



Webinar

Pinneberg 04.12.2024



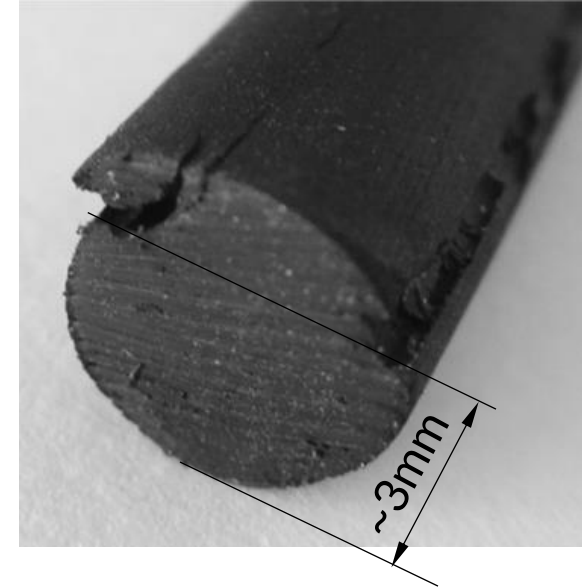
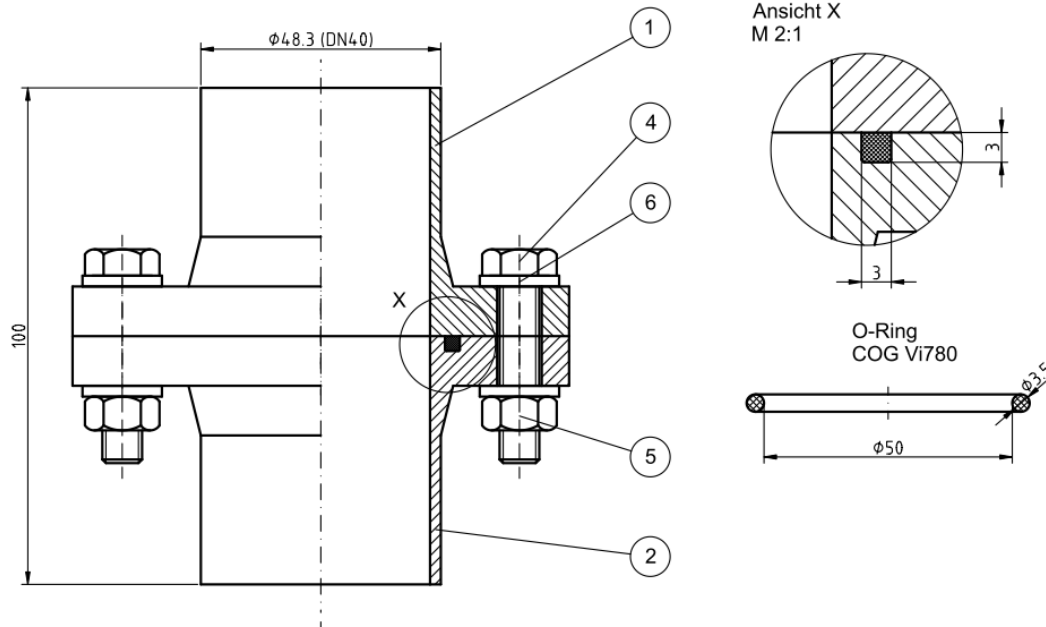
AUSLEGUNG EINER O-RING ABDICHTUNG

O-Ring Schaden



SAGEN SIE HERR LUCHT, NUN KAUFEN WIR EXTRA DIE
HOCHWERTIGEN FKM O-RINGE BEI IHNEN UND UNSERE
BAUTEILE SIND IMMER NOCH UNDICHT !

O-Ring Schaden



O-Ring Schaden durch falsch ausgelegte O-Ring Nut

Inhalt

1

Beschreibung O-Ring

2

Funktion einer O-Ring Abdichtung

3

Vorteile einer O-Ring Abdichtung

4

Einbauräume Auslegung

5

Zusammenfassung

Inhalt

6

Konstruktive Maßnahmen

7

Werkstoffauswahl

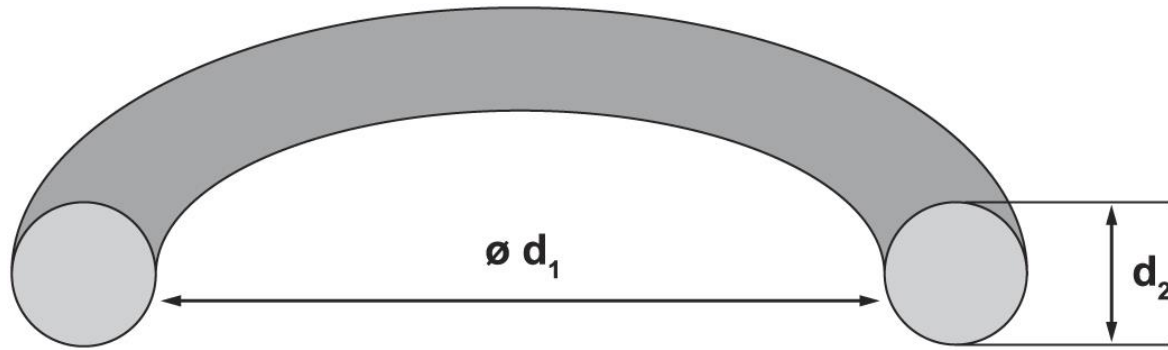
8

Weiterführende Informationen

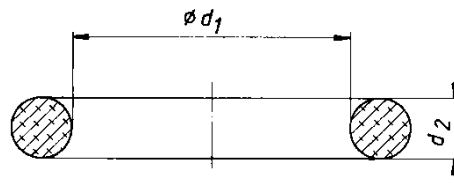
9

In eigener Sache

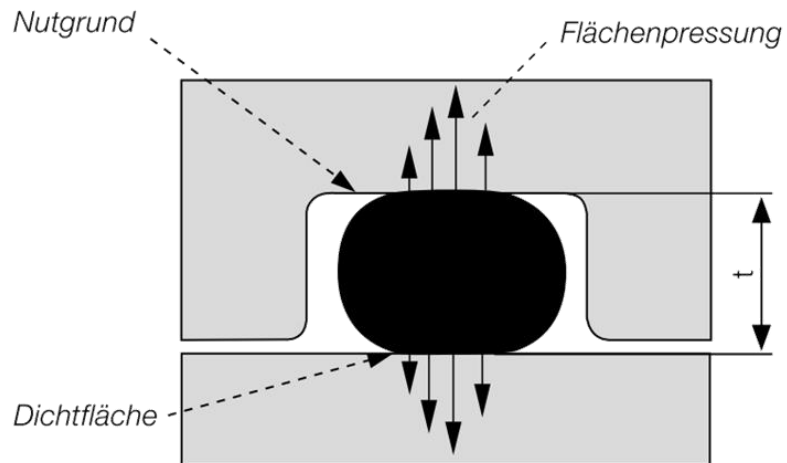
Beschreibung O-Ring



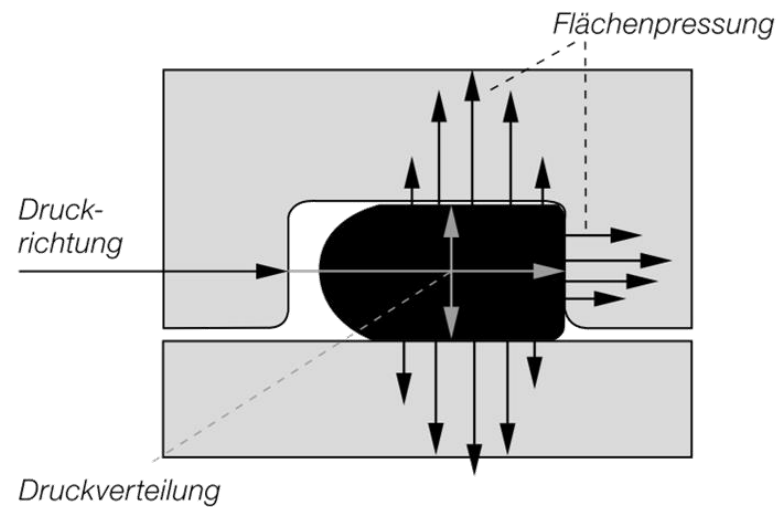
oder auch so dargestellt:



Funktion einer O-Ring Abdichtung



**Verpresster O-Ring im Einbauraum
ohne Druckbeaufschlagung**

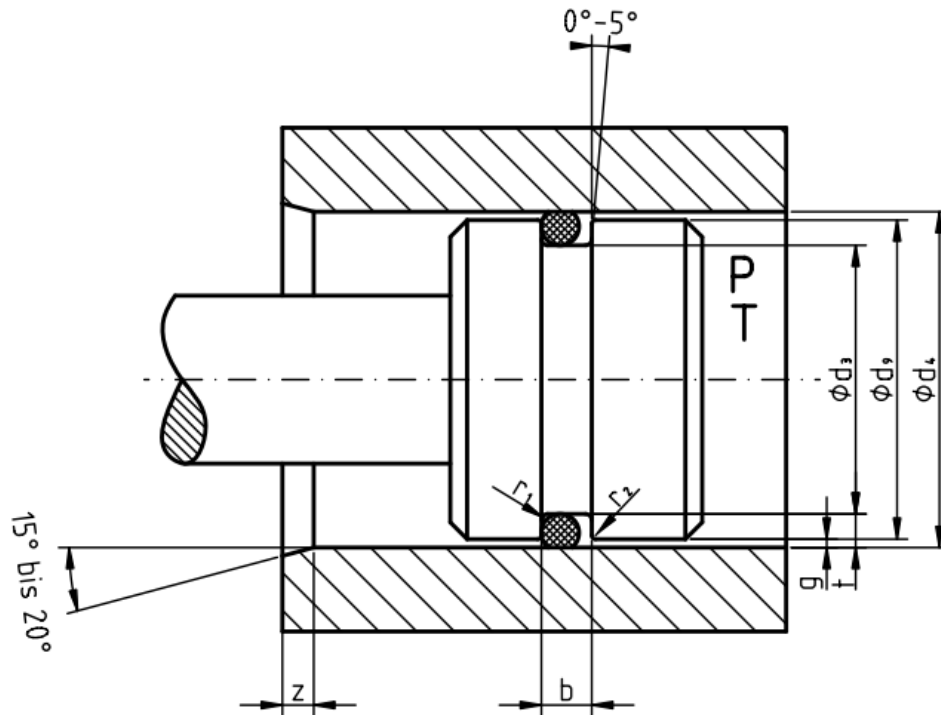


**Verpresster O-Ring im Einbauraum
unter Druckbeaufschlagung**

Vorteile einer O-Ring Abdichtung

- geringer Platzbedarf
- einfache Konstruktion der Abdichtung
- einfache Montage
- breiter Temperaturbereich von ca. -100 °C bis zu +325 °C
- großer Druckbereich vom Hochvakuum bis zu ca. 3000 bar
- hohe (weltweite) Verfügbarkeit
- relativ preisgünstig

Einbauräume Auslegung



Kolbenabdichtung

d_3 = Nutgrunddurchmesser

d_4 = Bohrungsdurchmesser

d_9 = Wellendurchmesser

b = Nutbreite

t = Nuttiefe

g = Dichtspalt

z = Einführschräge

r_1 = Radius im Nutgrund

r_2 = Radius Nutoberkante

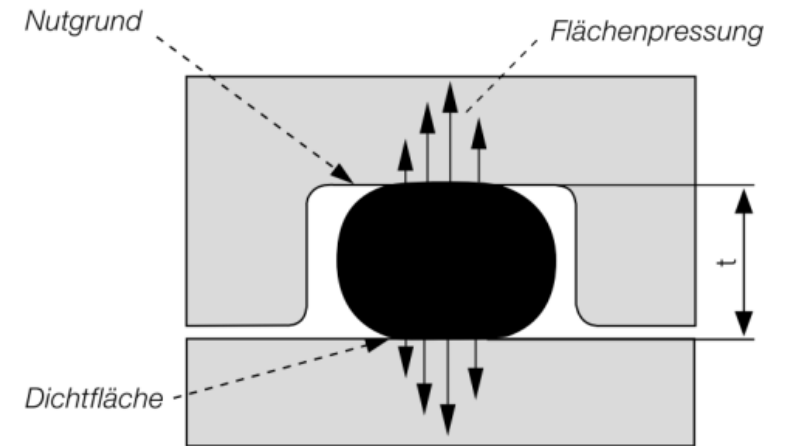
P = Druck

T = Temperatur

Einbauräume Auslegung Verpressung

$$\text{Verpressung} = \frac{\text{Schnurdurchmesser} - \text{Nuttiefe}}{\text{Schnurdurchmesser}} \cdot 100\%$$

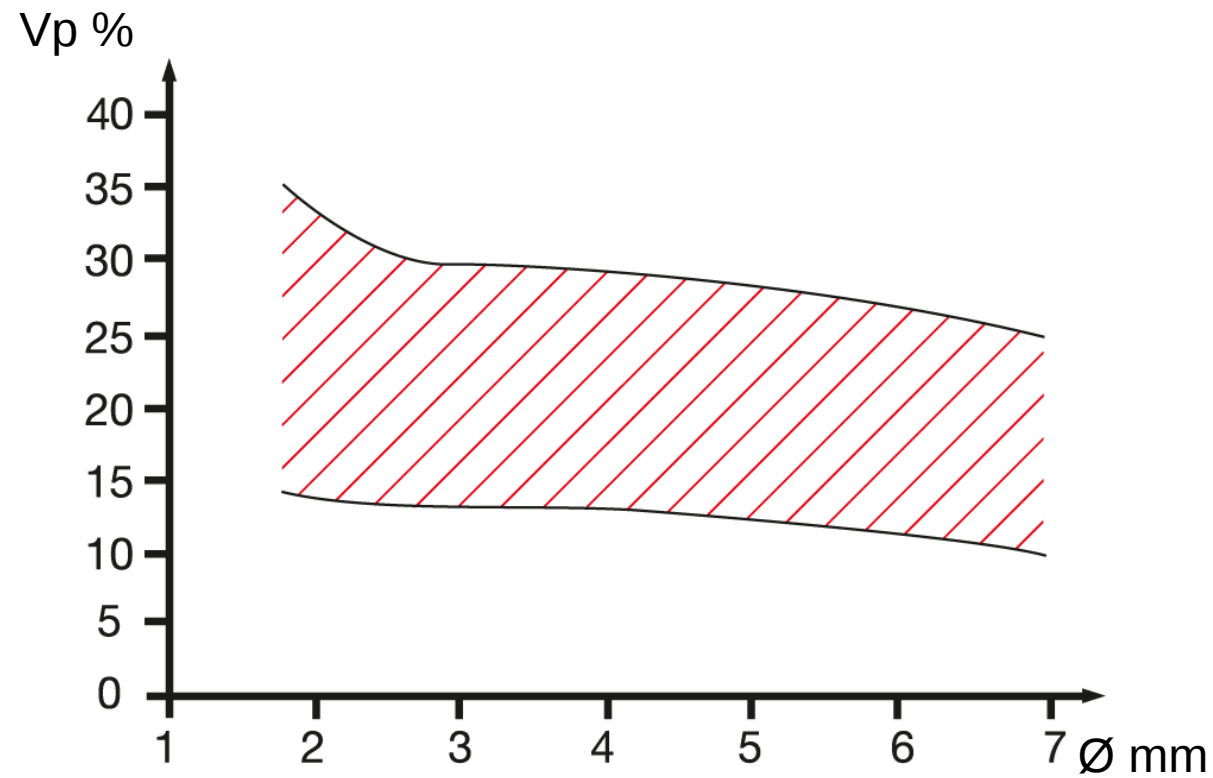
$$QV [\%] = \frac{d_2 - t}{d_2} \cdot 100\%$$



Verpresster O-Ring im Einbauraum
ohne Druckbeaufschlagung

Achtung! Es muss hier der reale Schnurdurchmesser verwendet werden d.h. die Querschnittsveränderung durch Dehnung und die thermische Ausdehnung des Ringes muss berücksichtigt werden vgl. DIN ISO 3601-2. Ebenso müssen alle Toleranzen mit betrachtet werden.

Einbauräume Auslegung Verpressung



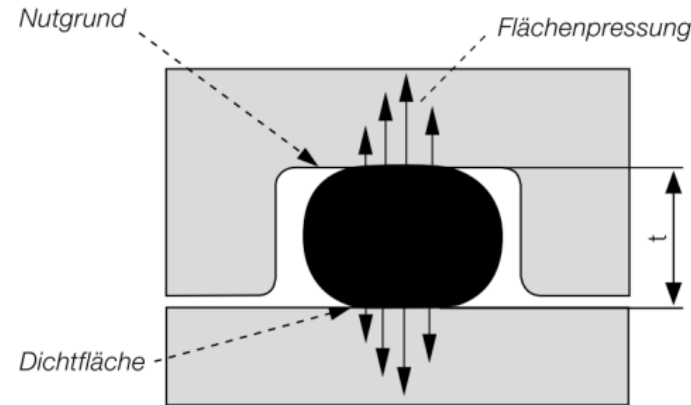
Verpressungsdiagramm einer hydraulischen,
statischen Anwendung

Einbauräume Auslegung Nutfüllung

$$\text{Füllgrad} = \frac{O - \text{Ring Fläche}}{\text{Nutquerschnitt}} \cdot 100\%$$

$$F = \frac{d^2 \cdot \pi}{4 \cdot b \cdot t} \cdot 100\%$$

$$F \leq 85\%$$



Verpresster O-Ring im Einbauraum
ohne Druckbeaufschlagung

Achtung! Es muss hier der reale Schnurdurchmesser verwendet werden d.h. die Querschnittsveränderung durch Dehnung und die thermische Ausdehnung des Ringes müssen berücksichtigt werden vgl. DIN ISO 3601-2; ebenso müssen alle Toleranzen mit betrachtet werden.

Einbauräume Auslegung

d ₂	b	t		r ₁	r ₂	z _{min}
		statisch	dynamisch			
1,00	1,58	0,70	0,75	0,30	0,1	0,62
1,50	2,19	1,05	1,15	0,30	0,1	0,92
1,78	2,53	1,30	1,40	0,30	0,1	1,10
2,00	2,78	1,50	1,60	0,30	0,1	1,15
2,50	3,37	1,90	2,00	0,30	0,1	1,43
2,62	3,51	2,00	2,10	0,30	0,1	1,50
3,00	3,98	2,30	2,40	0,60	0,2	1,53
3,53	4,67	2,70	2,80	0,60	0,2	1,80
4,00	5,23	3,10	3,30	0,60	0,2	2,03
4,50	5,90	3,50	3,80	0,60	0,2	2,28
5,00	6,48	3,90	4,30	0,60	0,2	2,53

Auszug aus der DIN ISO 3601, O-Ring 1x1

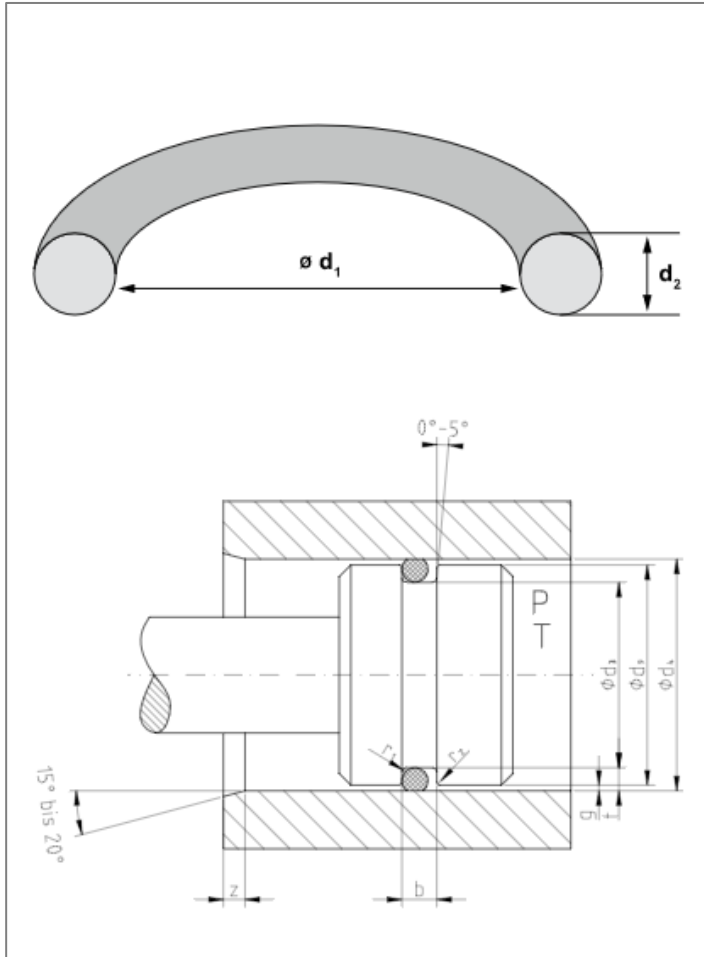
Standardanwendungen können gem. der DIN ISO 3601 ausgelegt werden.

Bei folgenden Anwendungen sollte die Qualität der Abdichtung rechnerisch überprüft werden:

- Hohe Temperaturen
- Sehr hohe Drücke
- Sehr niedrige Drücke (Vakuum)
- Sehr kleine Schnurstärken

Einbauräume Auslegung Berechnungsprogramm

Kolbenabdichtung



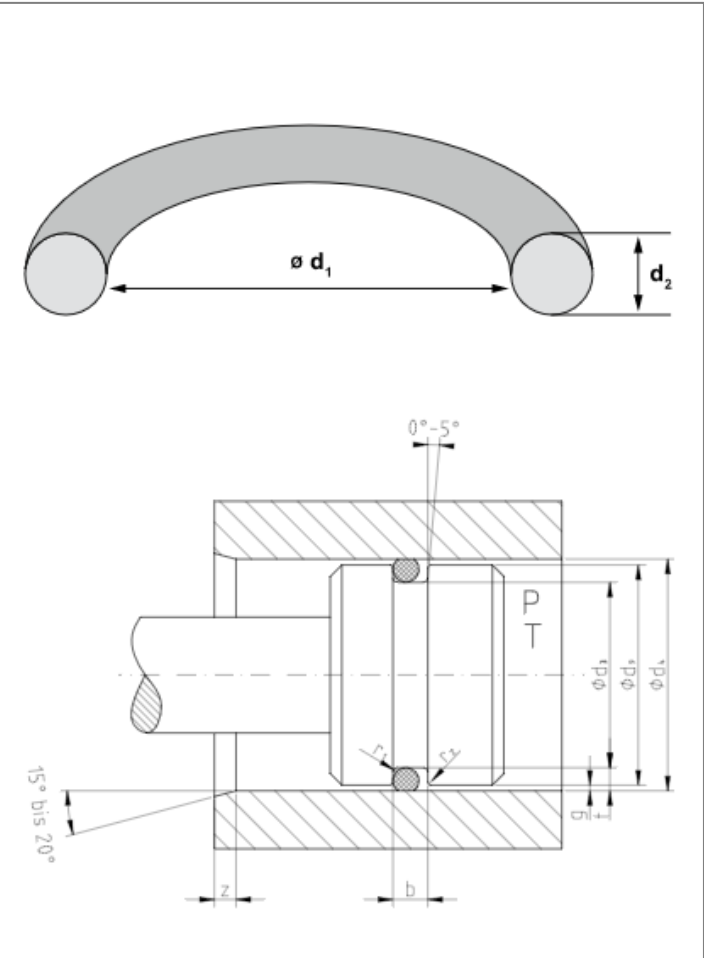
Eingabewerte

	Nennmaß	Passung	obere Toleranz	untere Toleranz	Größtmaß	Kleinstmaß
Wellen-Ø d9 [mm] ⓘ	50	f7 ▾	-0,025	-0,050	49,975	49,950
Bohrungs-Ø d4 [mm]	50	H8 ▾	0,039	0,000	50,039	50,000
Nutgrund-Ø d3 [mm]	44,4	f7 ▾	-0,025	-0,050	44,375	44,350
Nutbreite b [mm]	4,5	Vorschlag	0,250	0,000	4,750	4,500
Radius im Nutgrund r1 [mm]	0,3	Vorschlag	0,100	-0,100	0,400	0,200
OR Innen-Ø d1 [mm]	43	DIN ISO 3601	0,431	-0,431	43,431	42,569
OR Schnur-Ø d2 [mm] ⓘ	3,53	DIN ISO 3601	0,100	-0,100	3,630	3,430
Werkstoff ⓘ	NBR ▾	Anwendung: statisch ▾				
Druck P [bar]	16					
Temperatur T [°C]	20	i. O.				
Ausdehnungskoeffizient α [10 ⁻⁶ /K]	175					
Härte [shore A]	70 ▾				zurücksetzen	

[zurücksetzen](#)

Einbauräume Auslegung Berechnungsprogramm

Kolbenabdichtung - Ergebnisse



Ergebnisse zentrisch:

	nominal	max	min	Prüfergebnis
Verpressung inkl. QV [%] ⓘ	19,221	21,096	14,513	i.O.
Verpressung inkl. QV [mm]	0,666	0,752	0,483	
Nutfüllung [%] ⓘ	75,123	79,274	64,440	i.O.
Dehnung OR [%] ⓘ	3,256	4,242	2,117	i.O.
Nuttiefe t	2,800	2,845	2,813	
Einführschräge bei 15° z [mm]	3,051			
Einführschräge bei 20° z [mm]	2,354			
Spalt g [mm]	0,000	0,044	0,012	i.O.
max. empf. Dichtspalt g [mm]	0,100			i.O.

Ergebnisse exzentrisch:

	max	min	Prüfergebnis
Verpressung inkl. QV [%] ⓘ	21,797	12,800	i.O.
Verpressung inkl. QV [mm]	0,777	0,426	
Spalt g [mm]	0,089	0,025	i.O.

Legende

QV = Querschnittsverringeringung
OR = O-Ring

Berechnungsgrundlage nach DIN ISO 3601-2

Einbauträume Auslegung

Empfohlene O-Ring-Schnurstärke

Bohrungsdurchmesser d_4	O-Ring-Schnurstärke-Nennmaß d_2
4 bis 12	1,78
> 12 bis 24	2,62
> 24 bis 46	3,53
> 46 bis 124	5,33
> 124 bis 500	6,99

Auszug DIN ISO 3601, Flanschabdichtung

Beispiel Kupplung



Undichtigkeit
Kupplung für Drainagebeutel

Beispiel Kupplung

- Problem: Einige Kupplungen sind dicht und einige sind undicht
- Es werden zwei O-Ringe eingesetzt: 2,35x1 und 5,5x1,5
- O-Ring sind aus AP 310 (EPDM 70 perox. + FDA)
- Medium: Blut div. Körperflüssigkeiten
- Druck: Leichter Unterdruck
- Temperatur: Körpertemperatur ca. 35 °C
- Sterilisation: ETO (Ethylenoxid)
- Die Kupplung ist neu auf dem Markt

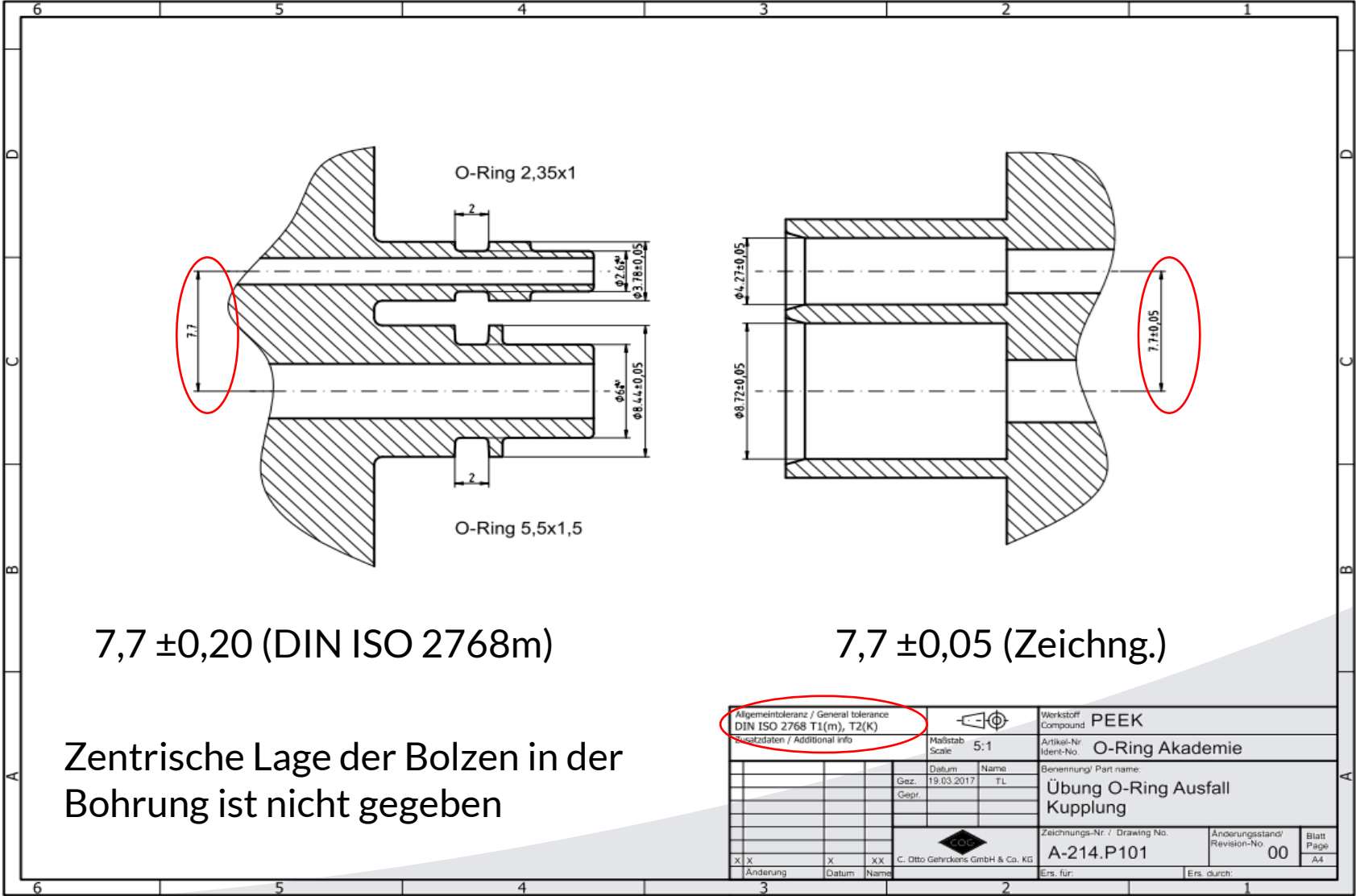
Beispiel Kupplung

- Untersuchung der gebrauchten O-Ringe ergab keine signifikanten Änderungen
- EPDM perox. ist in dem angegebenen Temperaturbereich sehr gut beständig gegenüber Blut div. Körperflüssigkeiten
- EPDM perox. ist rel. gut gegenüber ETO beständig

FAZIT

Anscheinend keine Unbeständigkeit

Beispiel Kupplung



Beispiel Kupplung

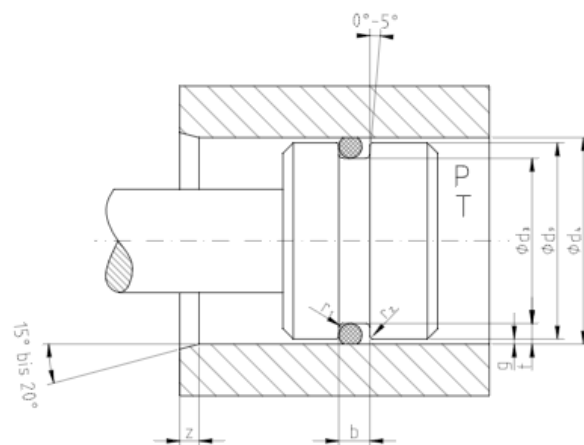
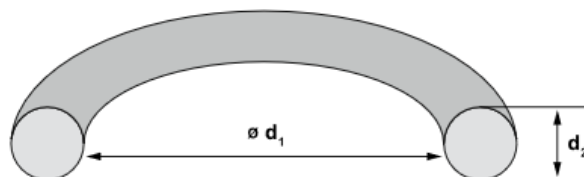
Vermutung: Toleranzproblem?

- Einige Kupplungen sind dicht und einige sind undicht
- Dünne Schnurstärken
- Keine Unbeständigkeit

Zulässige Abweichungen für Schnurdurchmesser von O-Ringen
entsprechend DIN ISO 3601-1

Schnurdurchmesser d2 [mm]	0,80 < d2 ≤ 2,25	2,25 < d2 ≤ 3,15	3,15 < d2 ≤ 4,50	4,50 < d2 ≤ 6,30	6,30 < d2 ≤ 8,40
zulässige Abweichung ± [mm]	0,08	0,09	0,1	0,13	0,15
Ges. Abweichung [mm]	0,16	0,18	0,2	0,26	0,3
Rel. ges. Abweichung [%]	20 -> 7,1	8 -> 5,7	6,3 -> 4,4	5,8 -> 4,1	4,8 -> 3,6

Beispiel Kupplung



- In der zentrischen Lage u. U. keine Verpressung
- Spalt beträgt max 59 % der Schnurstärke
- Dehnung zu groß

Eingabewerte

	Nennmaß	Passung	obere Toleranz	untere Toleranz	Großmaß	Kleinmaß
Wellen-Ø d9 [mm]	3,780	frei	0,050	-0,050	3,830	3,730
Bohrungs-Ø d4 [mm]	4,270	frei	0,050	-0,050	4,320	4,220
Nutgrund-Ø d3 [mm]	2,600	frei	0,100	0,000	2,700	2,600
Nutbreite b [mm]	2,000	Vorschlag	0,250	0,000	2,250	2,000
Radius im Nutgrund r1 [mm]	0,300	Vorschlag	0,100	-0,100	0,400	0,200
OR Innen-Ø d1 [mm]	2,350	DIN ISO 3601	0,130	-0,130	2,480	2,220
OR Schnur-Ø d2 [mm]	1,000	DIN ISO 3601	0,080	-0,080	1,080	0,920

Werkstoff	EPDM	Anwendung	statisch
Druck P [bar]	10,000		
Temperatur T [°C]	20	i.O.	
Ausdehnungskoeffizient α [10 ⁻⁶ /K]	175		
Härte [shore A]	70		zurücksetzen

Ergebnisse zentrisch:

	nominal	max	min	Prüfergebnis
Verpressung inkl. QV [%]	13,682	27,255	-5,514	Verpressung < 12%
Verpressung inkl. QV [mm]	0,132	0,285	-0,045	
Nutfüllung [%]	45,052	57,067	27,206	i.O.
Dehnung OR [%]	10,638	21,636	-8,27	Dehnung > 6,5%
Nuttiefe t	0,835	0,860	0,760	
Einführschräge bei 15° z [mm]	1,194			
Einführschräge bei 20° z [mm]	0,921			
Spalt g [mm]	0,245	0,295	0,195	i.O.
max. empf. Dichtspalt g [mm]	0,080			Dichtspalt zu groß Härte oder Passung ändern sonst Stützring verwenden

Ergebnisse exzentrisch:

	max	min	Prüfergebnis
Verpressung inkl. QV [%]	78,464	-47,842	Verpressung > 30%
Verpressung inkl. QV [mm]	0,820	-0,390	
Spalt g [mm]	0,590	0,390	Dichtspalt zu groß Härte oder Passung ändern sonst Stützring verwenden

Legende

QV = Querschnittsverringering
OR = O-Ring

Berechnungsgrundlage nach DIN ISO 3601-2

Beispiel Kupplung Zusammenfassung

- Kein chemischer Angriff
- Zentrische Lage nicht gegeben
- O-Ring wird u. U. nicht verpresst
- Je nach Lage der Ist-Maße, gute oder keine Abdichtung
- Dichtspalt zu groß

FAZIT

Ungünstige konstruktive Auslegung → DIN ISO 3601

Toleranzen aller beteiligten Bauteile müssen beachtet werden

Beispiel Kupplung, Lösungsvorschläge

Nut anpassen DIN ISO 3601

Probleme

- Spritzgussteile (fertig => hohe Kosten)

Schnurstärke +0,1 mm

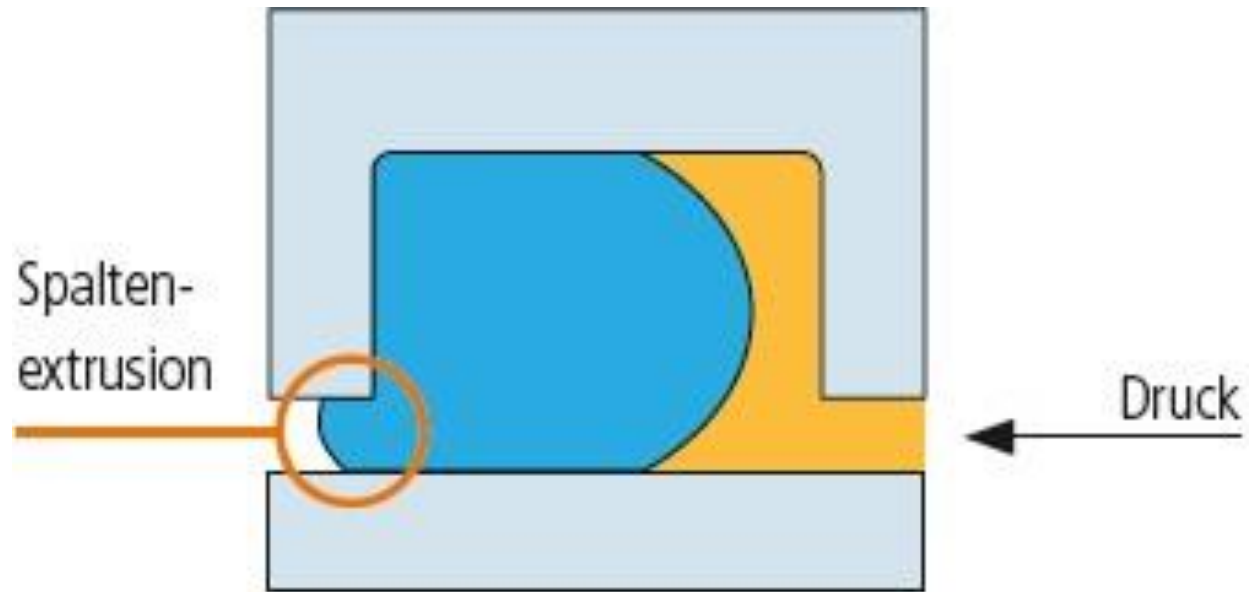
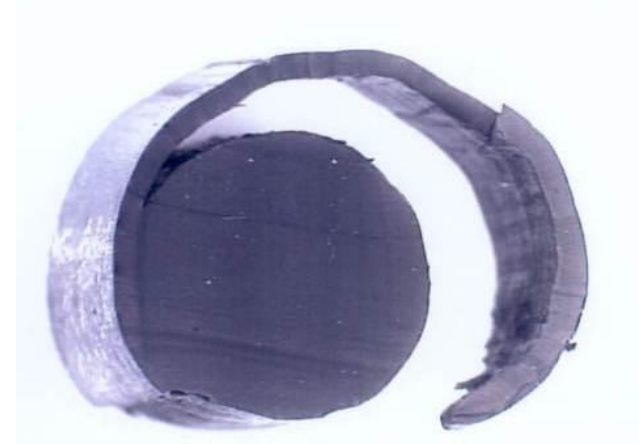
Probleme

- max. Verpressung zu hoch
- Zu hohe Fügekräfte (Krankenhauspersonal)
- Spaltextusion beim Fügen

Schnurstärke +0,1 mm zzgl. PTFE Beschichtung

- Versuche notwendig

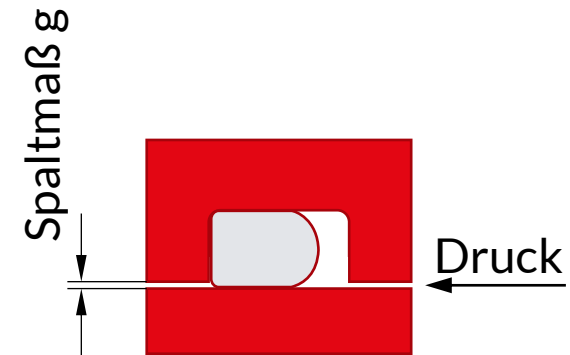
Einbauräume Auslegung



Einbauräume Auslegung

Schnurstärke d_2	bis 2	2,01 – 3	3,01 – 5	5,01 – 7	über 7,01
O-Ring-Härte 70 Shore A					
Druck (bar)	Spaltmaß g				
≤ 35	0,08	0,09	0,10	0,13	0,15
≤ 70	0,05	0,07	0,08	0,09	0,10
≤ 100	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08
O-Ring-Härte 90 Shore A					
Druck (bar)	Spaltmaß g				
≤ 35	0,13	0,15	0,20	0,23	0,25
≤ 70	0,10	0,13	0,15	0,18	0,20
≤ 100	0,07	0,09	0,10	0,13	0,15
≤ 140	0,05	0,07	0,08	0,09	0,10
≤ 175	0,04	0,05	0,07	0,08	0,09
≤ 210	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08
≤ 350	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04

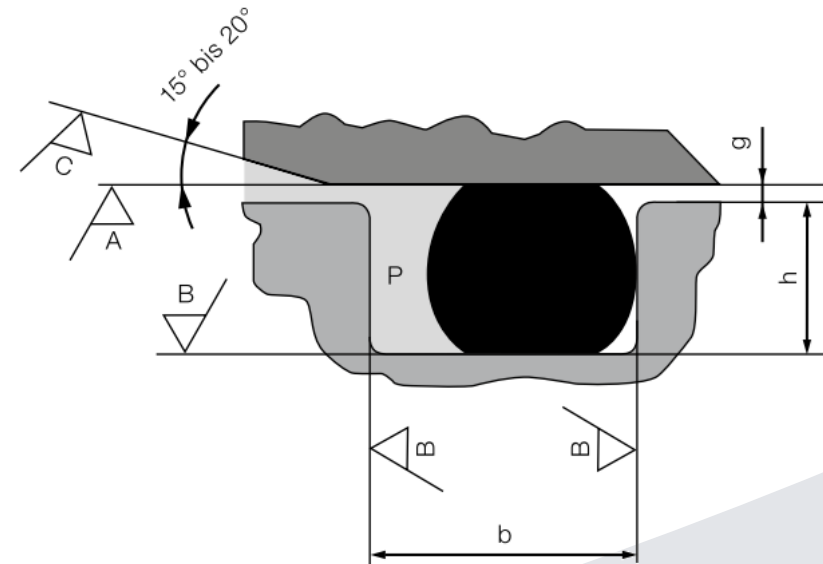
Alle Angaben in mm.



O-Ring 1x1 Seite 10

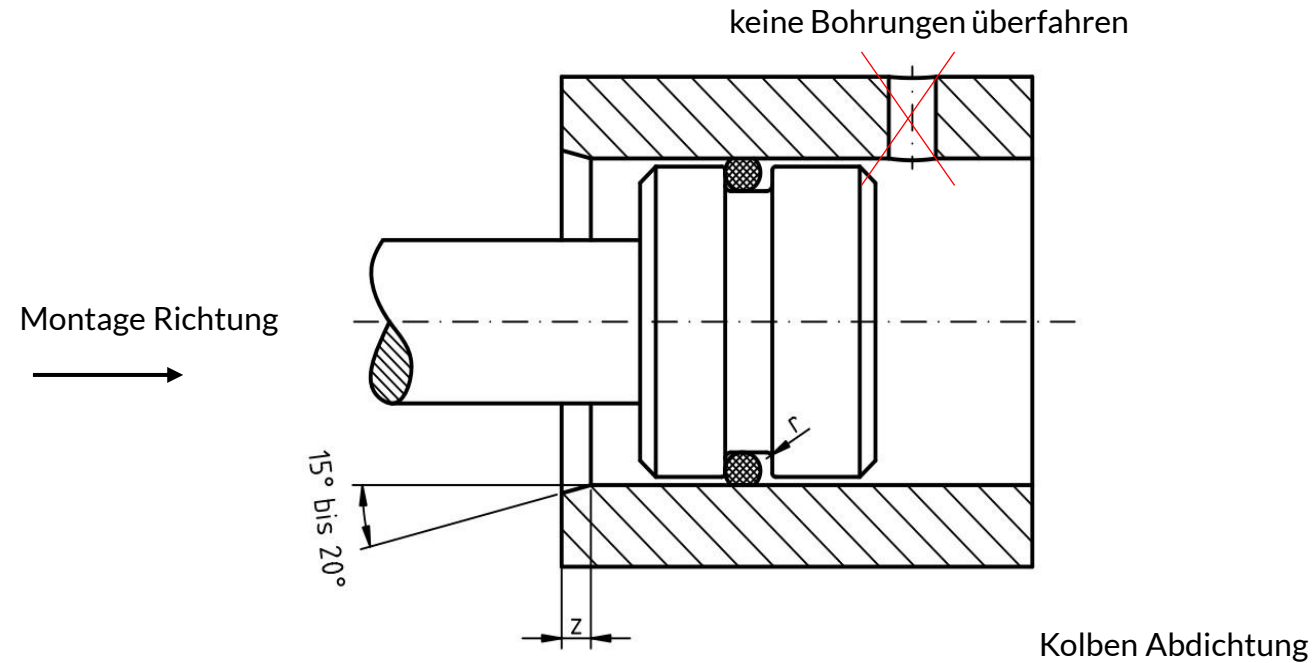
Einbauräume Auslegung

Oberfläche	Anwendung	Rz (μm)	Ra (μm)
Nutgrund (B)	Statisch	6,3	1,6
Nutflanken (B)	Statisch	6,3	1,6
Dichtfläche (A)	Statisch	6,3	1,6
Nutgrund (B)	Dynamisch	6,3	1,6
Nutflanken (B)	Dynamisch	6,3	1,6
Dichtfläche (A)	Dynamisch	1,6	1,6
Einführschräge (C)	---	6,3	1,6



Konstruktive Maßnahmen

O-Ringe niemals über scharfe Kanten ziehen

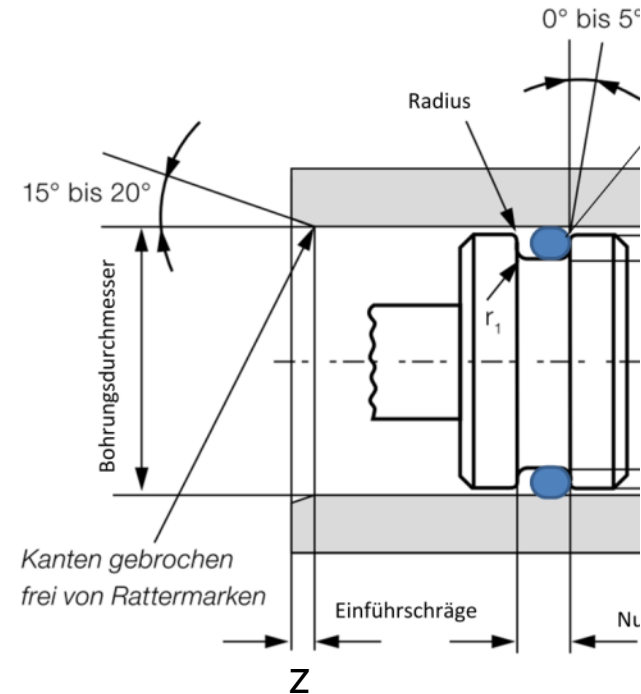


Konstruktive Maßnahmen

Einführschrägen vorsehen

d	z bei 15°	z bei 20°
bis 1,80	2,5	2
1,81 – 2,62	3	2,5
2,63 – 3,53	3,5	3
3,54 – 5,33	4	3,5
5,34 – 7,00	5	4
über 7,01	6	4,5

Mindestlänge Einführschräge



Einbauräume Auslegung

- Ein O-Ring benötigt ca. 20 % Freiraum in der Nut
- Die Verpressung soll, abhängig von der Schnurstärke, min 12% und nicht mehr als 30 % betragen
- Alle Toleranzen beachten
- Die Schnurstärke nicht zu dünn wählen
- Die Passung zwischen Welle und Bohrung muss zum Druck passen
- O-Ringe kurzfristig nicht mehr als 20 % und dauerhaft nicht mehr als 6 % dehnen
- Scharfe Kanten, Querbohrungen usw. vermeiden

Werkstoffauswahl

Medium	NR	IIR	EPDM	NBR	HNBR	CR	AU	ACM	VMQ	FVMQ	TFE/P	FKM	FFKM
Calciumacetat (wässrige Lösung)	A	A	A	B	B	B	D	D	D	D	A	D	A
Calciumchlorid (wässrige Lösung)	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Calciumhydrogensulfit (wässrige Lösung)	D	D	D	D	A	A	A	D	A	A		A	A
Calciumhydroxid (wässrige Lösung)	A	A	A	A	A	A	A	D	A	A	A	A	A
Calciumhypochlorit (wässrige Lösung)	C	A	A	B	B	C	D	D	B	B	A	A	A
Calciumnitrat (wässrige Lösung)	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A
Calciumsulfid (wässrige Lösung)	B	A	A	A	A	A	A	D	B	A	A	A	A
Carbamat	D	B	B	C		B	D	D		A		A	A
Carbitol (Ethylidiglykol)	B	B	B	B		B	D	D	B	B		B	A
Carbolsäure (Phenol)	D	B	B	D	D	C	C	D	D	A		A	A
Cellosolve (Ethylenglykolether)	D	B	B	D		D	D	D	D	D		C	A
Cellosolve Acetat (Glykolacetat)	D	B	B	D	D	D	D	D	D	D		D	A
Cellulube (Fyrquel)	D	A	A	D	D	D	D	D	A	C		A	
China-Holzöl (China-Tungöl)	D	C	C	A	A	B	C		D	B		A	A

A = 0 bis 5 % Volumenquellung. Elastomer zeigt keine bis geringe Quellung.

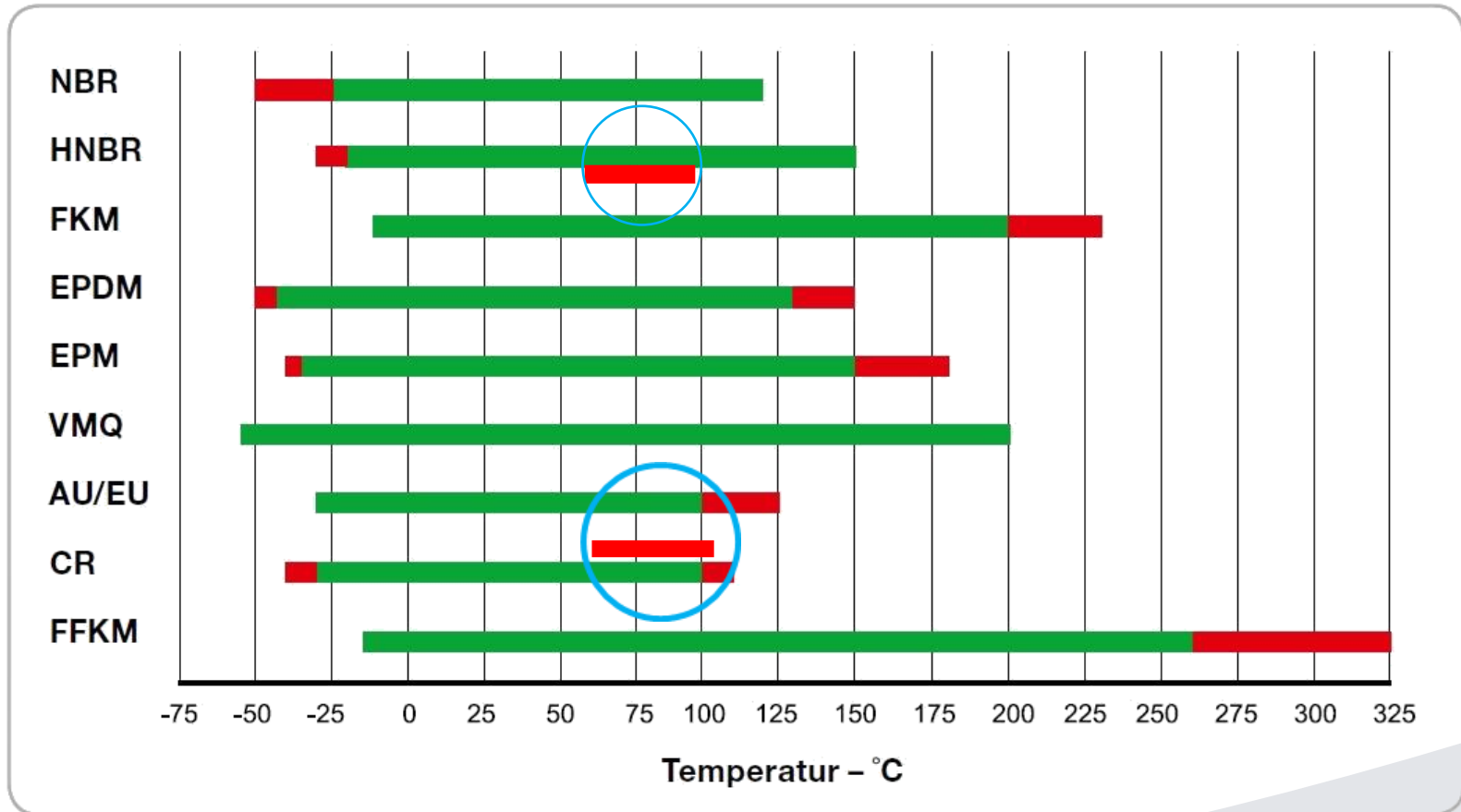
B = 5 bis 10 % Volumenquellung. Elastomer zeigt geringe bis mäßige Quellung.

C = 10 bis 20 % Volumenquellung. Elastomer zeigt mäßige bis starke Quellung.

D = nicht zu empfehlen

E = keine Daten vorhanden.

Werkstoffauswahl



■ Betriebsdauer von 1.000 Stunden

■ nur unter bestimmten Voraussetzungen mit speziellen Werkstoffen erreichbar

Werkstoffauswahl

- **NBR:** Öl, Hydrauliköl, Schmierfett, Benzin, aliphatische Kohlenwasserstoffe, verdünnte Säuren und Laugen
- **Standard FKM (Copolymer):** Mineralöl, aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe, Chlorkohlenwasserstoffe, konzentrierte Säuren, schwache Alkalien
- **Spezial FKM (Tetrapolymer):** Wie Standard FKM zus. außergewöhnliche Beständigkeit gegen Heißwasser, Dampf, Biogene Medien (Biodiesel, E10 usw.).
- **FFKM:** Beständigkeit vergleichbar mit PTFE (Teflon)
- **EPDM:** Hohe Heißwasser- und Dampfbeständigkeit, Alterungs- und Ozonbeständig, sehr gute Chemikalienbeständigkeit gegen oxidierend wirkende Agenzien
- **VMQ:** Großer Temperaturbereich (-55 °C bis +200 °C), Luft, Ölbeständigkeit mit NBR vergleichbar, kein Heißwasser und Dampf

Werkstoffauswahl

Zusammenfassung:

- Beständigkeitstabelle
- Temperatur → Beachtung der Arrhenius-Gleichung
- Erfahrungswerte
- Eignungsversuche in Grenzfällen
- Im Zweifel höherwertigen Werkstoff,
NBR → FKM → FFKM

Weiterführende Informationen

- COG Broschüre „Elastomerdichtungen für höchste Anforderungen“
- COG Broschüre „O-Ring 1x1“
- COG Anwendungstechnik



Fragen?

In eigener Sache

Als kleines Dankeschön für Ihre Teilnahme an diesem Webinar
gewähren wir Ihnen auf eines unserer
O-Ring-Akademie® Seminare 20 % Nachlass!

Termine für Seminare 2025 finden Sie in Kürze unter:
www.o-ring-akademie.de

Bitte geben Sie das Stichwort „Webinarteilnehmer“ bei Buchung
unter seminar@o-ring-akademie.de an.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !



Kontakt

Schulungsunterlagen der

C. Otto Gehrckens GmbH & Co. KG
Gehrstücken 9
25421 Pinneberg, Deutschland

Telefon: +49 4101 5002-0
Telefax: +49 4101 5002-83
www.cog.de

Sollten Sie darüber hinaus Fragen zu diesem Webinar haben, dann wenden Sie sich gerne an:

Referent, Dipl.-Ing. (FH) Thomas Lucht, COG Anwendungstechnik

E-Mail: awt@cog.de

Telefon: +49 4101 5002-186

© 2025 C. Otto Gehrckens GmbH & Co. KG
Irrtümer und Änderungen vorbehalten.