparent, mit Farbpigmenten zur leichteren Identifikation (rot, blau, gelb, grün, weiß, orange, violett, grau) weitere auf Anfrage.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· farbliche Unterscheidung</li> </ul>
PTFE-Farbe-NSF	Wird als Montageerleichterung und Vereinzlung in der Lebensmittel- und Medizinbranche eingesetzt. Die verwendeten Rohstoffe sind konform zu den Anforderungen der Food and Drug Administration (FDA) und NSF H1. Standardmäßig erhältlich in blau, weitere Farben auf Anfrage.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Montageerleichterung</li> <li>· farbliche Unterscheidung</li> <li>· Lebensmittel</li> <li>· Medizin</li> <li>· Einsatztemperatur: -40 °C bis +200 °C</li> </ul>
PTFE-MS	PTFE-MS ist eine transparente, trockene Beschichtung mit ausgezeichneten Trenn- und Schmiereigenschaften. PTFE-MS erleichtert die Montage von Elastomerdichtungen. Beschichtete Teile sind dauerhaft vereinzelt und haben eine geringe Reibung. Erhältlich in rot, blau, gelb, grün, weiß, orange, violett, grau, weitere auf Anfrage.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Montageerleichterung</li> <li>· automatische Verarbeitung</li> <li>· Einsatztemperatur: -40 °C bis +180 °C</li> </ul>

Fortsetzung auf folgender Seite

Bezeichnung	Beschreibung	Anwendung
PTFE-Schwarz-glatt	PTFE-Schwarz-glatt eignet sich für dynamische Anwendungen mit Gegenläufflächen aus Metall. Die Beschichtung bildet eine glatte Oberfläche, welche die Reib- und Verschleißigenschaften bei hoher Elastizität günstig beeinflusst.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· sehr gute Haftung auf der Oberfläche</li> <li>· sehr gute Chemikalienbeständigkeit</li> <li>· sehr hohe Abriebfestigkeit bei niedriger Schichtdicke</li> <li>· Einsatztemperatur: -40 °C bis +100 °C</li> </ul>
PTFE-Schwarz-rau	PTFE-Schwarz-rau eignet sich für dynamische Anwendungen mit Gegenläufflächen aus Metall. Die Beschichtung bildet eine strukturierte (raue) Oberfläche, welche die Reib- und Verschleißigenschaften bei hoher Elastizität günstig beeinflusst.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· strukturierte Oberfläche</li> <li>· sehr gute Haftung auf der Oberfläche</li> <li>· sehr gute Chemikalienbeständigkeit</li> <li>· sehr hohe Abriebfestigkeit bei niedriger Schichtdicke</li> <li>· Einsatztemperatur: -40 °C bis +180 °C</li> </ul>
PTFE-Schwarz-leitend	PTFE-Schwarz-leitend eignet sich für dynamische Anwendungen mit Gegenläufflächen aus Metall. Die Beschichtung weist eine sehr hohe Verschleißfestigkeit sowie exzellente Reibwerte bei hoher Elastizität auf. Die Schicht ist gut beständig gegen eine Vielzahl von Chemikalien und zusätzlich elektrisch leitfähig. Der elektrische Leitfähigkeitswert nach DIN 62631 beträgt $87,5 \times 10^3$ .	<ul style="list-style-type: none"> <li>· sehr gute Haftung auf der Oberfläche</li> <li>· sehr gute Chemikalienbeständigkeit</li> <li>· sehr niedrige Reibungskoeffizienten</li> <li>· Einsatztemperatur: -70 °C bis +250 °C</li> </ul>

Tabelle 12.7: PTFE-Beschichtungen

## 12.4 THERMOPLASTISCHE ELASTOMERE

Thermoplastisches Polyurethan (TPU) gehört zu der Gruppe „Thermoplastische Elastomere“. Es handelt sich hierbei also um einen thermoplastischen Werkstoff mit elastischen Eigenschaften, der im Vergleich zu Elastomeren eine höhere / verbesserte chemische und mechanische Beständigkeit aufweisen kann. Zusätzlich verfügen sie über eine gute Gasdichtheit.

Aufgrund ihrer thermoreversiblen Eigenschaften sind sie nur begrenzt im oberen Temperaturbereich einsetzbar.

Folgende TPU's werden standardmäßig angeboten:

- AU – Polyester-Urethan
- EU – Polyether-Urethan

Basis-Elastomer Werkstoffe	Temperaturbereich		Härte Shore A	Einsatzbereiche
	min.	max.		
AU	-30°C	+80°C	70 - 95	Mineralöle, -fette Silikonöle, -fette Ozon, Alterung Hohe dynamische Belastungen
EU	-30°C	+80°C	70 - 95	Mineralöle, -fette Silikonöle, -fette Ozon, Alterung Hohe dynamische Belastungen Gute Hydrolysebeständigkeit

Tabelle 12.8: Übersicht Hauptanwendungen Thermoplastisches Polyurethan

Tabelle 12.9 stellt eine Übersicht zu den mechanischen Eigenschaften sowie chemischen Beständigkeit der Standard TPUs dar:

Internationales Kurzzeichen	AU	EU
Härtebereich Shore A	60-90	60-90
Härtebereich Shore D	65-78	65-78
Zugfestigkeit bis [N/mm <sup>2</sup> ]	50	50
Reißdehnung bis [%]	500	500
Abriebfestigkeit	++	++
Weiterreißwiderstand	+	+
Elastizität	++	++
Alterung, Oxidation	++	++
Wetter- & Ozonbeständigkeit	+	+
Dampfeinwirkung	-	-
Öl- & Fettbeständigkeit	++	++
Benzinbeständigkeit	+	+

++ = sehr gut    + = gut    o = mäßig    - = schlecht

Tabelle 12.9: Übersicht mechanische und chemische Beständigkeit Thermoplastisches Polyurethan

## 12.5 THERMOPLASTE

Der am häufigsten eingesetzte Werkstoff aus der Klasse der Thermoplaste ist PTFE (Polytetrafluorethylen). Zwischen Kohlenstoff- und Fluoratomen bildet sich eine der stärksten unpolaren Verbindungen, die wiederum zu den stärksten aller chemischen Grundverbindungen zählen.

Daraus ergeben sich die für den Werkstoff besonderen Eigenschaften: eine ausgezeichnete chemische und thermische Beständigkeit.

Durch Zusetzen diverser Füllstoffe (Bronze, Mineralfaser, Kohle, Kohlefaser, Graphit, Glasfaser, Ekonol) kann der Werkstoff auf den jeweiligen Einsatzfall mit den entsprechenden Anforderungen hin angepasst werden.

In statischen Anwendungen wird PTFE auf Grund seiner geringeren Elastizität weniger eingesetzt. Ausnahme: PTFE O-Ringe kommen überall da zum Einsatz, wo Elastomer O-Ringe an ihre Grenzen kommen.



## Sie haben Fragen?

Gerne beraten und unterstützen wir Sie bei den vielfältigen Themen in der Welt der allgemeinen und speziellen Dichtungstechnik! Nehmen Sie Kontakt mit uns auf:

**ULMAN Dichtungstechnik GmbH** - Max-Planck-Straße 32 - 71116 Gärtringen - Germany

Phone +49 (0) 70 34 / 2518 - 0 E-Mail: [info@ulman.de](mailto:info@ulman.de)

[www.ulman.de](http://www.ulman.de)