

Einbauträume, 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.

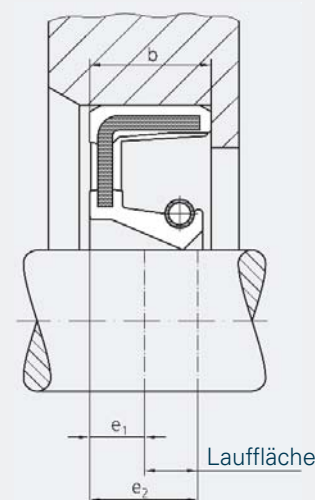
Laufflächenbereich

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.

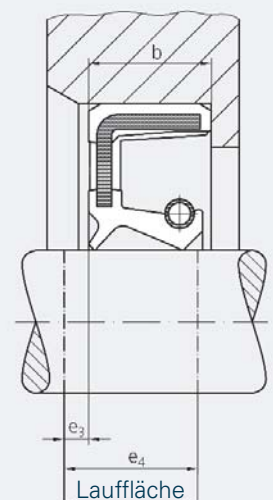
Laufflächenbereiche für Radialwellendichtringe nach DIN 3760

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



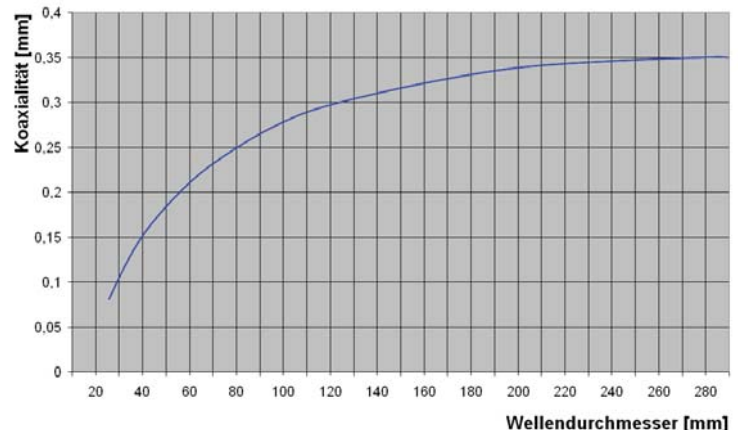
Laufflächenbereich mit Schutzlippe



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.

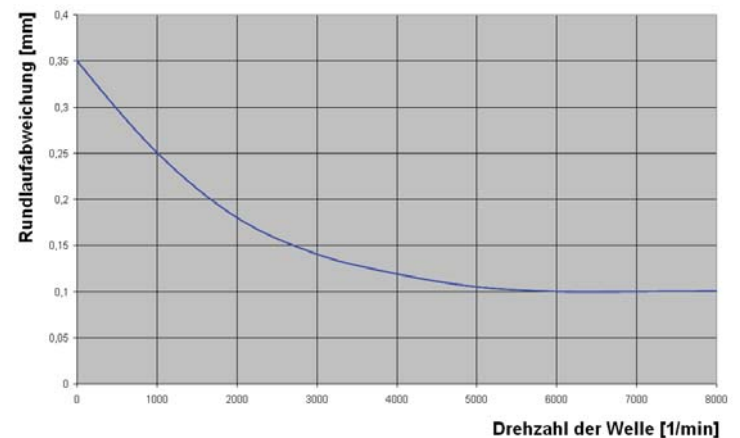


zulässige Koaxialitätsabweichung

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).



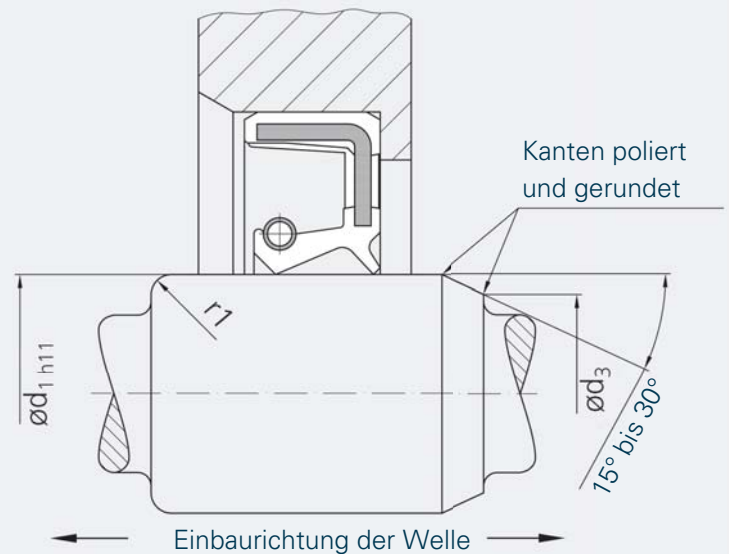
zulässige Rundlaufabweichung für NBR und FKM

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.

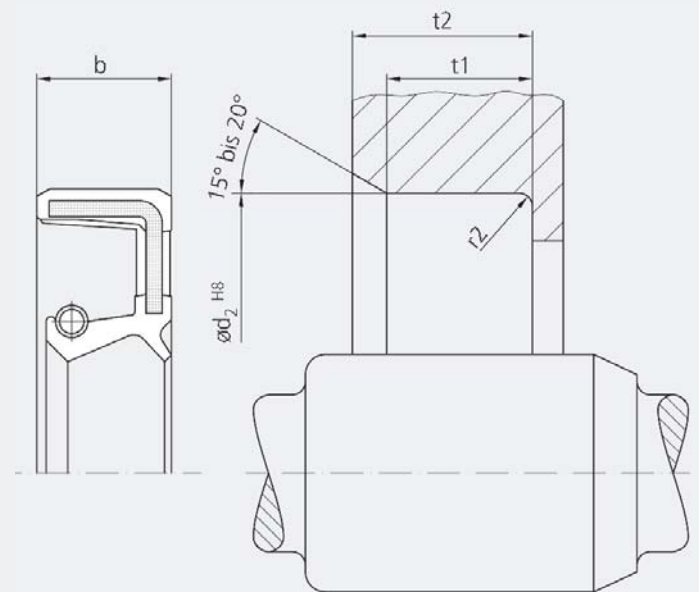
Oberflächenrauheit

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