



■ *O-RING* ■ **AKADEMIE** ■[®]





WEBINAR

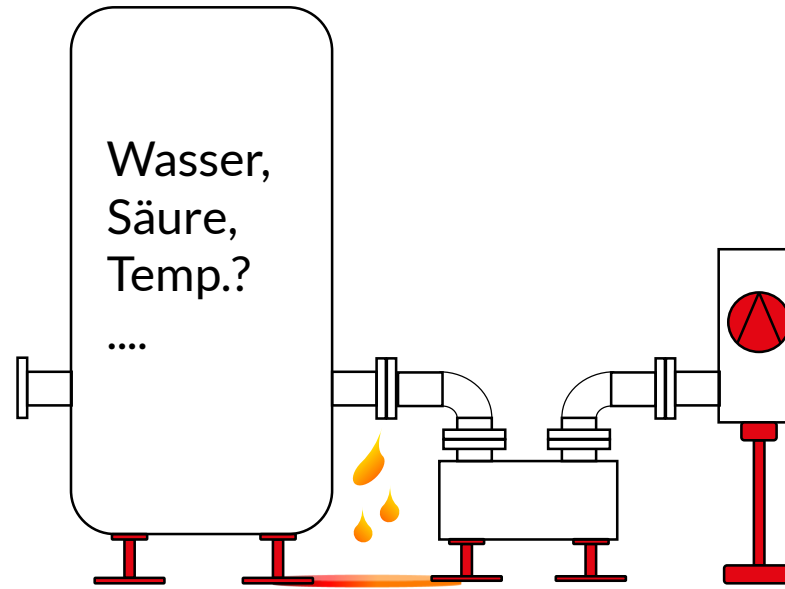
*"Kostenfaktor
Elastomerdichtungen -
Einsparpotenziale nutzen,
Planungsfehler vermeiden."*

Pinneberg, 27.04.2022



Kostenreduzierung

- Beschaffung / Werkstoffauswahl
 - Günstige Ware
 - Qualitätsprodukt
 - Optimierte Materialwahl
- Konstruktive Auslegung der Dichtung
 - Tabellenwerte
 - Berechnungen
 - Gefühl
- Folgen einer Undichtigkeit
 - Umweltschäden
 - Gefahr für Menschen
 - Austausch der Dichtung
 - Wo steht meine Anlage / Maschine
 - Aufwand
 - Imageschaden



Inhaltsübersicht

1 Übersicht einer O-Ring-Dichtung

2 Funktionsweise

3 Werkstoffauswahl

4 Schnurdurchmesser reduzieren

5 Toleranzbetrachtung

6 Betrachtung der Lebensdauer

7 Fazit

8 Weiterführende Informationen

9 In eigener Sache

10 Diskussion

Übersicht einer O-Ring-Dichtung

geringer Platzbedarf

einfache Konstruktion der Abdichtung

einfache Montage

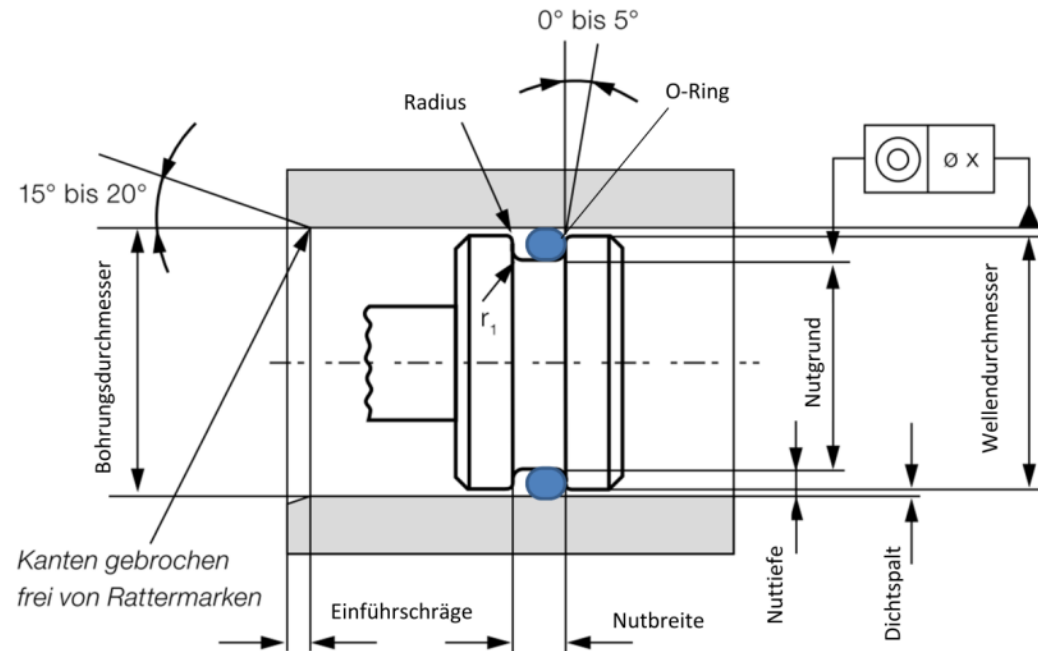
breiter Temperaturbereich
von ca. -100 °C bis zu +325 °C

großer Druckbereich
vom Hochvakuum bis zu ca. 3.000 bar

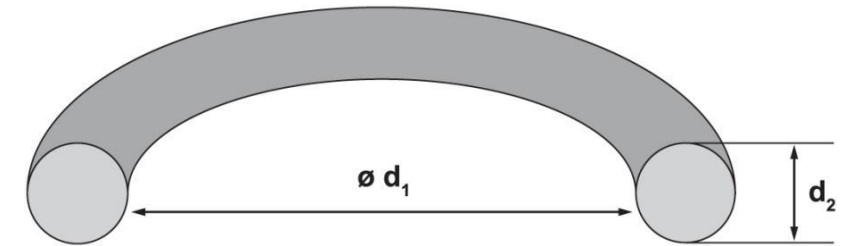
hohe (weltweite) Verfügbarkeit

relativ preisgünstig

Funktionsweise



Darstellung des Einbauraums einer radialen Kolbendichtung



Eindeutige Beschreibung durch
Innendurchmesser x Schnurstärke

Werkstoffauswahl

Gruppe	Chemischer Name	DIN/ISO 1629	ASTM D 1418	COG-Nr.
M	Ethylen-Propylen-Kautschuk	EPM	EPM	EP ...
M	Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk	EPDM	EPDM	AP ...
M	Fluor-Kautschuk	FK	FKM	LT ... Vi ...
		FEPM	FEPM	AF ... Vi ...
M	Perfluor-Kautschuk	FFKM	FFKM	

Wichtig: Es gibt keine, mit metallischen Werkstoffen vergleichbare, einheitliche Normung der Elastomere!

Werkstoffauswahl

- **NBR:** Öl, Hydrauliköl, Schmierfett, Benzin, aliphatische Kohlenwasserstoffe, verdünnte Säuren und Laugen
- **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
- **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)

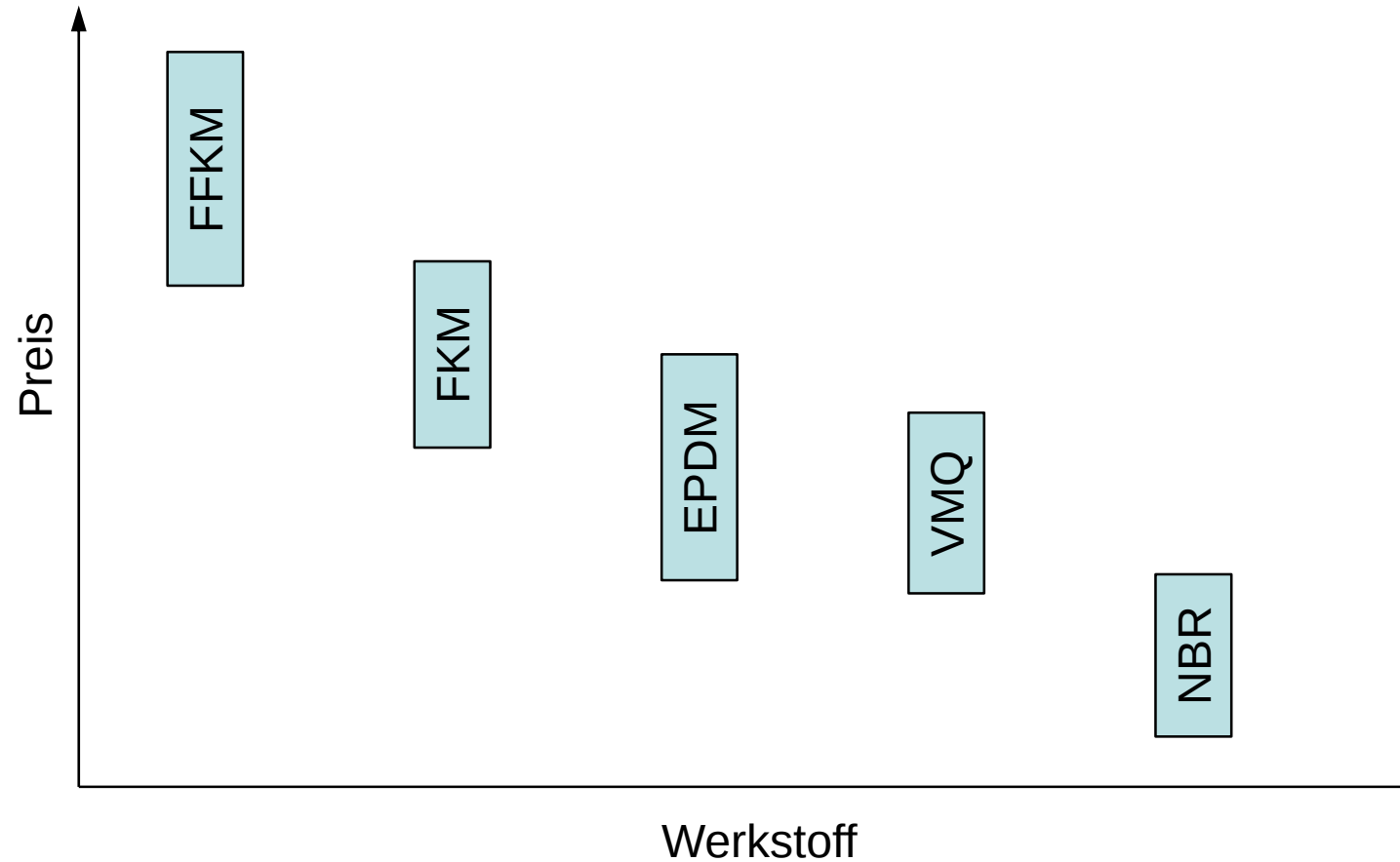
Werkstoffauswahl

Inhaltsstoff	Anteil in %
Kautschuk (Polymer)	30 - 80
Füllstoff (Carbon Black, helle Füllstoffe)	10 - 30
Vernetzer/Vulkanisationsmittel (Schwefel, Peroxid)	1 - 5
Weichmacher	0 - 30
Verarbeitungshilfsmittel	1 - 5
Sonstige (Alterungsschutzmittel, Wachse)	1 - 5

Anteil der Kosten

→ Ca. 80 %

Ca. 20 %



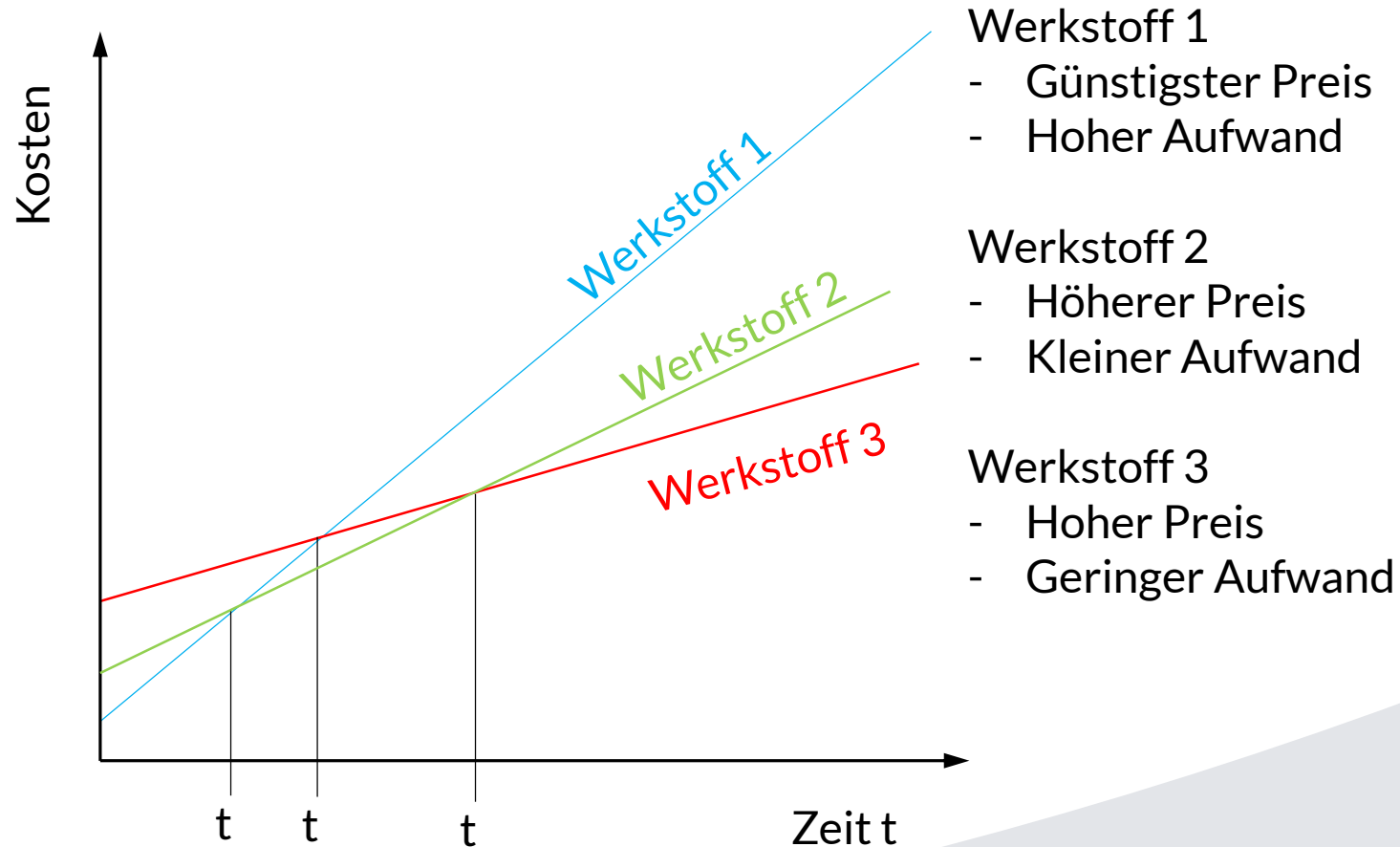
Frage 1

Frage: Wie wählen Sie Ihre Werkstoffe aus?

Antwortmöglichkeiten (Mehrfachauswahl mgl.)

- **Erfahrung**
- **Tests/Versuche**
- **Herstellerangaben oder Vorgaben der Technik**
- **Break-Even-Analyse**

Werkstoffauswahl



Werkstoff 1
- Günstigster Preis
- Hoher Aufwand

Werkstoff 2
- Höherer Preis
- Kleiner Aufwand

Werkstoff 3
- Hoher Preis
- Geringer Aufwand

Zeitpunkt t abhängig von Wartungsintervallen bzw. Aufwand, Prozessparameter, u. v. m.

Werkstoffauswahl

Standardauswahl

pro

- Einfach
- Schnell
- Günstig
- In der Regel eine gute und langfristige Abdichtung

contra

- Werkstoff u.U. überqualifiziert
- Keine Lebensdauerprognose möglich
- Reale Einbau- und Betriebsbedingungen können schwer beurteilt werden



Beratung



Werkstoffauswahl

Versuche

Pro

- Alle realen Betriebsparameter können berücksichtigt werden
- Genaue Auswirkung vom Medium auf den Werkstoff
- Lebensdauerprognose
- Bestes Preis/Leistungsverhältnis
- Angepasste Mischungsentwicklung möglich

Contra

- Zeitaufwendig
- Personalintensiv
- Teuer



Frage 2

Frage: Nach welchen Kriterien bestimmen Sie die Schnurstärke?

Antwortmöglichkeiten (Mehrfachauswahl mgl.)

- **Bauteilgröße**
- **Erfahrungen**
- **Listen/Normen**
- **Empfehlungen/Beratungen des Dichtungsherstellers**
- **Sonstiges**

Schnurdurchmesser reduzieren

Toleranzbetrachtung

- Toleranzen aller beteiligten Bauteile beachten!

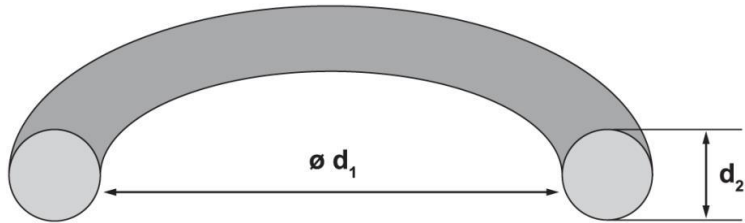
Zulässige Abweichungen für Schnurdurchmesser von O-Ringen entsprechend DIN ISO 3601-1

Schnurdurchmesser d_2 [mm]	$0,80 < d_2 \leq 2,25$	$2,25 < d_2 \leq 3,15$	$3,15 < d_2 \leq 4,50$	$4,50 < d_2 \leq 6,30$	$6,30 < d_2 \leq 8,40$
zulässige Abweichung $\pm$ [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



➤ Preis ~ O-Ring Volumen => bei Halbierung der Schnurstärke ist das O-Ring Volumen nur ca. 25 % so groß!

Schnurdurchmesser reduzieren



Bohrungsdurchmesser $r d_4$	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

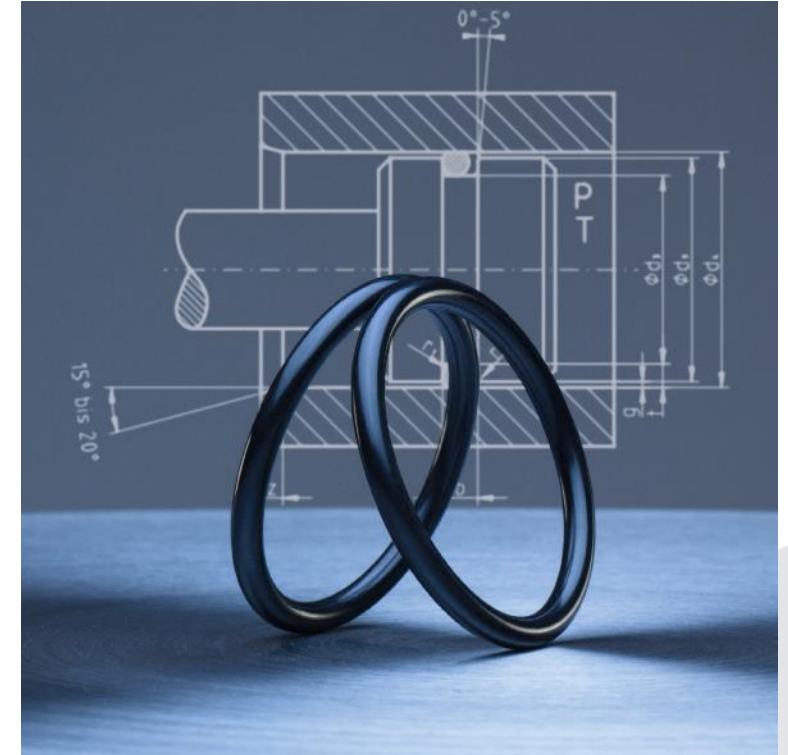
Schnurstärkenempfehlung nach DIN ISO 3601



Schnurdurchmesser reduzieren

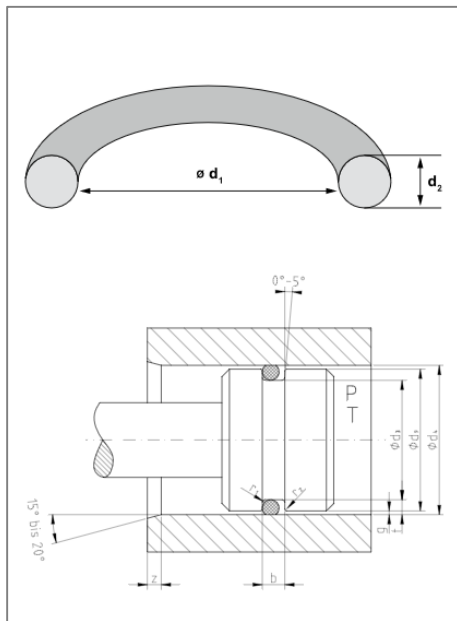
Berechnungen sind in der Regel bei extremen Prozessparametern notwendig

- Hohe Temperaturen
- Hohe Drücke
- Kleine Schnurstärken (Toleranzen anders als empfohlen)
- Sondereinbauträume



11.2 Einbauräume Auslegung, Berechnung

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 -6/K]	175					
Härte [shore A]	70				zurücksetzen	

11.2 Einbauräume Auslegung, Berechnung

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 = Querschnittsverringering
OR = O-Ring

Berechnungsgrundlage nach DIN ISO 3601-2

Betrachtung der Lebensdauer

Betriebsbedingungen

Vibrationen, Gleitweg, Temperatur, Druck, Anzahl Start/Stop, Zentrische/exzentrische Lage, Extrusionspalt, Geschwindigkeit

Herstellprozess

Mischprozess, Vulkanisierungsbedingungen, Vernetzungsart, Temperung, Zusammensetzung der Mischung

Werkstoffeigenschaften

Temperaturbeständigkeit, Chem. Beständigkeit, Kaltfluß/Kriechen, Alterungsbeständigkeit, Verschleiß, Härte, Fließgrenze

Abdichtendes Bauteil

Werkstoff, Verschleißbeständigkeit, Beschichtung, Härte, Durchmesser, Benetzungsverhalten, Korrosionsverhalten, Rauheit, Welligkeit, Bearbeitungsstruktur, Herstellverfahren, Wärmeabfuhr, Beschädigungen, Abrasion, Adhäsion

Medium

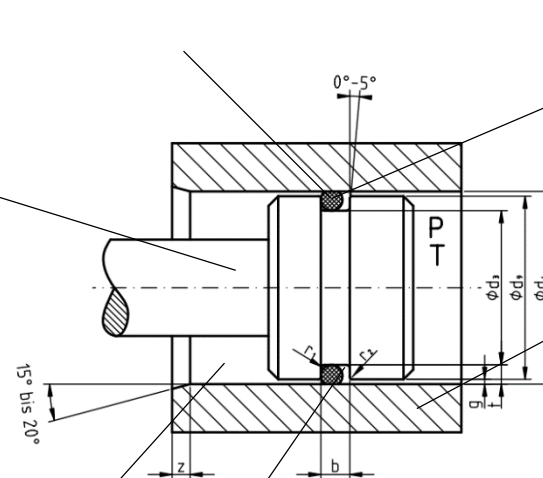
Chemische Zusammensetzung, Verunreinigungen, Temperatur, pH-Wert, Konzentration

Montage / Auslegung

Zustand der Nut, scharfe Kanten, Sauberkeit, Beschädigungen, geschlossene/offene Nut, Montage (Einschieben)

Umgebung

Schmutz/Staub, Temperatur, Führung, Abstreifer, Ozon, UV-Strahlung, Wasser



Es gibt keine gesicherten mathematischen Grundlagen um eine Ausfallwahrscheinlichkeit von O-Ringen zu berechnen!

Montage / Demontage

Geeignete Werkzeuge verwenden



Bild 124



Bild 125



Die richtige Wahl der Montagewerkzeuge verhindert eine Vorschädigung der O-Ringe

O-Ring Behandlungsarten

- PTFE-FDA
- PTFE-schwarz
- PTFE-transparent
- PTFE-Farbe
- PTFE-ME
- Parylene
- Silikonisierung / Silikonöl
- Talkumieren / Talkumpuder
- Molykotieren / MoS₂-Pulver
- Graphitieren / Graphitpulver



Die richtige Wahl der O-Ring Behandlung beugt verfrühte Ausfälle durch Verschleiß, Werkstoffverwechslung und Schädigungen durch zu hohe Montagekräfte vor.

Fazit

Kostenreduzierung:

- Optimierte O-Ring Auswahl durch Berechnung
- O-Ring Auswahl nach DIN ISO 3601-1
- Fachliteratur
- Expertenwissen der O-Ring Hersteller nutzen
- Versuche vs. Standardauswahl
- Wartungsintervalle mit einbeziehen => FFKM vs. FKM
- Erfahrungswerte
- Qualitätsware oder O-Ringe unbekannter Herkunft
- Berücksichtigung der Folgekosten bei Undichtigkeit

Weiterführende Informationen

COG Homepage <https://www.cog.de/produkte/rund-um-den-o-ring>

COG Broschüre „Elastomerdichtungen für höchste Anforderungen“

COG Broschüre „O-Ring 1x1“

COG Experten der Anwendungstechnik



15. Hinweis



Bild 133

- Weiterführende Informationen zur sachgerechten Lagerung von O-Ringen in der ISO 2230
- Allgemeine Informationen zur konstruktiven Auslegung, Montage, Beständigkeiten von O-Ringen etc. finden Sie im COG O-Ring 1x1



FRAGEN?



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

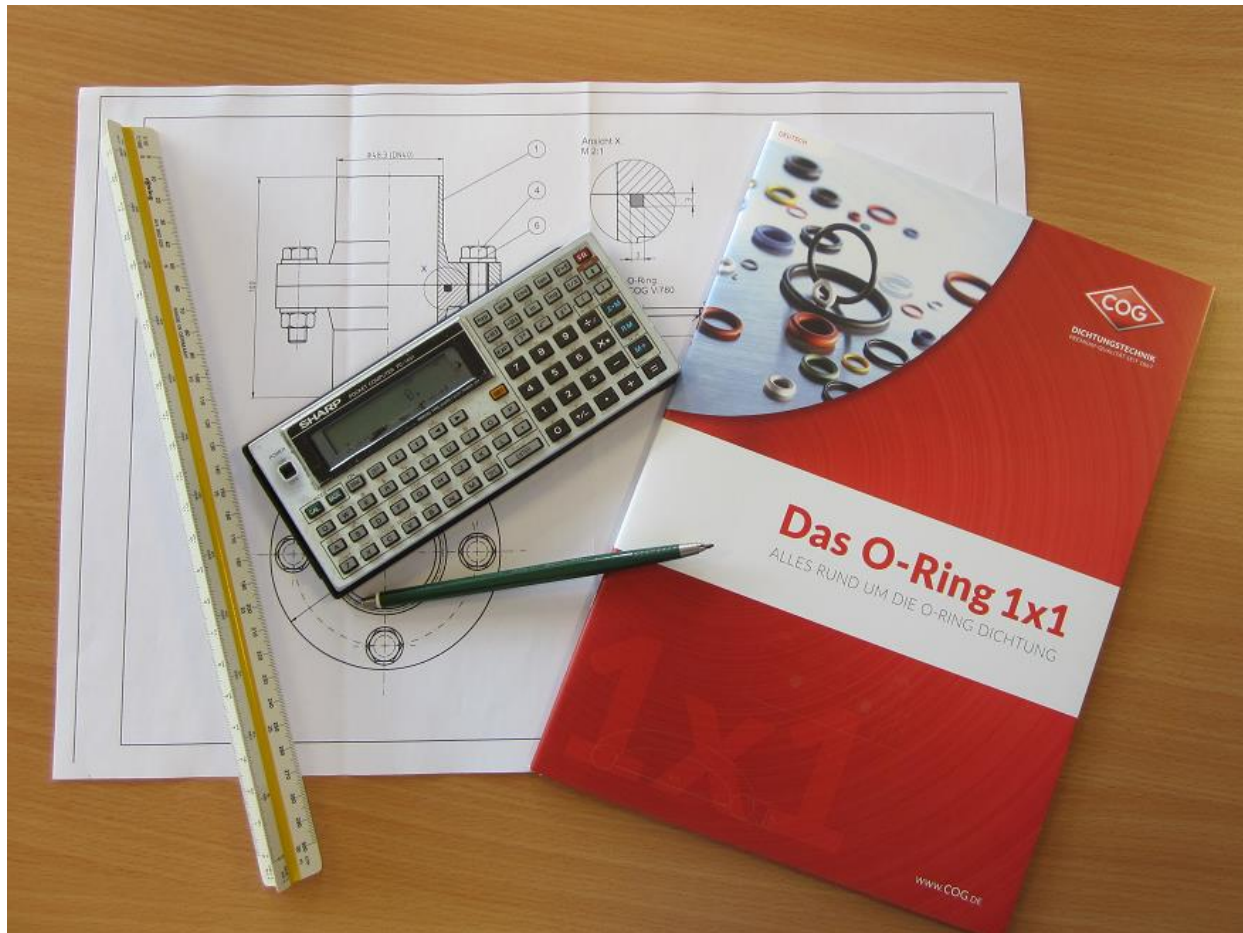


Bild 134

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 Seminar oder den dazugehörigen Unterlagen 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

© 2022 C. Otto Gehrckens GmbH & Co. KG
Irrtümer und Änderungen vorbehalten.
Urheberrechtshinweis siehe nachfolgende Folie.

© 2022 C. Otto Gehrckens GmbH & Co. KG

Urheberrechtshinweis: Die Inhalte dieses Dokumentes (u. a. Texte, Grafiken, Fotos, Logos etc.) und das Dokument selbst sind urheberrechtlich geschützt. Sie wurden durch die C. Otto Gehrckens GmbH & Co. KG (COG) selbständig erstellt. Eine Weitergabe von Präsentation und/oder Inhalten ist nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung von COG zulässig. Ohne schriftliche Genehmigung von COG dürfen dieses Dokument und/oder Teile daraus nicht weitergegeben, modifiziert, veröffentlicht, übersetzt oder reproduziert werden, weder durch Fotokopien, noch durch andere – insbesondere elektronische – Verfahren. Der Vorbehalt erstreckt sich auch auf die Aufnahme in oder die Auswertung durch Datenbanken.