

Beschreibung

Radialwellendichtringe sind Rotationsdichtungen. Sie werden zum Abdichten rotierender oder schwenkender Maschinenelemente (hauptsächlich Wellen) eingesetzt. Die Anwendungsgebiete sind vielfältig und verteilen sich auf alle Bereiche des Maschinen- und Apparatebaus.

typische Anwendungen

- Motoren- und Getriebebau
 - Industriegetriebe
 - Getriebemotoren
 - Elektromotoren
 - Verbrennungsmotoren
- Pumpen
- Antriebssysteme
 - Landmaschinen
 - Baumaschinen
- Haushaltsgeräte
 - Waschmaschinen (für Haushalt und Industrie)
 - Spülmaschinen
- Großmaschinen
 - Walzwerke
 - Schiffbau
 - Windkraftanlagen

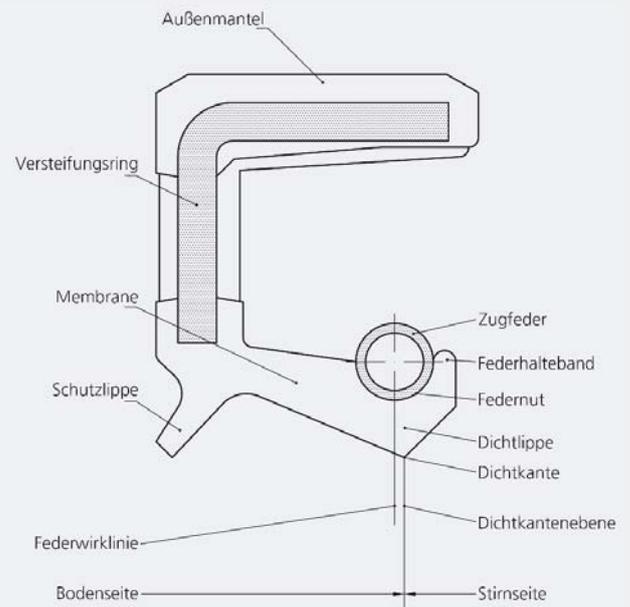
Anforderungen an Radialwellendichtringe

- leckagefreie Abdichtung unter allen Betriebsbedingungen
- geringe Reibung, geringe Verlustleistung, geringe Wärmeentwicklung
- leichte Montage, einfacher Austausch

In den meisten Anwendungen ist der Radialwellendichtring erforderlich um ein Schmiermedium innerhalb eines abzudichtenden Raumes zurückzuhalten. Gleichzeitig kann die Forderung bestehen das Eindringen von Schmutz, Staub, Wasser, o.ä. in den abzudichtenden Raum zu verhindern. Für diese Aufgaben sind Radialwellendichtringe die besten und daher meistverwendeten Dichtelemente.

Der Aufbau eines Radialwellendichtringes ist gekennzeichnet durch:

- einen Elastomerteil D
 - Dichtlippe, ggf. Schutzlippe,
 - Außenmantel und Ummantlung des Versteifungsringes
- einen metallischen Versteifungsring
- eine Zugfeder



Begriffe am Radialwellendichtring
Typ OS-A11 mit Elastomer-Außenmantel,
Dichtlippe, Zugfeder und Schutzlippe

Normen

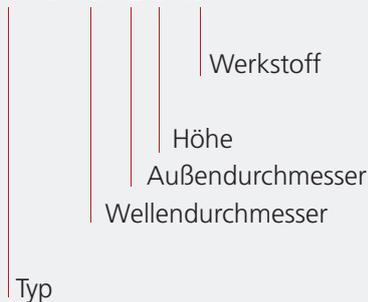
Die Ausführung der Radialwellendichtringe basiert auf der DIN 3760.

International findet auch die ISO 6194 Anwendung.

Die übliche Bezeichnung für einen Radialwellendichtring beinhaltet die Bauform, den Wellendurchmesser, den Außendurchmesser, die Höhe und den Werkstoff:

Radialwellendichtring

OS-A10 45-72-8 NBR



Qualität

Unsere Radialwellendichtringe werden nach strengen Qualitätsanforderungen für alle Bereiche von der Entwicklung, der Beschaffung der Ausgangsmaterialien über die Fertigung bis hin zum Versand hergestellt. Moderne Fertigungsmethoden, langjährige Erfahrung, strenge Prüfungen und eine durchgängige Dokumentation gewährleisten die Erfüllung unserer eigenen und vor allem der Qualitätsansprüche unserer Kunden.

Die Produktqualität wird laufend durch Prüfungen anhand der gängigen internationalen Normen sichergestellt.

Für alle Standard-Radialwellendichtringe, für die keine anders lautende Vereinbarung getroffen wurde, gilt folgende Lieferqualität:

Radialwellendichtringe nach DIN 3760
Annehmbare Qualitätsgrenzlage AQL 1,5
nach DIN ISO 2859-1

Kundenspezifische Qualitätsanforderungen können auftragsbezogen vereinbart werden.

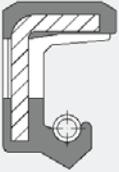
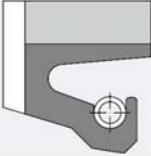
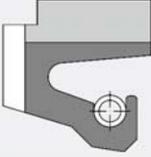
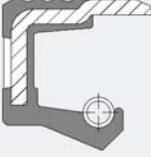
Standardbauformen

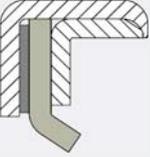
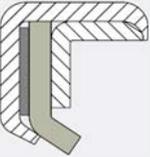
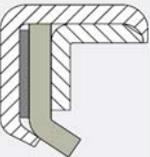
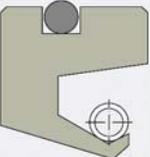
Lippen-Design	Außenmantel-Design		
	Außenmantel Elastomer	metallischer Außenmantel, einteilig	metallischer Außenmantel, +Versteifungskappe
Dichtlippe, federbelastet	OS-A10 	OS-B10 	OS-C10
Dichtlippe, federbelastet, + Schutzlippe	OS-A11 	OS-B11 	OS-C11
Dichtlippe, ohne Feder	OS-G12 	OS-B12 	
Dichtlippe, federbelastet, Käfig mit Elastomer vollummantelt	OS-F10 		
Dichtlippe, federbelastet, + Schutzlippe Käfig mit Elastomer vollummantelt	OS-F11 		
Dichtlippe, federbelastet, + Schutzlippe, druckbelastbar (siehe Betriebsparameter/ Druck)	OS-N21 		

Sonderbauformen

Auf Anfrage steht die volle Breite der Sonderbauformen zur Verfügung, eine Auswahl daraus ist nachfolgend dargestellt.

Profilskizze	Bauform	Beschreibung
	OS-A13	Außenmantel Elastomer, Dichtlippe ohne Feder + Schutzlippe
	OS-C12	metallischer Außenmantel + Versteifungskappe, Dichtlippe ohne Feder
	OS-C13	metallischer Außenmantel + Versteifungskappe, Dichtlippe ohne Feder + Schutzlippe
	OS-D10	Außenmantel Elastomer, 2 Dichtlippen federbelastet, zum Trennen zweier Medien
	OS-D15	metallischer Außenmantel, 2 Dichtlippen federbelastet, zum Trennen zweier Medien
	OS-G10	Außenmantel Elastomer, rilliert, Dichtlippe federbelastet
	OS-G11	Außenmantel Elastomer, rilliert, Dichtlippe federbelastet + Schutzlippe
	OS-G13	Außenmantel Elastomer, rilliert, Dichtlippe ohne Feder + Schutzlippe

Profilskizze	Bauform	Beschreibung
	OS-N34	Außenmantel Elastomer, Dichtlippe federbelastet, druckbelastbar (siehe Betriebsparameter/Druck)
	OS-018	außendichtend, Dichtlippe federbelastet, Innendurchmesser elastomerummantelt
	OS-Q10	Außendurchmesser gewebeverstärkt, Dichtlippe federbelastet
	OS-Q11	Außendurchmesser gewebeverstärkt, Dichtlippe federbelastet + Schutzlippe
	OS-Q12	Außendurchmesser gewebeverstärkt, Dichtlippe federbelastet, radiale Schmiernuten auf der Bodenseite
	OS-Q13	Außendurchmesser gewebeverstärkt, Dichtlippe federbelastet, radiale Schmiernuten auf der Bodenseite + umlaufende Nut im Außendurchmesser
	OS-BG10	Außenmantel halb metallisch, halb Elastomer, rilliert, Dichtlippe federbelastet
	OS-BG11	Außenmantel halb metallisch halb Elastomer, rilliert, Dichtlippe federbelastet + Schutzlippe

Profilskizze	Bauform	Beschreibung
	OS-PA30	formenunabhängige Fertigung, metallischer Außenmantel, PTFE Dichtlippe ohne Feder
	OS-PA31	formenunabhängige Fertigung, metallischer Außenmantel, PTFE Dichtlippe ohne Feder
	OS-PA32	formenunabhängige Fertigung, metallischer Außenmantel, PTFE Dichtlippe ohne Feder
	OS-ST18	Kassettendichtung
	OS-W10	formenunabhängige Fertigung, metallischer Außenmantel, Dichtlippe federbelastet
	OS-W11	formenunabhängige Fertigung, metallischer Außenmantel, Dichtlippe federbelastet + Schutzlippe
	OS-W50	formenunabhängige Fertigung gedrehte PTFE Dichtung + O-Ring am Außendurchmesser, Dichtlippe federbelastet

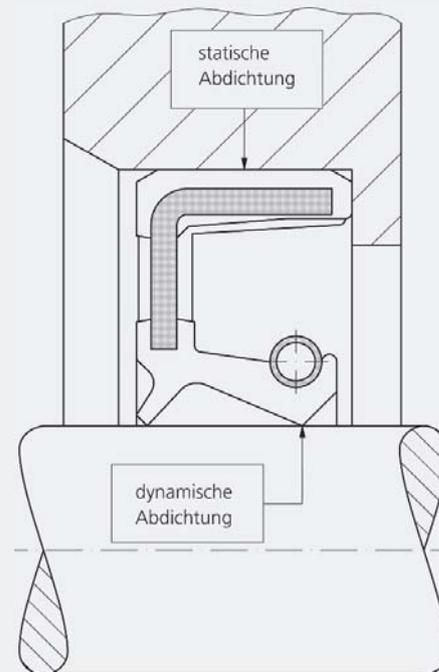
Funktionsprinzip, Dichtungstheorie

Für die zuverlässige Funktion eines Radialwellendichtringes ist eine ganze Reihe von Einflussfaktoren rund um das Dichtsystem verantwortlich. Das gesamte Dichtsystem, bestehend aus Radialwellendichtring, Welle, Gehäuse, Medium, Umgebungs- und Betriebsbedingungen, bestimmt über Funktion und Lebensdauer der Dichtung.

Der Radialwellendichtring übernimmt

2 Dichtungsaufgaben:

- Die statische Abdichtung zwischen der Gehäusebohrung und dem Außenmantel der Dichtung, wobei gleichzeitig ein sicherer und fester Sitz der Dichtung im Gehäuse gewährleistet wird.
- Die dynamische Abdichtung zwischen der Dichtkante des Radialwellendichtringes und der Wellenoberfläche. (Bei Stillstand der Welle ist die Abdichtung hier ebenfalls statisch.)



Statische Abdichtung

Die statische Abdichtung zwischen der Gehäusebohrung und dem Außenmantel des Radialwellendichtringes wird durch ein Übermaß am Außendurchmesser der Dichtung erreicht. (siehe rechte Tabellen und Außendurchmesservarianten)

Dichtung und Einbauraum sind durch die vorgegebenen Passungen und Einführschrägen so ausgelegt, dass eine ausgewogene Kombination aus einfacher Montage und statischer Dichtheit erreicht wird.

Die Preßsitzzugabe ist das Maß um das der Außendurchmesser des Radialwellendichtringes größer ausgeführt ist als das Nennmaß der Gehäusebohrung.

Außen-Ø D **zulässige Durchmesserdiffferenz**
(Unrundheit) für den Außen-Ø D

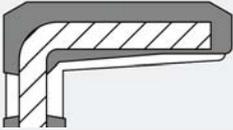
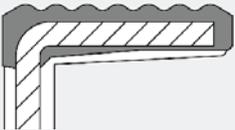
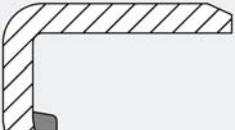
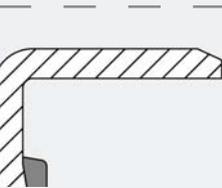
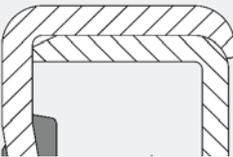
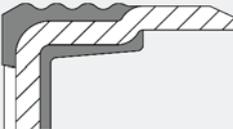
bis 50	0,25
über 50 bis 80	0,35
über 80 bis 120	0,5
über 120 bis 180	0,65
über 180 bis 300	0,8
über 300 bis 500	1,0

Die Durchmesserdiffferenz ($D_{\max} - D_{\min}$) ergibt sich aus 3 oder mehr Messungen gleichmäßig am Umfang verteilt.

Preßsitzzugabe für den RWDR Außendurchmesser

Außen-Ø D	Preßsitzzugabe für den RWDR Außendurchmesser		
	Bauformen nach DIN-Typ A	Bauformen nach DIN-Typ A + Rillierung	Bauformen nach DIN-Typ B u. C
	Außenmantel Elastomer, glatt	Außenmantel Elastomer, rilliert	Außenmantel metallisch
bis 50	+0,30 +0,15	+0,40 +0,20	+0,20 +0,10
über 50 bis 80	+0,35 +0,20	+0,45 +0,25	+0,23 +0,13
über 80 bis 120	+0,35 +0,20	+0,45 +0,25	+0,25 +0,15
über 120 bis 180	+0,45 +0,25	+0,55 +0,30	+0,28 +0,18
über 180 bis 300	+0,45 +0,25	+0,55 +0,30	+0,30 +0,20
über 300 bis 500	+0,55 +0,30	+0,65 +0,35	+0,35 +0,23

Außenmantelvarianten

Skizze	Ausführung	Eigenschaften der Außenmantelvarianten A, B, C
	gummierter Außendurchmesser, glatt (Ausführung wie Form A , DIN 3760)	hohe Sicherheit für die statische Dichtigkeit, für Gehäuse mit hoher Wärmedehnung z.B. Leichtmetalle, für geteilte Gehäuse, für Gehäuse mit erhöhter Oberflächenrauigkeit, bei Anwendungen mit Überdruck, bei Abdichtung von dünnflüssigen oder gasförmigen Medien, keine Gefahr von Passungsrost
	gummierter Außendurchmesser, rilliert (Ausführung wie Form A , DIN 3760 + Wellenprofil)	zusätzlich zu den Eigenschaften der glatten Version: beste statische Abdichtung am Außendurchmesser durch größere Preßsitzzugabe, zur Montageerleichterung, zurückfedern und Schrägstellung der Dichtung nach dem Einpressen wird vermieden
	metallischer Außendurchmesser (Ausführung wie Form B , DIN 3761)	sehr fester und exakter Sitz im Gehäuse durch Preßpassung Metall/Metall, Vorsicht beim Einsatz in Verbindung mit Leichtmetallgehäusen, Gehäusen mit erhöhter Oberflächenrauigkeit und Anwendungen mit Überdruck: ggf. Dichthilfsmittel am Außendurchmesser verwenden.
	metallischer Außendurchmesser, lackiert (Ausführung wie Form B , DIN 3761)	
	metallischer Außendurchmesser + Versteifungskappe (Ausführung wie Form C , DIN 3761)	widerstandsfähig gegen raue oder falsche Montage bietet höhere Steifigkeit bei großen Abmessungen
	teilgummierter Außendurchmesser, Halbschulterbauform (Kombination aus Form A und B)	kombiniert die sehr gute statische Dichtigkeit der Form A mit dem festen Sitz im Gehäuse der Form B

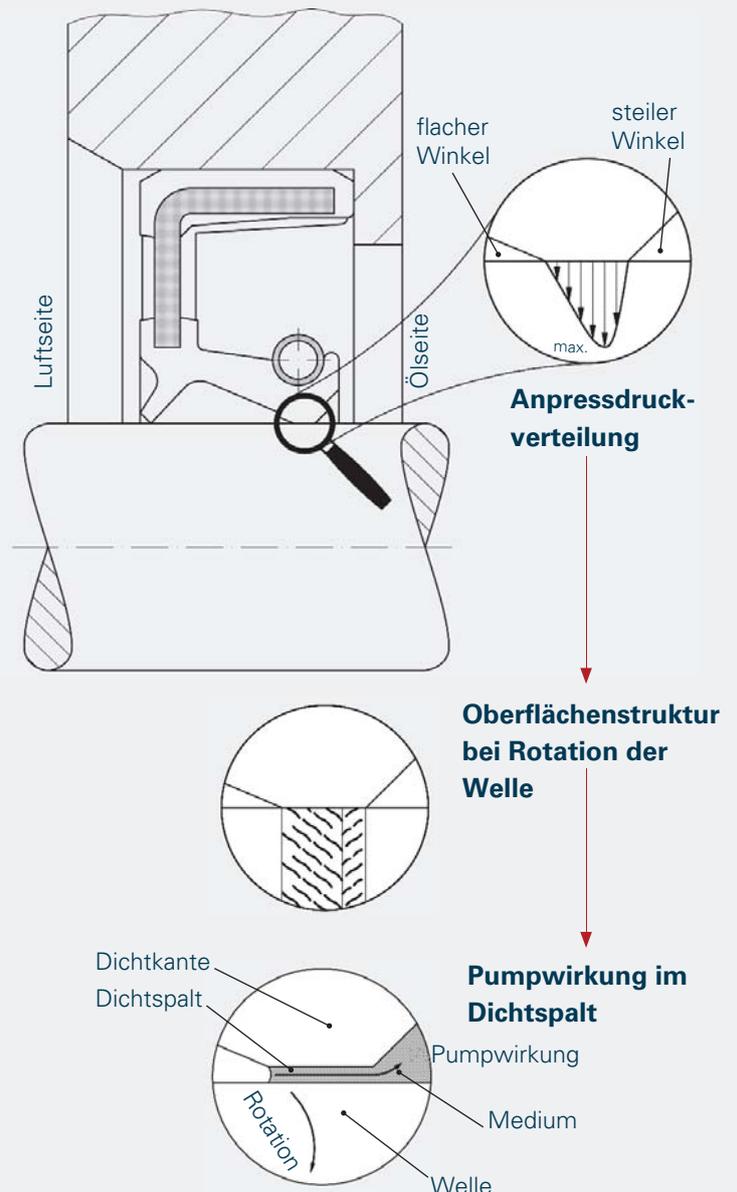
Dynamische Abdichtung

In der Kontaktzone zwischen Dichtkante und Welle entsteht bei Rotation der Welle ein hydrodynamischer Dichtmechanismus. Wesentlich für die Entstehung dieses Dichtmechanismus sind die Geometrie der Dichtlippe, der Dichtlippenwerkstoff und die Oberflächenstruktur der Welle.

Wichtige Auslegungskriterien für die Dichtlippe sind:

- stirnseitiger Dichtlippenwinkel: steiler Winkel zur Mediumseite (siehe Abbildung rechts)
- bodenseitiger Dichtlippenwinkel: flacher Winkel zur Luftseite (siehe Abbildung rechts)
- Länge und Stärke der Dichtlippe beeinflussen die Flexibilität der Dichtlippe, von Eignung für hohe Rundlauf- und Koaxialitätsabweichungen (langes, flaches Profil) bis hin zu druckbelastbaren Dichtlippen (kurzes, hohes Profil)
- Federwirkabstand: leichte Innenverschiebung der Federwirklinie bezogen auf die Dichtkantenebene (siehe Abbildung unter Beschreibung RWDR)
- Vorspannung am Innendurchmesser der Dichtlippe: Der Innendurchmesser der nicht montierten Dichtung ist kleiner als der Außendurchmesser der Welle. Bei der Montage wird die Dichtlippe entsprechend aufgedehnt.
- Radialkraft der Dichtlippe: Die aus der Aufdehnung bei der Montage resultierende Rückstellkraft der Dichtlippe übt eine ringförmige Kraft auf die Wellenoberfläche aus. Diese Radialkraft setzt sich zusammen aus einem Anteil aus den Zug- und Biegespannungen im Elastomer und einem Anteil aus der Aufdehnung der Zugfeder.

Mit zunehmender Rotation der Welle entsteht aus dem Zustand der Haftreibung über die Mischreibung ein hydrodynamischer Gleitzustand. Die Dichtkante schwimmt dabei auf und es bildet sich ein sehr dünner, mit Schmierstoff (Medium) gefüllter, Dichtspalt. Der Schmierstoff im Dichtspalt erfüllt die essentiell wichtige Aufgabe der Schmierung und Kühlung der Dichtstelle. Die Schmierstoffmenge die in den Dichtspalt eintritt wird durch eine Mikro-Pumpwirkung immer wieder in das System zurückgefördert und tritt dabei nicht auf der Luftseite der Dichtung als Leckage aus (siehe Bild Pumpwirkung).



Die genannte Mikro-Pumpwirkung entsteht durch die asymmetrische Anpressdruckverteilung im Dichtspalt, resultierend aus den unterschiedlichen Dichtlippenwinkeln und der Radialkraft der Dichtung (siehe Abbildung).

Mit beginnender Rotation wird das Elastomer in der Kontaktzone der Dichtkante in Umlaufrichtung verzerrt. Es entsteht eine Oberflächenstruktur aus vielen kleinen, in Rotationsrichtung schräg verlaufenden, Vertiefungen und Erhebungen (siehe Bild Oberflächenstruktur). Das im Dichtspalt mit der Welle umlaufende Medium wird an diesen Strukturen abgelenkt. Da aufgrund der asymmetrischen Pressungsverteilung mehr Strukturen zur Mediumseite als zur Luftseite weisen, entsteht eine Gesamtpumpwirkung in Richtung der Mediumseite.

Hydrodynamische Dichthilfen, Drall

Radialwellendichtringe können als Sonderbauform mit sog. Drall auf der Bodenseite der Dichtlippe ausgestattet werden. Wenn Medium unter der Dichtkante hindurch zur Bodenseite gelangt ist unterstützt der Drall bei Rotation der Welle die Rückförderung und damit die hydrodynamische Dichtwirkung.

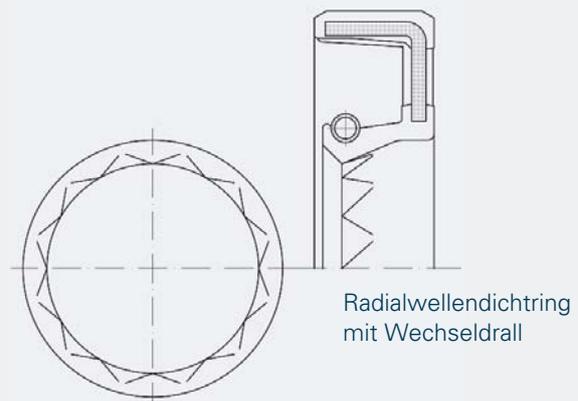
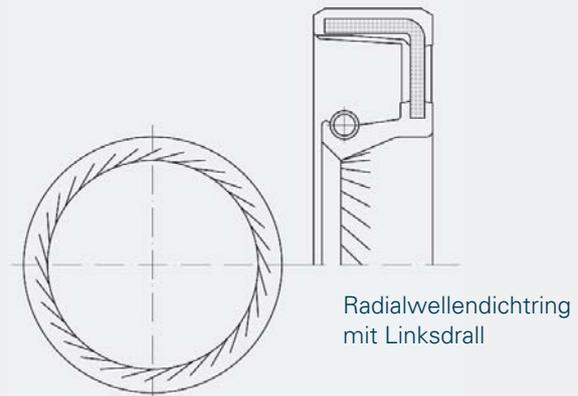
Diagonal zur Dichtkante verlaufende, erhabene Drallstege leiten evtl. auf der Bodenseite vorhandenes Medium zur Dichtkante hin und unter ihr hindurch zurück in den abzudichtenden Raum.

Radialwellendichtringe mit Drall erzeugen eine höhere Förderwirkung und können daher auch unter erschwerten Betriebsbedingungen wie z.B. leicht beschädigten Wellenoberflächen oder erhöhten Rundlaufabweichungen noch die nötige Dichtwirkung gewährleisten.

Die verschiedenen Drallformen werden unterschieden in Einfachdrall und Wechseldrall.

Radialwellendichtringe mit Einfachdrall eignen sich nur für eine Rotationsrichtung der Welle, man spricht hier von Rechts- bzw. Linksdrall.

Radialwellendichtringe mit Wechseldrall eignen sich für Wellen mit wechselnden Drehrichtungen.



Werkstoffe

Breite Werkstoffpalette

Die Wahl der richtigen Werkstoffkombination für einen Radialwellendichtring ist entscheidend für die zuverlässige Funktion und eine lange Lebensdauer. Aus diesem Grund bieten wir verschiedene Standardwerkstoffe und eine Vielzahl von Sonderwerkstoffen für den Elastomerteil, die Feder und den Versteifungsring an.

Die Standardwerkstoffe sind so ausgelegt, dass sie ein weites Einsatzgebiet abdecken und für die große Mehrzahl der Anwendungen direkt ab Lager verwendet werden können.

Für Anwendungen mit speziellen Anforderungen können wir Ihnen Sonderwerkstoffe anbieten, die durch ihre Zusammensetzung genau auf Ihre Bedürfnisse zugeschnitten sind.

Und sollte es tatsächlich eine Anwendung geben, für die keine der bestehenden Werkstoffmischungen in Frage kommt, dann entwickeln wir gerne für Sie eine passende Mischung (entsprechende Bedarfsmengen vorausgesetzt).

Produktion

Die Herstellung der Werkstoffe erfolgt nach festgelegten, streng überwachten Produktionsprozessen und erlaubt die vollständige Rückverfolgbarkeit vom fertigen Endprodukt zurück bis zum aller ersten Produktionsschritt.

Der maßgebliche Teil eines Radialwellendichtringes ist der Elastomerteil. Der Begriff „Elastomere“ hat seinen Ursprung in der Elastizität der Gummi-Werkstoffe, die sich schon unter geringer Krafteinwirkung verformen lassen, sich nach der Entlastung aber sofort in ihre Ausgangsform zurückziehen. Die Basis dieser Elastomere ist Kautschuk. Kautschuk kann als Naturkautschuk auf Plantagen gewonnen werden oder, wie für den Radialwellendichtring-Bereich heute üblich, als Synthetikautschuk in der chemischen Industrie produziert werden.

Um den vielfältigen Anforderungen an moderne Dichtungswerkstoffe gerecht zu werden, stehen neben diversen Basiskautschuken auch innerhalb der Werkstoffgruppen viele unterschiedliche Mischungen zur Verfügung. Jede dieser Mischungen hat ihre eigene, festgelegte und überwachte Rezeptur und besteht zusätzlich zum Basiskautschuk aus Füllstoffen, Weichmachern, Vulkanisationsmitteln, Verarbeitungshilfsmitteln und anderen Additiven.

Aus der Kautschukmischung wird im Formgebungsprozeß, der sog. Vulkanisation, der fertige Radialwellendichtring produziert. Hierbei wird in einem Formwerkzeug, auf einer Presse, durch Druck und Temperatur der plastische Kautschuk in einen elastischen Gummiwerkstoff umgewandelt und dabei mit dem Versteifungsring fest verbunden. Die dynamische Dichtkante entsteht entweder bereits fertig im Formwerkzeug, oder im Anschluss durch einen Abstechvorgang. Als letzter Produktionsschritt folgt das Einlegen der Feder in die Federnut.

Übersicht der Werkstoffkurzbezeichnungen

chemische Bezeichnung des Basis Polymers	Kurzbezeichnung nach	
	DIN ISO 1629	ASTM D 1418
Acrylnitril-Butadien-Kautschuk	NBR	NBR
Fluorkautschuk	FKM	FKM
Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk	EPDM	EPDM
Silikonkautschuk	VMQ	VMQ
hydrierter Acrylnitril-Butadien-Kautschuk	HNBR	HNBR
Acrylat-Kautschuk	ACM	ACM
	DIN EN ISO 11043-1	ASTM D 1600
Polytetrafluorethylen	PTFE	PTFE

Allgemeine Werkstoffbeschreibungen

Acrylnitril-Butadien-Kautschuk – NBR

Im Bereich der Standarddichtungen wie O-Ringe und Radialwellendichtringe ist NBR der meist eingesetzte Werkstoff. Die Gründe hierfür sind die guten mechanischen Eigenschaften, der gute Abriebwiderstand, die geringe Gasdurchlässigkeit und die gute Beständigkeit gegen mineralölbasische Öle und Fette.

NBR ist ein Copolymer aus Butadien und Acrylnitril. Der Gehalt an Acrylnitril kann je nach Verwendungszweck zwischen 18% und 50% variieren. Ein niedriger ACN-Gehalt verbessert die Kälteflexibilität zu Ungunsten der Öl- und Kraftstoffbeständigkeit. Ein hoher ACN-Gehalt erhöht die Öl- und Kraftstoffbeständigkeit bei gleichzeitig sinkender Kälteflexibilität und steigendem Druckverformungsrest. Für ausgeglichene Eigenschaften haben unsere Standard NBR-Werkstoffe einen mittleren ACN-Gehalt von ca. 30%.

NBR ist gut beständig gegen:

- mineralölbasische Öle und Fette
- aliphatische Kohlenwasserstoffe
- pflanzliche und tierische Öle und Fette
- Hydrauliköle H, H-L, H-LP
- Druckflüssigkeiten HFA, HFB, HFC
- Siliconöle und Siliconfette
- Wasser (max. 80°C)

NBR ist nicht beständig gegen:

- Kraftstoffe mit hohem Aromatengehalt
- aromatische Kohlenwasserstoffe
- chlorierte Kohlenwasserstoffe
- polare Lösungsmittel
- Druckflüssigkeiten HFD
- Bremsflüssigkeiten auf Glycolbasis
- Ozon, Witterung, Alterung

Einsatztemperaturbereich:

- Standardtypen -30°C bis +100°C (kurzzeitig 120°C)
- Sonderqualitäten bis -50°C möglich

Hydrierter Acrylnitril-Butadien-Kautschuk – HNBR

HNBR entsteht durch selektive Hydrierung der Doppelbindung der Butadienmoleküle des NBR-Kautschuks.

Mit zunehmendem Hydrierungsgrad zeigt HNBR eine deutlich verbesserte Hochtemperatur-, Ozon- und Alterungsbeständigkeit sowie verbesserte mechanische Eigenschaften.

Die Medienbeständigkeit von HNBR entspricht der von NBR.

Einsatztemperaturbereich:

- -30°C bis +150°C

Fluorkautschuk – FKM

FKM-Werkstoffe haben sich in vielen Anwendungen durchgesetzt, in denen eine hohe thermische und / oder chemische Beständigkeit gefordert ist. FKM überzeugt weiterhin durch seine exzellente Ozon-, Witterungs- und Alterungsbeständigkeit. FKM empfiehlt sich für Vakuumanwendungen aufgrund seiner sehr geringen Gasdurchlässigkeit.

FKM ist gut beständig gegen:

- mineralölbasische Öle und Fette
- aliphatische Kohlenwasserstoffe
- aromatische Kohlenwasserstoffe
- chlorierte Kohlenwasserstoffe
- Druckflüssigkeiten HFD
- pflanzliche und tierische Öle und Fette
- Siliconöle und Siliconfette
- Kraftstoffe
- unpolare Lösungsmittel
- Ozon, Witterung, Alterung

FKM ist nicht beständig gegen:

- Bremsflüssigkeiten auf Glycolbasis
- polare Lösungsmittel (z.B. Aceton)
- überhitzten Wasserdampf
- Heißwasser
- Amine, Alkalien
- niedermolekulare organische Säuren (z.B. Essigsäure)

Einsatztemperaturbereich:

- -15 bis +200°C kurzzeitig +220°C mit Sonderqualitäten ist -35°C erreichbar

Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk – EPDM

EPDM zeichnet sich durch einen großen Anwendungstemperaturbereich, eine gute Ozon-, Witterungs- und Alterungsbeständigkeit und eine gute Heißwasser- und Dampfbeständigkeit aus. Peroxidisch vernetzte EPDM-Werkstoffe sind thermisch sowie chemisch höher belastbar und erreichen bessere Druckverformungsrest-Werte als schwefelvernetztes EPDM.

EPDM ist gut beständig gegen:

- Heißwasser und Heißdampf
- viele polare Lösungsmittel (z.B. Alkohole, Ketone, Ester)
- viele organische und anorganische Säuren und Basen
- Waschlauge
- Siliconöle und Siliconfette
- Bremsflüssigkeiten auf Glycolbasis (spezielle Qualität erforderlich)
- Ozon, Witterung, Alterung

EPDM ist nicht beständig gegen:

- alle Arten von Mineralölprodukten (Öle, Fette, Kraftstoffe)

Einsatztemperaturbereich:

- -45°C bis +130°C (schwefelvernetzt)
- -55°C bis +150°C (peroxidvernetzt)

Siliconkautschuk – VMQ

Siliconwerkstoffe zeigen eine ausgezeichnete Alterungsbeständigkeit gegen Sauerstoff, Ozon, UV-Strahlen und Witterungseinflüsse sowie einen sehr breiten Einsatztemperaturbereich mit exzellenter Kälteflexibilität. Silicon ist durch seine physiologische Unbedenklichkeit für Lebensmittel und Medizinbereiche geeignet. Silicon zeigt gute elektrische Isoliereigenschaften und hat eine hohe Gasdurchlässigkeit. Aufgrund der schwachen mechanischen Eigenschaften werden Silicon O-Ringe bevorzugt in statischen Anwendungen eingesetzt.

Silicon ist gut beständig gegen:

- tierische und pflanzliche Öle und Fette
- Wasser (max. 100°C)
- aliphatische Motoren- und Getriebeöle
- Ozon, Witterung, Alterung

Silicon ist nicht beständig gegen:

- Siliconöle und -fette
- aromatische Mineralöle
- Kraftstoffe
- Wasserdampf über 120°C
- Säuren und Alkalien

Silicon Einsatztemperaturbereich:

- -60°C bis +200°C
- mit Sonderqualitäten sind +230°C erreichbar

Acrylat-Kautschuk – ACM

ACM besitzt eine gute Beständigkeit gegenüber additivierten Mineralölen bei höheren Temperaturen. Daher wird ACM hauptsächlich im Automobilbereich eingesetzt.

ACM ist gut beständig gegen:

- mineralölbasische Motoren-, Getriebe- und ATF-Öle
- Ozon, Witterung, Alterung

ACM ist nicht beständig gegen:

- Bremsflüssigkeiten auf Glykolbasis
- aromatische und chlorierte Kohlenwasserstoffe
- Heißwasser, Wasserdampf
- Säuren und Laugen

Einsatztemperaturbereich:

- -20°C bis +150°C

Polytetrafluorethylen - PTFE

PTFE ist ein fluorierter thermoplastischer Kunststoff mit vielen, für einen Dichtungswerkstoff sehr positiven Eigenschaften. Dazu zählen die sehr hohe thermische und nahezu unbegrenzte chemische Beständigkeit. Von allen hier beschriebenen Dichtungswerkstoffen besitzt PTFE den geringsten Reibungskoeffizienten, was den Werkstoff für dynamische Einsätze empfiehlt.

Der reine ungefüllte PTFE-Werkstoff ist physiologisch unbedenklich und wird deshalb auch in Lebensmittelanwendungen und in der Medizintechnik verwendet.

Für den Einsatz in Radialwellendichtringen wird gefülltes PTFE eingesetzt. Unsere Bauform OS-W50 wird als komplettes Drehteil aus PTFE Kohle/Graphit gefertigt. Die Bauformen OS-PA30, 31 und 32 sind mit einer geklemmten Dichtlippe aus PTFE Glasfaser/MoS₂ ausgerüstet. Elastomer-Radialwellendichtringe können zur Reibungsreduzierung mit einer dünnen PTFE-Folie auf der Dichtkante versehen werden (Einsatz z.B. im Rennsport).

Einsatztemperaturbereich:

- -90°C bis +250°C

Standard-Werkstoffe für Radialwellendichtringe

Werkstoff	Bauformen	Härte [Shore A]	Härte [Shore D]	Farbe	Einsatztemperaturbereich [°C]
NBR	Standard mit Elastomerdichtlippe	70	-	schwarz	-40 bis +100
FKM	Standard mit Elastomerdichtlippe	80	-	braun	-30 bis +200
NBR	OS-N21	80	-	blau	-40 bis +100
NBR	OS-G12	70	-	grün	-40 bis +100
PTFE Kohle/Graphit	OS-W50	-	62	schwarz	-30 bis +200 (limitiert durch FKM O-Ring im OS-W50)
PTFE Glasfaser/MoS2	OS-PA30 OS-PA31 OS-PA32	-	-	grau	-90 bis +250

Sonder-Werkstoffe für Radialwellendichtringe

Werkstoff	Bauformen	Härte [Shore A]	Farbe	Einsatztemperaturbereich [°C]
NBR gleitintensiviert Graphit	auf Anfrage für alle Bauformen mit Elastomerdichtlippe	70	schwarz	-40 bis +100
NBR gleitintensiviert MoS2		70	schwarz	-40 bis +100
NBR Lebensmittelqualität		70	schwarz	-40 bis +100
NBR Hochtemperaturqualität		70	schwarz	-30 bis +120
NBR mit hohem ACN-Gehalt		70	schwarz	-30 bis +100
NBR Tiefteperaturqualität		70	schwarz	-50 bis +90
HNBR		70	schwarz	-40 bis +140
Silicon VMQ		70	rot	-50 bis +200
ACM		70	schwarz	-20 bis +150
EPDM		70	schwarz	-40 bis +140

Auf Anfrage bieten wir Ihnen gerne weitere Werkstoffmischungen in anderen Härten, Farben und Zusammensetzungen an.

Zugfeder-Werkstoffe

Bauform	Werkstoff		
	unlegierter Federstahldraht nach DIN EN 10270-1	rost- und säurebeständiger Stahl 1.4301 (SAE 30304)	rost- und säurebeständiger Stahl 1.4571 (SAE 30316)
Standard	X	auf Anfrage	auf Anfrage
OS-F10 in FKM OS-F11 in FKM	-	X	auf Anfrage
OS-W50 OS-W51	-	-	X

Auf Anfrage sind auch Standard-Radialwellendichtringe mit Federn aus rost- und säurebeständigem Stahl lieferbar.

Anwendung von Zugfederwerkstoffen

Medium	Werkstoff		
	unlegierter Federstahldraht nach DIN EN 10270-1	rost- und säurebeständiger Stahl 1.4301 (SAE 30304)	rost- und säurebeständiger Stahl 1.4571 (SAE 30316)
Öle und Fette	X	X	X
Wasser	-	X	X
Salzwasser	-	-	X

Gehäuse-Werkstoffe

Bauform	Werkstoff		
	unlegierter Stahl nach DIN EN 10139	rost- und säurebeständiger Stahl 1.4301 (SAE 30304)	rost- und säurebeständiger Stahl SAE 30316
Standard	X	auf Anfrage	auf Anfrage
OS-PA30 OS-PA31 OS-PA32	auf Anfrage	-	X

Auf Anfrage bieten wir Ihnen die Standardbauformen auch mit rost- und säurebeständigem Gehäuse an. Alternativ kann das Gehäuse einseitig oder beidseitig mit Elastomer voll ummantelt werden.

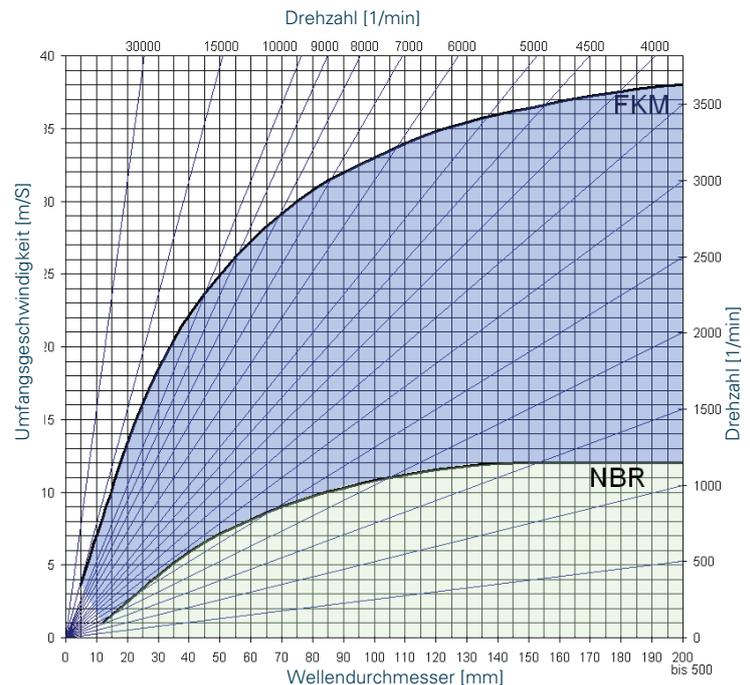
Betriebsparameter

Umfangsgeschwindigkeit (Drehzahl)

In nebenstehendem Diagramm sind die zulässigen Werte für die Drehzahl bzw. die Umfangsgeschwindigkeit der Welle für Radialwellendichtringe in Abhängigkeit vom Werkstoff dargestellt.

Das Diagramm gilt für drucklosen Betrieb und günstige Bedingungen hinsichtlich Schmierung und Wärmeabfuhr. Bei ungünstigeren Randbedingungen vermindern sich die zulässigen Werte entsprechend. So ist z. B. bei Fettschmierung von 50% geringeren Werten auszugehen.

Der Einsatz von Bauformen mit Schutzlippe kann zu Temperaturerhöhung durch Reibungswärme führen. In diesem Fall muss die maximale Umfangsgeschwindigkeit ebenfalls reduziert werden.



zulässige Umfangsgeschwindigkeit (Drehzahl)
bei drucklosem Betrieb

Umgang mit dem Diagramm

Bei bekanntem Wellendurchmesser und bekannter Drehzahl:

Ermittelt wird der Schnittpunkt der senkrechten Geraden über dem entsprechenden Wellendurchmesser in [mm] unterhalb des Diagramms mit der entsprechenden diagonalen Drehzahl-Linie ausgehend vom rechten oder oberen Rand des Diagramms.

Bei bekanntem Wellendurchmesser und bekannter Umfangsgeschwindigkeit:

Ermittelt wird der Schnittpunkt der senkrechten Geraden über dem entsprechenden Wellendurchmesser in [mm] unterhalb des Diagramms mit der entsprechenden waagerechten Linie ausgehend vom linken Rand des Diagramms bei der entsprechenden Umfangsgeschwindigkeit in [m/s].

Liegt dieser Schnittpunkt unterhalb der NBR-Kurve, kann für diese Anwendung ein Radialwellendichtring in NBR eingesetzt werden.

Liegt der Schnittpunkt oberhalb der NBR-Kurve aber unterhalb der FKM-Kurve, kann ein Radialwellendichtring aus FKM (VITON® ; Handelsname der Fa. Du Pont Dow) eingesetzt werden. NBR-Werkstoffe wären in diesem Bereich, aufgrund der hohen Geschwindigkeit, thermisch überfordert.

In Grenzfällen sollten alle Einsatzparameter genau beurteilt und ggf. ein höherwertiger Werkstoff gewählt werden.

Falls der resultierende Schnittpunkt auch oberhalb der FKM-Linie liegt, ist der Einsatz von Standard-Radialwellendichtringen nicht mehr empfehlenswert. Sprechen sie uns in diesen Fällen bitte an, wir beraten Sie gerne.

Beispiel:

Wellendurchmesser 100mm

Drehzahl 1500 1/min

ø Umfangsgeschwindigkeit

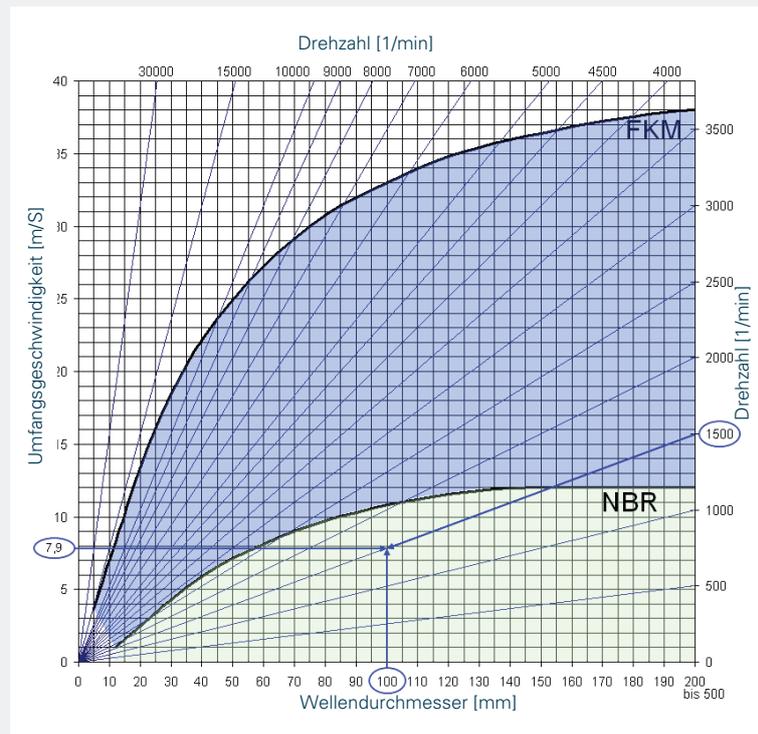
$$v [m/s] = \frac{d [mm] * n [1/min] * \pi}{60000}$$

v = Umfangsgeschwindigkeit

d = Wellendurchmesser

n = Drehzahl der Welle

$$\Rightarrow v = \frac{100 * 1500 * 3,1416}{60000} \approx 7,9 \frac{m}{s}$$



Beispiel: zulässige Umfangsgeschwindigkeit (Drehzahl) bei drucklosem Betrieb

Ergebnis:

Der ermittelte Schnittpunkt liegt im NBR-Bereich. Bei guter Schmierung und guter Wärmeabfuhr kann ein Radialwellendichtring aus NBR eingesetzt werden.

Temperatur

Die Temperaturbelastung, die auf die Dichtung wirkt, setzt sich zusammen aus der Temperatur des Mediums, z.B. der Öltemperatur, und der aus der Reibung zwischen Dichtkante und Welle entstehenden Übertemperatur.

Die so entstehende Temperatur im Dichtspalt kann je nach Umfangsgeschwindigkeit, Schmierzustand, Medium, Wärmeabfuhrbedingungen, Werkstoff des Radialwellendichtringes, Oberflächenfinish der Welle und Druckbelastung bis zu 80°C oberhalb der Öltemperatur liegen. Eine Übertemperatur von 30°C - 40°C kann bereits bei praxisüblichen Einsatzbedingungen entstehen.

Die Belastung durch die Übertemperatur ist bei der Auswahl des geeigneten Werkstoffes nach folgender Tabelle zu beachten.

Werkstoff	Härte [Shore A]	Farbe	Hochtemperaturbeständigkeit [°C]	Tieftemperaturbeständigkeit [°C]
NBR	70	schwarz	+100	-40
FKM	80	braun	+150 dauerhaft +200 max.	-30
HNBR	70	schwarz	+125	-40
VMQ	80	rot	+150 dauerhaft +200 max.	-55
ACM	70	schwarz	+150	-20

Im Falle einer thermischen Überbelastung kann es zum vorzeitigen Ausfall der Dichtung durch übermäßigen Verschleiß sowie Verhärtung und Rißbildung an der Dichtlippe kommen.

Druck

Alle Standard Radialwellendichtringe sind für drucklosen Betrieb ausgelegt.

Sollte sich innerhalb des abzudichtenden Aggregates während des Betriebes ein Überdruck bilden, so ist eine Entlüftung des Gehäuses ratsam. Trotzdem entstehender Überdruck bis 0,05 MPa kann mit Standardbauformen beherrscht werden. Die maximalen Drehzahlen reduzieren sich dabei entsprechend der folgenden Tabelle:

Druckunterschied Welle

maximal [MPa]	maximale Drehzahlen [1/min]	bei Umfangsgeschwindigkeit max. [m/s]
0,05	bis 1000	2,8
0,035	bis 2000	3,15
0,02	bis 3000	5,6

zulässige Drehzahlen bei Druckbeaufschlagung nach DIN 3760

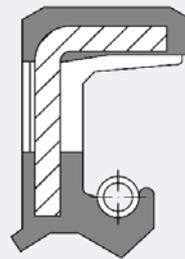
Durch den Druckaufbau steigt die Anpresskraft der Dichtlippe gegen die Welle. Die Dichtkante wird verformt und die Berührbreite zwischen Dichtlippe und Welle steigt. Die Folge ist ein starker Anstieg der Reibleistung und der thermischen Belastung. Diese erhöhte Belastung ist bei der Auswahl der Bauform und des Werkstoffes der Dichtung zu beachten. Ein frühzeitiger Ausfall der Dichtung durch Verschleiß oder Verhärtung wäre sonst die Konsequenz. Zu hohe Überbelastung kann zu einem Umstülpen der Dichtlippe zur Luftseite hin führen.

In druckbeaufschlagten Systemen besteht die Gefahr, dass der Radialwellendichtring aus seinem Sitz herausgepresst wird. Wir empfehlen daher konstruktiv eine axiale Absicherung, z.B. durch einen Flanschdeckel oder einen Sicherungsring vorzusehen.

Für die Abdichtung bei Überdruck stehen Sonderbauformen zur Verfügung:

Unsere Bauform OS-N21:

Die Dichtlippe und der Versteifungsring des OS-N21 sind speziell für Druckbelastungen ausgelegt. Die Dichtlippe ist kürzer und steifer und lässt damit keinen übermäßigen Anstieg der Anpressung zu. Der Versteifungsring ist näher an den Wellendurchmesser heruntergezogen und kann die Dichtlippe besser abstützen. Die geringere Flexibilität der Dichtlippe erfordert geringere Toleranzen hinsichtlich Rundlaufabweichung und Koaxialität.



Bauform OS-N21

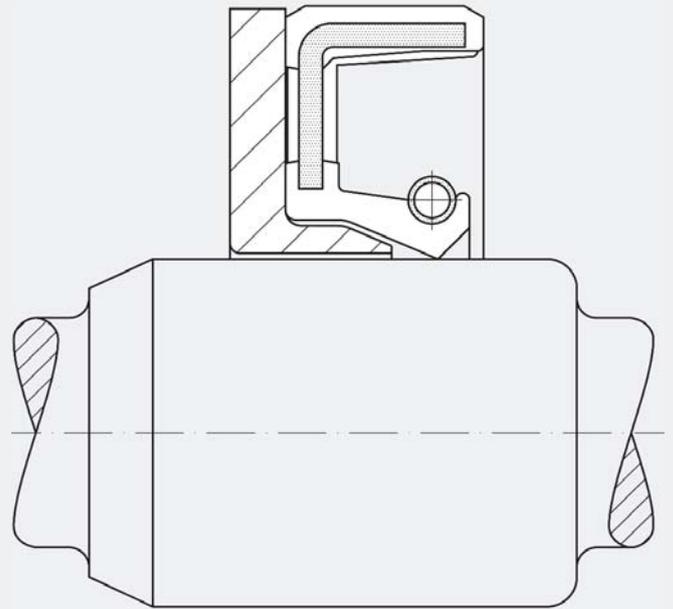
Die Einsatzgrenzen sind abhängig von der Drehzahl und dem Durchmesser der Welle siehe Tabelle:

Drehzahl [1/min]	Wellendurchmesser [mm]		
	20	40	80
0	10	8,5	7
500	10	8,5	5
1000	5,5	4,5	3
2000	3	2,5	1,5
3000	2	1,5	0,3
4000	1,2	0,5	0
5000	0,7	0	-
6000	0	-	-

maximale Druckbelastung [bar] für Bauform OS-N21
Die Angaben gelten für Ölschmierung und günstige Bedingungen hinsichtlich des Wärmeabtransportes.

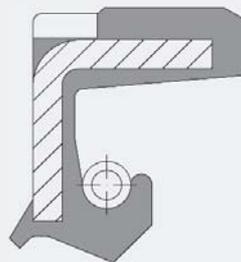
Radialwellendichtring + Stützring

Als Alternative zur Bauform OS-N21 besteht die Möglichkeit einen Standard Radialwellendichtring (ohne Schutzlippe) zusammen mit einem Stützring einzusetzen. Die zulässigen Drücke liegen dabei unterhalb der Werte für den OS-N21. Für entsprechende Stützringzeichnungen sprechen Sie uns bitte an.



Radialwellendichtring mit Stützring

Für Drücke oberhalb des Einsatzbereiches des OS-N21 stehen weitere Bauformen zur Verfügung, z.B. OS-N11. Hiermit ist es möglich Drücke bis zu 5 MPa (bei sehr geringer Geschwindigkeit, z.B. langsamer Schwenkbewegung) abzudichten.



Bauform OS-N11

Abzudichtende Medien

Das abzudichtende Medium, in Verbindung mit der zu erwartenden Temperatur in der Dichtzone, hat entscheidenden Einfluss auf die Auswahl des Radialwellendichtringes und dessen Werkstoff. Der Radialwellendichtring soll „beständig“ sein gegen das verwendete Medium, das bedeutet, die chemischen Einwirkungen auf den Dichtungswerkstoff sollen dessen Eigenschaften nicht nennenswert beeinträchtigen.

Elastomere können

- erweichen infolge von Quellung, wobei der Werkstoff einen Teil des abzudichtenden Mediums in sich aufnimmt.
oder
- verhärten infolge von Alterungsprozessen, beschleunigt durch hohe Temperaturen.

Die Beurteilung der Beständigkeit kann erfolgen durch:

- 1. eigene Erfahrungswerte aus vergleichbaren Anwendungen
- 2. Informationen aus Beständigkeitslisten (ggf. Rückfrage bei uns)
- 3. Auskunft der Medienproduzenten (Erfahrungswerte mit Standardelastomeren)
- 4. Labortest mit Beurteilung der Eigenschaftsänderung von Härte, Volumen, Zugfestigkeit und Bruchdehnung nach Einlagerung von Normprobekörpern im Medium
- 5. Prüfstandtest unter praxisnahen Einsatzbedingungen
- 6. Praxistest unter realen Bedingungen im Aggregat

In vielen Fällen ist die Beständigkeit durch die ersten 3 Punkte ausreichend genau zu beurteilen. Bei sensiblen Anwendungen, unbekanntem Medium, Mixturen verschiedener Medien und Anwendungen in denen mehrere Parameter ihre zulässigen Grenzwerte erreichen, sollte die Beständigkeit im Vorwege getestet werden (Punkte 4 bis 6).

Schmierstoffe auf Mineralölbasis

Im Bereich niedrig additiver mineralölbasischer Schmierstoffe sind unsere Standard-Radialwellendichtringe aus NBR und FKM allgemein gut beständig. Bei speziellen, hoch additiven Schmierstoffen empfehlen wir die Rücksprache mit dem Schmierstoffhersteller und ggf. einen Test durchzuführen.

Synthetische Schmierstoffe

Der Einfluss synthetischer Schmierstoffe auf den Dichtungswerkstoff ist in erster Linie abhängig vom Anteil der eingesetzten Additive im Schmierstoff. So positiv ihre Wirkung für die Eigenschaften des Schmierstoffes ist, so nachteilig kann sich ihr chemischer Einfluss auf die Dichtung auswirken. Aus diesem Grund empfehlen wir im Zweifelsfall die Verträglichkeit durch Tests zu bestätigen.

Allgemein ist der Einsatz unserer Standard-Radialwellendichtringe aus NBR möglich bei verträglichen, niedrig additiven, synthetischen Schmierstoffen und Temperaturen bis ca. 60-80°C. Bei höheren Temperaturen oder höher additiven synthetischen Schmierstoffen hat sich FKM als bessere Werkstoffwahl erwiesen.

Aggressive Medien

Aggressive Medien erfordern den Einsatz entsprechend resistenter Dichtungswerkstoffe bzw. Werkstoffkombinationen. Informationen dazu finden Sie in entsprechenden Beständigkeitslisten. Aus unserem Produktprogramm eignen sich hier besonders:

OS-F10, OS-F11

Dichtlippenwerkstoff:	FKM
Federwerkstoff:	rost- und säurebeständiger Stahl 1.4310
Versteifungsring:	voll mit Elastomer ummantelt (korrosionsgeschützt)

OS-PA30, OS-PA31, OS-PA32

Dichtlippenwerkstoff:	PTFE
Versteifungsring:	rost- und säurebeständiger Stahl 1.4571

OS-W50

Dichtungswerkstoff:	PTFE, statische Abdichtung durch FKM O-Ring
Federwerkstoff:	rost- und säurebeständiger Stahl 1.4571

Höchstzulässige Dauertemperaturen verschiedener Medien [°C]

Werkstoff	Mineralöle									Schwerentflammbare Druckflüssigkeiten VDMA 24317 DIN 24320				Sonstige Medien	
	Tieftemperatur	Hochtemperatur (in Luft)	Motorenöle	Getriebeöle	Hypoidgetriebeöle	ATF-Öle	Druckflüssigkeiten nach DIN 51524	Heizöl EL und L	Fette	HFA Öl in Wasser Emulsi- onen	HFB Wasser-Öl-Emulsionen	HFC wässrige Polymer- Lösungen	HFD wasserfreie syntheti- sche Flüssigkeiten	Wasser	Waschlaugen
NBR	-40	100	100	80	80	100	90	90	90	60	60	60	-	80	80
FKM	-30	200	150	150	140	150	130	100	150	●	●	-	150	80	80
NBR Hochtemperaturqualität	-30	120	120	100	100	110	100	90	100	60	60	60	-	80	80
NBR mit hohem ACN-Gehalt	-30	100	100	80	80	100	90	90	90	60	60	60	-	80	80
NBR Tieftemperaturqualität	-50	90	90	70	70	80	80	●	80	●	●	●	-	●	●
NBR Lebensmittelqualität	-40	100	100	80	80	100	90	90	90	60	60	60	-	80	80
NBR gleitintensiviert	-40	100	100	80	80	100	90	90	90	60	60	60	-	80	80
HNBR	-40	150	110	90	90	110	100	90	100	60	60	60	-	90	90
Silicon VMQ	-55	200	130	130	-	-	-	-	-	●	●	●	-	●	●
ACM	-20	150	125	120	120	120	120	●	120	-	-	-	-	-	-
PTFE	-90	250	150	150	150	150	150	150	150	+	+	+	150	150	+

+ beständig, aber Einsatz unüblich

● bedingt beständig

- nicht beständig

Einbauräume, Gestaltung

Gestaltung der Welle

Für die zuverlässige Funktion und eine lange Lebensdauer des Dichtsystems ist die exakte Ausführung der Welle im Laufflächenbereich entscheidend. Die folgenden Vorgaben zur Gestaltung der Welle sind daher unbedingt einzuhalten um den dynamischen Dichtmechanismus im Kontaktbereich zwischen Dichtlippe und Welle nicht aus dem Gleichgewicht zu bringen.

Toleranz

Durchmessertoleranz: ISO h11

Rundheitstoleranz: IT 8

Oberflächenrauheit

Der Laufflächenbereich der Welle soll folgende Oberflächenkennwerte einhalten:

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

$R_z = 1 - 5 \mu\text{m}$

$R_{\text{max}} \leq 6,3 \mu\text{m}$

Die Oberflächenrauheit sollte innerhalb der angegebenen Bereiche liegen. Wellenoberflächen mit zu großer Rauhtiefe erzeugen erhöhten Verschleiß an der Dichtkante und verringern die Lebensdauer. Bessere Rauhtiefen als empfohlen haben den gegenteiligen Effekt und führen dazu, dass die Benetzung der Wellenoberfläche mit Schmierstoff gestört wird. Reibung und Temperatur steigen an, was eine Schädigung der Dichtkante und letztlich den vorzeitigen Ausfall zur Folge hat.

Härte

Die Oberflächenhärte der Welle hat ebenfalls großen Einfluss auf die Lebensdauer des gesamten Dichtsystems.

Härte

min. 45 HRC für normale Einsatzfälle

min. 55 HRC bei äußerem Schmutzzutritt oder bei verschmutzten Medien, sowie bei Umfangsgeschwindigkeiten $>4\text{m/s}$

Die Einhärtetiefe soll mindestens 0,3mm betragen. Bei nitrierten Oberflächen ist die Grauschicht zu glätten.

Bearbeitungsverfahren

Das Bearbeitungsverfahren der Wellenoberfläche im Bereich des Radialwellendichtringes hat einen großen Einfluss auf die zuverlässige Funktion des ganzen Dichtsystems. Insbesondere das Erreichen der geforderten „Drallfreiheit“ hängt ab von der Wahl und der Güte des Bearbeitungsverfahrens.

Drallfreiheit

Der Laufflächenbereich der Welle soll drallfrei bzw. orientierungsfrei sein.

Bei der Bearbeitung der Wellenoberfläche kann es zum Abbilden einer Drallorientierung (ähnlich einem Mikrogewinde) kommen, welche bei Rotation eine Förderwirkung des Mediums erzeugt. Je nach Rotationsrichtung wird dadurch die Dichtwirkung des Radialwellendichtringes unterstützt oder ihr entgegengewirkt. Im ungünstigen Fall, wenn die Förderwirkung der Welle höher ist als die des Radialwellendichtringes führt dies zur Leckage.

In Anwendungen mit nur einer Rotationsrichtung kann dieses Verhalten gezielt zur Unterstützung der Dichtwirkung eingesetzt werden.

Einstichschleifen

Als Bearbeitungsverfahren zur Erzeugung einer drallfreien Oberfläche empfehlen wir das Einstichschleifen (kein axialer Vorschub). Aber auch beim Einstichschleifen müssen einige Parameter beachtet werden um eine drallfreie Oberfläche zu gewährleisten:

- Das Drehzahlverhältnis zwischen Schleifscheibe und Werkstück darf nicht ganzzahlig sein.
- Auch beim Abrichten der Schleifscheibe kann eine Orientierung auf die Schleifscheibe übertragen werden. Daher sollten Vielkornabrichtwerkzeuge mit möglichst geringem axialem Vorschub oder Profilabrichtrollen verwendet werden.
- Die Zeit für das Ausfeuern soll möglichst lang, bis zum vollständigen Ausfeuern gewählt werden.

Hartdrehen

Aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten werden immer mehr Laufflächen für Radialwellendichtringe nicht im Einstich geschliffen, sondern durch Hartdrehen erzeugt. Durch den Werkzeugvorschub beim Drehen wird eine Drallstruktur auf der Wellenoberfläche erzeugt. Hieraus resultiert eine bei Rotation eine Förderwirkung.

Für Anwendungen mit nur einer Drehrichtung und übereinstimmenden Richtungen der Förderwirkungen von Dichtung und Welle ist dieser Effekt positiv und der Einsatz von Radialwellendichtringen ist hier allgemein unkritisch.

Bei Wellen mit wechselnden Drehrichtungen kommt es zwangsläufig Entgegenwirken der Förderwirkungen von Dichtung und Welle. Um auch unter diesen Umständen Leckage zu vermeiden, muss die Förderwirkung des Radialwellendichtringes größer sein als die der Welle. Die Größe der einzelnen Förderwirkungen und auch deren Summe ist theoretisch nicht genau genug vorherzusagen. Um Leckage unter allen Betriebsbedingungen zu vermeiden, empfehlen wir daher unbedingt entsprechende Testläufe durchzuführen. Die Förderwirkung der Welle kann durch gezielte Bearbeitungsparameter minimiert werden. Bei Bedarf beraten wir Sie gern.

Laufflächenbereich

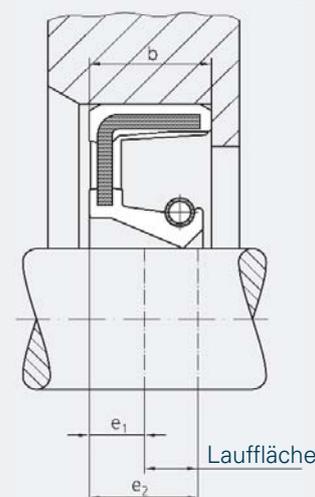
Alle beschriebenen Anforderungen für die Ausführung der Welle gelten für den Laufflächenbereich, d.h. für den Kontaktbereich zwischen Welle und Dichtung.

Die Lage des Laufflächenbereiches ist für Radialwellendichtringe mit und ohne Schutzlippe bezogen auf die Dichtungsbreite b in folgender Tabelle angegeben.

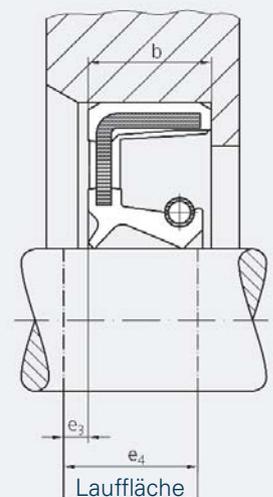
Laufflächenbereiche für Radialwellendichtringe nach DIN 3760

Dichtungsbreite b	Laufflächenbereich für			
	RWDR ohne Schutzlippe		RWDR mit Schutzlippe	
	e_1	$e_{2 \text{ min.}}$	e_3	$e_{4 \text{ min.}}$
7	3,5	6,1	1,5	7,6
8	3,5	6,8	1,5	8,3
10	4,5	8,5	2	10,5
12	5	10	2	12
15	6	12	3	15
20	9	16,5	3	19,5

Laufflächenbereich ohne Schutzlippe



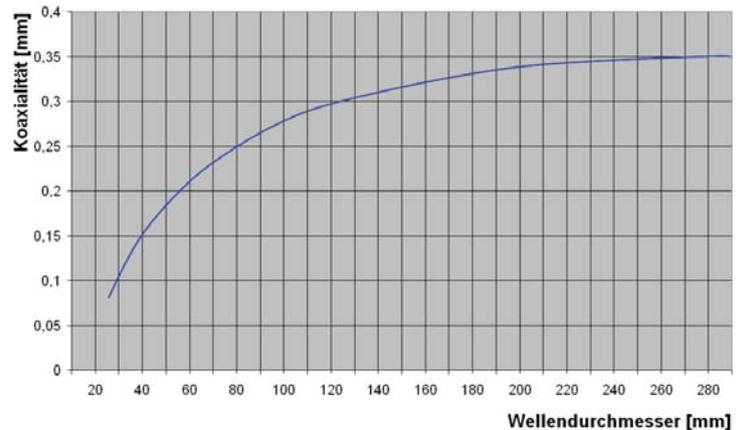
Laufflächenbereich mit Schutzlippe



Koaxialität

Liegen die Mittelachsen der Welle und der Aufnahmebohrung nicht exakt zusammen spricht man von Koaxialität. Als Folge der Koaxialität entsteht eine ungleichmäßige Radialkraftverteilung am Umfang der Welle. Auf einer Seite der Welle ist die Anpressung maximal und es entsteht ein höherer Verschleiß. Auf der gegenüberliegenden Seite ist die Anpressung minimal was zur Herabsetzung der Dichtwirkung führen kann.

Nebenstehende Tabelle zeigt die maximal zulässigen Werte.

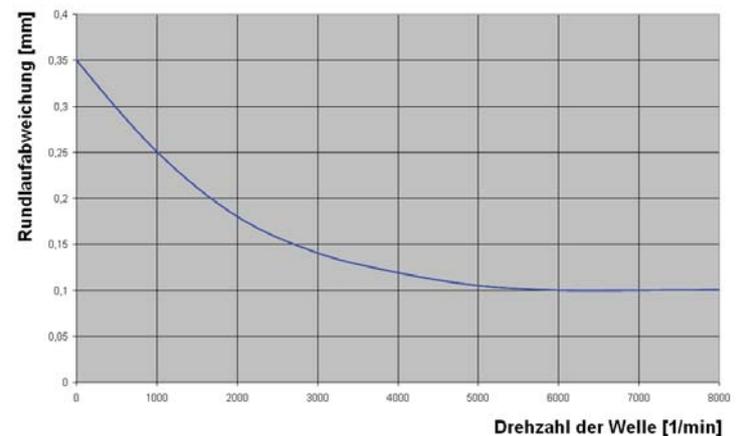


zulässige Koaxialitätsabweichung

Rundlaufabweichung

Rundlaufabweichungen der Welle können bei höheren Umfangsgeschwindigkeiten zu Leckage führen. Betrachtet man einen Punkt auf der Dichtkante des Radialwellendichtringes, so führt eine nicht rund laufende Welle darunter eine Auf- und Ab-Bewegung aus, welcher die Dichtlippe aufgrund ihrer Massenträgheit ab einer bestimmten Umfangsgeschwindigkeit nicht mehr folgen kann. Es entsteht ein Spalt durch den das Medium als Leckage austreten kann.

Die Tabelle zeigt die maximal zulässigen Werte für NBR und FKM (für die druckbelastbaren Bauformen gelten eingeschränkte Werte).



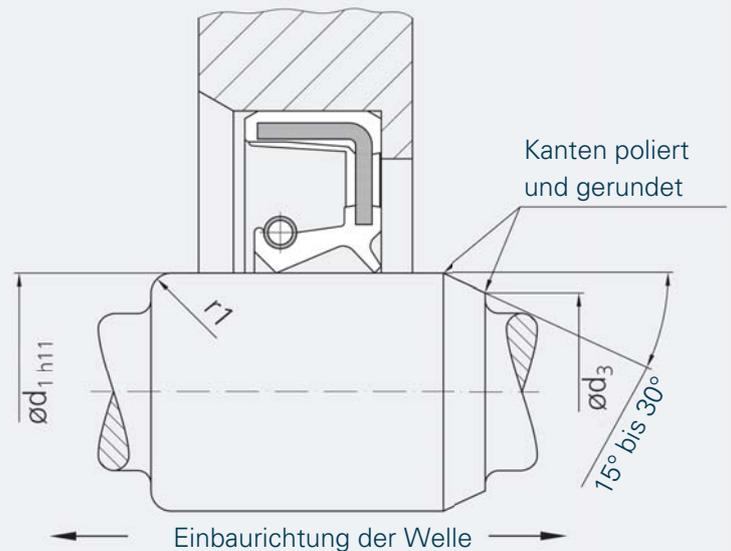
zulässige Rundlaufabweichung für NBR und FKM

Einbauschrägen

Abhängig von der Einbaurichtung soll an der Welle eine Fase oder ein Radius vorgesehen werden. Dadurch können Beschädigungen der Dichtlippe bei der Montage verhindert werden. Die Winkel, Radien und Durchmesser entnehmen Sie bitte der Zeichnung und den Tabellen.

Fasendurchmesser

	d₁ [mm]	d₃ [mm]
	bis 10	d1 - 1,5
>	10 bis 20	d1 - 2,0
>	20 bis 30	d1 - 2,5
>	30 bis 40	d1 - 3,0
>	40 bis 50	d1 - 3,5
>	50 bis 70	d1 - 4,0
>	70 bis 95	d1 - 4,5
>	95 bis 130	d1 - 5,5
>	130 bis 240	d1 - 7,0
>	240 bis 500	d1 -11,0



Bauform	r1 min. [mm]
ohne Schutzlippe	0,6
mit Schutzlippe	1,0

Schutz der Welle

Die Wellenoberfläche muss im Bereich der Laufflächen von Dichtungen frei von jeglichen Beschädigungen sein. Kratzer, Riefen, Schlagstellen oder Korrosionsstellen führen sehr schnell zu Leckage und zum Ausfall der Dichtung.

Nach der exakten Fertigung ist daher auch beim anschließenden Transport und der Lagerung der Welle bis zur Montage auf entsprechenden Schutz der Oberflächen zu achten. Durch geeignete Schutzhüllen und Transportbehälter ist dies leicht zu gewährleisten.

Wellenwerkstoffe	Anwendung / Bemerkung
übliche Stähle im Maschinenbau für Wellen	generell
härtbare nichtrostende Stähle	wässrige Medien korrosive Medien
NE-Metalle	wässrige Medien bei niedrigen Umfangsgeschwindigkeiten
Gußwerkstoffe (Fe)	lunkerfrei, feinporig (<0,05mm)
hartverchromte Laufflächen	teilweise problematisch wg. unregelmäßigem Verschleiß und Störung der Schmierfilmbenetzung, ggf. Verbesserung durch abschließendes Einstichschleifen
Keramikbeschichtungen	sehr verschleißfest, aber auch „aggressiv“, daher Rauheit und Porengröße beachten, ggf. Oberfläche versiegeln, Haftung zum Basismaterial muss gewährleistet sein
Kunststoffe	problematisch wegen schlechter Wärmeableitung, daher nur bei sehr langsamer Bewegung

Gestaltung der Aufnahmebohrung

Neben der dynamischen Abdichtung zwischen der Dichtlippe und der Welle dichtet ein Radialwellendichtring auch statisch zwischen seinem Außendurchmesser und der Aufnahmebohrung.

Die exakte Ausführung der Aufnahmebohrung ist wichtig um Leckage zwischen dem Außenmantel der Dichtung und dem Gehäuse zu verhindern und den sicheren und festen Sitz der Dichtung im Gehäuse zu gewährleisten.

Toleranz

Für den Bohrungsdurchmesser der Aufnahmebohrung ist das ISO-Toleranzfeld H8 anzuwenden. Speziell angepasste Toleranzen mit geringerer Überdeckung können notwendig werden bei dünnwandigen Gehäusen und Gehäusen aus spröden Werkstoffen oder Werkstoffen mit geringer Festigkeit.

Für Leichtmetall- oder Kunststoffgehäuse empfehlen wir den Einsatz von Bauformen mit gummiertem Außenmantel da diese bei Erwärmung der größeren Ausdehnung des Gehäuses besser folgen können.

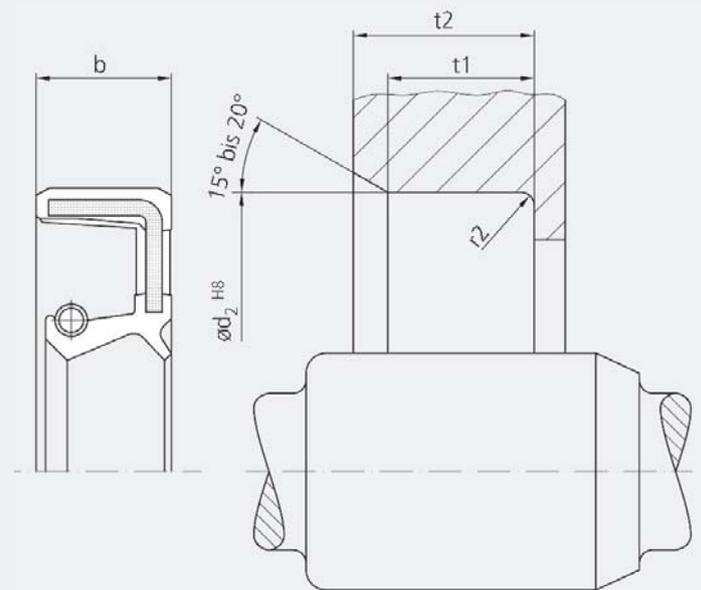
Oberflächenrauheit

Bauform	zulässige Oberflächenrauheit [µm]
nach DIN Typ A, Außenmantel Elastomer	$R_a = 1,6 - 6,3$
	$R_z = 10 - 20$
	$R_{max} < 25$
nach DIN Typ B u. C, metallischer Außenmantel	$R_a = 0,8 - 3,2$
	$R_z = 6,3 - 16$
	$R_{max} < 16$

Einbauraumtiefe und Einbauschrägen

Tiefe der Aufnahmebohrung siehe Zeichnung und Tabelle.

Der Winkel für die Einführschräge soll 15° bis 20° betragen. Der Übergang zwischen Fase und zylindrischer Fläche soll gratfrei ausgeführt werden.



Maße der Aufnahmebohrung

b	t1 min. (0,85xb)	t2 min. (b+0,3)	r2 max.
7	5,95	7,3	0,5
8	6,8	8,3	
10	8,5	10,3	
12	10,3	12,3	0,7
15	12,75	15,3	
20	17	20,3	

alle Angaben in mm

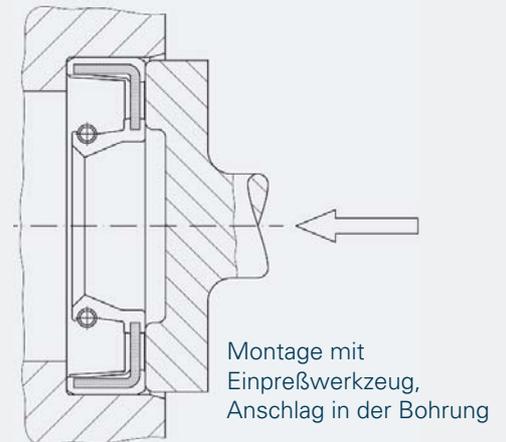
Montage

Die zuverlässige Funktion eines Radialwellendichtringes hängt auch von seiner einwandfreien Montage ab. Der Radialwellendichtring muss beschädigungsfrei und lagerichtig montiert werden. Erfahrungswerte zeigen, dass ca. 1/3 der Ausfallursachen für Radialwellendichtringe auf Fehler bei der Montage zurückzuführen sind.

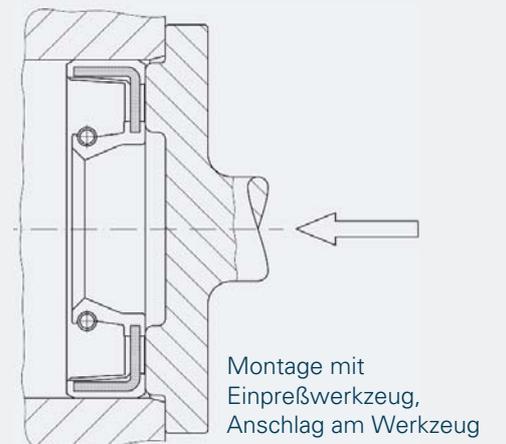
Im Normalfall wird der Radialwellendichtring mit der Stirnseite (der offenen Seite mit Blick auf die Feder) zum abzudichtenden Medium, bzw. zur druckzugewandten Seite eingebaut.

Bei der Montage von Radialwellendichtringen sind die folgenden Hinweise zu beachten:

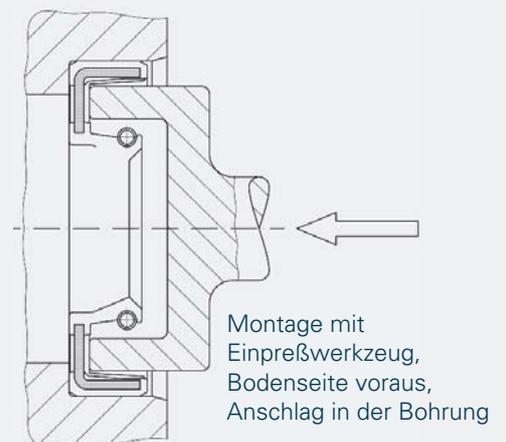
- Vor der Dichtungsmontage sind alle beteiligten Komponenten von Bearbeitungsrückständen wie z.B. Spänen und Verschmutzungen zu reinigen.
- Die Dichtung sowie die Welle und der Einbauraum sind vor der Montage zu schmieren (Öl bzw. Fett auf Verträglichkeit mit dem Dichtungswerkstoff prüfen). Neben der Montageerleichterung wird dadurch auch die Schmierung ab der ersten Wellenumdrehung sichergestellt und Trockenlauf vermieden.
- Bei der Montage von Bauformen mit Schutzlippe kann der Raum zwischen Dichtlippe und Schutzlippe mit Fett „gefüllt“ werden. Diese Fettfüllung sollte 50% des zur Verfügung stehenden Raumes nicht übersteigen.
- Die Welle und der Einbauraum müssen mit Einführschrägen versehen werden. Die genaue Ausführung der Schrägen ist im Kapitel „Einbauräume, Gestaltung“ angegeben.
- Scharfe Kanten müssen sorgfältig entgratet oder am besten bereits konstruktiv durch entsprechende Fasen bzw. Radien ersetzt werden.
- Dichtungen dürfen auf keinen Fall über scharfe Kanten gezogen werden. Gewinde, Paßfedernuten, Bohrungen usw. sollten während der Montage abgedeckt werden.
- Zur einwandfreien Montage empfehlen wir die Verwendung mechanischer oder hydraulischer Einpreßvorrichtungen mit entsprechend angepassten Einpreßstempeln (siehe Abbildungen).
- Die Einpreßkraft soll möglichst nahe am Außendurchmesser einwirken.
- Beim Einpressen darf die Dichtung nicht verkantet werden und muss im Anschluss rechtwinklig zur Welle sitzen.
- Sollte die Montage mittels eines Hammers erfolgen müssen, ist auf jeden Fall eine vollflächige Schutzplatte vor die Dichtung zu legen. Die Schläge dürfen nicht direkt auf die Dichtung einwirken. Eine Deformation und ein Verkanten der Dichtung müssen vermieden werden.



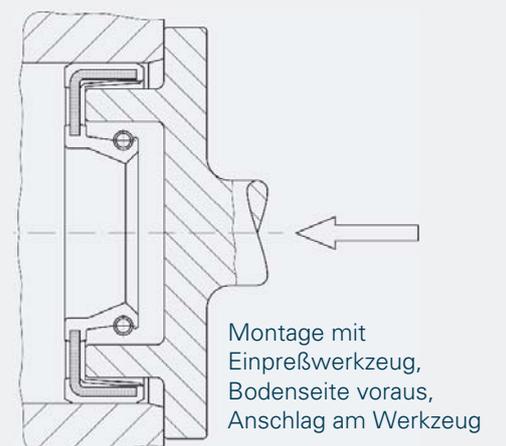
Montage mit Einpreßwerkzeug, Anschlag in der Bohrung



Montage mit Einpreßwerkzeug, Anschlag am Werkzeug

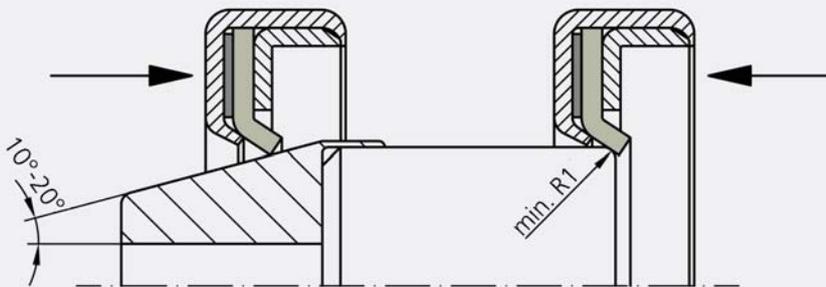


Montage mit Einpreßwerkzeug, Bodenseite voraus, Anschlag in der Bohrung



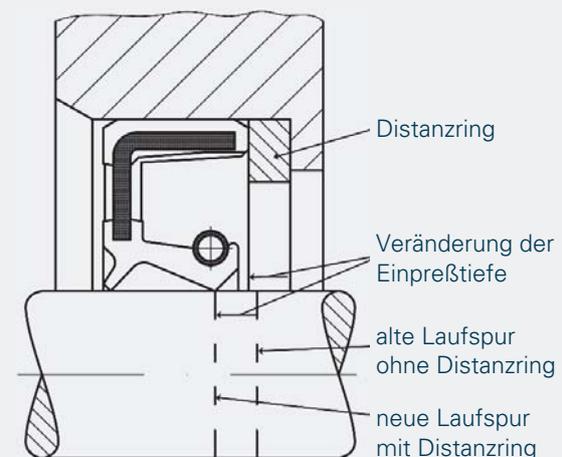
Montage mit Einpreßwerkzeug, Bodenseite voraus, Anschlag am Werkzeug

- Falls es konstruktiv so vorgesehen ist, dass z.B. ein Lager und die Lauffläche der Dichtung denselben Nenndurchmesser haben, kann bei der Montage des Lagers die Lauffläche mit axialen Kratzern beschädigt werden. In diesem Fall sollte der Wellendurchmesser im Bereich der Lauffläche um ca. 0,2mm kleiner ausgeführt werden.
- Bei der Montage von Radialwellendichtringen mit PTFE-Dichtlippe (z.B. unsere Bauformen OS-PA30 bis OS-PA32) ist besondere Sorgfalt gefordert. Wird der Radialwellendichtring mit der Stirnseite voraus montiert empfehlen wir die Verwendung eines Montagekonus mit einem Winkel von 10 - 20°. Erfolgt die Montage mit der Bodenseite voraus sollte die Welle mit einer Rundung $R_{min} = 1\text{mm}$ versehen werden.



Austausch von Radialwellendichtringen

Bei Wartungs- oder Reparaturarbeiten an einer Maschine sollten grundsätzlich auch die gebrauchten Radialwellendichtringe gegen neue ersetzt werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die neue Dichtung nicht genau in der alten Laufspur auf der Welle läuft. Der neue Radialwellendichtring kann dazu z.B. durch die Verwendung eines Distanzringes unterschiedlich tief in die Bohrung eingepresst werden (siehe nebenstehende Abbildung). Bei Einsatz einer Wellenlaufhülse sollte diese ggf. auch ersetzt werden.



Lagerung von Elastomeren

Die optimalen Lagerungsbedingungen für Elastomerprodukte sind beschrieben in DIN 7716 und ISO 2230. Bei Einhaltung dieser Vorgaben sind Elastomere über den Zeitraum mehrerer Jahre hinaus ohne Qualitätseinbußen lagerfähig.

Die schädlichsten Faktoren für eine beschleunigte Alterung von Elastomeren sind:

- mechanische Spannungen (Druck, Zug, Biegung, ...),
- Einwirkung von Sauerstoff,
- Ozon,
- Licht,
- Wärme,
- Feuchtigkeit
- und Lösemitteln.

Daher sollten die folgenden Grundsätze beachtet werden:

Lagerraum

Der Lagerraum sollte kühl, trocken, staubarm und mäßig gelüftet sein.

Die relative Luftfeuchtigkeit sollte 65% nicht überschreiten.

Im Lagerraum sollten keine ozonerzeugenden elektrischen Einrichtungen aufgestellt werden. Ebenfalls soll der Lagerraum nicht gleichzeitig für die Lagerung von Lösemitteln, Kraftstoffen, Schmierstoffen, Chemikalien oder anderen ausgasenden Stoffen verwendet werden.

Lagertemperatur

Die Temperatur sollte ca. 15°C betragen wobei Schwankungen im Bereich von +20°C bis -10°C erlaubt sind. Wärmequellen wie z.B. Heizkörper sollten einen abstand von mindestens 1m zur Ware haben und nicht direkt auf die Ware abstrahlen.

Beleuchtung

Elastomere müssen vor direkter Sonneneinstrahlung und künstlicher Beleuchtung mit hohem UV-Anteil geschützt werden. Empfehlenswert ist eine Lagerraumbeleuchtung mit konventionellen Glühlampen.

Verpackung

Eine geschlossene Verpackung z.B. in luftdichten Behältern oder in Polyethylenbeuteln schützt die Ware vor Luftaustausch und damit vor Sauerstoff und Ozon. Verpackungsmaterialien dürfen keine Weichmacher oder andere elastomerschädigende Stoffe enthalten.

Mechanische Spannungen

Elastomerprodukte sollen spannungsfrei gelagert werden. Das bedeutet sie sollen nicht durch Zug, Druck, Biegung oder sonstige Kräfte belastet sein.

Lagerung von Komponenten

Bei der Lagerung von Komponenten mit bereits montierten Dichtungen ist besondere Sorgfalt anzuwenden. Durch die Zugspannungen in einer aufgedehnten Dichtung schreitet die Alterung beschleunigt voran.

Trotz optimal eingehaltener Lagerungsbedingungen sollten die Komponenten nicht länger gelagert werden und unbedingt nach dem „first-in first-out“ Prinzip umgehend weiterverarbeitet werden.