



Wellendichtringe – technische Informationen

Shaft Seals – 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!

Wellendichtringe

Ob bei Standardanwendungen oder bei individuellen, maßgeschneiderten Lösungen, unsere Wellendichtringe sichern im Einsatz die Funktionalität und die Langlebigkeit Ihrer Maschinen.

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

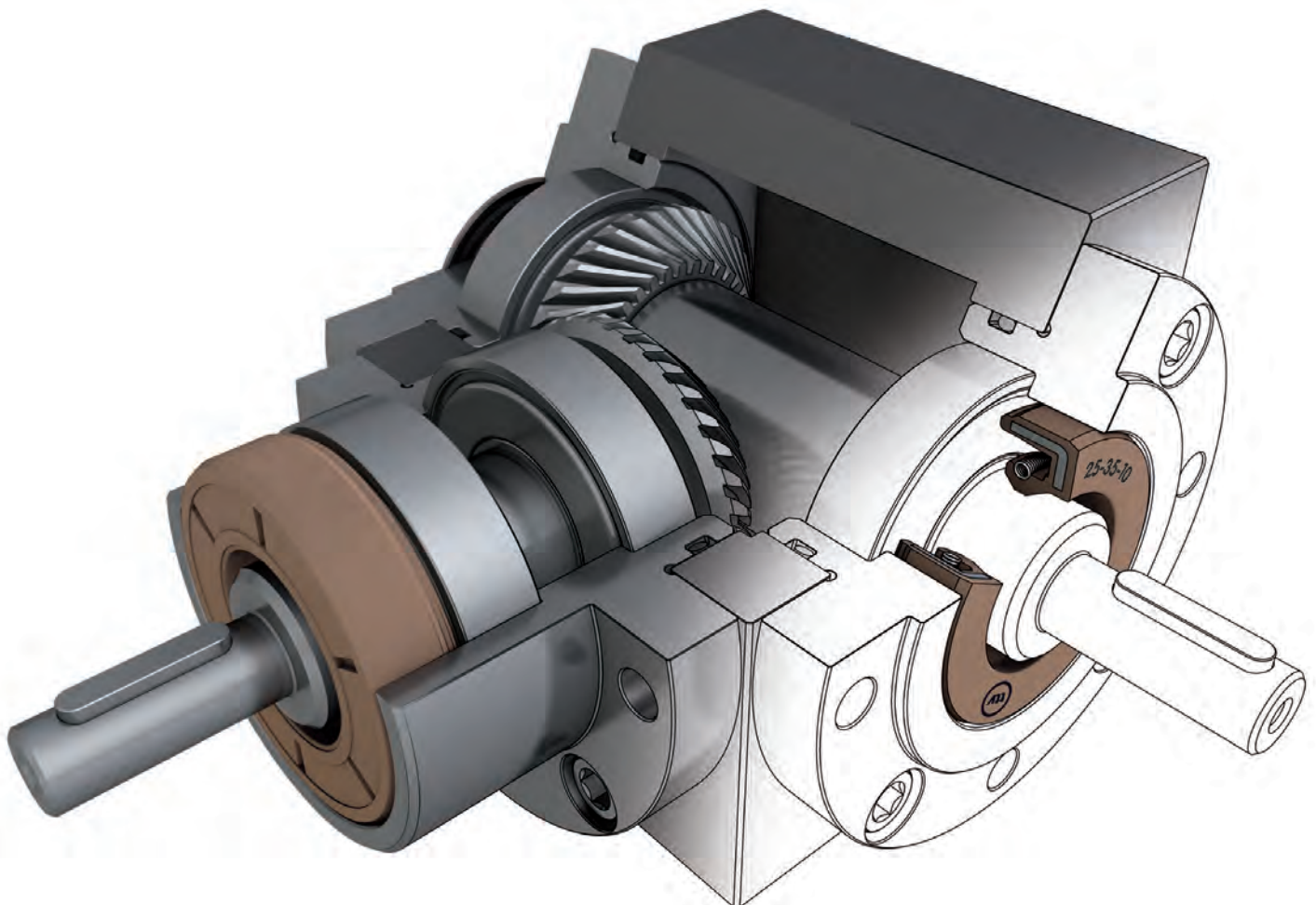
Tel.: +49 (0) 7303 - 92874 - 0 · E-Mail: info@ttv-gmbh.de

Shaft seals

Whether for standard applications or individual customised solutions, our shaft seals ensure your machinery works perfectly and has a long service life.

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. Einleitung	4	1. Introduction	4
2. Mögliche Einsatzbereiche	5	2. Possible fields of application	5
3. Funktionsprinzip	5	3. Functional principle	5
Die Außenfläche	6	The outer surface	6
Dichtheit	7	Leak-tightness	7
Reibungszustände bei der Schmierung	9	Friction states during lubrication	9
Einsatz unter Druck	12	Use under pressure	12
Stützringe	13	Backup-Rings	13
4. Temperatur	14	4. Temperature	14
5. Drehzahlen und Umfangsgeschwindigkeiten	15	5. Speeds and circumferential speeds	15
6. Das tribologische System	17	6. The tribological system	17
6.1 Medien	17	6.1 Media	17
Aggressive Medien	17	Aggressive media	17
Extreme Anforderungen	18	Extreme demands	18
Öle und Fette auf Mineralölbasis	18	Mineral-oil-based oils and greases	18
Synthetische Öle und Fette	18	Synthetic oils and greases	18
6.2 Welle	19	6.2 Shaft	19
Bearbeitungsverfahren	21	Processing methods	21
Wellenoberfläche	22	Shaft surfaces	22
Wellenwerkstoffe	22	Shaft materials	22
Beschädigungen der Welle	23	Shaft damage	23
Exzentrizität	23	Eccentricity	23
Bohrung	24	Bore	24
7. Montagehinweise	28	7. Installation instructions	28
Montagehilfen	30	Installation aids	30
8. Wissenswertes zur Lagerung von Elastomer-Produkten	32	8. Information on storing elastomer products	32
9. Einsatzbereiche der Werkstoffe	32	9. Fields of application for the materials	32

1. Einleitung

Wellendichtringe bestehen aus einem Elastomerteil, einem Versteifungsring und einer Feder. Sie dichten rotierende Maschinenelemente gegen Verunreinigungen von außen beziehungsweise gegen Medien von innen ab.

Die Wahl der passenden Dichtung richtet sich nach Umgebungsbedingungen auf der Luftseite und nach folgenden Betriebsparametern im Inneren:

- Betriebsmedium
- Betriebstemperatur
- Umfangsgeschwindigkeit der Welle
- Druck

Die sichere statische Abdichtung beziehungsweise die Fixierung des Wellendichtrings im Gehäuse wird durch die Außenfläche gewährleistet. Hier kommen gummierte oder metallische Außendurchmesser zum Einsatz. Die erforderliche Stabilität erhält der Wellendichtring durch den Versteifungsring. Über die Zugfeder wird die Dichtlippe vorgespannt, was deren radiale Anpressung an die Welle sicherstellt. Zusätzlich kann aber auch eine Staublippe zum Einsatz kommen, die von außen eindringenden Schmutz fernhält.

Obwohl der Wellendichtring ein Hochleistungsprodukt ist, ist er auch ein Verschleißteil, das je nach Beanspruchung mit der Zeit undicht werden kann.

Die Faktoren, die zu solchen Undichtigkeiten führen können, sind vielschichtig und deshalb oft nicht eindeutig nachzuweisen.

1. Introduction

Shaft seals consist of an elastomer part, a stiffening ring and a spring. They provide a seal to protect rotating machinery components against external impurities or internal media.

In order to select the correct seal, the environmental conditions at the air-side are taken into account, along with the following internal operating parameters:

- Operating medium
- Operating temperature
- Circumferential speed of the shaft
- Pressure

The outer surface guarantees a secure static seal and ensures that the shaft seal is fixed in place in the housing. The external diameter is rubberised or made of metal here.

The stiffening ring provides the shaft seal with the necessary stability, and the tension spring pre-loads the sealing lip, which ensures radial contact pressure between the sealing lip and the shaft. A dust lip can also be used to keep out any dirt from outside.

Although the shaft seal is a high-performance product, it is also a wearing part that can become loose over time, depending on the degree of use.

The factors that can lead to the shaft seals becoming loose are complex, and therefore often cannot be clearly established.



2. Mögliche Einsatzbereiche

Wellendichtringe kommen in vielen verschiedenen Branchen zur Abdichtung rotierender Maschinenelemente wie Naben, Wellen oder Achsen zum Einsatz:

- in der Land- bzw. Baumaschinenindustrie (Bei diesen Maschinen halten sie starkem Schmutz ab und sichern somit lange Wartungsintervalle und eine lange Lebensdauer)
- in der Antriebstechnik – Getriebebau, Elektro- und Verbrennungsmotoren
- bei Pumpen
- bei Haushalts- und Industriewaschmaschinen (Werkstoffe müssen waschlaugenverträglich und temperatur- und wasserbeständig sein)
- im Schiffsbau, in der Windkraftindustrie und bei Walzwerken – hier bietet ttv spezielle Designs und Profile an

3. Funktionsprinzip

Die abdichtenden Eigenschaften eines Wellendichtrings werden im Wesentlichen durch seine Geometrie (den Werkstoff, das Herstellungsverfahren) und seine Förderwirkung bestimmt. Sie transportiert Flüssigkeiten unter der Dichtkante hindurch. Zudem kann sie auch kleinste Leckagemengen wieder in den abzudichtenden Raum zurückführen. Durch diese Eigenschaft können – je nach Ausführung der Dichtung – folgende Störgrößen unterschiedlichster Art bis zu einem gewissen Maß kompensiert werden:

- Unregelmäßigkeiten in der Wellenoberfläche
- Wellenexzentrizitäten
- schiefer Einbau des Wellendichtrings im Gehäuse
- Gehäuseversatz

Um Wellendichtringe ausreichend zu schmieren und damit ihre lange Lebensdauer zu gewährleisten, braucht es diese „definierte“ Leckage.

2. Possible fields of application

Shaft seals are used in a variety of different sectors to seal rotating machinery components such as hubs, shafts or axles:

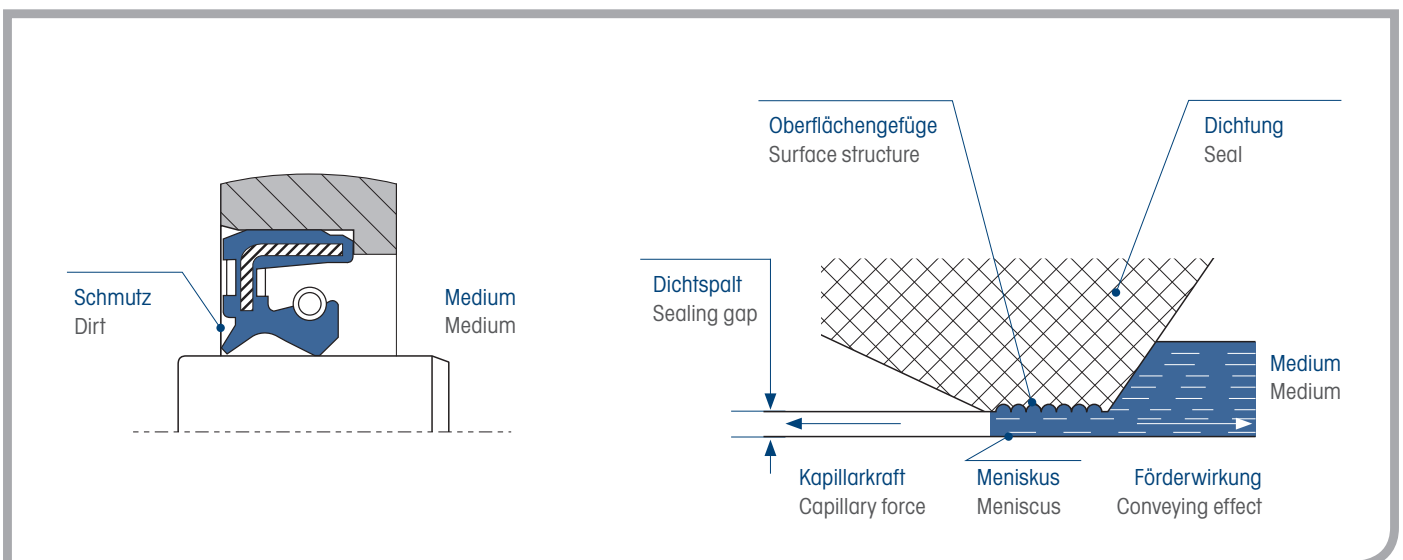
- In the agricultural or constructional machinery industries (when used with this kind of machinery, the shaft seals keep away large amounts of dirt, thereby ensuring long maintenance intervals and a long service life)
- In drive technology - gear manufacturing, electric motors and combustion engines
- In pumps
- In household and industrial washing machines (materials must be compatible for use with soap suds, and must be temperature and water-resistant)
- In the shipbuilding industry, the wind power industry and in rolling mills – ttv offers special designs and profiles for these sectors

3. Functional principle

The sealing properties of a shaft seal are essentially determined by its geometry (the material and the manufacturing process) and its feed effect. The shaft seal is used to transport liquids underneath the sealing edge. It can also return even the smallest amounts of leaked liquid back to the area to be sealed. Depending on the seal version, this property means that it is possible to offset the following extremely wide range of disturbance variables to a certain extent:

- Irregularities in the shaft surface
- Shaft eccentricities
- Oblique installation of the shaft seal in the housing
- Housing offset

These “defined” leakages are required in order to ensure that shaft seals receive sufficient lubrication, which in turn guarantees a long service life.



Die Außenfläche

Die Wahl der richtigen Außenfläche richtet sich nach den vorherrschenden Betriebsbedingungen und der speziellen Anwendung.

Vorrangige Aufgabe ist es, die statische Dichtigkeit zur Gehäusebohrung zu gewährleisten. Das heißt, die Außenfläche muss bei allen denkbaren Betriebsbedingungen den Austritt des Mediums am Sitz des Wellendichtrings in der Gehäusebohrung verhindern.

Die Außenfläche des Wellendichtrings sorgt für Führung sowie einen festen Sitz in der Bohrung.

Der Sitz definiert sich wie folgt:

- **Reibkraft F_R** = Größer als sämtliche auf den Wellendichtring einwirkenden axialen Kräfte F_{ax} (beispielsweise die aus der Druckdifferenz resultierende Kraft)
- **Reibkraft F_R** = Produkt aus dem Haftreibungskoeffizienten μ_0 und der radialen Normalkraft F_N
- **Normalkraft F_N** = Radialkraft an der Außenfläche F_A

The outer surface

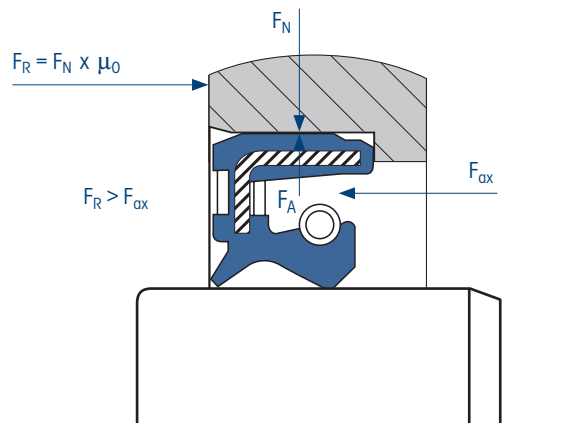
The correct outer surface is selected based on the predominant operating conditions and the specific application.

The primary task of the outer surface is to ensure the static leak-tightness at the housing bore on the housing. This means that the outer surface must, in all possible operating conditions, stop the medium from entering at the point where the shaft seal is positioned in the bore on the housing.

The outer surface of the shaft seal ensures correct guidance and makes sure that the shaft seal is securely fitted in the bore.

Secure fit is defined as follows:

- **Friction force F_R** = Larger than all other axial forces acting on the shaft seal F_{ax} (e.g. the force resulting from the pressure difference)
- **Friction force F_R** = Product of the static friction coefficient μ_0 and the radial normal force F_N
- **Normal force F_N** = Radial force on the outer surface F_A



- Abhängig von der Ausführung der Außenfläche müssen unterschiedliche Presspasszugaben zum Nenndurchmesser vorgesehen werden.
- Außenfläche des Wellendichtrings muss durch entsprechende Fasen und Rundungen eine problemlose Montage ermöglichen.
- Außenfläche des Wellendichtrings muss die aus unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten resultierende Spalte ausgleichen

- Different press-fit tolerances to the nominal diameter must be applied, depending on the design of the outer surface
- The outer surface of the shaft seal must feature appropriate chamfers and rounded edges to enable easy installation
- The outer surface of the shaft seal must offset the gap caused by different expansion coefficient

Dichtheit

Die Wellendichtringe erfüllen ihre Aufgabe durch gleiten der Dichtkante auf der rotierenden Wellenoberfläche. Da der Innendurchmesser des Wellendichtrings kleiner ist als der Wellendurchmesser, wird die Dichtkante an die Wellenoberfläche gepresst. Diese Durchmesserdifférenz bezeichnet man als Vorspannung oder Radialkraft.

Die Wurmfeder unterstützt die entstehende Radialkraft auf die linienförmige Kontaktzone. Das wirkt dem langsamen Nachlassen der Radialkraft (durch Alterung des Elastomerwerkstoffs), der so genannten Spannungsrelaxation, entgegen.

Die Dichtwirkung ist abhängig von:

- der Ausführung der Wellenoberfläche
- der Auslegung der Wurmfeder
- der Geometrie der Dichtlippe
- den Eigenschaften des Elastomerwerkstoffs
- dem Schmierzustand

Die Dichtwirkung an der elastomeren Dichtkante wird sowohl bei Wellenstillstand als auch bei rotierender Welle gewährleistet.

Statische Dichtheit

Durch die Vorspannung wird die Anpressung der Dichtlippe erreicht, unterstützt wird diese durch die Wurmfeder. Die Dichtwirkung beruht dabei auf der radialen Anpressung der Dichtlippe an die drallfrei geschliffene Wellenoberfläche (siehe Seite 22). Die Verformung der elastomeren Dichtkante gleicht dabei die geringen Oberflächenrauheiten der Welle aus und dichtet den Spalt ab. Abhängig von den Einsatzparametern lässt die Elastomer-Vorspannung während des Betriebs nach. Die Vorspannung V_S setzt sich also aus dem Elastomeranteil F_{EL} und dem Federanteil F_{FED} zusammen.

Leak-tightness

The shaft seals work by sliding the sealing edge onto the rotating shaft surface. As the inner diameter of the shaft seal is smaller than the diameter of the shaft, the sealing edge is pressed onto the shaft surface. This difference in diameter is known as pre-load or radial force.

The cylindrical spiral spring supports the resulting radial force on the linear contact area. This counteracts the gradual decrease in the radial force (due to ageing of the elastomer material), or so-called stress relaxation.

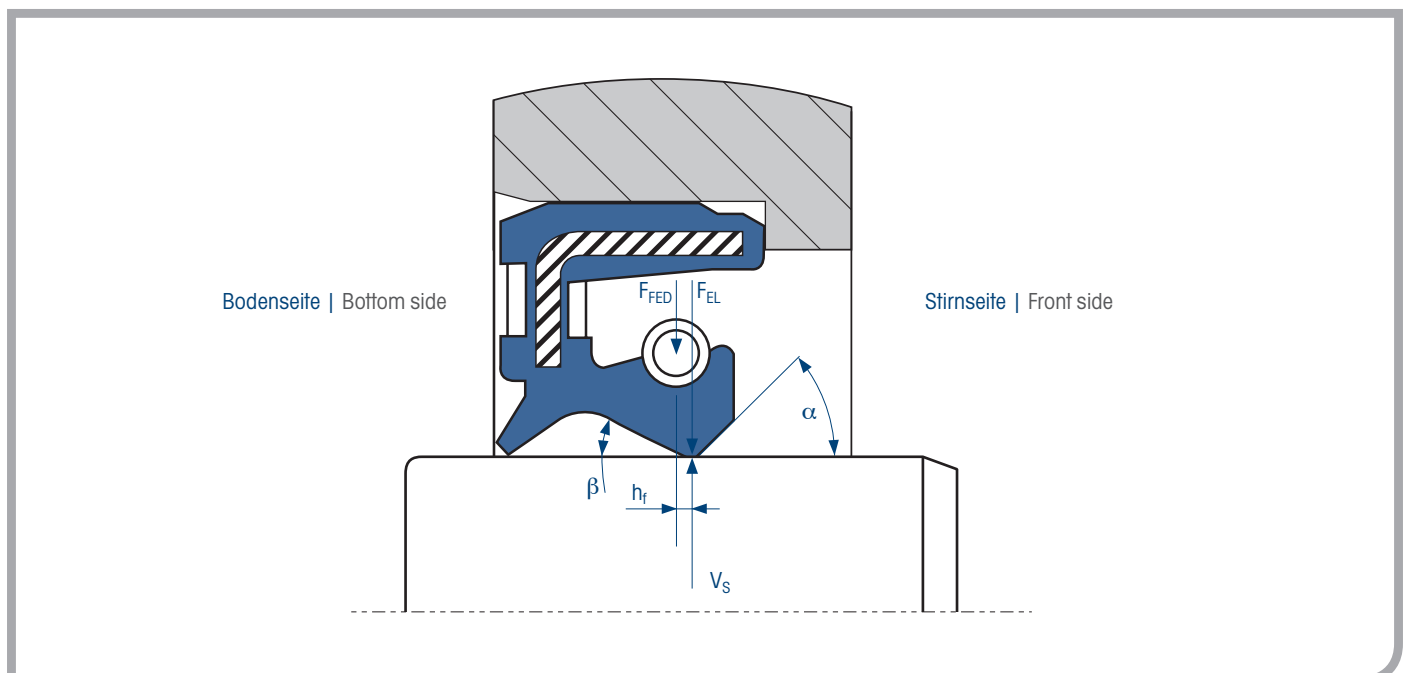
The sealing effect depends on:

- the shaft surface design
- the design of the cylindrical spiral spring
- the geometry of the sealing lip
- the properties of the elastomer material
- the lubrication condition

The sealing effect at the elastomer sealing edge is guaranteed both when the shaft is stationary and when it is rotating.

Static leak-tightness

The contact pressure of the sealing lip is guaranteed by the pre-load, and the sealing lip is supported by the cylindrical spiral spring. The sealing effect here is based on the sealing lip's radial contact pressure with the shaft surface, which is ground such that it is non-spiralling (see page 22). The deformation of the elastomer sealing edge compensates for the low surface roughness of the shaft and seals the gap. The elastomer pre-load decreases during operation, depending on the operating parameters. The pre-load V_S therefore comprises the elastomer proportion F_{EL} and the elastomer proportion F_{FED} .



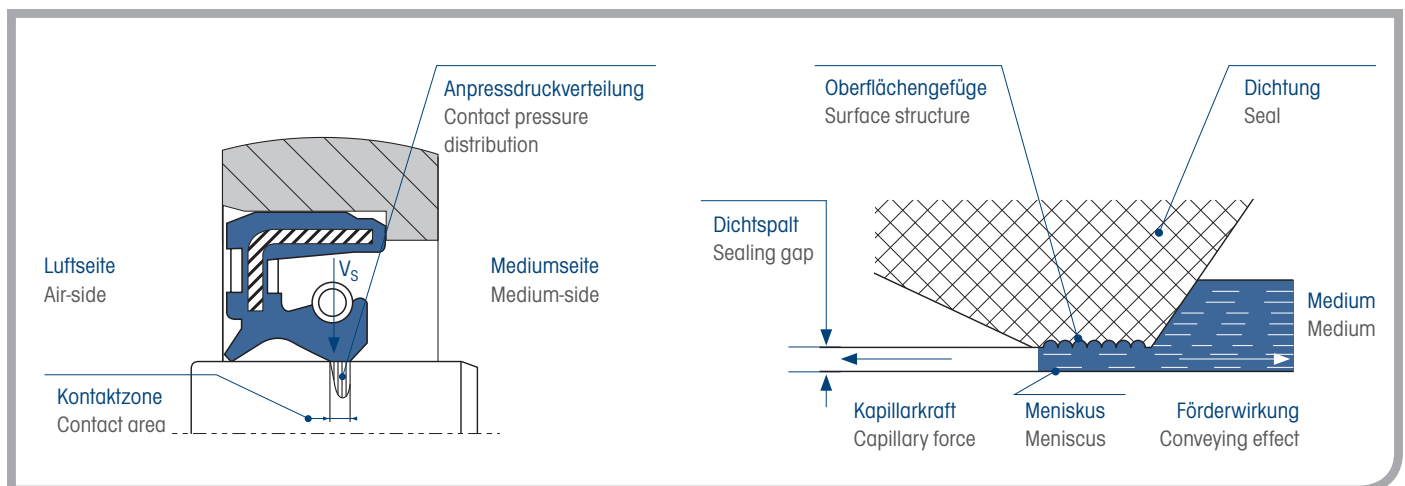
Dynamische Dichtigkeit

Bei rotierender Welle entsteht ein hydrodynamischer Effekt. Dieser führt dazu, dass die Dichtlippe auf dem Schmierfilm aufschwimmt, der sich durch das abzudichtende Medium bildet. Das verhindert die thermische Zerstörung der Dichtlippe und deren frühzeitigen Ausfall.

Der Schmierfilm sollte zum einen in der Kontaktzone verbleiben, um dort eventuellen Verschleiß zu verhindern, zum anderen sollte eine Leckage durch Austritt des abzudichtenden Mediums auf der Luftseite vermieden werden.

Schon kurz nachdem ein neuer Wellendichtring zum ersten Mal zum Einsatz kommt, bildet sich in der Kontaktzone ein mikroskopisches axiales Oberflächengefüge. Durch die Relativbewegung zwischen Dichtkante und Welle werden diese verzerrt.

Je nach Anpressdruckverteilung in der Kontaktzone und Drehrichtung der Welle verändert sich die Ausrichtung dieses verzerrten Oberflächengefüge. Von der Luftseite zur Mediumseite der Kontaktzone wird eine so genannte Schleppströmung erzeugt. Diese fördert nur bei asymmetrischer Anpressdruckverteilung der axialen Laufspurbreite in die richtige Richtung. Nur so wird die nötige Förderwirkung des Wellendichtrings erreicht.



Durch Verschiebung der Wurmfeder zur Luftseite, dem so genannten Federwirkabstand und durch die unterschiedlichen Kontaktfächwinkel ($\alpha > \beta$) der Dichtlippe zur Wellenoberfläche, kommt die Asymmetrie der Anpressdruckverteilung zustande.

Ist das Oberflächengefüge schräg gestellt, wird das Medium im Kontaktbereich gefördert und zwar nicht nur in axialer Richtung, sondern auch in Umfangsrichtung. Bei benetzenden Medien wie beispielsweise Schmierölen wirkt außerdem deren Oberflächenspannung in Leckagerichtung. Dies geschieht, indem sie durch die Kapillarkräfte in den Dichtspalt gezogen werden und dort den so genannten Meniskus bilden, eine gekrümmte Grenzfläche auf der Luftseite.

Die optimale Dichtwirkung eines Wellendichtrings resultiert aus dem Gleichgewicht zwischen den Kräften, die die Leckage verursachen und dem Pumpeffekt des elastomeren Oberflächengefüges.

Dynamic leak-tightness

A hydrodynamic effect takes place when the shaft is rotating. This effect causes the sealing lip to float on the film of lubricant formed by the medium to be sealed. This prevents the thermal destruction of the sealing lip and stops it from failing prematurely.

The film of lubricant should remain in the contact area in order to prevent any wear from occurring there and also to prevent leakage as a result of the medium to be sealed escaping at the air-side.

Shortly after a new shaft seal has been used for the first time, a microscopic axial surface structure forms in the contact area.

This surface structure is distorted due to the relative motion between the sealing edge and the shaft.

The orientation of this distorted surface structure changes depending on the contact pressure distribution in the contact area and the rotation direction of the shaft. A so-called drag flow from the air-side to the medium-side of the contact area is produced. This drag flow only provides a feed in the correct direction when there is asymmetrical contact pressure distribution of the axial track width. This is the only way in which the required feed effect of the shaft seal is achieved.

Asymmetrical contact pressure distribution arises as a result of the cylindrical spiral spring shifting to the air-side (the so-called spring-distance) and the different contact surface angles ($\alpha > \beta$) between the sealing lip and the shaft surface.

If the surface structure is oblique, the medium is transferred inside the contact area, and not just in the axial direction but in the circumferential direction as well. For a moistening medium such as lubricating oil, for example, the surface tension of this medium also takes effect in the direction of the leak. This takes place as a result of the medium being drawn into the sealing gap by means of capillary force, where it forms the so-called meniscus, a curved boundary surface on the air-side.

The optimal sealing effect for a shaft seal comes about as a result of equilibrium between the forces that cause the leak and the pumping effect of the elastomer surface structure.

Reibungszustände bei der Schmierung

Beim Zusammenspiel von Welle, Wellendichtring und Schmiermedium treffen drei Partner aufeinander, wobei der Schmierstoff einen entscheidenden Beitrag zur Lebensdauer und zur Funktionssicherheit des gesamten Systems leistet.

Durch die vorherrschenden Kapillarkräfte verteilt sich das Medium bereits bei einer niedrigen Drehzahl in der Kontaktzone. Da diese thermisch stark belastet ist, ist die Fluidförderung durch die Kapillarkräfte unentbehrlich.

Am häufigsten findet Mischreibung zwischen Dichtlippe und Welle statt, wobei die Materialien der beiden Kontaktflächen eine entscheidende Rolle spielen.

Nimmt die Drehzahl zu, wechselt der Reibungszustand von der Festkörperreibung über eine Mischreibung zur hydrodynamischen Flüssigkeitsreibung. Dabei schwimmt die Dichtlippe auf den Schmierfilm auf, der durch das abdichtende Medium entstanden ist.

Der entstandene hydrodynamische Schmierfilm verhindert Reibung und damit den vorzeitigen Verschleiß und die thermische Zerstörung der elastomeren Dichtkante.

Eine durchgängige und ausreichende Versorgung der Dichtkante mit Schmiermittel gewährleistet eine lange Lebensdauer.

Friction states during lubrication

Three parties are involved in the interaction between shaft, shaft seal and lubricant, whereby the lubricant makes a crucial contribution to the service life and functional reliability of the entire system.

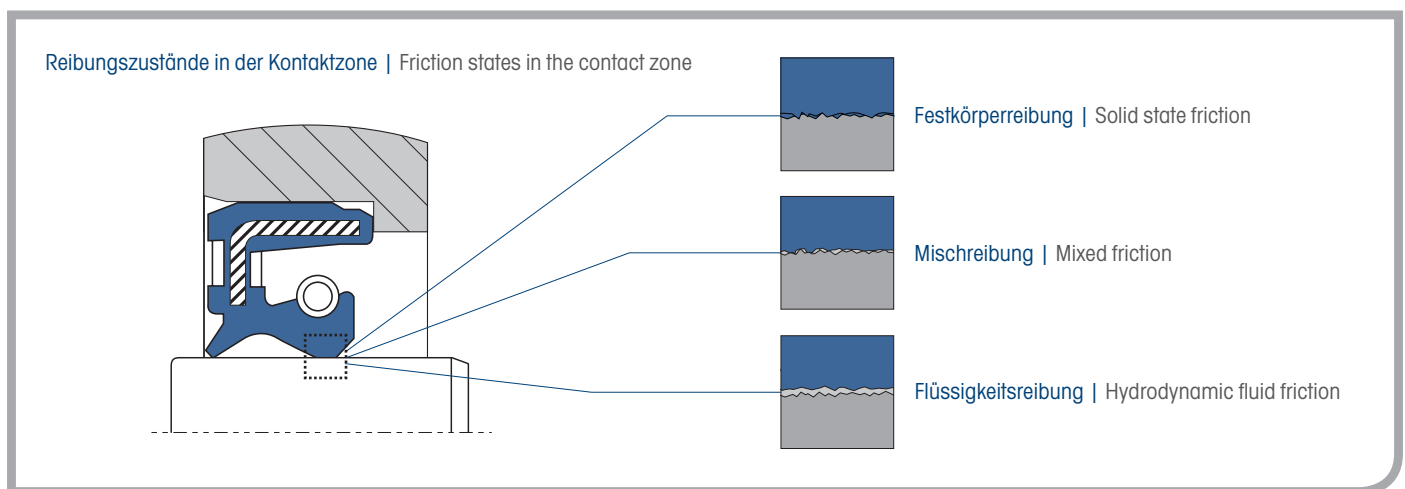
As a result of the prevailing capillary forces, the medium is distributed throughout the contact area even at low speeds. As the contact area is subjected to a heavy thermal load, capillary-force based fluid feed is essential.

There is very often mixed friction between the sealing lip and the shaft, whereby the materials of the two contact surfaces are of crucial importance.

If the speed increases, the friction state changes from solid state friction through mixed friction to hydrodynamic fluid friction. During this process, the sealing lip floats on the film of lubricant formed by the medium to be sealed.

This hydrostatic film of lubricant prevents friction, thereby preventing premature wearing and thermal destruction of the elastomer sealing edge.

A constant and sufficient supply of lubricant to the sealing edge ensures a long service life.



Reibung und Reibungsverlust hängen entscheidend von folgenden Parametern ab:

- Material des Wellendichtrings
- Art der Wellenoberfläche
- Radialkraft
- Umfangsgeschwindigkeit
- Druckbeaufschlagung
- Schmierzustand
- Temperatur

Friction and friction loss depend crucially on the following parameters:

- Shaft seal material
- Shaft seal surface type
- Radial force
- Circumferential speed
- Pressurisation
- Lubrication condition
- Temperature

Als grober Richtwert wird die Reibleistung wie folgt berechnet:

$$P_{\text{REIB}} = V_S \times R_K \times W_D / 2 \times 2 \times \pi \times D_Z$$

P_{REIB} = Reibleistung (Watt)

V_S = Radialkraft (N)

R_K = Reibungskoeffizient

W_D = Wellendurchmesser (mm)

D_Z = Drehzahl (1/min)

Durch eine niedrige Radialkraft wird der Reibungsverlust gering gehalten. Die Radialkraft muss allerdings dennoch ihre Dichtfunktion erfüllen. Leckage entsteht bei Störung des erforderlichen Schmierfilms unter der Dichtkante: Beispielsweise, wenn das Medium verunreinigt, die Lauffläche der Welle beschädigt ist oder die Welle größere Rauheiten aber auch eine zu feine Bearbeitung auf der Oberfläche aufweist.

Die Versorgung der Dichtstelle mit Schmierstoff kann auch beeinträchtigt werden, wenn bestimmte Maschinenteile wie beispielsweise Schrägkugellager, Kegelrollenlager oder bestimmte Zahnradtypen während des Betriebs eine Förderwirkung ausüben. Aus diesem Grund sollten schon bei der Konstruktion Schleuderscheiben oder Schmierkanäle zur Förderung des Schmierstoffes vorgesehen werden.

Abdichtung bei schlecht schmierenden Medien

Um Wellen gegen unzureichend schmierende Medien wie beispielsweise Waschauge oder Wasser abzudichten, muss zur optimalen Schmierung der Dichtkante zwischen Dicht- und Staublippe eine Fettfüllung zugegeben werden, die maximal zwei Drittel des Raumes einnimmt.

Eine noch bessere Wirkung haben zwei Wellendichtringe, die in Tandem-anordnung hintereinander angebracht sind und zwischen denen eine Fettfüllung von maximal zwei Dritteln mit Nachschmiermöglichkeit liegt.

The following calculation serves as a rough guide for establishing the frictional power:

$$P_{\text{REIB}} = V_S \times R_K \times W_D / 2 \times 2 \times \pi \times D_Z$$

P_{REIB} = Frictional power (Watt)

V_S = Radial force (N)

R_K = Friction coefficient

W_D = Shaft diameter (mm)

D_Z = Speed (rpm)

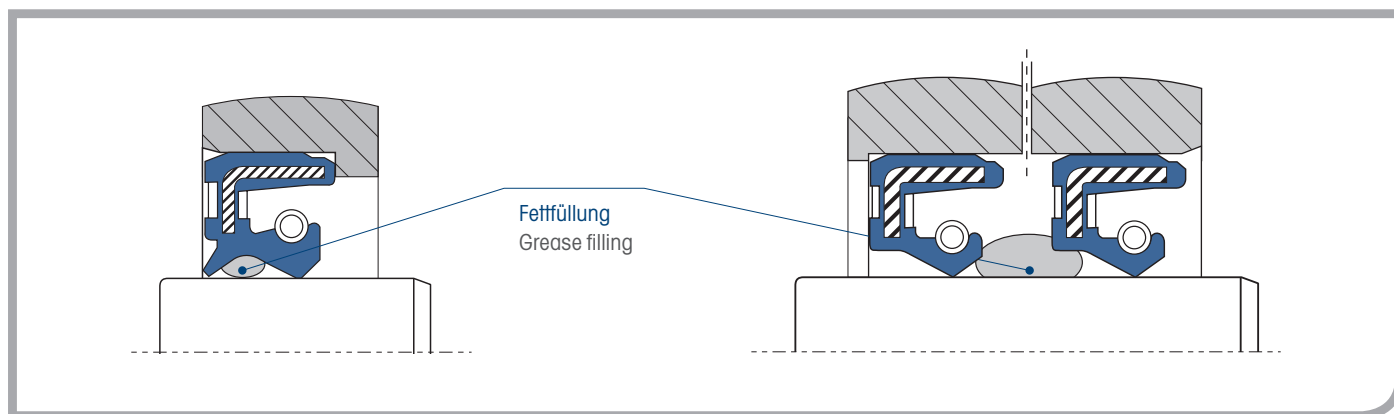
Friction loss can be kept at a low level if the radial force is low. The radial force must nevertheless also perform its sealing function. Leaks occur when the necessary film of lubricant underneath the sealing edge is disturbed, e.g. if the medium is contaminated or the contact surface of the shaft is damaged or if the shaft surface is either very rough or too finely processed.

The supply of lubricant to the sealing point can also be impaired if certain machine components, such as angular contact ball bearings, tapered roller bearings or certain types of gearwheel, exert a feed effect during operation. For this reason, centrifugal discs or lubricant channels should be provided during the construction stage in order to ensure the supply of lubricant.

Sealing with media with poor lubricating properties

In order to seal shafts against media with poor lubricating properties, such as soap suds or water, a grease filling must be provided between the sealing lip and the dust lip in order to ensure optimal lubrication. The grease filling should take up a maximum of two-thirds of the available space.

An even better effect can be achieved by using two shaft seals fitted one behind the other in tandem arrangement, with a grease filling with re-lubrication option taking up a maximum of two-thirds of the space between them.



Mangelschmierung

Um als Folge nicht funktionierender Wärmeabfuhr frühzeitigen Verschleiß an der Dichtkante zu verhindern, muss auf jeden Fall vermieden werden, dass die Welle ohne Schmierung um den Wellendichtring rotiert. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, die Dichtkante des Wellendichtrings bei der Montage leicht einzufetten. Neben der Schmierung muss das abzudichtende Medium auftretende Reibungswärme kontinuierlich abführen.

Ist Mangelschmierung erwünscht, kommen bestimmte Designs und Werkstoffe, beispielsweise Wellendichtringe mit PTFE-Dichtlippe zum Einsatz.

Fettschmierung

Im Vergleich zur Ölschmierung ist bei reiner Fettschmierung die Abfuhr der Reibungswärme wesentlich geringer. Deshalb sollte sie nur bei langsam rotierenden Wellen angewendet werden. Die Umfangsgeschwindigkeit sollte maximal die Hälfte der zulässigen Werte für Ölschmierung betragen. (siehe Drehzahltable Seite 15)

Um langsam rotierende Wellen optimal abzudichten, sollte zwischen Wellendichtring und Lager fast vollständig Fett gefüllt werden. Außerdem besteht die Möglichkeit, einen Wellendichtring mit PTFE-Dichtlippe zu verwenden, wenn sich kein passendes Schmierfett einsetzen lässt.

Helix – Drallhilfen

Wenn die Funktionssicherheit und Förderwirkung eines Wellendichtrings erhöht werden sollen, bieten sich als zusätzliche, hydrodynamische Dichthilfen so genannte Helix an. Diese verfügen über im schrägen Winkel zur Dichtkante verlaufende erhöhte Rückförderstrukturen.

Je nach Drehrichtung der Welle kommen Wellendichtringe mit Rechts- oder Linksdraht oder auch mit Wechseldraht zum Einsatz. Wenn die normale Förderwirkung gestört ist, sollen die Drallhilfen verhindern, dass das in Richtung Luftseite gelaufene Medium nicht als Leckage abfließt, sondern in die Kontaktzone der Dichtkante zurückgefördert wird.

Helix-Wellendichtringe sind auf diese Weise doppelt gegen Leckage gesichert. Sie wirken im Prinzip wie eine einfache Gewindewellendichtung. Ein Wellendichtring mit Einfachdraht hat einen wesentlich größeren Förderwert als derselbe Dichtring in Standard-Bauform. Speziell bei erschwerten Betriebsbedingungen wie Konzentrität, Koaxialität zwischen Welle und Bohrung und kleinen Beschädigungen auf der Wellenoberfläche verbessern hydrodynamische Dichthilfen die Funktionssicherheit des Wellendichtrings.

Insufficient lubrication

In order to prevent premature wear of the sealing edge due to non-functional heat removal, it must be ensured that the shaft does not rotate around the shaft seal without lubrication. For this reason, it is recommended that the sealing edge of the shaft seal be lightly greased during assembly. Beside lubrication, the medium to be sealed must also continuously remove any frictional heat that arises.

If insufficient lubrication is required, certain designs and materials, such as shaft seals with PTFE sealing lips, can be used.

Grease lubrication

The level of frictional heat removal is much lower with pure grease lubrication compared to oil lubrication. Therefore, grease lubrication should only be used with slowly rotating shafts. The circumferential speed should be a maximum of half the permitted value for oil lubrication (see speed table on page 15)

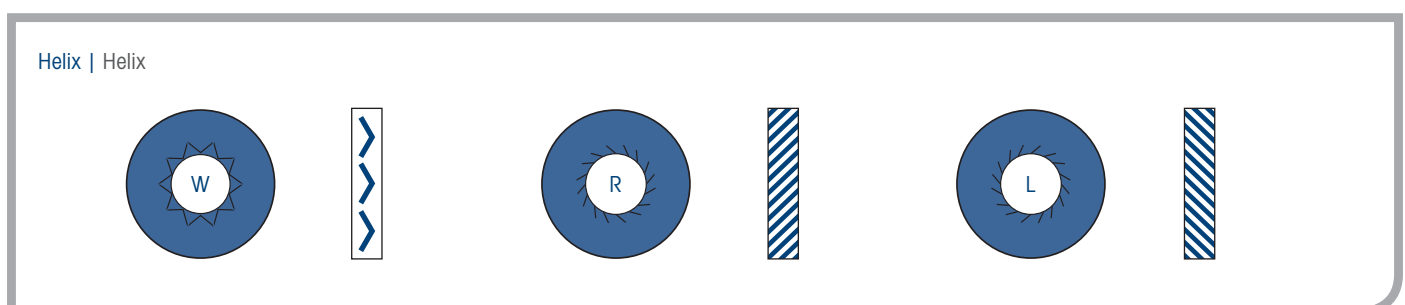
In order to seal slowly rotating shafts as effectively as possible, the area between the sealing ring and the bearing should be almost completely filled with grease. A shaft seal with a PTFE sealing lip is another option if no appropriate lubricating grease can be used.

Helix spiral aids

If the functional reliability and feed effect of a shaft seal need to be increased, additional hydrodynamic sealing aids are available in the form of so-called helices. These have enhanced flow-back structures that run to the sealing edge at a slanted angle.

Shaft seals with a right or left-hand spiral or with an alternating spiral are used, depending on the shaft's rotation direction. If the normal feed effect is impaired, the spiral aids are designed to ensure that the medium flowing towards the air-side does not flow out as a leakage, but instead is fed back into the contact area of the sealing edge.

In this way, helical shaft seals offer twice the amount of protection against leaks. They work on the principle of a simple threaded shaft seal. A shaft seal with a single spiral has a considerably higher feed effect than the same shaft seal in standard design. Hydrodynamic sealing aids make particular improvements to the functional reliability of the shaft seal under difficult operating conditions such as concentricity, coaxiality between the shaft and the bore, and small amounts of damage on the shaft surface.



Einsatz unter Druck

Einsatz beim Betrieb mit Druckbeaufschlagung

Ausschlaggebend für die Wahl der geeigneten Wellendichtringe ist die kombinierte Belastung, die sich aus dem Druck „P“ und der Umfangsgeschwindigkeit „V“ ergibt.

Bei Wellendichtringen, die für größere Drücke ausgelegt sind, kommt es zu einer erhöhten Anpressung der Dichtlippe an die Welle. Das bringt eine höhere Dichtwirkung da es bei der Radialkraft zu einem Selbstverstärkungseffekt kommt, indem sich diese auf der wirksamen Fläche druckabhängig erhöht.

In bestimmtem Umfang passt sich das Dichtvermögen des Wellendichtrings an die vorherrschende Druckdifferenz an. Dadurch kommt es aber auch zu einer Erhöhung der Reibleistung an der Dichtkante und zu höherer thermischer Belastung. Das kann eine Verhärtung des Dichtrings und dessen frühzeitigen Verschleiß bewirken. Ist der Druck zu hoch, kann es zum Umklappen der Dichtlippe zur Luftseite kommen. Der Wellendichtring läuft auf seinem „Rücken“. Die höhere thermische Belastung der Dichtkante muss bei der Auswahl des Elastomerwerkstoffs unter allen Umständen beachtet werden.

Aus diesem Grund treffen die Richtwerte für Umfangsgeschwindigkeit und Drehzahl auf Seite 16 für druckbeaufschlagte Wellendichtringe nicht zu.

Die Druckbeaufschlagung der Wellendichtringe hat auch Auswirkungen auf die Dichtlippe: es verringert sich deren Fähigkeit die Rundlaufabweichung der Welle sowie die Koaxialitätstoleranz zwischen Welle und Aufnahmebohrung auszugleichen.

Um das Herauspressen aus der Aufnahmebohrung zu verhindern, müssen druckbeaufschlagte Wellendichtringe auf der dem Druck abgewandten Seite axial mittels eines Distanzrings, einer Gehäuseschulter oder eines Sicherungsrings gesichert werden.

Use under pressure

Use when operating with pressurisation

The combined strain that arises from the pressure “P” and the circumferential speed “V” is of crucial importance in selecting the appropriate shaft seal.

Shaft seals designed to be used at higher pressures have higher levels of contact pressure between the sealing lip and the shaft. This causes increased sealing effect, as the radial force experiences a self-strengthening effect whereby it increases on the effective surface in accordance with the pressure.

The sealing capacity of the shaft seal adapts to a certain extent to the prevailing pressure difference. However, this also leads to increased frictional power at the sealing edge and increased thermal load. This can cause the sealing ring to harden and can bring about its premature wear. If the pressure is too high, this can cause the sealing lip to collapse downwards to the air-side. The shaft seal then runs on its “back”. The increased thermal load on the sealing edge must be taken into account at all times when selecting the elastomer material.

The reference values listed on [page 16](#) for circumferential speed and speed therefore do not apply to pressurised shaft seals.

The pressurisation of the shaft seal also has an impact on the sealing lip, in that it reduces the sealing lip’s ability to offset the shaft’s radial run-out deviation and the coaxiality tolerance between the shaft and the mounting bore.

In order to prevent expulsion of the shaft seal from out of the mounting bore, a spacer ring, housing shoulder or circlip must be used to secure the pressurised shaft seals axially on the side facing away from the pressure.



Druck bei Standardbauformen

Die Auslegung eines Standard-Wellendichtrings ist für den Einsatz bei geringen Drücken. Sie eignen sich zum Abdichten von Räumen mit geringen Druckdifferenzen von maximal 0,5 bar in Abhängigkeit von der Drehzahl gegen Fette, Flüssigkeiten und sogar Luft.

Nachfolgende Tabelle listet die Grenzwerte für den Druck in Abhängigkeit von Drehzahl und Umfangsgeschwindigkeit auf.

Pressure in standard models

Standard shaft seals are designed to be used at low pressures. They are suitable for sealing areas with low pressure differences (max. 0.5 bar, depending on the speed) against greases, liquids and even air.

The following table specifies the limit values for the pressure, depending on the speed and the circumferential speed.

Maximale Drehzahlen der Welle bei Druckbeaufschlagung Maximum shaft speeds with pressurisation			
Maximaler Druckunterschied Maximum pressure difference	0.5 bar	0.35 bar	0.2 bar
Maximale Drehzahlen Maximum speed	< 1000 1/min	< 2000 1/min	< 3000 1/min
Maximale Umfangsgeschwindigkeit Maximum circumferential speed	2.8 m/s	3.15 m/s	5.6 m/s

Für Produkte bei größeren Druckunterschieden werden Druckringe empfohlen. Diese finden Sie im [Wellendichtring-Katalog](#) oder Sie nehmen [Kontakt mit uns auf](#). | Thrust rings are recommended for products with higher pressure differences. These can be found in the [shaft seal catalogue](#), or [contact us](#) for more information.

Stützringe

Mit einem zusätzlichen Stützring ausgestattete Standard-Wellendichtringe können, je nach Drehzahl, Drücke bis zu rund 10 bar abdichten.

Weil der Stützring die Dichtlippe unter der Membrane abstützt, können nur Bauformen ohne Staublippe verwendet werden. Der Stützring muss jedoch exakt an das jeweilige Dichtlippenprofil angepasst werden.

ttv liefert auf Wunsch für jede Standardbauform (ohne Staublippe) eine entsprechende Stützringzeichnung.

Besonders dort, wo druckbelastbare Bauformen nicht zur Verfügung stehen bieten sich derartige Dichtsysteme an.

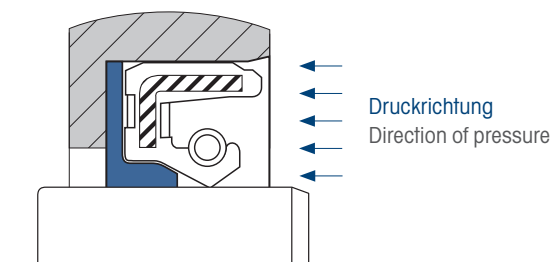
Backup-Rings

Standard shaft seals fitted with an additional Backup-Ring can seal at pressures of up to around 10 bar, depending on the speed.

As the Backup-Ring supports the sealing lip underneath the membrane, models with dust lips cannot be used. However, the Backup-Ring must be precisely adapted to the specific sealing lip profile.

ttv can supply a suitable Backup-Ring design for each standard model without dust lip on request.

This kind of sealing system lends itself particularly to applications where no pressure-resistant models are available.



4. Temperatur

Die Rotation der Welle erzeugt Reibung an der Dichtkante. Deshalb ist dort die tatsächliche Temperatur höher als im Ölbad. Dieser Temperaturunterschied muss unbedingt beachtet werden.

$$t_D = t_{\text{Öl}} + t_U$$

Ausschlaggebend hierfür sind:

- Material des Wellendichtrings
- Oberflächenbeschaffenheit der Welle
- Ölpegel und/oder Schmierzustand
- Umfangsgeschwindigkeit
- Druckbelastung
- Wärmeabfuhr

Die Übertemperatur an der Dichtkante erhöht sich mit steigender Umfangsgeschwindigkeit. In Abhängigkeit von der Umfangsgeschwindigkeit kann die Übertemperatur bis zu +40°C betragen. Ein Überschreiten der maximal zulässigen Einsatztemperaturen für die verschiedenen Elastomer-Werkstoffe führt zu vorzeitiger Verhärtung und zum starken Verschleiß des Werkstoffs. Auf [Seite 32](#) sind die zulässigen Einsatztemperaturen der Elastomer-Werkstoffe für ttv-Produkte tabellarisch aufgelistet. Mit der angegebenen Höchsttemperatur ist die Temperatur an der Dichtkante gemeint.

4. Temperature

The rotation of the shaft produces friction at the sealing edge, meaning that the actual temperature at the sealing edge is higher than the temperature in the oil bath. This temperature difference must be taken into account without fail.

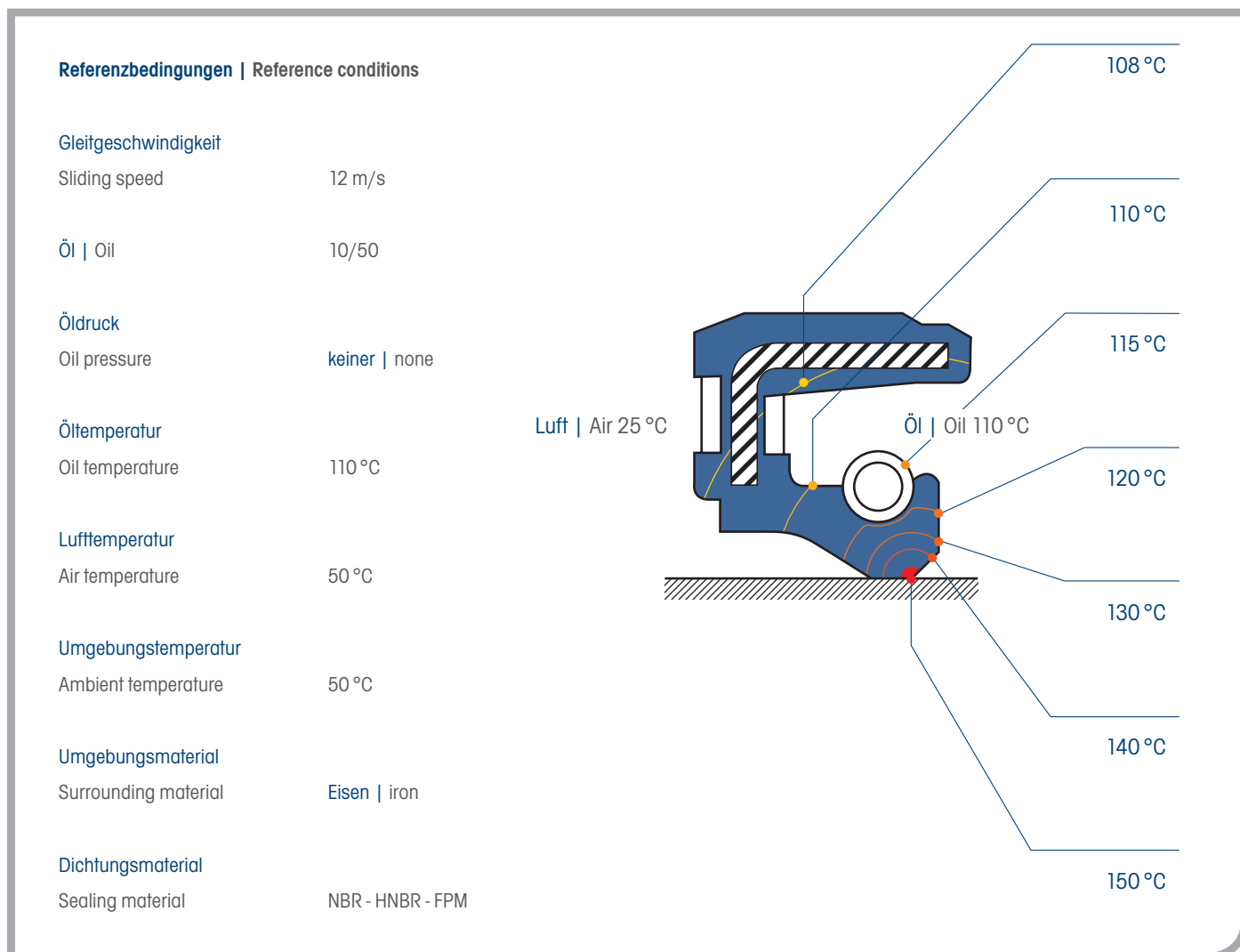
$$t_D = t_{\text{Öl}} + t_U$$

Crucial factors affecting this are:

- Shaft seal material
- Shaft surface properties
- Oil level and/or lubrication condition
- Circumferential speed
- Pressure load
- Heat removal

The overtemperature at the sealing edge increases as the circumferential speed increases. Depending on the circumferential speed, the overtemperature can reach up to +40°C. If the maximum permissible operating temperatures for the various elastomer materials are exceeded, this can lead to premature hardening and heavy material wear.

The permissible operating temperatures for the elastomer materials used in ttv products are shown on the table on [page 32](#). The specified maximum temperature refers to the temperature at the sealing edge.



5. Drehzahlen und Umfangsgeschwindigkeiten

Nach folgender Formel wird die Umfangsgeschwindigkeit V der Welle aus der Drehzahl n und dem Wellendurchmesser d gebildet:

Berechnung der Umfangsgeschwindigkeit

$$V = \frac{d \times \pi \times n}{60 \times 1000}$$

V = Umfangsgeschwindigkeit (m/s)

n = Drehzahl (l/min)

d = Wellendurchmesser (mm)

Funktionsgefährdende Übertemperaturen an der Dichtkante können zur Verhärtung des Elastomers oder zur Ölkohlebildung führen. Um dies zu verhindern, muss die Umfangsgeschwindigkeit begrenzt werden.

Die auf der nächsten Seite stehende Tabelle listet die Richtwerte für die Werkstoffauswahl auf – und zwar in Abhängigkeit von der höchstzulässigen Umfangsgeschwindigkeit. Bei den angegebenen Richtwerten handelt es sich um Erfahrungswerte gemäß der DIN 3760.

Herstellerspezifische Eigenschaften der Wellendichtringe, wie beispielsweise die Radialkraft oder die Geometrie der Dichtlippe, sind nicht berücksichtigt.

Die aufgeführten Richtwerte sind allerdings nur bei drucklosem Betrieb, bei ausreichender Schmierung sowie einer guten Wärmeabfuhr an der Dichtstelle gültig.

Bei reiner Fettschmierung oder reduzierter Schmierung gelten halbierte Grenzwerte. Ebenso sind die Richtwerte bei schlechter Oberflächenqualität im Laufbereich, Druckbeaufschlagung oder großer Rundlaufabweichung zu reduzieren.

Der Querschnitt der Welle wächst mit dem Quadrat des Durchmessers. Deshalb sind bei Wellen mit größerem Durchmesser höhere Umfangsgeschwindigkeiten zulässig als bei Wellen mit kleinerem Durchmesser. Das ermöglicht eine bessere Wärmeableitung.

5. Speeds and circumferential speeds

The shaft's circumferential speed V is generated from the speed n and the shaft diameter d, using the following formula:

Calculating the circumferential speed

$$V = \frac{d \times \pi \times n}{60 \times 1000}$$

V = circumferential speed (m/s)

n = speed (rpm)

d = shaft diameter (mm)

Excessive temperatures at the sealing edge that are dangerous to operation can lead to hardening of the elastomer or to oil carbon build-ups. The circumferential speed must be limited in order to prevent this from occurring.

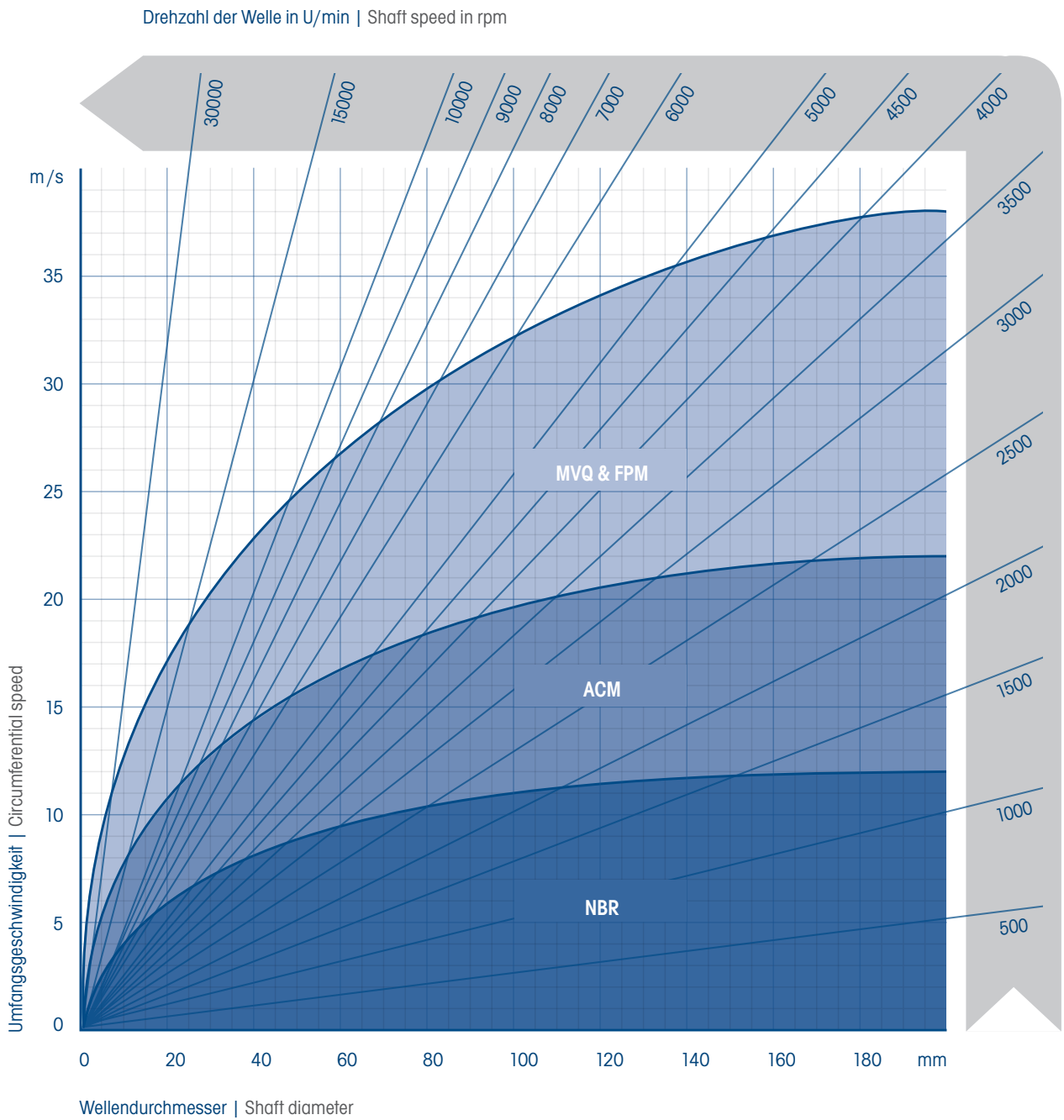
The table on the next page gives the reference values to be used when selecting the material, depending on the maximum permissible circumferential speed. The specified reference values are empirical values in accordance with DIN 3760.

Manufacturer-specific shaft seal properties, such as the radial force or geometry of the sealing lip, are not taken into account here.

The listed reference values are, however, only valid for unpressurised operation with sufficient lubrication and good heat removal.

The reference values apply at 50% if using pure grease lubrication or reduced lubrication. The reference values must also be reduced in the event of poor surface quality in the running area, pressurisation or high radial run-out deviation.

The cross-section of the shaft increases in line with the square of the diameter. Therefore, higher circumferential speeds are permitted with shafts with larger diameters than with shafts with smaller diameters. This enables better heat removal.



6. Das tribologische System

6.1 Medien

Die Lebensdauer der Dichtung hängt maßgeblich von der chemischen Beständigkeit des Wellendichtrings gegen das eingesetzte Medium ab. Die Auswahl des richtigen Wellendichtrings, insbesondere des richtigen Werkstoffs, richtet sich nach folgenden Parametern:

- der Umfangsgeschwindigkeit der Welle,
- der Druckbelastung und der reibungsbedingte Temperaturerhöhung
- dem abzudichtenden Medium und dessen Temperatur

Die Chemie des Mediums kann zur Erweichung des Werkstoffes durch Quellung oder zur Verhärtung durch Schrumpfung und damit – begünstigt durch hohe Temperaturen – zu frühzeitigem Verschleiß führen.

In der [Materialverträglichkeitsliste](#) ist das Verhalten der einzelnen Werkstoffgruppen gegen eine Vielzahl von Medien aufgeführt.

Ein Vorabtest bringt Sicherheit, beispielsweise wenn mehrere extreme Anwendungsparameter wie Druck, Temperatur oder Umfangsgeschwindigkeit auftreten, bei Unklarheiten oder wenn neue Medien zum Einsatz kommen. Auch ein Labortest oder eine gezielte Anfrage beim Hersteller des Mediums geben Sicherheit. Ein Test unter Serienbedingung zeigt am besten, ob die Dichtung für den vorgesehenen Einsatz geeignet ist.

Aggressive Medien

Sollen aggressive Medien abgedichtet werden, sind die Bauformen A/AS im Werkstoff FPM der Bauformen in NBR vorzuziehen. FPM hat standardmäßig Wurmfedern aus säure- und rostbeständigen Stahl 1.4301 (AISI 304), zusätzlich kann der Versteifungsring aus Metall komplett mit Elastomer ummantelt sein. Bei hoher chemischer und thermischer Belastung sind Wellendichtringe aus FPM die bessere Wahl.

6. The tribological system

6.1 Media

The service life of the seal depends to a large extent on the chemical resistance of the shaft seal to the medium being used. The selection of the correct shaft seal, and in particular the correct material, is carried out taking into account the following parameters:

- The circumferential speed of the shaft
- The pressure load and the friction-based temperature increase
- The medium to be sealed and the temperature of this medium

The chemistry of the medium can lead to the softening of the material as a result of swelling, or to hardening as a result of shrinkage. Encouraged by high temperatures, this can lead to premature wear. The behaviour of the individual material groups when used with a variety of different media is outlined in the [materialization list](#).

A preliminary test ensures safety, if several external application parameters are in effect, for example, such as pressure, temperature or circumferential speed, in the event of uncertainties, or if new media are being used. Safety can also be ensured by carrying out a lab test or contacting the medium manufacturer with a specific enquiry. A test carried out under series-production conditions is the best way of establishing whether the seal is suitable for the intended use.

Aggressive media

When intending to seal aggressive media, the A/AS models made from FPM material are preferable to models made from NBR material. FPM features cylindrical spiral springs made from acid and corrosion-resistant 1.4301 (AISI 304) steel as standard, and the metal stiffening ring can additionally be fully coated with elastomer. FPM shaft seals are preferable for use with high levels of chemical and thermal loads.



Extreme Anforderungen

Bei extremen Anforderungen an die Medienbeständigkeit werden die Bauformen M01 | M02 empfohlen, die über eine PTFE-Dichtlippe verfügen, beziehungsweise vollständig aus PTFE gefertigt sind ([siehe Produktkatalog](#)).

Öle und Fette auf Mineralölbasis

Öle und Fette auf Mineralölbasis sind die am häufigsten eingesetzten Medien. NBR- und FPM Standardwerkstoffe verfügen im Normalfall über gute Beständigkeit. Kommen jedoch hoch additivierte Medien zum Einsatz, für die keine Erfahrungswerte vorliegen, sollte ein Vorabtest durchgeführt werden.

Synthetische Öle und Fette

Synthetische Schmierstoffe bestehen im Wesentlichen aus einem Grundöl und einer Vielzahl von Additiven. Die NBR-Standardwerkstoffe eignen sich bei niedrig additivierten Schmierstoffen. Die Art des Grundöls und der Additive ist jedoch zu prüfen.

FPM als Dichtungsmaterial ist besser bei höher additivierten Ölen, besonders bei Temperaturen von mehr als +80°C geeignet.

Aufgrund der Vielzahl und der jeweils spezifischen Kombination von Additiven in synthetischen Schmierstoffen können jedoch Beständigkeitsprobleme auftreten. Deshalb sollte immer vorab getestet werden, ob der Werkstoff für den geplanten Einsatz geeignet ist.

Extreme demands

The M01|M02 models are recommended if there are extreme demands in terms of the media resistance. These models feature a PTFE sealing lip and are made completely of PTFE ([see product catalogue](#)).

Mineral-oil-based oils and greases

Mineral-oil-based oils and greases are the most commonly used media. NBR and FPM standard materials usually have good levels of resistance. However, if media containing a high proportion of additives are used, for which there are no empirical values, a preliminary test should be carried out.

Synthetic oils and greases

Synthetic lubricants essentially consist of a base oil and a variety of additives. The NBR standard materials are suitable for lubricants containing a low proportion of additives. However, the type of base oil and additive must be checked.

FPM is more suitable as a sealing material with oils containing a high proportion of additives, and in particular at temperatures of over +80°C.

However, resistance problems may occur due to the wide variety of additives in synthetic lubricants and the different specific combinations of such additives. Preliminary tests must therefore always be carried out to check whether the material is suitable for the intended use.



6.2 Welle

Neben den Wellendichtringen und dem Medium ist die Welle ein wesentliches Element im Dichtsystem. Um eine gute Dichtwirkung zu gewährleisten hat sie daher eine Reihe von technischen Anforderungen zu erfüllen.

Von zentraler Bedeutung für die Lebensdauer und die Dichtfunktion des Systems ist eine einwandfreie Ausführung der Welle im Laufflächenbereich des Wellendichtrings.

Toleranzen

Die für die Dichtlippe notwendige Vorspannung wird erreicht, wenn der Wellendurchmesser d_1 im Laufflächenbereich der Dichtkante das ISO-Toleranzfeld h11 nach DIN ISO 286 einhält. Für die Rundheit der Welle ist die Toleranzklasse IT 8 gefordert.

Die Oberflächenqualität der Welle

Im Laufflächenbereich sollte die Welle kreisrund bearbeitet sein.

Bezüglich der Oberflächenrauigkeit – gemessen in Längsrichtung – gelten folgende Werte:

R_a 0,3 bis 0,5 μm

R_z 2 bis 3 μm

R_{max} \leq 6,3 μm

Axiale Bewegungen

Kommt es an der rotierenden Welle zudem zu axialen Bewegungen, müssen folgende Rautiefen eingehalten werden, damit eine optimale Dichtfunktion sichergestellt ist:

R_a \leq 0,2 μm

R_z \leq 0,8 μm

Zu glatte Oberflächen

Ist die Wellenoberflächen zu glatt ($R_a < 0,2 \mu\text{m}$), kann es, besonders bei hohen Umfangsgeschwindigkeiten, zu Funktionsstörungen kommen, da die Schmiermittelzufuhr zur Dichtkante gestört wird. Der hydrodynamische Schmierfilm reißt unter der Dichtkante ab und thermische Schädigungen an der Dichtkante sind die Folge.

Zu raue Oberflächen

Ist die Wellenoberfläche zu rau, führt das zu einem vorzeitigen Verschleiß der Dichtkante. In beiden Fällen kommt es zu einer starken Leckage.

Oberflächenhärte

Die Drehzahl, der Systemdruck, die Schmierung und die Umfangsgeschwindigkeit erfordern außerdem folgende Mindesthärten der Welle, in Abhängigkeit des Elastomers:

$v < 4 \text{ m/s}$ = von 45 HRC

$v = 4 - 10 \text{ m/s}$ = von 55 HRC

$v > 10 \text{ m/s}$ = von 60 HRC

Wird der Werkstoff FPM eingesetzt, muß die Welle zwingend gehärtet werden, da sich sonst der Wellendichtring einläuft.

6.2 Shaft

In addition to the shaft seals and the medium, the shaft is an essential part of the sealing system. In order to guarantee a good sealing effect, a range of technical requirements must be met.

It is crucial that the shaft runs perfectly in the contact surface area of the shaft seal in order to ensure that the system has a long service life and good sealing function.

Tolerances

The pre-load required for the sealing lip is reached when the shaft diameter d_1 complies with the ISO tolerance h11 in the contact surface area of the sealing edge, in accordance with DIN ISO 286. Tolerance class IT 8 is required for the circularity of the shaft.

The surface quality of the shaft

The shaft should be processed such that it is circular in the contact surface area. The following values apply with regard to the surface roughness - measured in longitudinal direction:

R_a 0.3 to 0.5 μm

R_z 2 to 3 μm

R_{max} \leq 6.3 μm

Axial movements

If axial movements also occur on the rotating shaft, the following surface roughness values must be complied with in order to ensure optimal sealing function:

R_a \leq 0.2 μm

R_z \leq 0.8 μm

Excessively smooth surfaces

If the shaft surface is too smooth ($R_a < 0.2 \mu\text{m}$), this can, especially at high circumferential speeds, lead to malfunctions due to the lubricant feed to the sealing edge being impaired. The hydrodynamic film of lubricant can break underneath the sealing edge, leading to thermal damage at the sealing edge.

Excessively rough surfaces

If the shaft surface is too rough, this can lead to premature wear of the sealing edge. Both cases cause severe leakage.

Surface hardness

The speed, the system pressure, the lubrication and the circumferential speed also require the shaft to have the following minimum hardness values, depending on the elastomer:

$v < 4 \text{ m/s}$ = of 45 HRC

$v = 4 - 10 \text{ m/s}$ = of 55 HRC

$v > 10 \text{ m/s}$ = of 60 HRC

If FPM is used, then it is essential that the shaft be hardened, as otherwise the shaft seal will shrink.

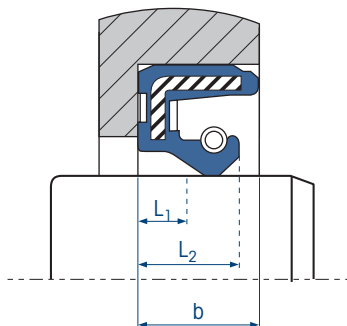
Laufflächenbereich

Der Laufflächenbereich definiert sich abhängig von der Dichtungsbreite b . Auf der vorherigen Seite genannte Werte für Oberflächengüte und Oberflächenhärte müssen innerhalb des spezifizierten Laufflächenbereichs bleiben:

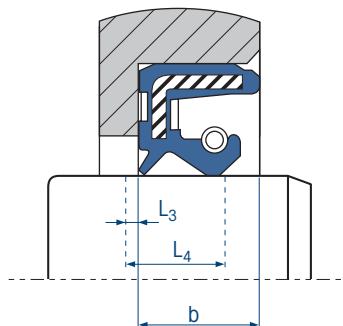
Contact surface area

The contact surface area is defined based on the seal width w . The surface quality and surface hardness values specified on the previous page must remain within the specified contact surface area:

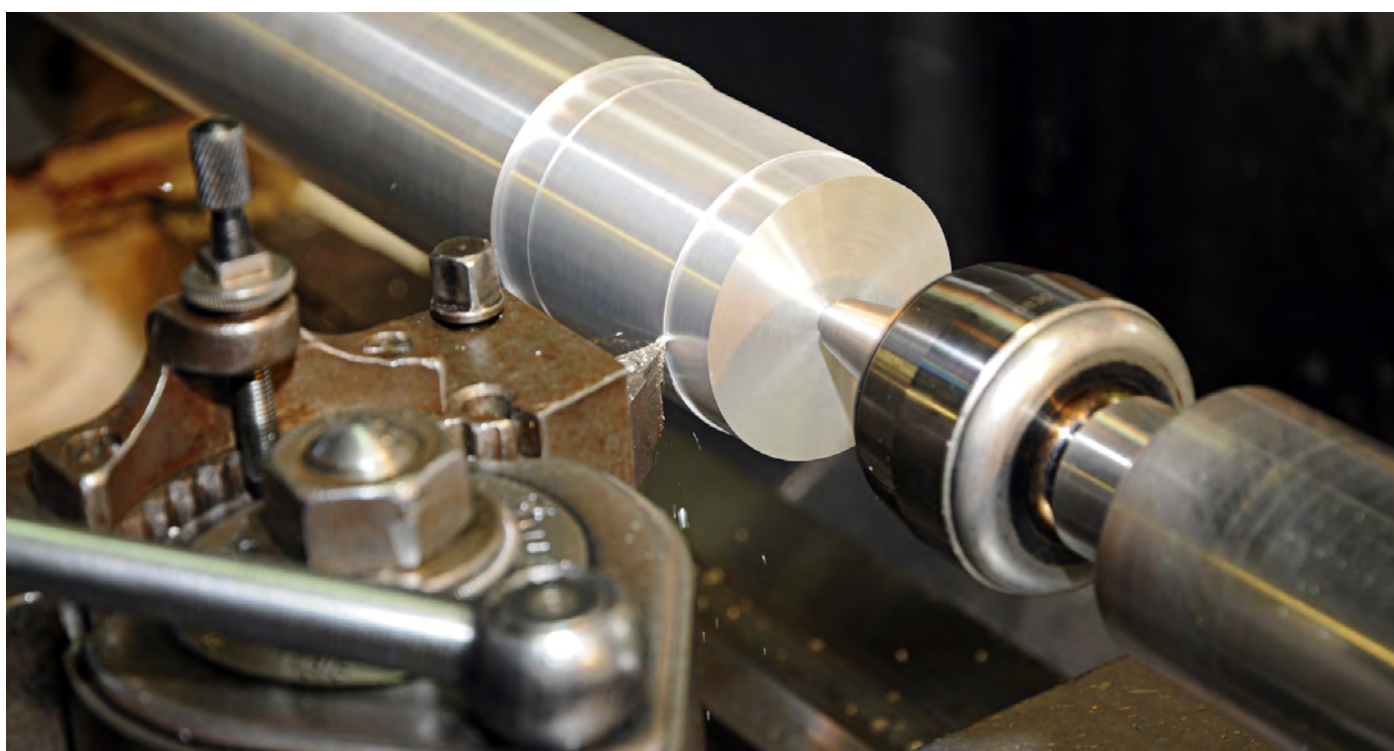
Bauform A | Model types A



Bauform AS | Model types AS



b	L_1 minimum	L_2 minimum	L_3 minimum	L_4 minimum
3	1.3	2	1.2	3
5	2.5	4	1.4	5.2
7	3.6	6.2	1.6	7.7
8	3.6	6.9	1.6	8.4
10	4.6	8.6	2	10.6
12	5	10	2	12
15	6	12	3	15
20	9	16.6	3	10.6



Bearbeitungsverfahren

Bearbeitung der Wellenoberfläche

Von zentraler Bedeutung für die Dichtfunktion ist die korrekte Bearbeitung der Lauffläche. Um Förder- bzw. Pumpwirkung und dadurch Leckagen an der Abdichtstelle zu verhindern, sollte die Welle im Laufflächenbereich der Dichtkante drallfrei und kreisrund bearbeitet sein.

Hartdrehen

Das Hartdrehen wird besonders wegen seiner hohen Wirtschaftlichkeit gewählt. Ziel ist die Erzeugung einer verwendbaren Gegenlauffläche. Um dies zu erreichen, sind ganz bestimmte Prozessparameter wie Schnittgeschwindigkeit, Vorschub, Schneidstoff oder Schnitttiefe einzuhalten.

Weitere Vorzüge dieses Bearbeitungsverfahrens sind:

- Eine geringe Anzahl von Produktionsschritten
- Komplettbearbeitung in einer Aufspannung
- Kurze Rüstzeiten
- Eine genau definierte Oberflächenstruktur der Welle
- Wegfall der Schleifschlamm-Entsorgung

Durch Drehen bearbeitete Wellen zeigen wegen der Ausrichtung des Dralls, also der Bearbeitungsspuren, eine deutliche Förderwirkung: Das Öl wird je nach Drehrichtung der Welle in die eine oder andere Richtung gefördert.

Eine Welle sollte bei wechselnder Drehrichtung auch gegen die Abdichtrichtung fördern können. Bei der Wahl des Wellendichtrings sollte darauf besonderes Augenmerk gelegt werden. Aus diesem Grund sollte eine hartgedrehte Welle nur dann zum Einsatz kommen, wenn nur eine Drehrichtung erwünscht ist, also die Förderrichtung der Welle in Richtung Ölraum gehen soll. Eine Alternative wäre ein Wellendichtring der den von der hartgedrehten Welle erzeugten Förderstrom in den Ölraum zurück transportieren kann. Wellendichtringe zeigen auf hartgedrehten Wellen ein ähnliches Reibmomentverhalten wie auf geschliffenen Wellen.

Testläufe mit der gewählten Welle gewährleisten eine optimale Funktionssicherheit. Zu diesem Zweck arbeitet ttv mit den Herstellern zusammen und führt in Kooperation mit einem Forschungsinstitut Testläufe mit unterschiedlichen Bauformen von Wellendichtringen durch.

Einstichschleifen

Schleifen ohne axialen Vorschub der Schleifscheibe wird Einstichschleifen genannt. Dieses Verfahren wird am häufigsten verwendet, weil sich damit eine völlig drallfreie Gegenlauffläche erreichen lässt. Durch eine Ausfeuerungszeit von 30 Sekunden lässt sich ein hohes Maß an Sicherheit erzielen. Um jeglichen Drall zu vermeiden, wird die Schleifscheibe mit einem Vielkornabrichter abgezogen. Es ist jedoch darauf zu achten, dass kein ganzzahliges Übersetzungsverhältnis zwischen der Drehzahl der Welle (z.B. 50 1/min) und der Drehzahl der Schleifscheibe (z.B. 1500 1/min) entsteht. Durch weitere Verfahren wie Strahlen, Reiben, Honen, Läppen oder Schmirlen können nur bedingt geeignete Gegenlaufflächen für Wellendichtringe erzeugt werden. Bevor so gefertigte Gegenlaufflächen zum Einsatz kommen, sollten immer einige Prüfläufe vorangehen.

Processing methods

Shaft surface processing

In order to ensure correct sealing function, it is essential that the contact surface is processed correctly. In order to prevent the feed or pumping effect and thereby leakages at the sealing point, the shaft should be processed such that it is non-spiralling and circular in the contact surface area of the sealing edge.

Hard-turning

The hard-turning processing method is chosen in particular because it is very economical. It aims to create a usable mating surface. In order to achieve this, very precise process parameters must be complied with, such as cutting speed, feed rate, cutting material or cutting depth.

Additional advantages of this processing method are:

- Few production steps
- Complete processing in one clamping position
- Short set-up times
- A precisely defined shaft surface structure
- Elimination of the grinding-sludge removal step

Due to the orientation of the spiral, i.e. the processing tracks, rotation-processed shafts have a clear feed effect: The oil is fed in one direction or the other, depending on the rotation direction of the shaft.

With an alternating rotation direction, a shaft should also be able to provide a feed in the opposite direction to the sealing direction. Particular attention should be paid to this fact when selecting the shaft seal. A hard-turned shaft should therefore only be used if only one rotation direction is required, i.e. if the shaft is required to provide a feed in the direction of the oil chamber. One alternative would be a shaft seal that can transport the flow produced by the hard-turned shaft back into the oil chamber. Shaft seals demonstrate similar friction torque behaviour on hard-turned shafts as on ground shafts.

Carrying out test runs with the selected shaft ensures optimal functional reliability. With this in mind, ttv works with manufacturers and, together with a research institute, carries out test runs with a variety of different shaft seal models.

In-feed grinding

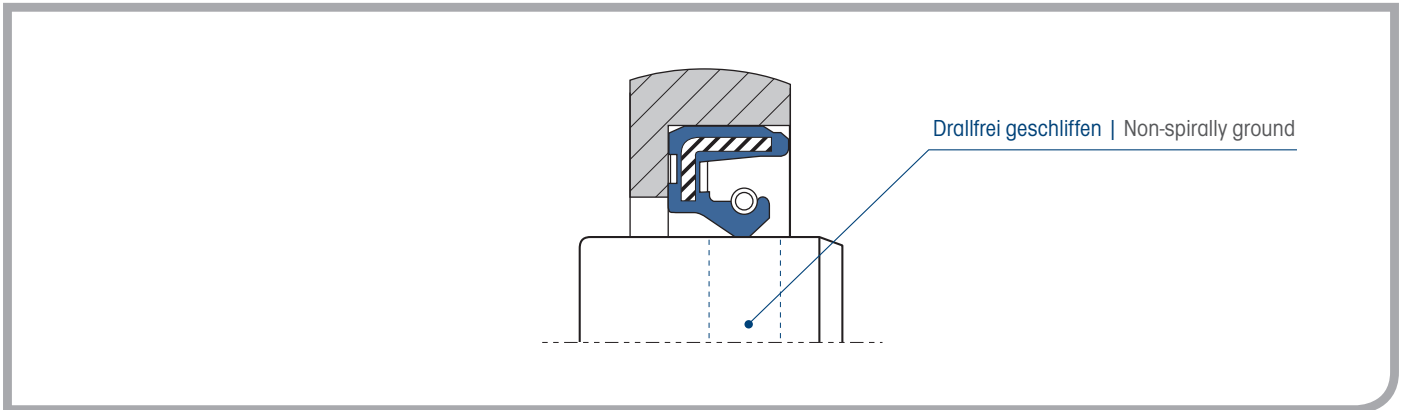
Grinding where the grinding wheel is not fed in axially is called in-feed grinding. This is the most common processing method, because it creates a non-spiralling mating surface, and the 30-second spark-off time ensures high levels of safety. The grinding wheel is dressed using a multipoint dresser in order to prevent any spiralling. However, it must be ensured that there is not an integral transmission ratio between the speed of the shaft (e.g. 50 rpm) and the speed of the grinding wheel (e.g. 1500 rpm). Shaft seal mating surfaces that can be produced by additional processes such as abrasive blasting, reaming, honing, lapping or sanding are only suitable to a limited extent. A number of test runs must be carried out before using mating surfaces produced in this way.

Wellenoberfläche

Um an der Abdichtstelle eine Förder- oder Pumpwirkung zu verhindern, welche die Funktion des Wellendichtrings beeinträchtigt und dadurch zur Leckage führen kann, sollte unbedingt auf eine drallfreie Fertigung des Laufflächenbereichs der Welle geachtet werden. Drallfrei ist eine Oberfläche dann, wenn die Bearbeitungsspuren keine Ausrichtung haben.

Shaft surfaces

In order to prevent a feed or pumping effect at the sealing point, which could impair the functionality of the shaft seal, thereby leading to a leak, it must be ensured that the shaft's contact surface area is manufactured such that it is non-spiralling. A surface is deemed non-spiralling if the processing tracks do not show any alignment.



Mit der so genannten Faden-Methode kann geprüft werden, ob Wellen und Wellenschutzhülsen drallfrei sind. Bei Drallfreiheit gleitet der Testfaden ohne axiale Spuränderung auf der befeuchteten Lauffläche. Ist Drall vorhanden, bewegt sich der Testfaden je nach Drehrichtung axial nach links oder rechts. Ein verlässliches Ergebnis lässt sich dabei aber nur erzielen, wenn unterschiedliche Parameter wie beispielsweise Drehzahl Gewicht oder Fadenumschlagwinkel eingehalten werden.

The so-called thread method can be used to check whether shafts and shaft protection sleeves are non-spiralling. If they are non-spiralling, the test thread will slide onto the moistened contact surface without any axial change to the track. If a spiral formation is present, the test thread will move axially left or right, depending on the rotation direction. A reliable result can only be achieved if different parameters are observed, such as speed, weight or thread wrap-around angle.

Drallprüfer basierend auf dem Streulichtverfahren sind die ideale Alternative zur Fadenmethode und kommen auch bei sehr kleinen und sehr großen Drallstrukturen zum Einsatz.

Spiral-testing devices based on the scattered light method are the perfect alternative to the thread method and are also used with very small or very large spiralling structures.

Wellenwerkstoffe

Bei allen Oberflächenwerkstoffen der Welle müssen die geforderten Werte für Härte und Oberflächengüte eingehalten werden.

Für Fälle, in denen es aus konstruktiven, fertigungstechnischen oder wirtschaftlichen Gründen nicht möglich ist, die Welle mit den geforderten Laufflächeneigenschaften auszustatten, bietet ttv Wellenschutzhülsen an.

Shaft materials

The required hardness and surface quality values must be complied with for all shaft surface materials.

ttv provides shaft protection sleeves for those situations where it is not possible to provide the shafts with the required contact surface properties for constructional, process-related or economic reasons.

Für die Eignung gilt folgendes:

- Sofern die entsprechenden Werte für die Oberflächenhärte eingehalten werden, eignen sich die üblichen Vergütungsstähle als Wellenwerkstoffe.
- Im Laufflächenbereich der Wellendichtringe darf sich auf keinen Fall Korrosion bilden. Zur Abdichtung von wässrigen Medien oder Wasser müssen deshalb Wellen aus nichtrostendem, härtbarem, hochlegiertem Stahl verwendet werden.
- Eisen-Gusswerkstoffe eignen sich nur teilweise wenn Lunkerfreiheit und eine Porengröße $< 0,05$ mm gewährleistet sind.
- NE-Metalle eignen sich nur bei untergeordneten Anwendungen und niedrigen Umfangsgeschwindigkeiten.

The following applies in terms of suitability:

- Standard tempered steels are suitable shaft materials, provided that the corresponding values for the surface hardness are complied with
- Corrosion must not form in the contact surface area of the shaft seal under any circumstances. Shafts made from stainless, temperable, highly alloyed steel must be used to seal watery media or water
- Cast iron materials are only partly suitable, provided that they are free from cavities and have a pore size of under < 0.05 mm.
- NE metals are only suitable for use with menial applications and at low circumferential speeds.

- In Sonderfällen können auch keramikbeschichtete Wellen verwendet werden, allerdings nur bei versiegelter Oberfläche und einer Porengröße von $< 0,05$ mm. Weitere Bedingungen sind eine gute Haftung auf der Welle sowie die Einhaltung der geforderten Oberflächengüte.
- Auf Grund der schlechten Bildung des Schmierfilms und des ungleichmäßigen Verschleißes sind hartverchromte Wellen nur eingeschränkt geeignet. Durch nachträgliches Einstichschleifen lässt sich die Ausbildung des Schmierfilms jedoch verbessern.
- Kunststoffwellen sind ebenfalls nur eingeschränkt geeignet. Bedingt durch die sehr niedrige Wärmeleitfähigkeit der Kunststoffe ist der Abtransport von Wärme über die Welle gestört. Das bewirkt eine erhebliche Temperaturerhöhung an der Dichtkante, was wiederum eine Erweichung oder das Schmelzen des Kunststoffs bewirken kann.

- Ceramic-coated shafts can also be used in special cases, but only with sealed surfaces and a pore size of under 0.05 mm. Additional requirements are good adhesion to the shaft and compliance with the required surface qualities
- Due to the associated poor formation of the film of lubricant and uneven wear, hard-chrome plated shafts are only suitable to a limited extent. However, retroactive in-feed grinding can improve the formation of the film of lubricant
- Plastic shafts are also only suitable to a limited extent. The very low thermal conductivity of plastics impairs the removal of heat via the shaft. This leads to a considerable increase in temperature at the sealing edge, which can cause the plastic to soften or melt.

Beschädigungen der Welle

Unbedingt zu vermeiden sind alle Arten von Beschädigungen. Dazu gehören Stoßstellen, Riefen, Lunker, Poren, Kratzer sowie Korrosion auf der Lauffläche. Knapp ein Drittel aller frühzeitigen Ausfälle und Leckagen sind auf eine falsche Wellenbearbeitung oder -beschädigung zurückzuführen.

Geeignete Transportvorrichtungen oder Schutzhüllen aus Kunststoff schützen Wellen von der Produktion bis zur fertigen Montage.

Shaft damage

All forms of damage must be avoided at all costs. Types of damage include truncations, corrugations, cavities, pores, scratches and corrosion on the contact surface. Almost a third of all premature failures and leakages are due to incorrect shaft processing or shaft damage.

Suitable transportation devices or protective plastic covers protect the shafts from the production stage to the final assembly.

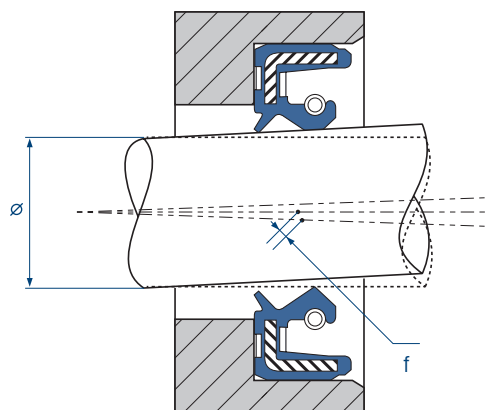
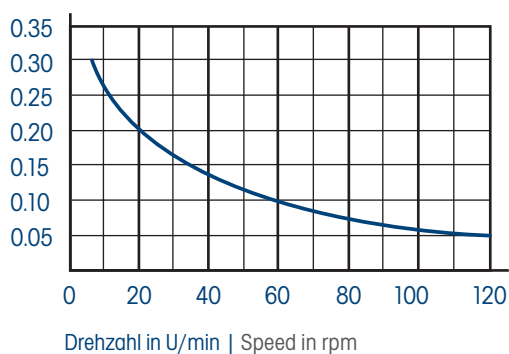
Exzentrizität

Die dynamische Exzentrizität oder der Wellenschlag müssen so gering wie möglich gehalten werden. Ansonsten kann es vorkommen, dass die Dichtlippe durch ihre Trägheit der Welle nicht mehr folgen kann. Das erzeugt einseitig einen zu großen Spalt zwischen Dichtkante und Welle, durch den das abdichtende Medium austritt. Um dem entgegenzuwirken, sollte der Wellendichtring in unmittelbarer Nähe des Lagers angebracht und das Lagerspiel so klein wie möglich gehalten werden. Die Abbildung zeigt die zulässigen Werte für die Exzentrizität in Abhängigkeit von der Drehzahl. Bei der druckbeaufschlagbaren Bauform von ttv ist die Anbindung wesentlich steifer ausgeführt, deshalb gelten für sie eingeschränkte Werte.

Eccentricity

The dynamic eccentricity or the shaft run-out must be kept as low as possible. Otherwise, the sealing lip may no longer be able to follow the shaft as a result of its inertia. This creates an overly large gap between the sealing edge and the shaft, through which the medium to be sealed can escape. In order to counteract this, the shaft seal should be fitted very close to the bearing, and the bearing play should be kept as low as possible. The illustration shows the permissible eccentricity values, depending on the speed. The connection on the pressurizable ttv model is substantially more rigid, so the restricted values apply for this model.

Rundlauf toleranz f in mm | Coaxiality tolerance f in mm



Bohrung

In der Gehäusebohrung erfolgt die statische Abdichtung durch den Außenmantel des Wellendichtrings. Deshalb ist die konstruktive Gestaltung der Bohrung von großer Bedeutung. Folgende technische Anforderungen sind unbedingt einzuhalten, um den dichten und festen Sitz in der Gehäusebohrung sicherzustellen:

Toleranzen

Um am Außendurchmesser des Wellendichtrings eine gute statische Dichtwirkung zu erzielen, ist für den Bohrungsdurchmesser b_B das ISO-Toleranzfeld H8 nach DIN ISO 286 vorzusehen.

Gehäusemaße

In der Tabelle sind die axialen Gehäusemaße und die dazugehörigen Eckradien in Abhängigkeit der Wellendichtring-Höhe b angegeben:

b	b_1 minimum	b_2 minimum	r_1
7	6	7.4	
8	6.9	8.4	0.5
10	8.6	10.4	
12	10.4	12.4	
15	12.8	15.4	0.7
20	17	20.4	

Bore

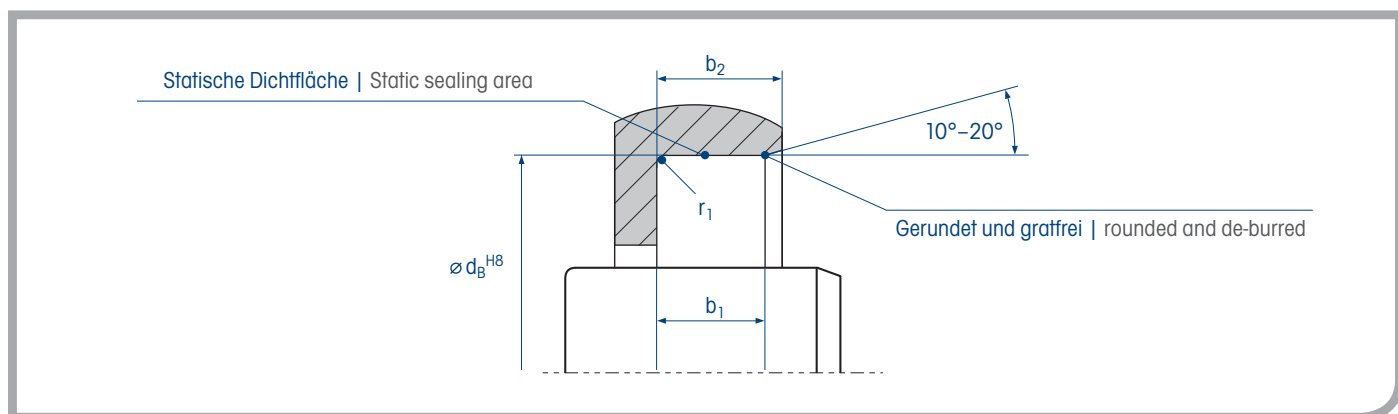
The shaft seal's outer sheath causes a static seal in the housing bore. Therefore, the way the bore is constructed is extremely important. The following technical requirements must be complied with without fail in order to ensure a good, leak-tight fit in the housing bore:

Tolerances

In order to ensure a good static sealing effect at the external shaft seal diameter, the ISO tolerance field H8 must be applied for bore diameter d_B , in accordance with DIN ISO 286.

Housing dimensions

The table shows the axial housing dimensions and associated corner radii, depending on the shaft seal height b :



Fase an der Bohrung

Um eine problemlose Montage des Wellendichtrings zu ermöglichen, sollte die Gehäusebohrung eine Fase von 10 bis 20 Grad haben. Die Übergänge sollten gratfrei ausgeführt sein.

Chamfer on the bore

In order to enable easy assembly of the shaft seal, the housing bore should have a 10 to 20-degree chamfer. The junctions should be de-burred.

Oberflächenqualität der Bohrung

Die folgenden Rauigkeitswerte sollten eingehalten werden, um eine gute statische Dichtigkeit und einen sicheren Haftsitz in der Gehäusebohrung zu erzielen:

Zulässige Werte für Bauformen mit gummiertem Außenmantel A / AS

$R_a = 1,6$ bis $6,3 \mu\text{m}$

$R_z = 10$ bis $20 \mu\text{m}$

$R_{\text{max}} = \leq 25 \mu\text{m}$

Zulässige Werte für Bauformen mit metallischem Außenmantel B / BS, C / CS

$R_a = 0,8$ bis $3,2 \mu\text{m}$

$R_z = 6,3$ bis $16 \mu\text{m}$

$R_{\text{max}} = \leq 16 \mu\text{m}$

Wellendichtringe mit metallischem Außenmantel und/oder Einsatz in Verbindung mit dünnflüssigen Medien oder Gas brauchen eine sehr gute Oberflächenqualität. Das heißt, die Oberfläche in der Gehäusebohrung sollte keinerlei Beschädigungen und Bearbeitungsspuren wie Kratzer, Stoßstellen, Riefen oder Lunken aufweisen.

Koaxialitätstoleranz

Aus der Koaxialität resultiert eine ungleichmäßige Verteilung der Anpressung um Umfang. Dadurch kommt es an der einen Seite zu einer stärkeren Beanspruchung der Dichtkante und damit zu vorzeitigem Verschleiß. Auf der anderen Seite kann eine zu geringe Anpressung der Dichtkante an die Welle zur Beeinträchtigung der Dichtfunktion führen und damit Leckage verursachen.

Die druckbeaufschlagbare Bauform mit ihren kürzeren Dichtlippen verlangen kleinere zulässige Werte. Durch folgende Parameter kann die Koaxialitätstoleranz vergrößert werden:

- Einsatz spezieller Elastomere
- flexiblere Aufhängungen der Dichtlippe
- längere Dichtlippen

Zur Erreichung einer gleichmäßigen spezifischen Radialkraft sollte die Koaxialitätsabweichung möglichst klein gehalten werden. Untenstehende Tabelle zeigt die zulässige Koaxialitätstoleranz zwischen Gehäusebohrung und Welle/Lagerstelle.

Bore surface quality

The following roughness values should be complied with in order to ensure good static leak-tightness and a secure tight fit in the housing bore:

Permissible values for model types with rubberised outer sheaths, A / AS

$R_a = 1.6$ to $6.3 \mu\text{m}$

$R_z = 10$ to $20 \mu\text{m}$

$R_{\text{max}} = \leq 25 \mu\text{m}$

Permissible values for model types with metal outer sheaths B / BS, C / CS

$R_a = 0.8$ to $3.2 \mu\text{m}$

$R_z = 6.3$ to $16 \mu\text{m}$

$R_{\text{max}} = \leq 16 \mu\text{m}$

Shaft seals with metal outer sheaths and/or that are used with low-viscous media or gas require very good surface quality. This means that there should be no indications of damage or processing tracks such as scratches, truncations, corrugations or cavities on the surface inside the housing bore.

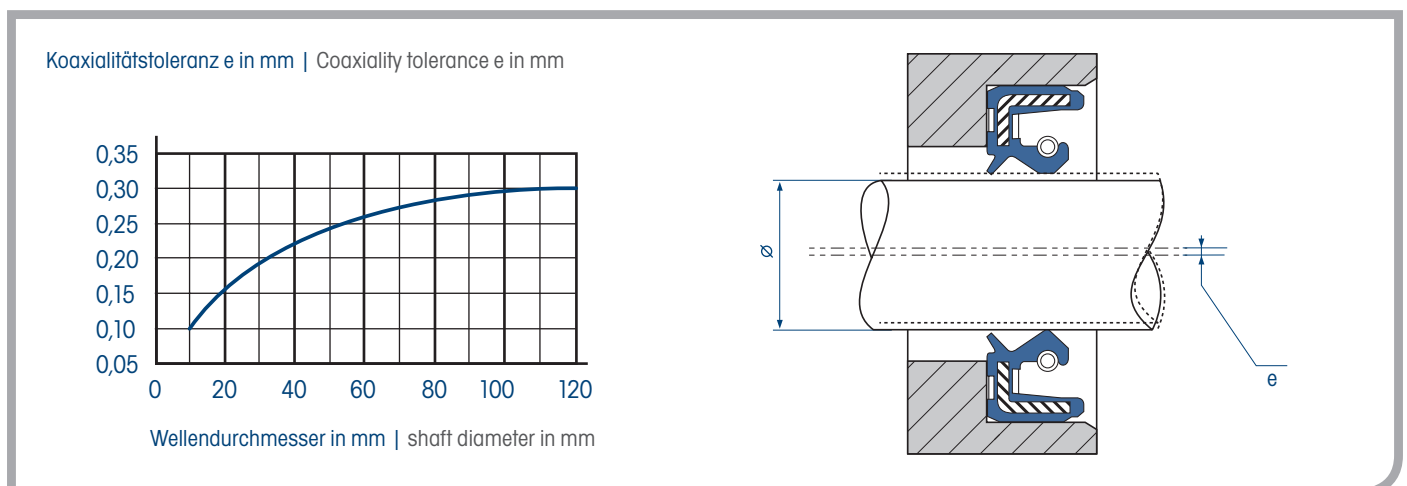
Coaxiality tolerance

The coaxiality leads to an uneven distribution of the contact pressure in the circumference. On the one hand, this leads to a heavier load on the sealing edge, which in turn leads to premature wear. On the other hand, insufficient contact pressure between the sealing edge and the shaft can impair the sealing function, thereby causing leakage.

The pressurizable models with short sealing lips need lower permissible values. The following parameters can increase the coaxiality tolerance:

- Use of special elastomers
- More flexible sealing lip attachments
- Longer sealing lips

In order to ensure that the specific radial force is even, the coaxiality deviation should be kept to a minimum. The table below shows the permissible coaxiality tolerance between the housing bore and the shaft/bearing position.



Thermische Ausdehnung

Der Ausdehnungskoeffizient α von Wellendichtringen und Gehäusen ist für die statische Abdichtung in der Bohrung von zentraler Bedeutung. Die teilweise erheblichen Temperaturdifferenzen während des Betriebs können verschiedenste lineare Maßänderungen der unterschiedlichen Werkstoffe bewirken.

Stahl, Eisen- Gusswerkstoffe, NE-Metalle, Kunststoffe (Thermoplaste) und Elastomere weisen erhebliche Unterschiede beim Ausdehnungskoeffizienten auf, was zu vielfältigen Problemen führen kann.

Wird beispielsweise zwischen NE-Metall- oder Kunststoffgehäuse und Wellendichtring mit metallischem Außenmantel die Temperatur erhöht, verringert sich durch die unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten die Presspasszugabe/Vorspannung, was ein Herausdrücken der Dichtung bewirken kann.

Aus diesem Grund sollten bei Kunststoff- oder NE-Metall-Gehäusen Wellendichtringe mit gummiertem Außenmantel, beispielsweise die Bauform A/AS eingesetzt werden. Diese Bauform hat konstruktionsbedingt eine größere Presspasszugabe und kann durch ihren größeren Ausdehnungskoeffizienten einer Gehäuseausdehnung besser folgen.

Die Bauform rilliert, also Wellendichtringe mit Gummi ummantelter, rillierter, Außenfläche, verfügt über eine noch höhere Presspasszugabe. Daher können sie noch größere Spalte abdecken. Aus thermischer Sicht am vorteilhaftesten sind Gehäuse aus Eisen-Gusswerkstoff oder Stahl in Kombination mit einem Wellendichtring mit gummiertem Außenmantel.

Schiefsitz bei Wellendichtringen

Schiefsitz führt bei eingebauten Wellendichtringen zu Pumpwirkungen und mindert die Dichtwirkung. Bei rauen Oberflächen kann es zudem zu einem starken einseitigen Verschleiß an der Dichtlippe kommen. Deshalb müssen Wellendichtringe möglichst zentrisch und senkrecht zur Welle eingebaut werden. Nach DIN 3760 sollten die Werte für Rechtwinkligkeitstoleranz aus folgender Tabelle nicht überschritten werden.

Wellendurchmesser / mm Shaft diameter / mm	Rechtwinkligkeitstoleranz / mm Perpendicularity tolerance / mm
Bis 30 To 30	0.1
Über 30 bis 85 Above 30 to 85	0.2
Über 85 Above 85	0.3

Thermal expansion

The expansion coefficient α of the shaft seals and the housings is crucial for the static seal in the bore. The occasionally significant temperature differences that occur during operation can cause the different materials to undergo an extremely wide range of linear dimensional changes.

Steel, cast-iron materials, NE metals, plastics (thermoplastics) and elastomers exhibit considerable differences in terms of expansion coefficients, which can lead to a variety of problems.

If there is an increase in temperature between the NE metal or plastic housing and the shaft seal with metal outer sheath, for example, the different expansion coefficients lead to a reduction in the press-fit tolerance/pre-load, which can push out the seal.

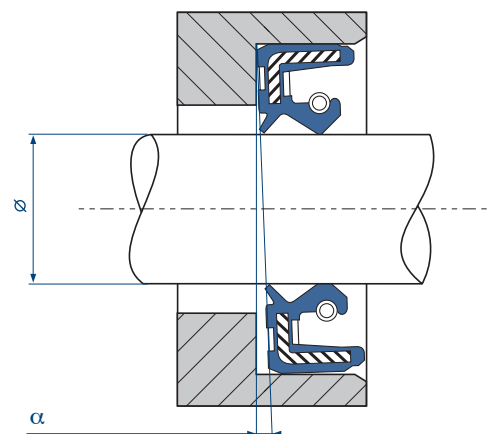
Shaft seals with rubberised outer sheaths, such as the A/AS model, should therefore be used if the housings are made of plastic or NE metals

This model is designed to have a larger press-fit tolerance, and can better follow a housing expansion thanks to its higher expansion coefficients.

The model is grooved, so shaft seals with rubber-coated grooved outer surfaces have an even higher press-fit tolerance. This enables them to cover even larger gaps. In terms of thermodynamics, the best option is to use a cast iron or steel housing combined with a shaft seal with rubberised outer sheath.

Oblique shaft seal fit

An oblique fit in installed shaft seals leads to pumping effects and reduced sealing effect. In rough surfaces, an oblique fit can also cause severe wear on one side of the sealing lip. Shaft seals must therefore be fitted as centrally and vertically to the shaft as possible. In accordance with DIN 3760, the perpendicularity tolerance values listed in the following table should not be exceeded.



Steifheit

In erster Linie aus Kostengründen sind Bohrungen oft extrem dünnwandig konstruiert. Werden Wellendichtringe in Bohrungen mit geringer Festigkeit oder in dünnwandige Aufnahmen montiert, droht eine Aufweitung der Bohrung und dadurch eine Leckage. Die Auswahl einer geeigneten Bauform des Wellendichtrings hält die Aufweitung der Bohrung in Grenzen und gewährleistet so den für die statische Dichtheit nötigen Sitz.

Geteilte Gehäuse

Die guten Ausgleichseigenschaften und die gute elastische Verformbarkeit des Elastomers der Bauform A gewährleisten die geforderte statische Dichtheit, beispielsweise bei geteilten Aufnahmebohrungen.

Die Bauform A/AS sowie AX-3M mit gummiertem Außenmantel ist deshalb gut geeignet bei geteilten Aufnahmebohrungen, um die statische Dichtheit auch an den Trennfugen zu erreichen.

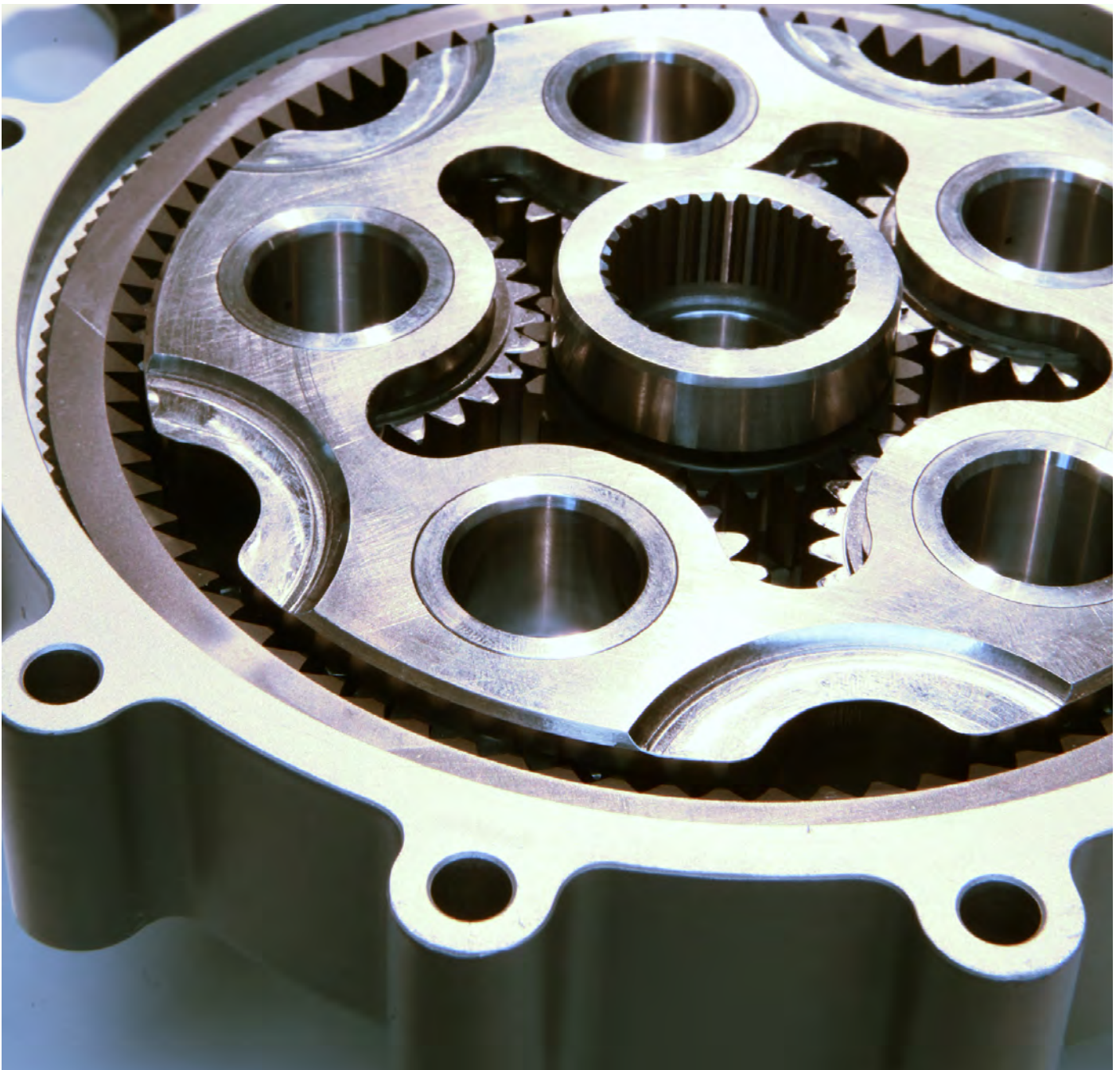
Rigidity

For cost reasons, bores are predominantly produced with extremely thin walls. If shaft seals are fitted in bores with low levels of stability or in fixtures with thin walls, there is a risk that the bore will expand, causing leakage. By selecting a suitable shaft seal model, the risk of bore expansion is limited, thereby ensuring the fit required for static sealing.

Split housing

Model A boasts good offsetting properties, and the elastomer used in this model has a good elastic deformation capacity, ensuring the required sealing effect for split mounting bores.

Models A/AS and AX-3M, with rubberised outer sheaths, are therefore well-suited for use with split mounting bores, as they help ensure static sealing even at the joints.



7. Montagehinweise

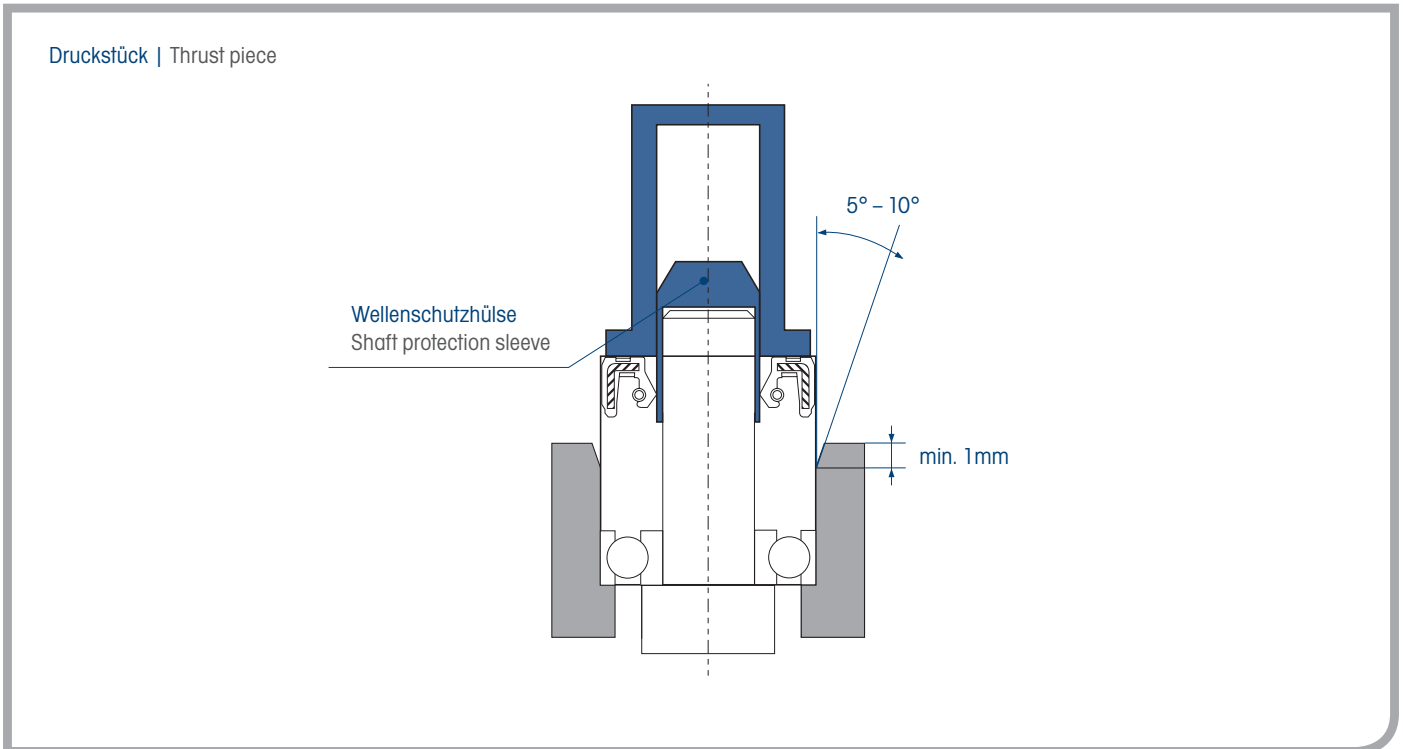
Bei der Montage von Wellendichtringen gelten folgende Regeln:

- es ist auf eine ausreichende Fettung bzw. Schmierung von Welle und Wellendichtring zu achten
- sämtliche Elemente, wie Welle, Bohrung und Dichtring müssen sauber sein
- Übergänge müssen gerundet und graffrei sein
- der Wellendichtring sollte beim Einpressen nicht verkantet werden
- der Wellendichtring sollte parallel zur Welle montiert werden
- Beschädigungen an der Dichtlippe, beispielsweise durch Zahnräder oder sonstige Übergänge sind zu vermeiden

7. Installation instructions

The following rules apply to the installation of shaft seals:

- It must be ensured that the shaft and shaft seal are sufficiently greased or lubricated
- All components, such as the shaft, bore and seal ring, must be clean
- Junctions must be rounded and de-burred
- The shaft seal should not be tilted when it is pressed in
- The shaft seal should be installed parallel to the shaft
- Damage to the sealing lip, due to gearwheels or other junctions for example, must be avoided

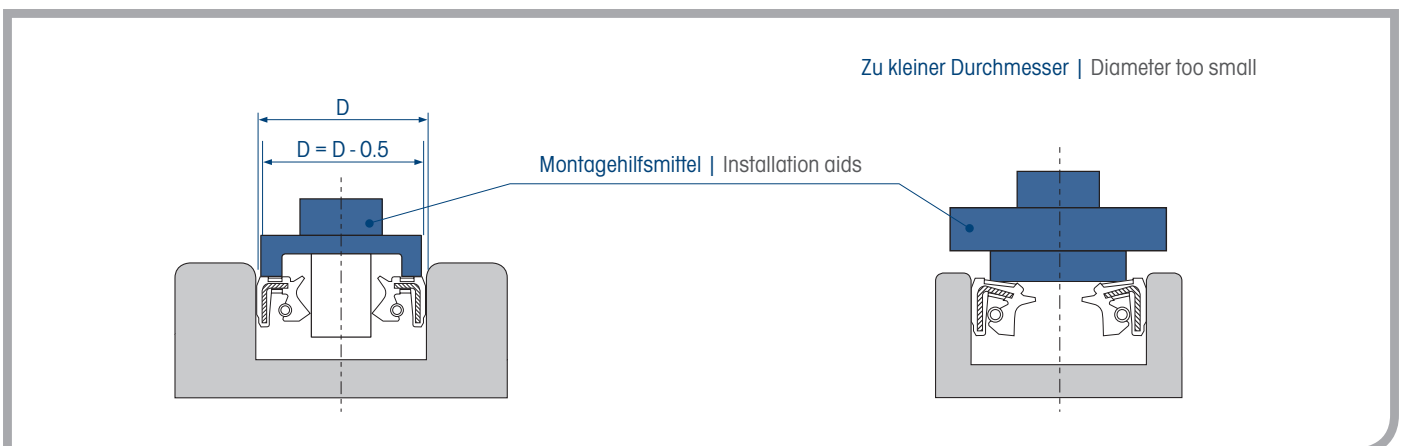


Montage eines Wellendichtrings anhand von Schaubildern:

Using diagrams to install a shaft seal:

Richtig | Correct

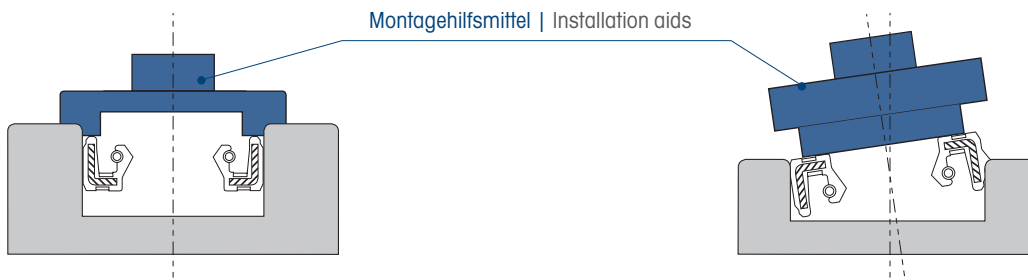
Falsch | Incorrect



Richtig | Correct

Falsch | Incorrect

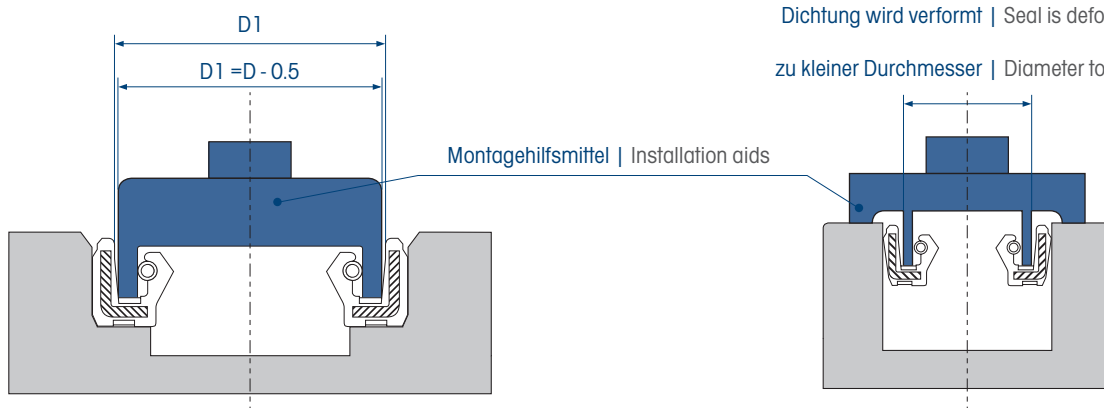
Außenmantel wird abgeschert | Outer sheath sheared off



Richtig | Correct

Falsch | Incorrect

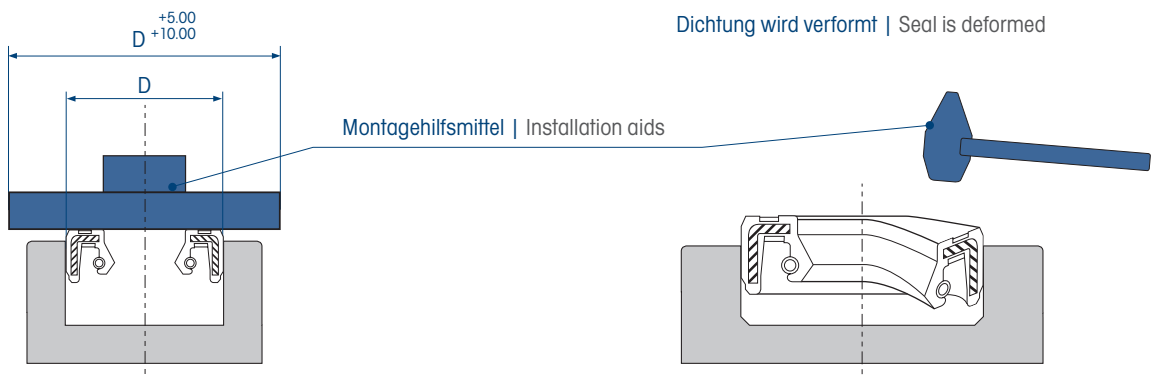
Dichtung wird verformt | Seal is deformed
zu kleiner Durchmesser | Diameter too small



Richtig | Correct

Falsch | Incorrect

Dichtung wird verformt | Seal is deformed



- Gründliche Schmierung bzw. Fettung vereinfacht die Montage.
- Das Einlaufen des Wellendichtrings wird durch Einsatz eines Schmiermittels auf der Welle verbessert.
- Es sollte auf keinen Fall versucht werden, den Wellendichtring mittels eines Hammers in die Bohrung zu schlagen.

- Performing thorough lubrication or greasing makes installation easier.
- Lubricating the shaft improves the shaft seal run-in.
- Under no circumstances should a hammer be used to attempt to knock the shaft seal into the bore

Montagehilfen

Falsche Montage oder ungeeignete Montagehilfen sind die Ursache für knapp ein Drittel aller Beschädigungen und Ausfälle von Wellendichtringen. Deshalb ist eine absolut korrekte Montage gemäß DIN 3760 von zentraler Bedeutung.

Einbauraum und Wellendichtring müssen vor der Montage gründlich gereinigt werden, da anhaftende Schmutzpartikel schon nach kurzer Zeit zur Leckage führen. Die ttv-Montagehinweise sind unbedingt zu beachten.

Zum Einpressen von Wellendichtringen in die Gehäusebohrung eignen sich am besten eine hydraulische oder mechanische Einpressvorrichtung. Mit dem Ziel einer möglichst hohen Presskraft am Außendurchmesser, liegt die Einpressvorrichtung großflächig an der Außenseite des Wellendichtrings an. Dabei muss das Einpresswerkzeug eine Zeit lang in Endstellung gehalten werden, um Schrägstellungen oder Rückfederungen des Wellendichtrings möglichst gering zu halten.

Sollte es nötig sein, Wellendichtringe über scharfkantige Absätze wie Gewinde, Nuten oder Wellenenden zu führen müssen passende Montagehilfen vorgesehen werden, die keine Beschädigungen wie raue Oberflächen oder Kratzer aufweisen dürfen.

Um einen festen Sitz zu gewährleisten, muss sichergestellt werden, dass der Außenmantel komplett an der Gehäusebohrung anliegt. Wenn die Stirnflanke des Wellendichtrings auch nur geringfügig über die Gehäuseflanke hinausragt, kann das eine Verringerung des Haftanteils und unerwünschte Bewegungen des Wellendichtrings in der Bohrung bewirken.

Wenn zwischen Schutz- und Dichtlippe Fett gefüllt werden soll, sollte der Zwischenraum maximal zu zwei Dritteln gefüllt werden und ein definierter Auftrag vorgesehen werden. Auftragshilfen wie Pinsel können auf der Dichtung Rückstände hinterlassen, welche die Funktion stören.

Installation aids

Almost a third of all shaft seal damage and failure is caused by incorrect installation or the use of unsuitable installation aids. It is therefore essential that the shaft seals be installed correctly in accordance with DIN 3760.

The installation area and the shaft seal must be thoroughly cleaned prior to installation, as adherent dirt particles can quickly cause leakages. The ttv installation instructions must be observed without fail.

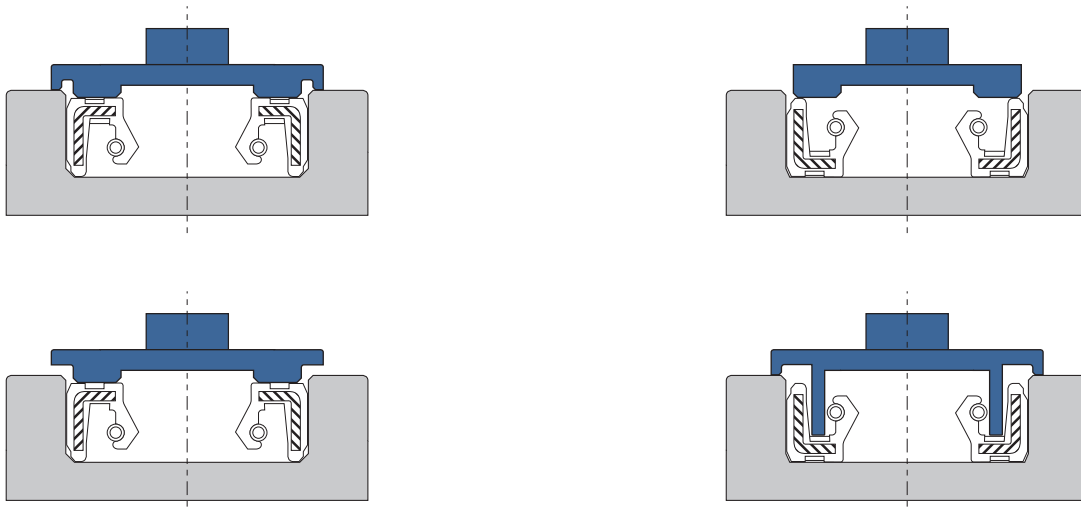
A hydraulic or mechanical press-in tool is the most suitable device for pressing the shaft seal into the housing bore. In order to achieve the highest possible pressing force at the external diameter, the press-in tool must be placed with a large proportion of its surface area on the outside of the shaft seal. During this press-in process, the press-in tool must be held in the final position for some time, in order to minimise the risk of the shaft seal springing back or exhibiting any obliqueness.

If it is necessary to pass the shaft seal over any sharp edges, such as threads, grooves or shaft ends, then suitable installation sleeves must be provided. These sleeves must not be damaged and must not feature any rough surfaces or scratches.

In order to guarantee a secure fit, it must be ensured that the outer sheath is placed fully against the housing bore. If the front chamfer of the shaft seal protrudes only slightly over the housing chamfer, this can reduce the extent of the adhesion and lead to unwanted movement of the shaft seal inside the bore.

If the area between the dust lip and the sealing lip is to be filled with grease, then only two-thirds of this area should be filled, and the application of the grease must be carried out in a specified manner. Application aids such as brushes can leave residue on the seal, which can impair its functionality.

Mögliche Montagehilfe | Possible installation aids



Wellendichtringe aus Polytetrafluorethylen (PTFE)

Wird PTFE über eine angefaste Welle eingebaut, muss ein Montagekonus vorgesehen werden, um die Dichtlippe zu führen und deren Umklappen zu verhindern.

Wird M01 | M02 mit der Außenseite voran montiert, muss eine Anfassung oder eine Rundung vorgesehen werden. Ansonsten gelten die üblichen Richtlinien zur Montage von Wellendichtringen. Angaben zur Montageschräge „d₂“ siehe Tabelle.

Shaft seals made from polytetrafluoroethylene (PTFE)

If PTFE is fitted over a chamfered shaft, an installation cone must be provided in order to guide the sealing lip and prevent it from collapsing downwards.

If M01 | M02 is installed with the outer side facing forwards, a chamfer or rounded-edge must be provided. Otherwise, the usual guidelines for the installation of shaft seals apply. See table for information on the installation "d₂".

$\varnothing d_1$	$\varnothing d_2$
5 – 65	d ₁ -4
65 – 140	d ₁ -5
140 – 180	d ₁ -7



8. Wissenswertes zur Lagerung von Elastomer-Produkten

Auch bei Lagerung über mehrere Jahre bleiben die Eigenschaften von Elastomeren beinahe unverändert erhalten. Voraussetzung hierfür ist allerdings, dass die in DIN 7716 und ISO 2230 ausgeführten Mindestanforderungen an die Lagerungsbedingungen eingehalten werden.

Ganz wichtig ist die Dichtungen trocken, kühl, möglichst staubfrei und ohne Druck, Zug oder sonstige mechanische Einwirkungen zu lagern, ideal in luftdichten Verpackungen wie beispielsweise in Polyethylen-Beuteln.

Für Räume in denen Elastomere gelagert werden, gilt folgendes:

- konstante Temperatur, zwischen -10 und +20 °C
- maßvolle Belüftung des Lagerraums
- Vermeidung von Zugluft
- Vermeidung von starken Temperaturwechseln
- Vermeidung von starkem Lichteinfluss – insbesondere UV-Strahlung
- Vermeidung von direkter Sonneneinstrahlung
- relative Luftfeuchtigkeit von nicht mehr als 65%
- keine Ozon erzeugenden elektrischen Einrichtungen
- Mindestabstand des Lagerguts vom Heizkörper mindestens 1 Meter

Weitere Informationen zur Lagerung von Wellendichtringen finden Sie im Downloadcenter unter www.ttv-gmbh.de

8. Information on storing elastomer products

Elastomer properties remain almost unchanged, even when stored for many years. In order for this to be the case, however, the minimum storage condition requirements set out in DIN 7716 and ISO 2230 must be complied with.

It is extremely important that the seals are stored in a cool, dry location that is as free from dust as possible, and where they are not subjected to any pressure, tension or other mechanical influences. Ideally, they should be stored in air-tight packaging, such as polyethylene bags.

The following rules apply for areas where elastomers are stored:

- A constant temperature between -10 and +20 °C should be maintained
- Reasonable ventilation of the storage area should be ensured
- Draughts should be avoided
- Extreme temperature changes should be avoided
- Extreme light exposure—particularly UV radiation—should be avoided
- Direct sunlight should be avoided
- A relative humidity of no more than 65% should be ensured
- No ozone-generating electrical equipment should be present
- There should be a minimum distance of 1 m from the stored items to the radiator

Additional information on storing shaft seals can be found in the Download centre at www.ttv-gmbh.de

9. Einsatzbereiche der Werkstoffe

9. Fields of application for the materials

Werkstoff Material	NBR	NBR (Hochtemp.) NBR (High Nitrile)	NBR (Tieftemp.) NBR (High Nitrile)	HNBR	ACM	FPM	Silikon Silicon	PTFE
Tiefsttemperatur Lowest temperature	-30	-30	-50	-40	-25	-30	-50	-80
Höchsttemperatur (Ohne Medieneinfluss) Highest temperature (without influence of media)	+100	+120	+90	+150	+150	+200	+200	+200
Abriebfestigkeit Abrasion resistance	2	2	2	1-2	3	1-2	3	3

1 = sehr gut / 2 = gut / 3 = mäßig | 1 = very good / 2 = good / 3 = moderate

Abzudichtende Medien – zulässige Dauertemperatur (°C)

Media to be sealed – permissible permanent temperature (°C)

Mineralöle Mineral oils	NBR	NBR (Hochtemp.) NBR (high-temp.)	NBR (Tieftemp.) NBR (low-temp.)	HNBR	ACM	FPM	Silikon Silicon	PTFE
Motorenöle Engine oils	+100	+100	+90	+100	+130	+150	+130	+150
Getriebeöle Gearbox oils	+80	+80	+70	+80	+120	+150	+130	+150
Hypoid-Getriebeöle Hypoid gearbox oils	+80	+80	+70	+80	+120	+140	–	+150
ATF-Öle ATF oils	+100	+100	+80	+100	+130	+150	●	+150
Druckflüssigkeiten nach DIN51524 Pressurised fluids as per DIN51524	+90	+90	+80	+90	+120	+130	●	+150
Heizöle EL und L UL and L fuel oils	+90	+90	●	+80	●	+150	●	+150
Fette Greases	+90	+90	+80	+90	+120	+150	●	+150

Schwerentflammbare Druckflüssigkeiten VDMA 24317 / 24320

Low-flammability pressurised liquids VDMA 24317 / 24320

	NBR	NBR (Hochtemp.) NBR (high-temp.)	NBR (Tieftemp.) NBR (low-temp.)	HNBR	ACM	FPM	Silikon Silicon	PTFE
HFA – Öl in Wasser Emulsionen HFA – oil in water emulsions	+60	+60	●	+60	–	+150	●	▲
HFB – Wasser in Öl-Emulsionen HFB – water in oil emulsions	+60	+60	●	+60	–	+150	●	▲
HFC – Wasser in Öl-Emulsionen HFC – water in oil emulsions	+60	+60	●	+60	–	+140	●	▲
HFD – wasserfreie, synthetische Flüssigkeiten HFD – anhydrous synthetic liquids	–	–	–	–	–	+150	●	+150

Sonstige Medien

Other media

	NBR	NBR (Hochtemp.) NBR (high-temp.)	NBR (Tieftemp.) NBR (low-temp.)	HNBR	ACM	FPM	Silikon Silicon	PTFE
Wasser Water	+80	+80	●	+90	–	+80	●	▲
Waschlaugen Suds	+80	+80	●	+90	–	+80	●	▲

- ▲ = Beständig, wird aber nicht verwendet | Resistant, but not used
- = Nur bedingt beständig | Only resistant to a limited extent
- = Nicht beständig | Not resistant

