



O- und X-Ringe – technische Informationen

O- and X-rings – technical information

ttv BEST PARTNER – SEALING · BEARING

Wo immer Sie sind, wann immer Sie Dichtungs- und Gleitlagertechnik benötigen oder Ihre technische Frage zu klären ist ...

Wir sind da! Kompetent, zuverlässig und schnell!

Wherever you are or whenever you are in need of sealing and bearing technology or whether you need to clarify a technical question ...

We are here for you! Qualified, reliable and fast!

O- und X-Ringe

O-Ringe sind die am häufigsten eingesetzte Art von Dichtungen. Aufgrund des geringen Platzbedarfs, der einfachen Montage und der vielfältigen Anwendungsgebiete sind sie das wohl universellste Dichtelement.

X-Ringe sind doppelwirkende Dichtelemente mit einem speziell entwickelten Vierlippenprofil, die als dynamische oder statische Abdichtung auch in weiteren Anwendungen radial und axial eingesetzt werden.

ttv X- und O-Ringe zeichnen sich durch höchsten technischen Qualitätsstandard und beste Materialien aus, denn als Spezialist für Dichtungstechnik wissen wir, es sind gerade die scheinbar einfachen Teile die mit größter Sorgfalt hergestellt werden müssen.

Bei Ihren individuellen Anwendungen und technischen Fragen berät Sie das ttv BEST PARTNER Team gerne persönlich.

Tel.: +49 (0) 7303 - 92874 - 0 · E-Mail: info@ttv-gmbh.de

O- and X-rings

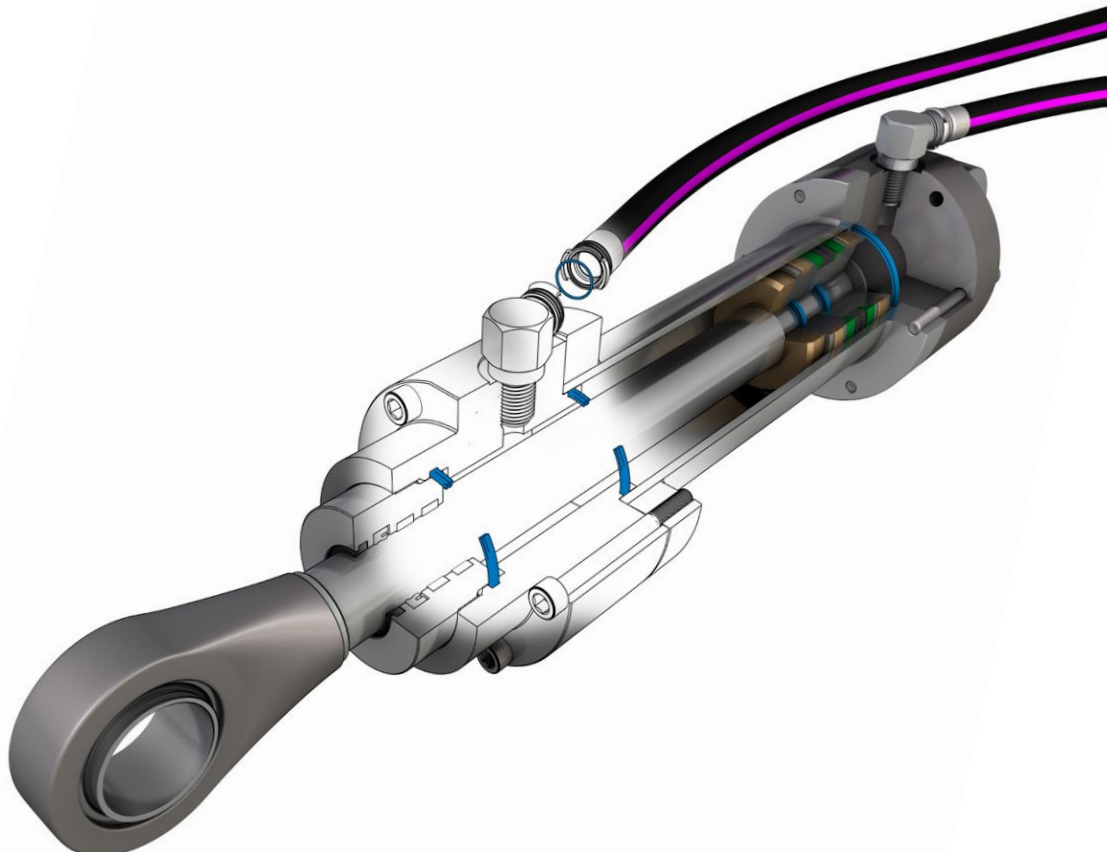
O rings are the most commonly used form of seals. Thanks to their low space requirements, simple installation and wide range of application areas, they are arguably the most universal sealing element.

X-Rings are double-acting sealing elements with a specially developed four-lipped profile, and are used both radially and axially as dynamic or static seals in a wide range of applications.

As a specialist in sealing technology, we know that parts that look simple are precisely the ones that need to be produced with the highest levels of care. That's why ttv X and O rings are characterised by the very highest technical quality standards and superior materials.

For specialised applications and for technical questions the ttv BEST PARTNER Team will gladly advise you personally.

Tel.: +49 (0) 7303 - 92874 - 0 · Email: info@ttv-gmbh.de



Inhaltsverzeichnis | Contents

1. Nutgeometrie	4	1. Groove geometry	4
Festlegung der Nuttiefe Nt	4	Determining the groove depth Nt	4
Festlegung der Nutbreite Nb	4	Determining the groove width Nb	4
2. Konstruktionsvorgaben	5	2. Construction specifications	5
Fasen	6	Chamfers	6
Dichtspalt	6	Sealing gap	6
3. Richtlinien zur optimalen Auswahl von O-Ringen	7	3. Guidelines for selecting the most appropriate O rings	7
Verpressung	8	Compression	8
Stauchung und Dehnung	8	Compression and expansion	8
Nutfüllung	8	Groove filling	8
4. Einbau Räume und konstruktive Empfehlungen	9	4. Installation spaces and constructional recommendations	9
5. Einbauarten	9	5. Installation types	9
6. Statische Abdichtung	10	6. Static sealing	10
Die Rechtecknut	10	Rectangular groove	10
Axiale Verformung	12	Axial deformation	12
Vakuumabdichtung	14	Vacuum sealing	14
7. Dynamische Abdichtung	16	7. Dynamic sealing	16
Hydraulik	16	Hydraulics	16
Pneumatik	18	Pneumatics	18
8. Stützringe	20	8. Backup-rings	20
Werkstoffe	20	Materials	20
Einbau Räume	20	Installation spaces	20
9. Allgemeine Montagehinweise	21	9. General installation instructions	21
10. Hinweise zur Qualitätssicherung	22	10. Quality assurance instructions	22
Härtemessungen	22	Hardness measurements	22
Form- und Oberflächenabweichungen	22	Shape and surface deviations	22
Abweichung	23	Deviation	23
11. Nutgestaltung für X-Ringe	24	11. Groove design for X-Rings	24
Festlegung der Nutabmessungen für X-Ringe	24	Determining the groove dimensions for X-rings	24
Standard X-Ring Abmessungen	25	Standard X-Ring dimensions	25
Rotierende Anwendungen	26	Rotating applications	26
12. Datenblatt	27	12. Data sheet	27
Kältebeständigkeit	27	Cold resistance	27
Druckverformungsrest DVR	27	Compression set DVR	27
Härte	28	Hardness	28
Zugfestigkeit, Bruchdehnung	29	Tensile strength, breaking strain	29
Weiterreißwiderstand	29	Tear growth resistance	29
Eigenschaftsänderung nach Alterung	29	Change in properties after ageing	29
13. Elastomereigenschaften	30	13. Elastomer properties	30

Änderungen der Informationen / des Inhalts aufgrund neuer Informationen, Forschung und Entwicklung sind vorbehalten, ohne dass darauf gesondert hingewiesen wird. Druckfehler und Irrtümer vorbehalten!
 Information / content is subject to change without notice due to new information, research, and developments. Printing errors and mistakes reserved!

1. Nutgeometrie

O-Ringe werden in eigens dafür vorgesehene Nuten eingelegt. Nur so können sie eine entsprechende Dichtfunktion übernehmen. Die Verpressung des O-Rings richtet sich nach der jeweiligen Nuttiefe. In den entsprechenden Normen wird eine Rechtecknut empfohlen.

Festlegung der Nuttiefe N_t

Die Verpressung richtet sich nach der Nuttiefe und der Schnurstärke d_2 , wobei letztere von der jeweiligen Anwendung abhängt.

Bei statischen Einsätzen liegt die Verpressung zwischen 15 und 30 %. Dynamische Einsätze erfordern eine geringere Verpressung von nur 6 bis 20 % und damit eine größere Nuttiefe.

Festlegung der Nutbreite N_b

Die Nutbreite resultiert aus der Schnurstärke d_2 des O-Rings und der ovalen Form, die er nach der Verpressung annimmt. Dazuzurechnen ist ein Freiraum, in den das Medium eintreten kann, um sicherzustellen, dass eine gleichmäßige Druckbeaufschlagung auf die Dichtung stattfindet.

Bei der Festlegung der Nutbreite muss unbedingt vermieden werden, dass die Nut beim späteren Dichtvorgang mehr als ausgefüllt wird. Der O-Ring sollte nur 80 bis 85 % der Nutbreite einnehmen. So bleibt dem O-Ring im Falle einer Volumenzunahme genügend Platz zur Ausdehnung. Diese mögliche Volumenzunahme muss bei der Bemessung der Nutbreite unbedingt berücksichtigt werden.

1. Groove geometry

O rings are inserted into designated grooves. This is the only way of them carrying out a correct sealing function. The compression of the O ring is based on the particular groove depth. The relevant standards recommend a rectangular groove.

Determining the groove depth N_t

The compression is based on the groove depth and the cord thickness d_2 , where the latter depends on the particular application.

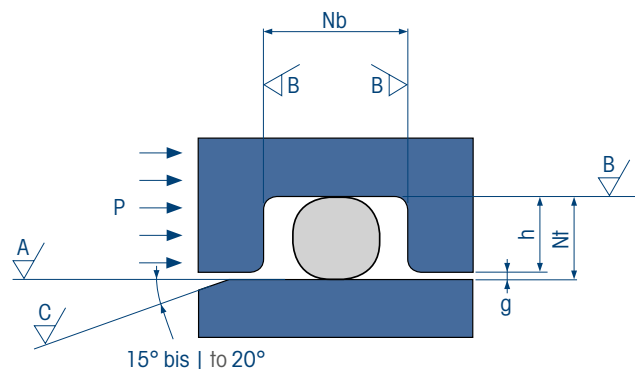
When used for static applications, the compression is between 15 % and 30 %. Dynamic applications require a lower compression of only 6 % to 20 %, and therefore a larger groove depth.

Determining the groove width N_b

The groove width is based on the cord thickness d_2 of the O ring and the oval shape that the O ring assumes after compression. A free space is also added on for the medium to flow into, in order to ensure even pressurisation on the seal.

When determining the groove width, it is essential to ensure that the groove will not be over-filled during subsequent sealing processes. The O ring should only take up 80 % to 85 % of the groove width, giving the O ring enough space to expand in the event of a volume increase. It is essential that this potential volume increase be taken into account when assessing the groove width.

Die typische Rechtecknut stellt sich folgendermaßen dar | A typical rectangular groove features the following



Beschreibung | Description

N_t = Radiale Nuttiefe | Radial groove depth

N_b = Nutbreite | Groove width

h = Höhe des Einbauraums | Height of the installation space

g = Dichtspalt (Spaltmaß) | Sealing gap (gap dimension)

P = Mediendruck | Medium pressure

A = Oberfläche der Gegenauflfläche | Mating surface

B = Oberfläche der Nutseiten und des Nutgrunds
Surface of the groove sides and the groove base

C = Oberfläche der Einführungschräge
Surface of the insertion bevel

2. Konstruktionsvorgaben

Für eine funktionsgerechte Anwendung sind nach der Definition der Maße und der geometrischen Form des Einbauraums folgende Details zu berücksichtigen:

- Sämtliche Übergänge von Bauteilen und Kanten, die mit dem O-Ring in Kontakt kommen könnten, müssen vollständig gerundet, entgratet und wenn möglich poliert werden.
- Am Übergang von der Nutseite zum Nutgrund „r2“ und dem Übergang von der Nutseite zur Bauteiloberfläche „r1“ muss unbedingt eine leichte Abrundung angebracht werden. Detaillierte Werte zu den auf die Schnurstärke bezogenen Radien sind folgender Tabelle zu entnehmen
- Kratzer, Riefen oder Lunken auf der Oberfläche sollten unbedingt vermieden werden.
- Die Qualität der Oberfläche richtet sich nach der jeweiligen spezifischen Anwendung.
Grundsätzlich gilt: bei dynamischen Anwendungen hat die Oberfläche feiner zu sein als bei statischen Anwendungen. Das gilt auch bei pulsierenden Drücken.

2. Construction specifications

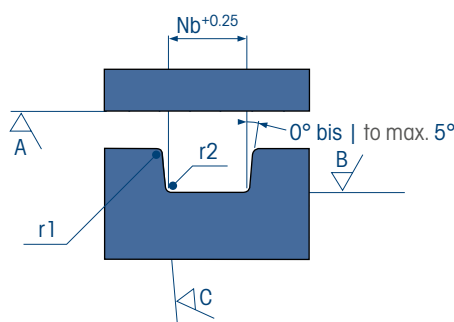
In order to ensure correct function, the following details must be taken into account, in accordance with the definition of the dimensions and the geometric form of the installation space:

- All junctions for components and edges that could come into contact with the O ring must be completely rounded, deburred and, if possible, polished
- There must be a gentle rounding at the junction between the groove side and the groove base „r2“ and at the junction between the groove side and the component surface „r1“. Detailed values for the radii relating to the cord thickness are listed in the following table
- Scratches, corrugations and cavities on the surface should be avoided at all costs
- The quality of the surface is based on the specific application in question.
- The following applies in principle: The surface must be finer for dynamic applications than for static applications. This also applies to pulsating pressures

d_2	r1	r2
1 – 2	0.09 – 1.1	0.29 – 0.31
2 – 3	0.19 – 2.1	0.29 – 0.31
3 – 4	0.19 – 2.1	0.49 – 0.51
4 – 5	0.19 – 2.1	0.59 – 0.61
5 – 6	0.19 – 2.1	0.59 – 0.61
6 – 8	0.19 – 2.1	0.79 – 0.81
8 – 10	0.19 – 2.1	0.9 – 1.1
10 – 12	0.19 – 2.1	0.9 – 1.1
12 – 15	0.19 – 2.1	1.1 – 1.2

Für die Rauheitswerte gelten die nach DIN 4768 klassifizierten Kennwerte. In vielen Fällen genügt die Angabe des Mittenrauwerts „ R_a “ nicht. Aussagekräftiger sind die angegebenen Werte zur maximalen Rautiefe „ R_{max} “, der gemittelten Rautiefe „ R_z “ sowie zum Traganteil „ t_p “. Letzterer soll möglichst mehr als 50 % betragen.

The parameters classified in accordance with DIN 4768 apply for the roughness values. In many cases, an indication of the average roughness value „ R_a “ is not sufficient. The specified values for the maximum surface roughness „ R_{max} “, the averaged surface roughness „ R_z “ and the contact ratio „ t_p “ are more meaningful here. The „ t_p “ value should be over 50 % if possible



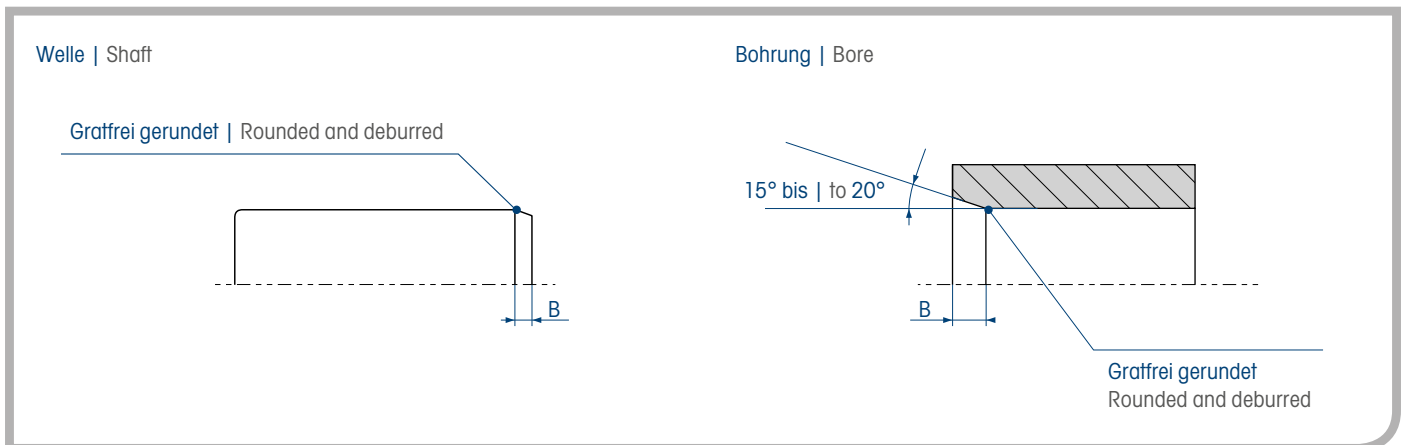
Abdichtungsart Type of seal	Oberfläche Surface	Druck Pressure	R ₁ (μm)	R ₂ (μm)	R _{max} (μm)
Dynamisch / radial Dynamic/radial	Gegenlaufläche A Gegenlaufläche A		≤ 0,4	≤ 1,2	≤ 1,6
	Nutgrund B Groove base B		≤ 1,6	≤ 3,2	≤ 6,3
	Nutseiten C Groove sides C		≤ 3,2	≤ 6,3	≤ 10
Statisch / radial / axial Static/radial/axial	Dichtfläche A Sealing surface A	Nicht pulsierend Non-pulsating	≤ 1,6	≤ 6,3	≤ 10
	Nutgrund B Groove base B		≤ 3,2	≤ 10	≤ 12,5
	Nutseiten C Groove sides C		≤ 6,3	≤ 12,5	≤ 16
	Dichtfläche A Sealing surface A	Pulsierend Pulsating	≤ 0,8	≤ 1,6	≤ 3,2
	Nutgrund B Groove base B		≤ 1,6	≤ 3,2	≤ 6,3
	Nutseiten C Groove sides C		≤ 3,2	≤ 6,3	≤ 10

Fasen

Eine wichtige Rolle spielen ausreichende Einführschrägen oder Fasen. Sie sollten sowohl im Sinne einer fachgerechten Montage vorgesehen werden, als auch um Beschädigungen am O-Ring zu vermeiden. Idealweise liegen die Winkel zwischen Fase und Gerade zwischen 15 und 20 Grad.

Chamfers

It is important that there are sufficient insertion bevels or chamfers. These should be fitted as part of professional installation, and are designed to prevent damage to the O ring. The chamfer should ideally be at an angle of between 15 and 20 degrees from the straight line.



Dichtspalt

Die in den Zeichnungen und Einbau-Maßtabellen angegebenen Passungen und Toleranzen sollten unbedingt eingehalten werden um einen möglichst schmalen Dichtspalt sicher zu stellen. Bei Betrieb, beispielsweise bei einem Zylinderrohr unter hohem Druck, kann es zu einer Erweiterung des Dichtspalts kommen. In diesem Fall droht Spaltextrusion. Das bedeutet, dass der O-Ring bei Druckbeaufschlagung in den Spalt wandert und dabei nach und nach zerstört wird, beispielsweise bei dynamischen Anwendungen durch Abschälen oder Abreißen. Der Einsatz von Stützringen schützt den O-Ring vor Spaltextrusion.

Sealing gap

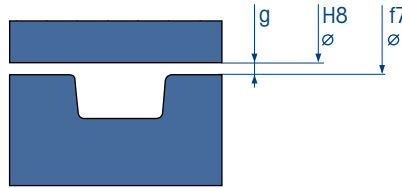
The fits and tolerances specified in the drawings and installation dimension tables should be observed without fail in order to ensure that the sealing gap is as narrow as possible. The sealing gap can expand during operation, such as when a cylinder liner is used under high pressure. In this case, there is the risk of gap extrusion. This means that the O ring shifts into the gap during pressurisation, and is therefore gradually destroyed by means of flaking or tearing off in dynamic applications, for example. Using Backup-Rings supports the O ring against gap extrusion.

Der Dichtspalt – zulässige Werte

Die maximal zulässigen Werte sind vom Druck, der Werkstoffhärte und vom Durchmesser abhängig. Diese Spaltmaße gelten für alle Werkstoffe, ausgenommen MVQ.

Sealing gap – permissible values

The maximum permissible values depend on the pressure, the material hardness and the diameter. These gap dimensions apply for all materials except MVQ.



Abdichtungsart Sealing type	Druck Pressure (bar)	Werkstoffhärte Material hardness (Shore A)		
		70	80	90
Statisch Static	≤ 60	0.2 mm	0.25 mm	0.3 mm
	> 60 – 100	0.1 mm	0.2 mm	0.25 mm
	> 100 – 160	0.05 mm	0.1 mm	0.2 mm
	> 160 – 250		0.05 mm	0.1 mm
	> 250 – 350			0.05 mm
Dynamisch Dynamic	≤ 30	0.2 mm	0.25 mm	0.3 mm
	> 30 – 60	0.1 mm	0.17 mm	0.2 mm
	> 60 – 80		0.1 mm	0.15 mm
	> 80 – 100			0.1 mm

Bei größeren Spaltmaßen müssen Stützringe zum Einsatz kommen. Zur Berechnung der Spaltmaße siehe weitere Informationen auf www.ftv-gmbh.de

Backup-rings must be used with larger gap dimensions. For more information on calculating the gap dimensions, please refer to www.ftv-gmbh.de

3. Richtlinien zur optimalen Auswahl von O-Ringen

Die Dichtwirkung des O-Rings ist abhängig von Schurstärke und Härte. Große Schnurstärken haben prinzipiell eine bessere Dichtwirkung. Die Härte des O-Ring-Werkstoffes richtet sich nach folgenden Faktoren:

- Oberflächengüte der abzudichtenden Teile
- den Spaltmaßen (Toleranzen)
- den anliegenden Drücken
- der Abdichtungsart (dynamisch oder statisch)

Bei Standardanwendungen wird eine Werkstoffhärte von 70 Shore A empfohlen. Bei pulsierenden Drücken und für höhere Druckbereiche sind Werkstoffhärten bis zu 90 Shore A zu wählen.

3. Guidelines for selecting the most appropriate O rings

The sealing effect of the O ring depends on the cord thickness and the hardness. In principle, higher cord thicknesses produce a better sealing effect. The hardness of the O ring is based on the following factors:

- Surface quality of the parts to be sealed
- The gap dimensions (tolerances)
- The existing pressures
- The type of seal (dynamic or static)

A material hardness of 70 Shore A is recommended for standard applications. Material hardnesses of up to 90 Shore A should be used for pulsating pressures and higher pressure ranges.

Verpressung

Die Dichtwirkung des O-Rings kommt durch axiale oder radiale Verpressung im Einbauraum zustande. Je nach Anwendung gelten folgende auf die Schnurstärke bezogene Werte für die mittlere Verpressung:

- Bei dynamischer Anwendung (Pneumatik): 4 bis 12 %
- Bei dynamischer Anwendung (Hydraulik): 10 bis 18 %
- Bei statischer Anwendung: 15 bis 30 %

Stauchung und Dehnung

Bis zu einem gewissen Maß können O-Ringe beim Einbau ohne Beeinträchtigung der Dichtfunktion gestaucht oder gedehnt werden. Die Stauchung sollte jedoch 4 % nicht überschreiten. Anderenfalls kann sich der O-Ring in der Nut verwerfen. Die Dehnung bezogen auf den Innendurchmesser sollte im eingebauten Zustand 5 % nicht überschreiten. Ansonsten kann es zu einer überproportionalen Querschnittsabnahme und damit zu einer starken Abflachung am Innenmantel kommen.

Nach der Guldinschen Regel zieht 1 % Dehnung des Innendurchmessers 0,5 % Schnurstärkenverringern nach sich. Stauchung oder Dehnung des O-Rings lassen sich mit nachfolgenden Formeln einfach berechnen:

$$\text{Dehnung | Expansion} = \frac{d_4 - d_1}{d_1} \times 100\%$$

$$\text{Stauchung | Compression} = \frac{d_4 - d_5}{(d_1 + 2 \times d_2)} \times 100\%$$

d_1 = O-Ring-Innendurchmesser

d_2 = O-Ring-Schnurstärke

d_4 = Nutgrunddurchmesser / innen

d_5 = Nutgrunddurchmesser / außen

d_1 = O-ring inner diameter

d_2 = O-ring cord thickness

d_4 = Groove base diameter / inner

d_5 = Groove base diameter / outer

Nutfüllung

Außer beim Vakuum sollte die rechteckige Querschnittsfläche der Einbaunut die kreisrunde O-Ring-Querschnittsfläche um rund 25 % überschreiten. Dadurch hat der O-Ring bei Kontakt mit einem aggressiven Medium genügend Raum um eine eventuelle Volumenzunahme zu kompensieren. Zudem kann sich der Druck des Medium auf einen großen Teil der O-Ring-Oberfläche verteilen und so die Anpresskraft erhöhen, die für die Dichtwirkung erforderlich ist. Der Füllungsgrad der Nut beträgt idealerweise 70 bis 85 %. Mit folgender Formel lässt er sich errechnen:

$$\text{Nutfüllungsgrad | Groove filling level} = \frac{G_o}{G_N} \times 100\%$$

$$G_o = d_2^2 \times \frac{\pi}{4}$$

$$G_N = Nt \times Nb$$

Groove filling

With the exception of vacuums, the rectangular cross-section area of the installation groove should extend beyond the circular O ring cross-section area by around 25 %. This ensures that the O ring has sufficient space to compensate for a potential volume increase in the event of contact with an aggressive media. This also ensures that the pressure of the medium can spread to a large proportion of the O ring surface, thereby increasing the contact pressing force required for the sealing effect. The filling level of the groove should ideally be between 70 % and 85 %. The filling level can be calculated using the following formula:

4. Einbau­räume und konstruktive Empfehlungen

Die konstruktive Gestaltung der Einbau­räume (Nuten) für O-Ringe ist von großer Bedeutung. Sie sollten nach Möglichkeit rechtwinklig eingestochen werden. Nuttiefe und Nutbreite richten sich nach der Schnur­stärke und der jeweiligen Anwendung. Die angegebenen Maße beziehen sich auf die Nenn­maße und sind als Empfehlungen für die entsprechende Einbauart zu verstehen. Es empfiehlt sich jedoch, diese möglichst exakt einzuhalten, da eine optimale Dichtfunktion ganz wesentlich von der exakten Ausführung des Nuteinbau­raumes abhängt.

5. Einbauarten

Beim Einbau von O-Ringen wird generell nach Verformungsrichtung, also nach axialer oder radialer Verformung unterschieden. Zusätzlich gibt es bei der radialen Verformung den Unterschied zwischen der „außendichtenden“ Kolbendichtung mit Nut im Kolben-Innenteil und der „innendichtenden“ Stangendichtung mit Nut im Gehäuse-Außenteil.

In den meisten Fällen kommt der O-Ring als statisch beanspruchte Dichtung zum Einsatz.

Eine Abdichtung zwischen sich zueinander bewogender Maschinenteile entspricht einer dynamischen Abdichtung. Hier stellen O-Ringe nur bedingt eine optimale technische Lösung dar.

4. Installation spaces and constructional recommendations

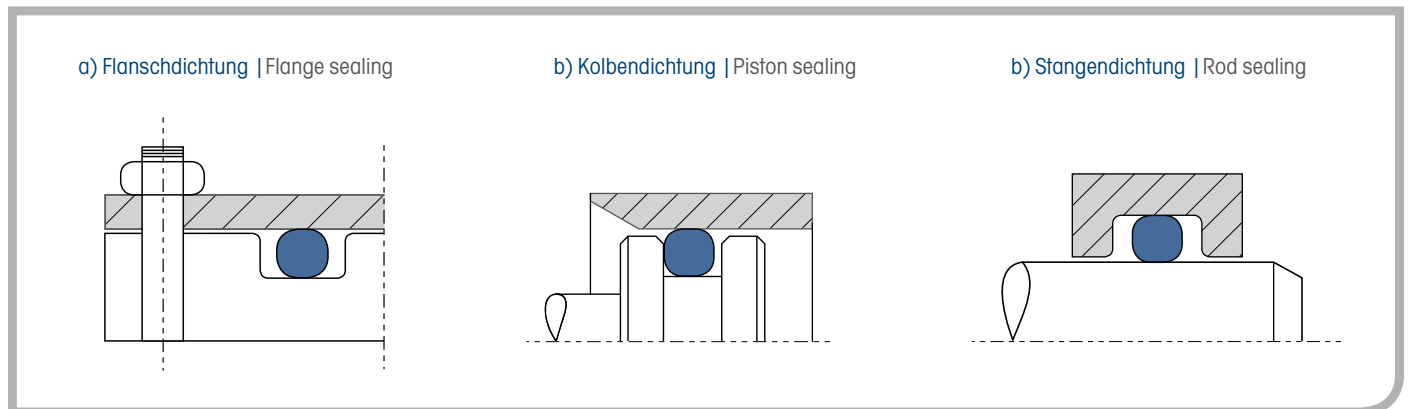
The constructional design of installation spaces (grooves) for O rings is very important. The installation spaces should ideally be grooved at right angles. The groove depth and groove width are based on the cord thickness and the specific application. The specified dimensions relate to the nominal dimensions and should be used as recommendations for selecting the corresponding installation type. However, we would recommend adhering to these dimensions as precisely as possible, as an optimal sealing function is highly dependent on a precise design of the groove installation space.

5. Installation types

When installing O rings, a distinction is generally made based on the direction or deformation (i.e. axial or radial). For radial deformation, a distinction is also made between the „externally sealing“ piston seal with the groove on the inside of the piston and the „internally sealing“ rod seal with the groove on the outside of the housing.

In the majority of cases, the O ring is used as a statically loaded seal.

A dynamic seal is a seal between machine parts moving relative to each other. For this kind of seal, O rings are limited in their ability to provide the best technical solution.



6. Statische Abdichtung

Wenn abzudichtende Maschinenelemente sich nicht relativ zueinander bewegen, spricht man von statischer oder ruhender Abdichtung. Zur Abdichtung solcher ruhender Maschinenelemente ist der O-Ring bestens geeignet. Sofern der Einbauraum sachgemäß ausgeführt, der richtige Werkstoff ausgewählt und die Anwendung konstruktiv richtig ist, können mit O-Ringen Drücke bis zu 900 bar abgedichtet werden. Bei problematischen Konstellationen sind zusätzlich Stützringe zu verwenden.

Die Rechtecknut

Werden Zylinderrohre, Rohrverschraubungen, Zapfen oder Bolzen abgedichtet, wird bevorzugt die Rechtecknut angewendet. Beim Einbau wird der O-Ring radial, das heißt in Richtung des Mittelpunktes verformt. Bei soliden Bauteilen spielt die Anordnung der Nut weder im Innen- noch im Außenteil funktionsmäßig eine Rolle. Vielmehr hängt sie von den Bearbeitungs- und Montagemöglichkeiten ab. Bei elastisch stärker verformbaren, dünnwandigen Teilen, wie beispielsweise Zylinderrohren, sollte die Nut besser im Zylinderboden, als im starren Außenteil angebracht werden. Dadurch wird verhindert, dass sich der Spalt auf der druckabgewandten Seite beim Aufweiten unter Innendruck nicht vergrößert.

6. Static sealing

If machine components to be sealed do not move relative to each other, the seals are known as 'static' or 'stationary' seals. The O ring is ideally suited for sealing these kinds of stationary machine components. Provided that the installation space has been properly designed and the correct material selected, and that the application is constructionally correct, the O rings can be used to seal up to 900 bar. Additional Backup-Rings must be used for problematic configurations.

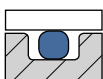
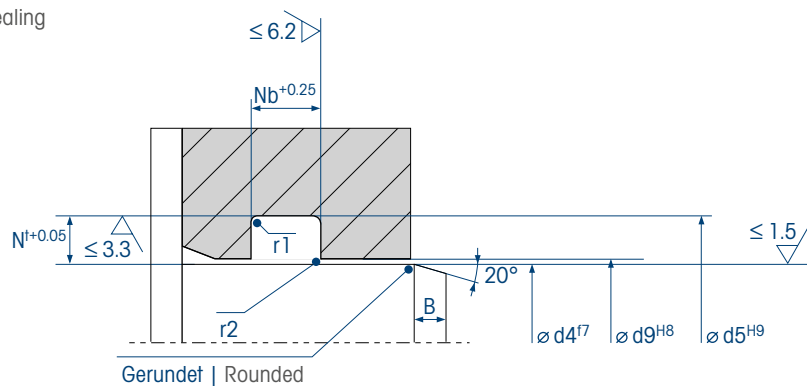
Rectangular groove

Use of the rectangular groove is preferable when sealing cylinder liners, pipe connections, journals or bolts. The O ring is deformed radially during installation, i.e. towards the centre. For solid components, the positioning of the groove is of no functional importance either in the interior or exterior part. The positioning of the groove depends to a far greater extent on the available options for processing and installation. For thin-walled parts where severe elastic deformation could occur (e.g. cylinder liners), it is better to position the groove in the base of the cylinder rather than in the rigid exterior. This ensures that the gap on the side facing away from the pressure does not increase in size under interior pressure during expansion.

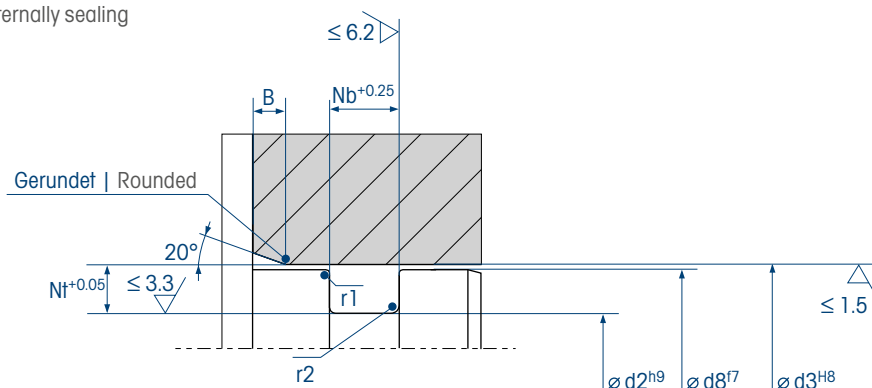
Radiale Verformung, statische Abdichtung | Radial deformation, static sealing



Innendichtend | Internally sealing



außendichtend | Externally sealing



Nutmaße

Groove dimensions

Schnurstärke Cord thickness	Nuttiefe Groove depth Nr ^{+0.05}	Nutbreite Groove width Nb ^{+0.25}	Fasenlänge Chamfer length B
1	0.75	1.3	1.2
1.2	0.9	1.6	1.2
1.25	0.9	1.7	1.2
1.3	1	1.7	1.2
1.5	1.1	2	1.5
1.6	1.2	2.1	1.5
1.78	1.3	2.4	1.5
1.8	1.3	2.4	1.5
1.9	1.4	2.5	1.5
2	1.5	2.6	2
2.2	1.7	3	2
2.4	1.8	3.2	2
2.5	1.9	3.3	2
2.6	2	3.4	2
2.62	2	3.5	2
2.65	2	3.6	2
2.7	2.1	3.6	2
2.8	2.2	3.7	2
3	2.3	3.9	2.5
3.1	2.4	4	2.5
3.5	2.7	4.6	2.5
3.53	2.7	4.7	2.5
3.55	2.8	4.7	2.5
3.6	2.8	4.8	2.5
3.7	2.9	4.9	2.5
4	3.2	5.2	3
4.3	3.4	5.6	3
4.5	3.6	5.8	3
5	4	6.5	3
5.3	4.3	7	3
5.33	4.3	7.1	3.5
5.5	4.5	7.2	3.5
5.7	4.6	7.6	3.5
6	4.9	7.9	3.5
6.5	5.4	8.4	4
6.99	5.8	9.2	4
7	5.8	9.3	4
7.5	6.3	9.8	4
8	6.7	10.5	4
8.4	7.1	10.9	4.5
8.5	7.2	11	4.5
9	7.7	11.7	4.5
9.5	8.2	12.3	4.5
10	8.6	13	5
10.5	9	13.8	5
11	9.5	14.3	5
12	10.5	15.6	5
15	13.2	19.2	5

Axiale Verformung

Bei Deckel- und Flanschabdichtungen, bei der es zu einer axialen Verformung des O-Ring kommt, wird hauptsächlich die Rechtecknut angewendet. Hier sollte beim Einbau auf ein exaktes Anliegen des O-Rings an der druckabgewandten Seite der Nut geachtet werden. Nur so lässt sich vermeiden, dass sich der O-Ring bei Druckbeaufschlagung oder anschwellendem Druck in der Nut bewegt. Denn eine solche Bewegung bewirkt eine Stauchung und eine überlagerte Dehnung des O-Rings, was die Ermüdung oder den vorzeitigen Verschleiß des Werkstoffes nach sich zieht. Wird die Druckrichtung beachtet, kann ein Verdrehen und damit die Zerstörung der Oberfläche des O-Rings vermieden werden.

Bei Druck von innen:

Der Außendurchmesser des O-Rings soll am Außendurchmesser der Nut anliegen oder bis maximal 4 % größer gewählt werden (Stauchung des O-Rings).

Bei Druck von außen:

Der Innendurchmesser des O-Rings soll am Innendurchmesser der Nut anliegen oder um bis maximal 5 % kleiner gewählt werden (Dehnung des O-Rings).

Um zu verhindern, dass der Spalt zwischen den Dichtflächen bei großen Drücken die zulässige Größe überschreitet und dadurch der O-Ring herausgequetscht werden könnte, sollte beim axialen Einbau auf kräftige Deckelverschraubungen geachtet werden.

Axial deformation

Primarily rectangular grooves are used for cover and flange seals with axial O ring deformation. When installing these seals, it should be ensured that the O ring sits perfectly on the side of the groove facing away from the pressure. This is the only way of ensuring that the O ring does not move in the groove during pressurisation or when the pressure is increasing. This kind of movement must be avoided as it causes compression and overlaid expansion of the O ring, which leads to fatigue or premature wear of the material. If the pressure direction is observed, it is possible to prevent the O ring from rotating, which can damage the surface of the O ring.

With pressure from inside:

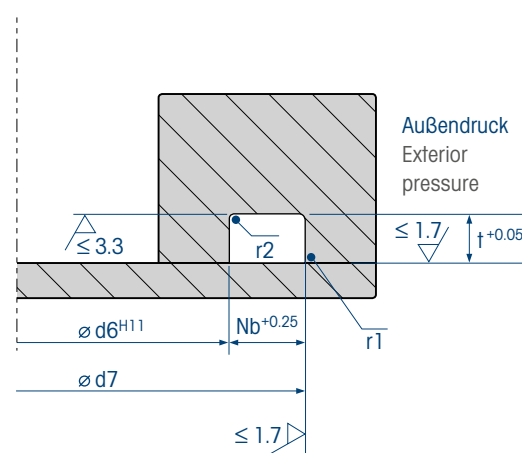
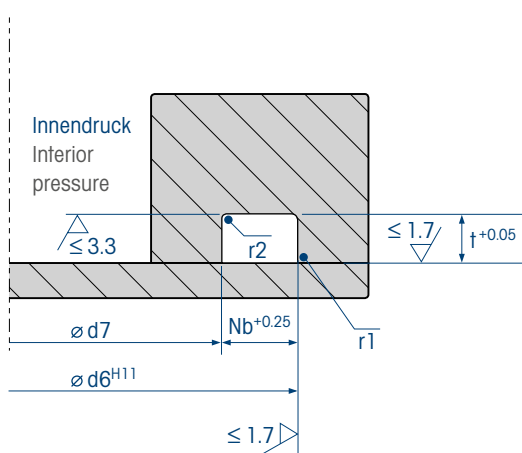
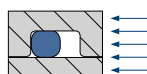
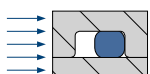
The external diameter of the O ring should lie against the external diameter of the groove, or should be selected to be a maximum of 4 % larger than the external diameter of the groove (O ring compression).

With pressure from outside

The inner diameter of the O ring should lie against the inner diameter of the groove, or should be selected to be a maximum of 5 % smaller than the inner diameter of the groove (O ring expansion).

In order to ensure that the gap between the sealing surfaces does not exceed the maximum permissible size under high pressures, which can cause the O ring to be squeezed out, strong cover screws must be used for axial installation.

Rechtecknut bei axialer Verformung | Rectangular groove for axial deformation



Nutmaße

Groove dimensions

Schnurstärke Cord thickness	Nuttiefe Groove depth Nr ^{+0.05}	Nutbreite Groove width Nb ^{+0.25}
1	0.7	1.4
1.2	0.9	1.6
1.25	0.9	1.7
1.3	1	1.7
1.5	1.1	2.1
1.6	1.2	2.2
1.78	1.3	2.5
1.8	1.3	2.6
1.9	1.4	2.7
2	1.5	2.8
2.2	1.6	3.1
2.4	1.8	3.3
2.5	1.9	3.5
2.6	2	3.6
2.62	2	3.7
2.65	2	3.8
2.7	2.1	3.8
2.8	2.1	4
3	2.3	4.1
3.1	2.4	4.2
3.5	2.7	4.8
3.53	2.7	4.9
3.55	2.7	5
3.6	2.8	5.1
3.7	2.9	5.2
4	3.1	5.5
4.3	3.3	5.9
4.5	3.5	6.1
5	4	6.7
5.3	4.2	7.2
5.33	4.2	7.3
5.5	4.5	7.4
5.7	4.6	7.6
6	4.8	8.1
6.5	5.3	8.6
6.99	5.7	9.7
7	5.7	9.7
7.5	6.2	10.1
8	6.6	10.7
8.4	7.1	11.1
8.5	7.2	11.3
9	7.6	12
9.5	8.1	12.5
10	8.5	13.6
10.5	8.9	14
11	9.4	14.7
12	10.4	15.7
15	13.2	19.4

Vakuumbdichtung

Ist der abzudichtende Systemdruck niedriger als der Atmosphärendruck ($p_{\text{atm}} = 1,01325 \text{ bar}$), spricht man von Vakuumbdichtung. Bei dieser Sonderform der statischen O-Ring-Abdichtung müssen – entgegen den allgemeinen Einbaurichtlinien für statische O-Ring-Abdichtungen – nachfolgende Empfehlungen berücksichtigt werden:

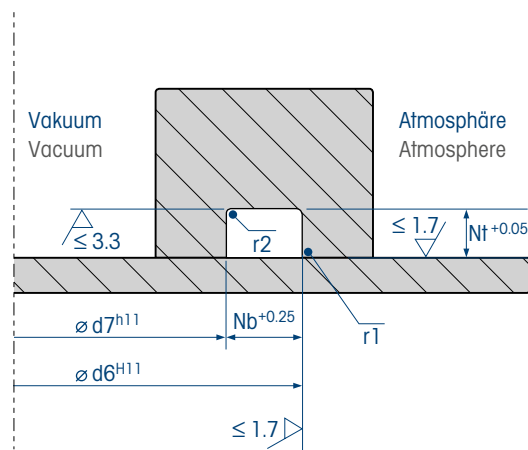
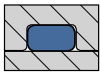
- Der Querschnitt des O-Rings sollte um ca. 30 % verpresst werden.
- Der verpresste O-Ring sollte die Nut zu fast 100 % ausfüllen. Das bewirkt größere Kontaktflächen und eine höhere Durchdringzeit durch den Elastomerwerkstoff.
- Um die Leckagerate zu verringern, sollte Vakuumfett eingesetzt werden.
- Die Oberflächengüte von Dichtflächen und Nut sollten hier deutlich besser sein als bei statischen Standardabdichtungen. Der Traganteil (t_p) sollte mehr als 50 % betragen.
- Für Standardanwendungen empfiehlt ttv Fluor-Kautschuk oder einen ähnlichen Elastomerwerkstoff mit geringer Durchlässigkeit, guter Gasverträglichkeit und einem niedrigen Druckverformungsrest.

Vacuum sealing

If the system pressure to be sealed lower than the atmospheric pressure ($P_{\text{atm}} = 1.01325 \text{ bar}$), this is referred to as vacuum sealing. For this special type of static O ring seal, the following recommendations must be observed, which are contrary to the general installation guidelines for static O ring seals:

- The cross-section of the O ring should be compressed by approximately 30 %.
- The compressed O ring should almost completely fill the groove. This increases the contact surface area and the permeation time into the elastomer material.
- Vacuum grease should be used to reduce the leakage rate .
- The surface quality of the sealing surfaces and the groove should be significantly higher than with standard static seals. The contact ratio (t_p) should be over 50 %.
- For standard applications, ttv recommends fluorosilicone rubber or a similar elastomer material with low permeability, good gas-compatibility and low compression set.

Statische Abdichtung | Static sealing



Nutmaße

Groove dimensions

Schnurstärke Cord thickness	Nuttiefe Groove depth Nr ^{+0.05}	Nutbreite Groove width Nb ^{+0.25}	r1	r2
1.5	1.05	1.8	0.1	0.2
1.78	1.25	2.1	0.1	0.2
1.8	1.25	2.1	0.1	0.2
2	1.4	2.3	0.1	0.3
2.5	1.75	2.9	0.1	0.3
2.6	1.8	3	0.1	0.4
2.62	1.85	3.1	0.1	0.4
2.65	1.85	3.1	0.1	0.4
2.7	1.9	3.15	0.1	0.4
2.8	1.95	3.2	0.1	0.4
3	2.1	3.5	0.1	0.6
3.1	2.2	3.6	0.1	0.6
3.5	2.45	4.1	0.2	0.6
3.53	2.5	4.1	0.2	0.6
3.55	2.5	4.15	0.2	0.6
3.6	2.5	4.2	0.2	0.6
3.7	2.6	4.3	0.2	0.6
4	2.8	4.7	0.2	0.6
4.5	3.15	5.3	0.2	0.8
5	3.5	5.9	0.2	0.8
5.3	3.7	6.3	0.2	1
5.33	3.7	6.3	0.2	1
5.5	3.8	6.6	0.2	1
5.7	4	6.7	0.2	1
6	4.2	7.1	0.2	1
6.5	4.6	7.6	0.2	1
6.99	4.9	8.2	0.3	1
7	4.9	8.2	0.3	1
7.5	5.3	8.7	0.3	1
8	5.6	9.4	0.3	1
8.4	5.9	9.9	0.3	1
8.5	6	10	0.3	1
9	6.4	10.5	0.3	1
9.5	6.7	11.2	0.3	1
10	7.1	11.7	0.3	1

7. Dynamische Abdichtung

Bei dynamischen Einsätzen haben sich O-Ringe als Dichtelement bestens bewährt – vorwiegend aber bei niedrigeren Drücken und Geschwindigkeiten oder bei kleinen Einbauräumen.

Bei der Bewegung beispielsweise in Pneumatik- oder Hydraulikbauteilen entsteht Reibungswiderstand. Deshalb sollte die Verpressung des O-Rings dort immer kleiner gewählt werden als bei statischen Abdichtungen. Um vorzeitigem Verschleiß des O-Rings durch Trockenlaufen oder Reibungsverlust entgegenzuwirken, muss immer eine ausreichende Schmierung sichergestellt sein.

Für die translatorische und für die schraubenförmige sind die Einbauräume identisch. Unterschiede gibt es lediglich bei den Anwendungsfeldern: Bei Pneumatik und Hydraulik liegen unterschiedliche Schmierungszustände und verschiedene Druckverhältnisse vor.

Hydraulik

Der Einsatz von O-Ringen bei hydraulischen Anwendungen, also beispielsweise als Stangen- oder Kolbendichtungen ist nur bei beschränktem Einbauraum sinnvoll, bei relativ kleinen Hubwegen und geringer Hubfrequenz oder wenn die Abdichtung nicht unbedingt völlig leckagefrei sein muss. Für die Ausbildung eines Schmierfilms, der Reibung und Abrieb vermindert, ist eine geringfügige Leckage sogar erwünscht.

7. Dynamic sealing

O rings have proved to be the most reliable sealing element for dynamic applications - though predominantly at low pressures and speeds or with small installation spaces.

Frictional resistance arises as a result of movement in pneumatic or hydraulic components, for example. The compression of the O ring should therefore always be lower for dynamic seals than for static seals. In order to counteract premature wear of the O ring due to dry-running or friction loss, it must be ensured that there is always sufficient lubrication.

The installation spaces for the translatory and helical O rings are identical. The only differences relate to the fields of application: There are different lubrication and pressure conditions for pneumatic and hydraulic applications.

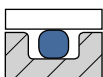
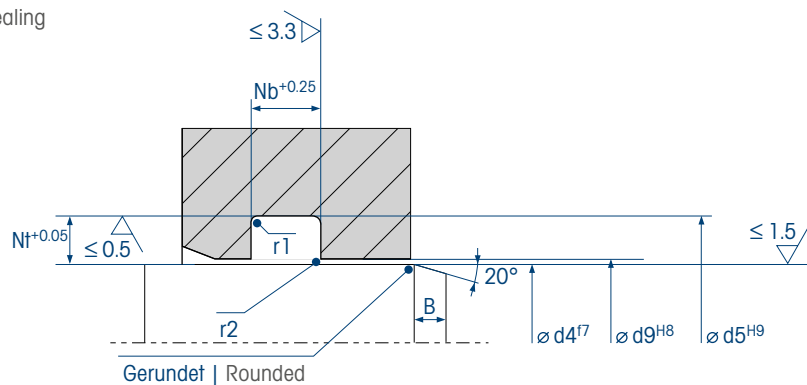
Hydraulics

The use of O rings for hydraulic applications, so rod or piston seals for example, are only practical with a restricted installation space, with relatively short stroke movements and low stroke frequency, or if the seal does not have to be completely free from leaks. A slight leak is desirable in order to ensure the formation of a film of lubricant, which prevents friction and wear.

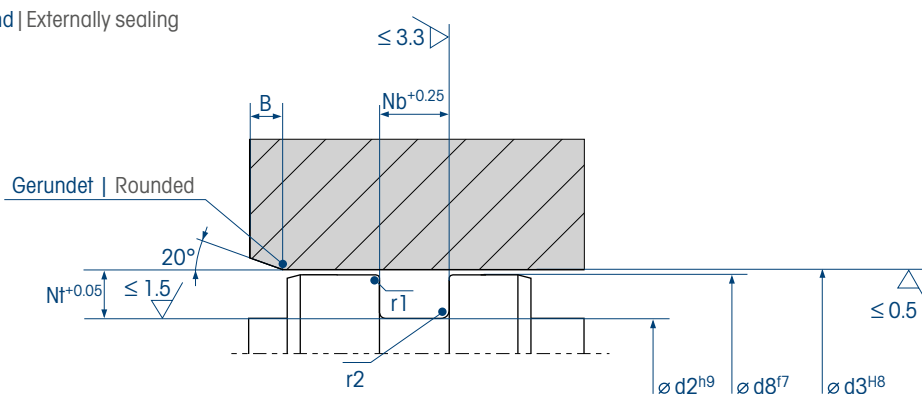
Radiale Verformung, dynamische Abdichtung | Radial deformation, dynamic sealing



Innendichtend | Internally sealing



Außendichtend | Externally sealing



Nutmaße

Groove dimensions

Schnurstärke Cord thickness	Nuttiefe Groove depth Nr ^{+0.05}	Nutbreite Groove width Nb ^{+0.25}	Fasenlänge Chamfer length B
1	0.9	1.3	±1
1.2	1	1.6	1
1.25	1.1	1.6	1
1.3	1.1	1.7	1.2
1.5	1.3	1.9	1.2
1.6	1.4	2	1.2
1.78	1.5	2.3	1.3
1.8	1.5	2.4	1.3
1.9	1.6	2.5	1.3
2	1.7	2.6	1.3
2.2	1.9	2.8	1.3
2.4	2.1	3	1.4
2.5	2.2	3.1	1.4
2.6	2.2	3.3	1.5
2.62	2.2	3.4	1.5
2.65	2.3	3.4	1.5
2.7	2.4	3.4	1.5
2.8	2.4	3.6	1.6
3	2.6	3.8	1.8
3.1	2.7	3.9	1.8
3.5	3.1	4.4	2
3.53	3.1	4.5	2
3.55	3.1	4.5	2
3.6	3.1	4.6	2
3.7	3.2	4.8	2
4	3.5	5.1	2
4.3	3.8	5.5	2.5
4.5	4	5.7	2.5
5	4.4	6.4	2.7
5.3	4.7	6.8	2.9
5.33	4.7	6.9	2.9
5.5	4.9	7.1	3
5.7	5.1	7.2	3
6	5.4	7.5	3.6
6.5	5.8	8.1	3.6
6.99	6.2	8.8	3.6
7	6.2	8.9	3.6
6.7	9.4	3.8	3.6
8	7.1	10.2	4
8.4	7.5	10.6	4.2
8.5	7.6	10.8	4.2
9	8.1	11.4	4.5
9.5	8.5	12	4.5
10	9	12.6	4.5
10.5	9.5	13.2	5
11	9.9	13.9	5
12	10.9	15.1	5
15	13.7	18.8	5

Pneumatik

O-Ringe werden in der Pneumatik hauptsächlich zur Abdichtung bei hin- und hergehender Bewegung eingesetzt. Hier empfiehlt sich eine geringere Verpressung des O-Rings als bei Hydraulikanwendungen. Dadurch werden die Reibungsverluste auch bei unzureichender Schmierung gering gehalten und eine längere Lebensdauer sichergestellt.

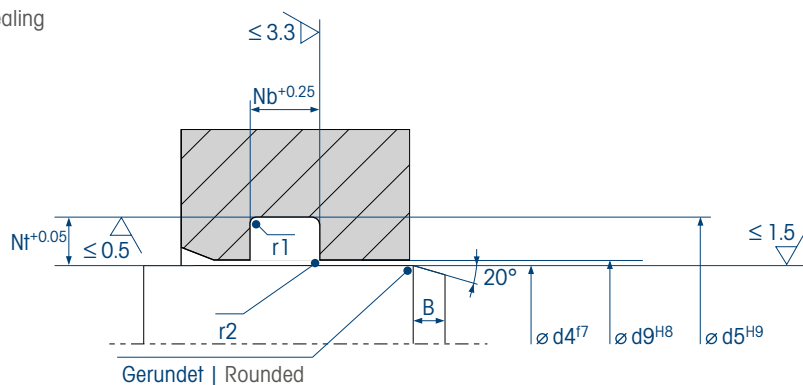
Pneumatics

O rings are mainly used in pneumatic applications to provide a seal in the case of movements back and forth. For this kind of application, a lower O ring compression is recommended than with hydraulic applications. This ensures that friction losses are kept at a low level in the event of insufficient lubrication, and guarantees a longer service life.

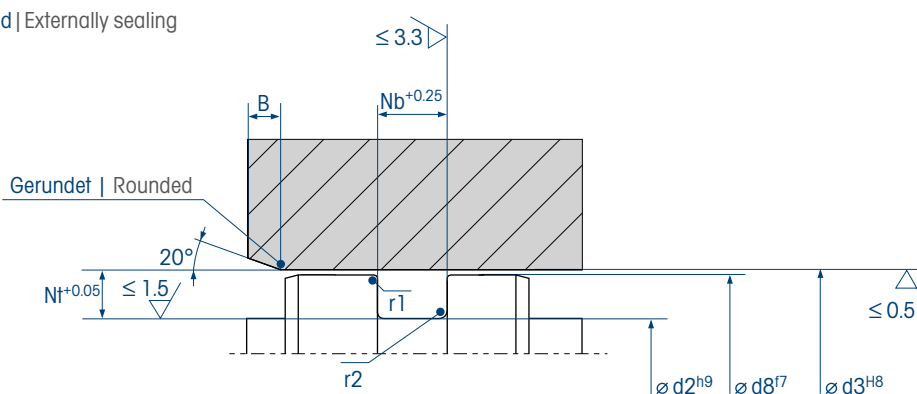
Radiale Verformung, dynamische Abdichtung | Radial deformation, dynamic sealing



Innendichtend | Internally sealing



Außendichtend | Externally sealing



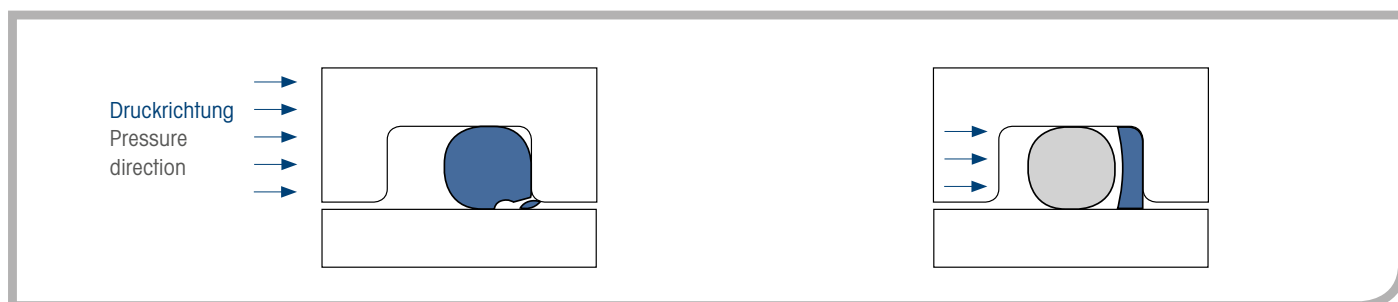
Nutmaße

Groove dimensions

Schnurstärke Cord thickness	Nuttiefe Groove depth $Nr^{+0.05}$	Nutbreite Groove width $Nb^{+0.25}$	Fasenlänge Chamfer length B
1	0,95	1,2	0,9
1,2	1,05	1,5	1
1,25	1,15	1,5	1
1,3	1,15	1,6	1,1
1,5	1,35	1,8	1,1
1,6	1,45	1,9	1,2
1,78	1,55	2,2	1,2
1,8	1,55	2,3	1,2
1,9	1,7	2,3	1,2
2	1,8	2,4	1,2
2,2	2	2,6	1,4
2,4	2,15	2,9	1,4
2,5	2,25	3	1,4
2,6	2,35	3,1	1,4
2,62	2,35	3,1	1,5
2,65	2,35	3,2	1,5
2,7	2,45	3,3	1,5
2,8	2,55	3,4	1,5
3	2,7	3,6	1,5
3,1	2,8	3,7	1,5
3,5	3,15	4,2	1,8
3,53	3,2	4,3	1,8
3,55	3,2	4,3	1,8
3,6	3,3	4,3	1,8
3,7	3,4	4,4	1,8
4	3,7	4,8	2
4,3	4	5,1	2
4,5	4,2	5,4	2,3
5	4,65	5,9	2,3
5,3	4,95	6,4	2,7
5,33	4,95	6,4	2,7
5,5	5,15	6,5	2,8
5,7	5,35	6,8	3
6	5,6	7,2	3,1
6,5	6,1	7,8	3,3
6,99	6,55	8,4	3,6
7	6,6	8,4	3,6
7,5	7,1	8,9	3,8
8	7,6	9,5	4
8,4	7,9	10,1	4,2
8,5	8	10,2	4,2
9	8,5	10,8	4,3
9,5	9	11,4	4,3
10	9,5	12	4,5

8. Stützringe

Bei der Spaltextrusion kann das Material des O-Rings bei steigenden Drücken und großen Spaltmaßen in den Dichtspalt auf der druckabgewandten Seite gepresst werden. Steigt dann der Druck wiederholt an kann es zu dauerhaften Schäden oder gar zur vollständigen Zerstörung des O-Rings kommen. Um Spaltextrusion zu vermeiden, werden Stützringe eingesetzt. Sie übernehmen zwar keine Dichtfunktion, unterstützen aber die dauerhafte und beschädigungsfreie Dichtfunktion des O-Rings, indem sie den Dichtspalt auf der druckabgewandten Seite verschließen.



Werkstoffe

Der Werkstoff des Stützrings muss so hart und extrusionsfest sein, dass er dem in der Anwendung auftretenden Druck Widerstand leisten kann. Weiterhin spielen Parameter wie Einsatztemperatur, Spalthöhe und die Resistenz zum Umgebungsmedium eine entscheidende Rolle bei der Werkstoffauswahl. In Frage kommen Kunststoffe und Elastomere wie PTFE, Polyurethan oder NBR, FPM und EPDM.

Einbauräume

Wegen der Vielzahl der Einbauräume für O-Ringe am Markt richten sich die Maße des Stützrings in der Regel nach der vorgegebenen Einbauräumgeometrie. Die Montage erfolgt in breiter ausgelegten Einbauräumen üblicherweise auf der druckabgewandten Seite.

Folgende Parameter spielen bei der Auslegung eine Rolle:

- Die Abmessung des O-Rings
- Die Abmessung der Nut inklusive Toleranzen
- Die Art der Abdichtung (außen-/innendichtend, statisch/dynamisch)
- Druck
- Temperatur
- Medium

Werden Stützringe aus bestehenden Abmessungsreihen, wie beispielsweise aus NBR 90, verwendet, hat sich die Gestaltung des Einbauraums nach den Angaben des Herstellers zu richten. Gerne berät Sie ttv bei allen Fragen rund um die Auswahl und den Einbau geeigneter Stützringe.

8. Backup-rings

If gap extrusion occurs with increasing pressure and large gap dimensions, the O ring material can be pressed into the sealing gap on the side facing away from the pressure. If the pressure then increases again, this can lead to permanent damage or even complete destruction of the O ring. Backup-Rings are used to prevent gap extrusion from occurring. These Backup-Rings do not have a sealing function, but help ensure that the O ring can perform its sealing function on a long-term basis and without being damaged. They do this by closing the sealing gap on the side facing away from the pressure.

Materials

The material of the Backup-ring must be sufficiently hard and extrusion-resistant in order to resist the pressure that arises during operation. Parameters such as operating temperature, gap size and resistance to the surrounding medium are also of crucial importance when deciding on the material for the Backup-Ring. Possible materials for the Backup-Ring are plastics and elastomers such as PTFE, polyurethane or NBR, FPM and EPDM.

Installation spaces

As there is such a wide variety of O ring installation spaces on the market, the Backup-Ring dimensions are usually based on the specified installation space geometry. In wider installation spaces, the O ring is usually installed on the side facing away from the pressure.

The following parameters affect the dimensioning:

- The dimensions of the O ring
- The dimensions of the groove, including tolerances
- The type of seal (externally or internally sealing, static or dynamic)
- Pressure
- Temperature
- Medium

Werden Stützringe aus bestehenden Abmessungsreihen, wie beispielsweise aus NBR 90, verwendet, hat sich die Gestaltung des Einbauraums nach den Angaben des Herstellers zu richten. Gerne berät Sie ttv bei allen Fragen rund um die Auswahl und den Einbau geeigneter Stützringe.

9. Allgemeine Montagehinweise

Folgende Hinweise sollten bei der Montage beachtet werden:

- Jede Art der Beschädigung des O-Rings bei der Montage muss unbedingt vermieden werden, ansonsten können Undichtigkeiten auftreten.
- Keinesfalls darf der O-Ring bis an die Dehnungsgrenze geweitet werden.
- Der Einbauraum muss vor der Montage sorgfältig von Schmutz, Staub, Metallspänen und sonstigen Partikeln befreit werden.
- Schrägen und Radien sind übergangslos anzubringen, die Kanten dürfen keinerlei Grate aufweisen.
- Einbauräume und Gewindespitzen für weitere Dicht- und Führungselemente sind durch eine Montagehülse zu überdecken.
- Die O-Ringe sowie die Montageoberflächen sollten mit einem geeigneten Medium gefettet werden.
- Die Geschmeidigkeit von Elastomeren lässt sich erhöhen, indem das Material in heißem Wasser oder Öl auf rund 75 °C erwärmt wird. Dadurch lässt sich der O-Ring für die Montage leichter aufdehnen.
- Ein Verdrehen des O-Rings über die Montageflächen ist zu vermeiden. Keinesfalls darf er verdrillt in die Nut einschnappen.
- Werden bei der Montage Werkzeuge wie Spreizdorne oder -hülsen verwendet, sollten diese keine scharfen Kanten aufweisen und aus einem weichen Material wie beispielsweise POM bestehen.

9. General installation instructions

The following instructions should be followed during installation:

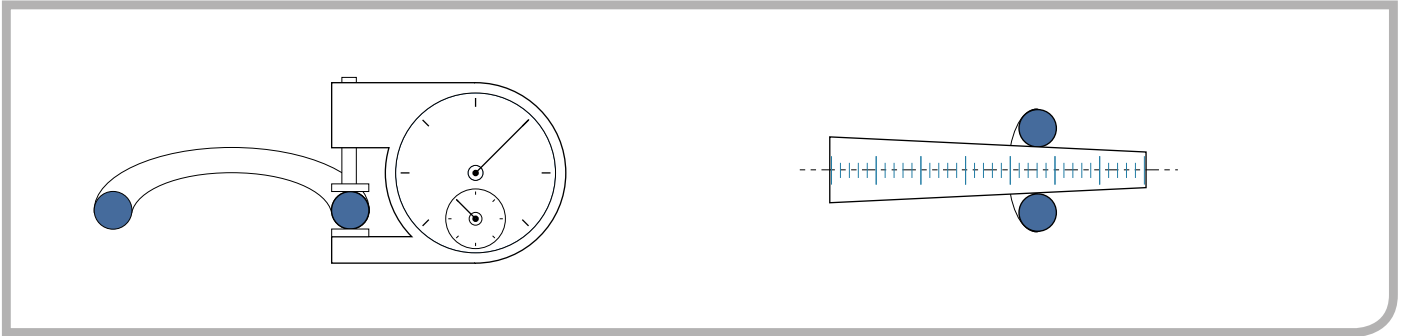
- Any damage to the O ring must be avoided at all costs during installation, as damage can lead to leakages
- The O ring must never be stretched as far as the strain limit
- Any dirt, dust, metal filings and other particles must be carefully removed from the installation space prior to installation
- Bevels and radii must be attached seamlessly; there must be no burrs on the edges
- The installation spaces and thread tips for additional sealing and guide elements must be covered by an installation sleeve
- The O rings and installation surfaces should be greased with a suitable medium
- The malleability of elastomers can be increased by warming the material in hot water or oil at approximately 75 °C. This makes it easier to stretch the O ring for installation
- The O ring should not be allowed to rotate over the installation surfaces.
- It should never be fitted into the groove if it is twisted
- If tools such as expanding mandrels or sleeves are used during installation, these should not have any sharp edges, and should be made from a soft material such as POM

10. Hinweise zur Qualitätssicherung

Der Innendurchmesser „ $\varnothing d_1$ “ wird nach Möglichkeit mit konischen und Stufen-Messdornen gemessen. Die einzelnen Dornstufen entsprechen dem jeweiligen Messbereich. Bei O-Ringen deren Innendurchmesser über 250 Millimetern liegt, genügt zum Messen ein Umfangsmaßband. Innendurchmesser von weniger als einem Millimeter werden vorzugsweise per berührungsloser optischer Messung bestimmt.

10. Quality assurance instructions

Wherever possible, the inner diameter " $\varnothing d_1$ " is measured using conical and step measuring rods. The individual rod steps correspond to the particular measuring range. A circumferential tape measure is sufficient for measuring O rings with an inner diameter of over 250 mm. Inner diameters of under 1 mm are primarily determined by means of a non-contact visual measurement.



Die Messung der Schnurstärke „ $\varnothing d_2$ “, also des Querschnitts des O-Rings, wird mit einem Messtaster vorgenommen, wobei die zwischen den Tastflächen ausgeübte Anpresskraft 1 N betragen soll.

The cord thickness " $\varnothing d_2$ ", i.e. the cross-section of the O ring, is measured using a measuring probe, whereby the contact pressing force exerted between the contact surfaces should be 1 N.

Härtemessungen

Bei der Härtemessung wird generell zwischen Shore A und IRHD unterschieden. Unsere Datenblattangaben und somit alle Standardartikel beziehen sich auf Shore A, gemessen an einer Prüfplatte oder einem Prüfkopf. IRHD Messungen werden auf Verlangen am fertigen Bauteil durchgeführt und können im Vergleich zu Shore A Messungen in ihren Ergebnissen abweichen. Bitte kennzeichnen Sie Ihre Forderung mit der jeweiligen Messmethode.

Hardness measurements

At hardness measuring we differ between Shore A and IRHD. Our material data sheets and hence our standard articles refer to Shore A, measured at a test slab or a button. IRHD measuring will be done on demand at the finished part and will show different results than Shore A does. Please note your requirement with one of the measuring methods.

Form- und Oberflächenabweichungen

Da O-Ringe in vielen verschiedenen Anwendungen zum Einsatz kommen und für unterschiedlichste Medien und Betriebsparameter ausgelegt sein müssen, ist es unabdingbar nach definierten Qualitätsrichtlinien zu fertigen. Unsere O-Ringe entsprechen den Vorgaben der DIN ISO 3601 und werden auch nach dieser geprüft. Formen- und Oberflächenabweichungen werden nach folgenden Kriterien kontrolliert.

Shape and surface deviations

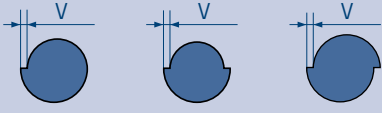
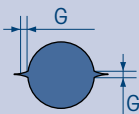
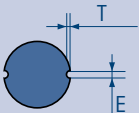

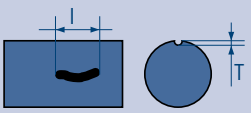
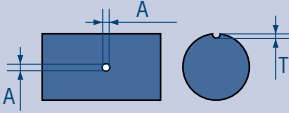
Because O rings are used for a variety of different applications and must be designed for an extremely wide range of media and operating parameters, it is essential that they are produced in accordance with defined quality guidelines. Our O rings comply with the specifications of DIN ISO 3601 and are also checked in accordance with these specifications. Shape and surface deviations are checked in accordance with the following criteria.

Die ttv-Qualitätsvorgaben für Standard-O-Ringe entsprechen dem in der DIN ISO 3601-3 beschriebenen Sortenmerkmal N. Als Liefergrundlage können wir zudem mit unseren Kunden sowohl die Sonderqualität nach Sortenmerkmal S vereinbaren als auch andere spezifisch festgelegte Anforderungen. RSTV O-Ring entsprechen der ISO 3302-1 Spalte E2.

The ttv quality specifications for standard O rings correspond to grade N in accordance with the description in the DIN ISO 3601-3 standard. As a basic delivery, we can also come to an agreement with our customers if special quality O rings from class S are required, or if there are any other specific requirements. RSTV O-Rings according to ISO 3302-1 column E2.

Abweichung

Deviation

	Schnurstärke Cord thickness d_2	Sortenmerkmal Class N					Sortenmerkmal Class S				
		1.8	2.65	3.55	5.3	7	1.8	2.65	3.55	5.3	7
Stoßversatz Joint offset											
	V	0.08	0.1	0.13	0.15	0.15	0.08	0.08	0.1	0.12	0.13
Gratusbildung Burr formation											
	G	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	0.1	0.1	0.13	0.15	0.15
Einkerbung Indentation											
	E	0.18	0.27	0.36	0.53	0.7	0.1	0.15	0.2	0.2	0.3
	T	0.08	0.08	0.1	0.1	0.13	0.05	0.08	0.1	0.1	0.13
Entgratungsbreite Deburring width											
	<p>Abweichungen vom runden Querschnitt möglich, solange die abgeflachten Seiten übergangslos in die Rundung übergeht und die Schnurstärke des O-Rings mit den angegebenen Maßtoleranzen weiterhin eingehalten wird.</p> <p>Deviation from cross-section is permissible as long as the flattened sides goes without gradation into the curvature and the cross-section of the O-ring can be confirmed by abiding the noted tolerances.</p>										
Fließlinien Flow lines											
	I	$0.05 \times d_1^*$					$0.03 \times d_1^*$				
		1.5	1.5	6.5	6.5	6.5	1.5	1.5	1.0	5.0	5.0
T	0.08**					0.05**					
Vertiefung, offene Poren Deepening, open pores											
	A	0.6	0.8	1.0	1.3	1.7	0.15	0.25	0.4	0.63	1.0
	T	0.08	0.08	0.1	0.1	0.13	0.08	0.08	0.1	0.1	0.13

* oder der größere Wert ist maßgebend | or the larger value takes priority

** radiale Ausdehnung ist nicht zulässig | radial expansion is not permitted

11. Nutgestaltung für X-Ringe

11. Groove design for X-Rings

Festlegung der Nutabmessungen für X-Ringe

Determining the groove dimensions for X-rings

Wenn zu erwarten ist, dass der X-Ring in der Anwendung zu quellen beginnt, kann die Nut um bis zu 15 % vergrößert werden ohne das es Beeinträchtigungen in der Dichtwirkung gibt.

If it is likely that the X-Ring will start to swell during use, the groove can be enlarged by up to 15 %, without this impairing the sealing effect.

Schnurstärke Cord thickness	Tiefe Depth		Breite ** Width **			Radius	Max. Ø Dichtspalt Max. Ø sealing gap
	Dynamisch Dynamic Nt	Statisch Static Nt	Ohne Stützring Without Backup-ring Nb + 0.2	Mit Stützring With Backup-ring Nb + 0.2	Mit Stützring With Backup-ring Nb + 0.2	r	S max.
1.02 + 0.08	0.8 + 0.025	0.75 + 0.025	1.2	-	-	0.1	0.05
1.27 + 0.08	1.0 + 0.025	0.9 + 0.025	1.4	-	-	0.15	0.05
1.52 + 0.08	1.3 + 0.025	1.2 + 0.025	1.7	-	-	0.25	0.08
1.02 + 0.08	0.8 + 0.025	0.75 + 0.025	1.2	-	-	0.1	0.05
1.78 + 0.08	1.55 + 0.025	1.4 + 0.025	2.0	3.5	5.0	0.25	0.10
2.62 + 0.08	2.35 + 0.025	2.25 + 0.025	3.0	4.4	5.8	0.4	0.15
3.53 + 0.1	3.25 + 0.025	3.0 + 0.025	4.0	5.4	6.8	0.4	0.15
5.33 + 0.13	4.95 + 0.05	4.75 + 0.025	6.0	7.8	9.5	0.6	0.20
7.00 + 0.15	6.50 + 0.05	6.2 + 0.025	8.0	10.5	13.0	0.6	0.20

Weitere Schnurstärken und Werkstoffe auf Anfrage erhältlich. | Additional cord thicknesses and materials available on request.

Hinweis:

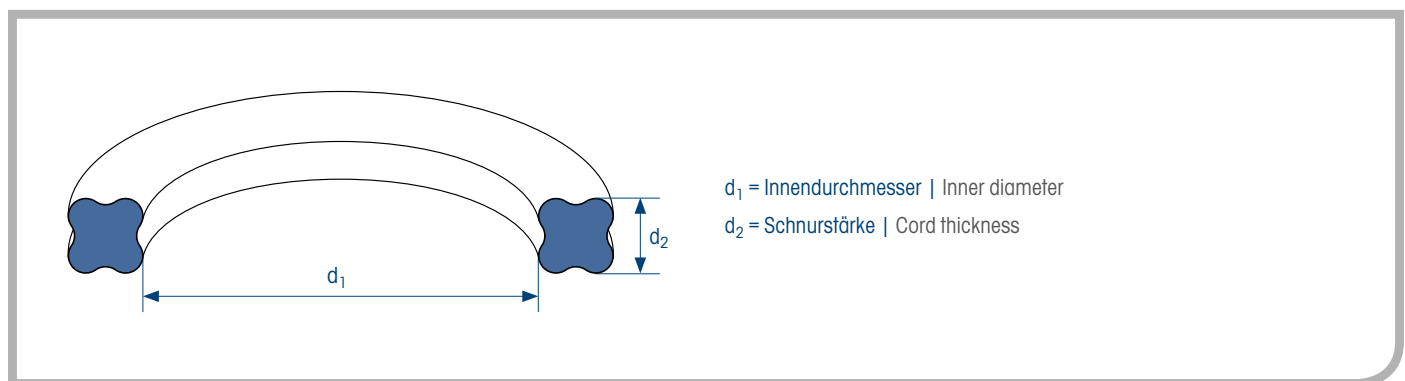
(**) Bei außergewöhnlich starker Biegung der Welle kann der Durchmesser des Nutgrunds in beiden Fällen von Vakuum und hohen Drücken angepasst werden.

(***) Wie O-Ringe benötigen auch X-Ringe eine Verpressung von 10 bis 15 %. Es wird empfohlen bei kritischen Anwendungen und in Kombination mit geringen Schnurstärken die Verpressung mit den tatsächlichen Abmessungen und Toleranzen der Anwendung abzugleichen.

Please note:

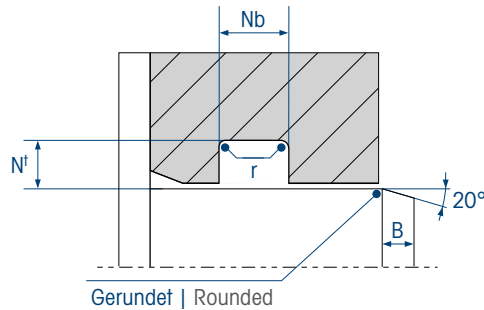
(**) If the shaft has an unusual degree of flexibility, the diameter of the groove base can be adapted to suit a vacuum seal or high pressures in both cases.

(***) Like O rings, X-Rings also require compression of 10% to 15%. For critical applications, and in combination with low cord thicknesses, it is recommended to adjust the compression to the actual dimensions and tolerances of the application.

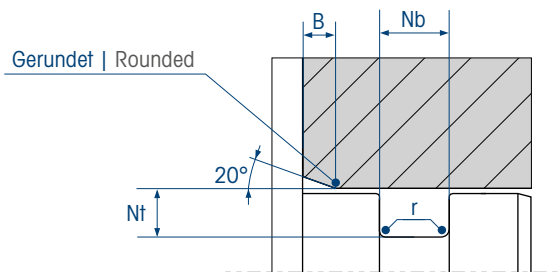




Innendichtend | Internally sealing



außendichtend | Externally sealing



Standard X-Ring Abmessungen

Toleranzen

Bei der Dimensionierung der Standard-Herstellungswerkzeuge für X-Ringe bezüglich der Schrumpfeigenschaften wird der Standard NBR 70 Compound berücksichtigt.

Jeder Elastomer-Compound hat spezifische Schrumpfeigenschaften. Daraus können sich geringfügige Abweichungen in den Abmessungen-Toleranzen ergeben. Besonders dann, wenn das Standardwerkzeug für andere als die vorgesehenen Compounds eingesetzt wird. In den meisten dieser Fälle geht es um Elastomer-Compounds wie beispielsweise Fluorelastomere, die einen höheren Schrumpf-Faktor aufweisen. Das kann eine Anpassung der Nutabmessungen nötig machen.

Standard X-Ring dimensions

Tolerances

The standard NBR 70 compound is referred to when dimensioning standard production tools for X-Rings in terms of the shrinkage properties.

Each elastomer compound has specific shrinkage properties, which can lead to slight deviations in the dimensional tolerances. This is especially likely if the standard tool is used for a compound different to the ones for which it is designed. In the majority of these cases this compound will be an elastomer compound such as a fluoroelastomer, which has a high shrinkage factor. This can make it necessary to adapt the groove dimensions.

Rotierende Anwendungen

Für kritische Rotationsgeschwindigkeiten von über 5 m/s empfehlen wir radiale Lippendichtungen, wie PS-Dichtungen oder Öl- und Fett-Wellendichtringe. Unter der Voraussetzung, dass die Welle innerhalb des still stehenden X-Rings rotiert, kann stattdessen auch ein X-Ring mit kompaktem Einbauraum und Roto-Prinzip zum Einsatz kommen.

Folgende Punkte sind zu beachten:

- Die Wellenkonstruktion muss grundsätzlich mit guten Lagern ausgestattet sein.
- Auf ausreichende Schmierung des X-Rings ist immer zu achten. Das gewährleistet eine Reduktion der Reibkraft, eine Kühlung der Dichtung und verhindert damit deren Neigung zur Verhärtung.
- Bei höheren Drücken bis zu 3 MPa sollten zusätzliche Stützringe zum Einsatz kommen.
- Anwendungen mit Temperaturen unterhalb -30 °C oder höher als $+100\text{ °C}$ sind zu vermeiden.
- Um zu vermeiden, dass sich der X-Ring mit der Welle dreht, ist von einem Einbau des X-Rings in einer Nut in der Welle abzusehen.
- Unbedingt zu beachten ist, dass sich die Umlaufgeschwindigkeiten der Welle auf 2 m/sec und die Drücke sich auf 1 MPa beschränken.
- Um so ein Mitdrehen des Rings zu unterbinden, sollte das Oberflächenfinish der Nut stets rauer sein als das der Welle.
- Unbedingt zu vermeiden ist ein Einbau des X-Ring in einer aufgedehnten Position um die Welle herum. Vorteilhaft ist ein Innendurchmesser des X-Rings, der um 2 bis 5 % größer ist als der Durchmesser der Welle.
- Ansonsten kommt es zum Gow-Joule Effekt, bei dem sich die Spannung von gedehnten Elastomeren mit Temperaturzunahme erhöht.
- Beachtung der passenden Schnurstärken des X-Rings:
- Bis zu einem Durchmesser von 100 mm: maximal 2,62 bis 5,33 mm.
Für größere Wellendurchmesser über 100 mm: mindestens 6,99 mm.
- Beachtung der passenden Härte. Bei rotierenden Anwendungen: X-Ringe mit einer Härte von 80° oder 90° Shore A.

Oberflächenfinish: X

Kontaktfläche und Nutgrund: X = 0,4 $\mu\text{m Ra}$

Nutseiten: X = 0,8 $\mu\text{m Ra}$

Rotating applications

For critical rotation speeds of over 5 m/s, we recommend using radial lip seals such as PS seals or oil and grease shaft seals. Provided that the shaft rotates inside the stationary X-Ring, an X-Ring that has a compact installation space and is based on the roto principle can be used instead of a radial lip seal.

The following points must be observed:

- The shaft construction must always be fitted with high-quality bearings.
- It must always be ensured that the X-Ring is sufficiently lubricated. This guarantees a reduction of the friction force and leads to cooling of the seal, thereby counteracting the seal's tendency to harden
- Additional Backup-Rings should be used at higher pressures of up to 3 MPa.
- Applications with temperatures of below -30 °C or above $+100\text{ °C}$ should be avoided
- In order to prevent the X-Ring from rotating with the shaft, the X-Ring should not be fitted in a groove in the shaft
- It is essential to consider that the circulation speed of the shaft is limited to 2 m/sec and the pressure to 1 MPa
- In order to prevent the ring from rotating with the shaft, the surface of the groove should always be rougher than that of the shaft
- The X-Ring should never be installed in a widened position around the shaft. It is a good idea for the inner diameter of the
- X-Ring to be 2 % to 5 % larger than the diameter of the shaft
- If this is not the case, this can cause the Gow-Joule effect, whereby the tension of expanded elastomers increases as the temperature increases
- The appropriate cord thickness for the X-Ring must be observed:
- Up to a diameter of 100 mm: max. 2.62 to 5.33 mm.
- For larger shaft diameters over 100 mm: min. 6.99 mm
- The appropriate hardness must be observed. For rotating applications: X-Rings with a hardness of 80° or 90° (Shore A).

Surface finish: X

Contact area and groove base: X = 0.4 $\mu\text{m Ra}$

Groove sides: X = 0.8 $\mu\text{m Ra}$

12. Datenblatt

Bei der Produktion werden die elastomeren Werkstoffe strengsten Qualitätskontrollen unterzogen. So führen wir sowohl am Kautschuk bzw. an den Rohmischungen als auch an Probekörpern wie Platten und Knöpfen entsprechende Prüfungen durch. Unsere Werkstoffdatenblätter dokumentieren die spezifischen Eigenschaften der Probekörper.

Selbstverständlich wurden sämtliche im Datenblatt aufgelisteten Ergebnisse nach genormten Prüfverfahren an Probekörpern ermittelt. Entsprechende Prüfungen an fertigen Produkten wie beispielsweise an O-Ringen, führen auf Grund anderer Geometrien zu abweichenden Ergebnissen.

Im Folgenden werden die wichtigsten Begriffe kurz erläutert:

Kältebeständigkeit

Die mechanischen Eigenschaften von Elastomeren verändern sich bei abnehmenden Temperaturen: die Reißdehnung beispielsweise nimmt ab, während Reißfestigkeit und Härte zunehmen. Elastomere werden ab einer bestimmten Temperatur so hart und spröde, dass sie unter Belastung wie Glas brechen. Sofern der Werkstoff im gefrorenen Zustand keinen mechanischen Belastungen ausgesetzt wird, wird er nach dem Auftauen wieder seine ursprünglichen Eigenschaften aufweisen.

Es gibt verschiedene Tests, um die Kälteflexibilität von Elastomeren zu beurteilen. Der so genannte „brittleness point“, also die Kältesprödigkeitstemperatur nach DIN 53546 und die TR10-Temperatur nach ASTM D 1329 gehört zu den am häufigsten angegebenen Werten. Aus diesen lässt sich die praktische Einsatzgrenze bei Tieftemperaturen ermitteln.

Druckverformungsrest DVR

Abhängig von Faktoren wie Zeit, Temperatur, Mischungszusammensetzung oder der Verformung zeigen Elastomerwerkstoffe neben ihrem elastischen Verhalten auch ein gewisses Ausmaß an plastischer Verformung. Meist kehrt ein über längere Zeit im Einbauraum verformtes Bauteil nach der Demontage nicht vollständig in seinen Ausgangsquerschnitt zurück, sondern behält bis zu einem gewissen Grad eine bleibende Deformation.

12. Data sheet

The elastomer materials undergo extremely rigorous quality checks during production. We carry out the appropriate checks on the rubber and the untreated compounds, as well as on the test samples such as panels and buttons. Our material data sheets detail the specific characteristics of the test samples.

All of the results listed in the data sheet in relation to the test samples were of course determined in accordance with standardised testing procedures. Carrying out the corresponding checks on finished products such as O rings leads to deviations in the results due to differing geometries.

Brief explanations of the most important concepts are provided below:

Cold resistance

The mechanical properties of elastomers change when the temperature decreases: The elongation at break reduces, for example, whereas the tear resistance and hardness increase. From a certain temperature, elastomers become so hard and brittle that they break like glass when under load. Provided that the material is not exposed to a mechanical load when frozen, it will retain its original characteristics once it has thawed.

There are various different tests used to determine the low-temperature flexibility of elastomers. The so-called “brittleness point”, i.e. the brittleness temperature in accordance with DIN 53546, and the TR10 temperature in accordance with ASTM D 1329 are two of the most commonly indicated values, and can be used to determine the practical usage limit at low temperatures.

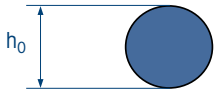
Compression set DVR

Depending on factors such as time, temperature, the composition of the composite or the deformation of the O ring, elastomer materials demonstrate a certain degree of plastic deformation in addition to their elastic behaviour. A component that has been deformed inside the installation space for a long period of time will not usually return to its original cross-section after disassembly, but will retain up to a certain degree of enduring deformation.

Der Druckverformungsrest wird nach DIN 53517 oder ASTM D 395 B geprüft. Er kann zwischen dem Idealwert 0 % und dem ungünstigsten Wert 100 % variieren.

The compression set is checked in accordance with DIN 53517 or ASTM D 395 B and can vary between the ideal value of 0 % and the most unfavourable value of 100 %.

$$\text{DVR in \%} = \frac{h_0 - h_2}{h_0 - h_1} \times 100$$



h_0 = Ursprüngliche Stärke des Probekörpers
Original strength of the test sample



h_1 = Stärke des Probekörpers im verformten Zustand
Strength of the test sample in deformed state



h_2 = Stärke des Probekörpers nach Entspannung
Strength of the test sample following detensioning

Um den Wert des Druckverformungsrests beurteilen zu können, ist eine genaue Beachtung der Testparameter von zentraler Bedeutung. Wird im Test beispielsweise die Temperatur oder die Zeitdauer verändert, kann der gleiche Werkstoff bessere oder schlechtere Ergebnisse zeigen.

Strict observance of the testing parameters is essential in determining the compression set value. If the temperature or duration is changed during the test, for example, then the same material can give better or worse results

Härte

Die gängigste Methode zum Prüfen der Härte von Elastomerwerkstoffen ist Shore A bzw. D (DIN 53505). Sie kann aber auch als Kugeldruckhärte nach IRHD (DIN 53519 Blatt 1 und 2) geprüft werden. Kleinere Querschnitte werden in der Regel mit der IRHD Microhärteprüfung getestet.

Härte bezeichnet in beiden Fällen den Widerstand des Elastomer-Probekörpers gegen das Eindringen einer Prüfspitze unter einer definierten Prüfkraft. Bei Shore A ist dies ein Kegelstumpf, bei Micro-IRHD eine Kugel. Entsprechende Prüfgeräte ermitteln die später im Werkstoffdatenblatt angegebenen Härte an genormten Probekörpern.

Durch eine vom Normprobekörper differierte Geometrie können Härteprüfergebnisse am fertigen O-Ring zu abweichenden Ergebnissen führen.

Hardness

The most common way of testing the hardness of elastomer materials is by using the Shore A or D scale (DIN 53505), but the hardness can also be tested as a ball indentation hardness measurement in accordance with IRHD (DIN 53519 sheet 1 and 2). Smaller cross-sections are usually tested using the IRHD microhardness test.

In both cases, hardness refers to the resistance of the elastomer test sample against the penetration of a test probe under a defined test force. In the Shore A, this is a truncated cone, and in the micro IRHD a ball. Appropriate testing devices are used to determine the hardness of standardised test samples, and these values are then listed in the material data sheet.

If an O ring's geometry is different to that of the test sample, this can lead to different results being produced when the hardness test is carried out on a finished O ring.

Zugfestigkeit, Bruchdehnung

In der DIN 53504 ist die Durchführung eines Zugversuchs beschrieben, bei dem eine genormte Zugprobe bis zum Zerreißen gedehnt wird. Die zum Zerreißen einer Probe notwendige Kraft „N“ bezogen auf den Ausgangsquerschnitt der Probe „mm²“ bezeichnet die Zug- bzw. Reißfestigkeit eines Werkstoffes „N/mm²“.

Die in Prozent angegebene Bruch- oder Reißdehnung definiert sich folgendermaßen: Dehnung einer markierten Messlänge auf der Normprobe im Augenblick des Reißens, bezogen auf die ursprüngliche Messlänge. Hat der Normprobekörper eine abweichende Geometrie, dann können fertige O-Ringe geringere Werte für Zugfestigkeit und Bruchdehnung aufweisen. Das sollte berücksichtigt werden, wenn die Montierbarkeit kleiner O-Ringe über größere Durchmesser beurteilt wird.

Weiterreißwiderstand

Die Kraft, die ein definiert eingeschnittener Normprobekörper von entsprechender Dicke dem Weiterreißen entgegengesetzt, wird Weiterreißwiderstand „N/mm“ genannt.

In DIN 53507 und DIN 53515 wird der Weiterreißversuch für zwei verschiedene Probekörper beschrieben. Der so ermittelte Wert liefert Anhaltspunkte für die Empfindlichkeit eines Elastomers gegen das Weiterreißen nach Schnittbeschädigungen.

Eigenschaftsänderung nach Alterung

Um das Alterungsverhalten und die Eignung von Werkstoffen in bestimmten Medien zu beurteilen, werden die Veränderungen der Werkstoffeigenschaften nach der Lagerung in diesen Medien festgestellt.

Die künstliche Alterung von Elastomeren in Luft ist in DIN 53508 beschrieben, die Bestimmung des Verhaltens in Flüssigkeiten, Dämpfen und Gasen in DIN 53521. Unter anderem werden folgende Parameter bezogen auf die Werte der ungealterten Proben ermittelt:

- Die absolute Härteänderung
- Die prozentuale Änderung von Volumen, Zugfestigkeit und Bruchdehnung

Tensile strength, breaking strain

DIN 53504 describes a tensile test in which a standardised tensile sample is stretched to the point of tearing. The force required to tear a sample “N” in relation to the original cross-section of the sample “mm²” constitutes the tensile strength or tear resistance of a material “N/mm²”.

The breaking strain or elongation at break (stated as a percentage) is defined as follows: The elongation of a marked measuring length on the standard sample at the moment of tearing in relation to the original measuring length. If the standard test sample has a different geometry, then the finished O rings may have lower values for tensile strength and breaking strain. This should be taken into account when considering whether small O rings are suitable for installation over larger diameters.

Tear growth resistance

The force that a standard test sample exerts to counteract the growth of a defined cut is known as tear growth resistance “N/mm”.

The tear growth test for two different test samples is described in DIN 53507 and DIN 53515. The value determined from this test provides indications as to the susceptibility of an elastomer to tear growth following damage due to cuts.

Change in properties after ageing

In order to assess the ageing behaviour and the suitability of materials in certain media, the changes that occur in the material properties after being stored in these media have been determined.

The artificial ageing of elastomers in air is described in DIN 53508, and the identification of the behaviour in fluids, vapours and gases in DIN 53521. Among the findings were the following two parameters in relation to the values for the un-aged sample:

- The absolute hardness change
- The percentage change in volume, tensile strength and breaking strain

13. Elastomereigenschaften

13. Elastomer properties

	NBR	FPM	EPDM Schwefel sulphur	EPDM peroxid peroxide	VMQ	HNBR	FFPM	FVMQ	CR	AU / EU
Weiterreißfestigkeit Tear growth resistance	2	2	3	2	4	1	2	3	2	1
Druckverformungsrest Compression set	1	1	3	1	2	1	3	2	2	3
Alterungsbeständigkeit Ageing resistance	4	1	2	2	1	2	1	1	2	1
Ozonbeständigkeit Ozone resistance	4	1	2	2	1	2	1	1	2	1
Öl- u. Fettbeständigkeit Oil and grease resistance	2	1	5	5	3	2	1	2	3	2
Abriebfestigkeit Abrasion resistance	2	2-3	2	2	4	2	3	3	2	1
Benzinbeständigkeit Petrol resistance	4**	2**	5	5	4	3	1	2	3	3
Heißwasserbeständigkeit Hot water resistance	80 °C**	80 °C**	130 °C	150 °C	100 °C	100 °C**	***	100 °C	80 °C	50 °C
Dampfbeständigkeit Steam resistance	-	-	130 °C	175 °C	120 °C*	-	***	120 °C*	-	-
Kältebeständigkeit Standardwerkstoffe Cold resistance standard material	-30 °C	-15 °C	-45 °C	-50 °C	-55 °C	-30 °C	-15 °C	-55 °C	-40 °C	-40 °C
Kältebeständigkeit Sonderwerkstoffe Cold resistance special material	-50 °C	-35 °C	-	-	-	-40 °C	-35 °C	-	-50 °C	-
Hitzebeständigkeit Standardwerkstoffe Heat resistance standard material	100 °C	200 °C	130 °C	150 °C	200 °C	150 °C	260 °C	175 °C	100 °C	100 °C
Hitzebeständigkeit Sonderwerkstoffe Heat resistance special material	120 °C	-	-	-	250 °C	-	330 °C	-	-	-

1 = sehr gut | very good
 2 = gut | good
 3 = mäßig | moderate
 4 = gering | poor
 5 = schwach | weak

* = kurzzeitig | temporary
 ** = besser nur mit Sondermischung | preferable only with special compounds
 *** = mischungsabhängig | depends on the compound

