



■ *O-RING* ■ **AKADEMIE** ■[®]





WEBINAR

Betriebsdauer bei Elastomerdichtungen:
Was Sie über Einflussfaktoren
wissen müssen

24.11.2021



Betriebsdauer für O-Ringe?

Wie lange wird der O-Ring halten und können Sie uns das garantieren?

WIR GEBEN IHNEN,
EGAL WAS SIE DAMIT MACHEN,
5 JAHRE GARANTIE AUF IHRE NEUEN REIFEN!



Inhaltsübersicht

1 Wirkungsweise von O-Ringen

2 Einflussgrößen auf die Betriebsdauer

3 Herstellprozess

4 Werkstoffeigenschaften

5 Umgebung

6 Montage / Auslegung

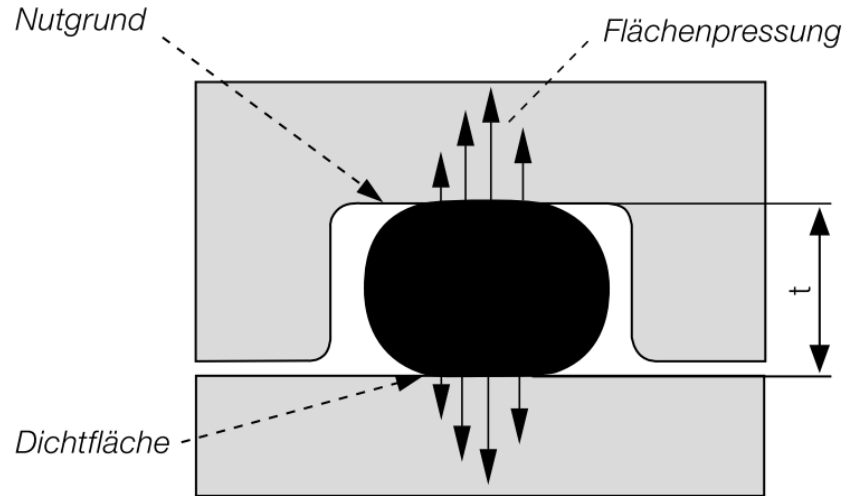
7 Medium

8 Betriebsbedingungen

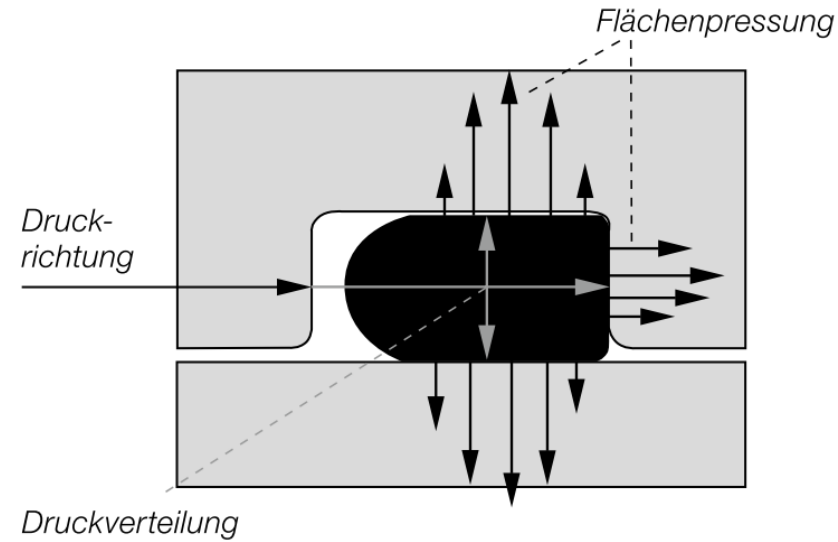
9 Kostenreduzierung

10 Zusammenfassung

Funktionsweise



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



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

Einflussgrößen auf die 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

Abzudichtendes Bauteil

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

Medium

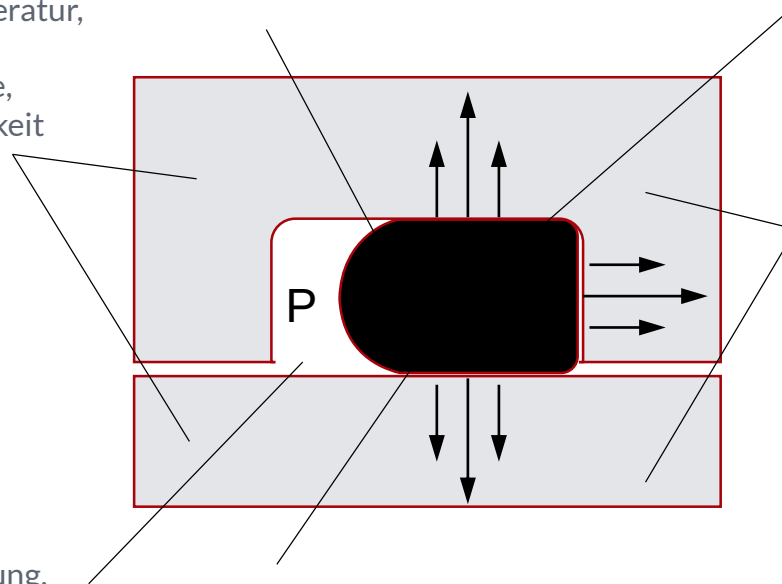
Chemische Zusammensetzung, Verunreinigungen, Temperatur, pH-Wert, Konzentration

Montage / Auslegung

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

Umgebung

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

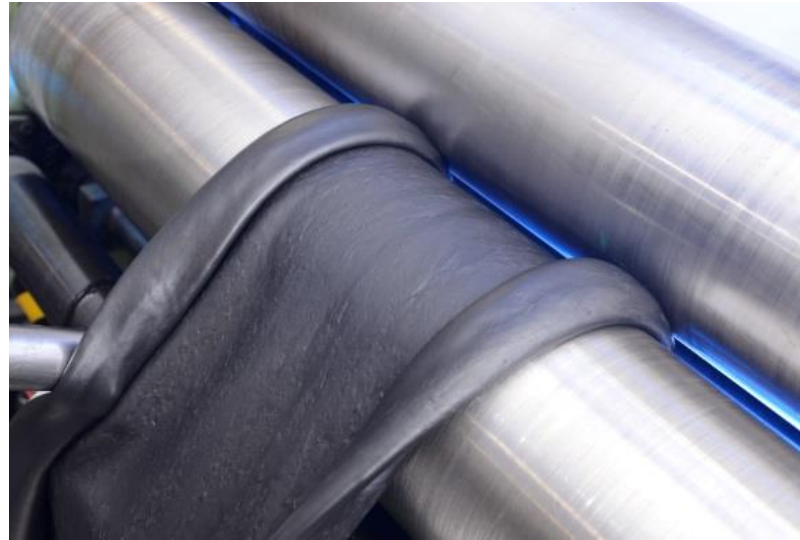


$\Sigma = 54$ Einflussgrößen

Herstellprozess



Definierte und reproduzierbare Rezeptur



Mischprozess

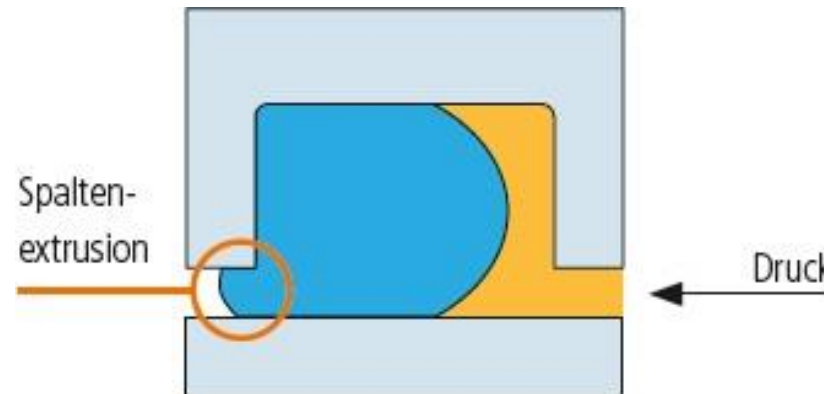


Vulkanisierungsbedingungen
Vernetzungsart, Temperung

Werkstoffeigenschaften

Eigenschaften müssen zum Prozess passen

- Härte muss dem Druckbereich entsprechen
- Maximale / Minimale Einsatztemperatur beachten
- Werkstoff muss mit dem Medium verträglich sein
- Definierte Werkstoffe verwenden



Umgebung

- Umwelteinflüsse
- Temperaturen
- Ozon



Montage / Demontage

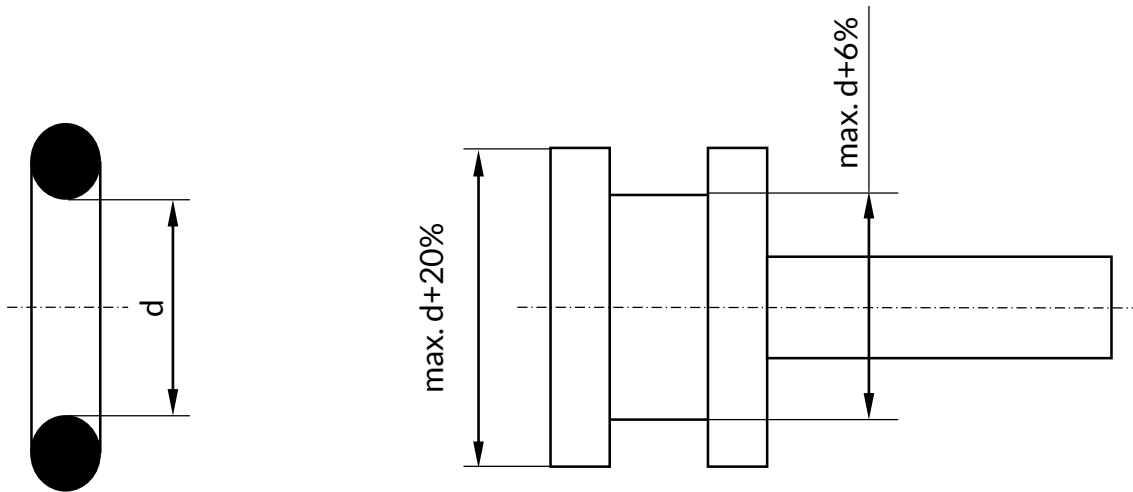
Wann immer es möglich ist, ein geeignetes Montagefett bzw. Öl verwenden.



Achtung bei O-Ringen aus EPDM: keine Öle und Fette auf Mineralöl-Basis verwenden!

Montage / Demontage

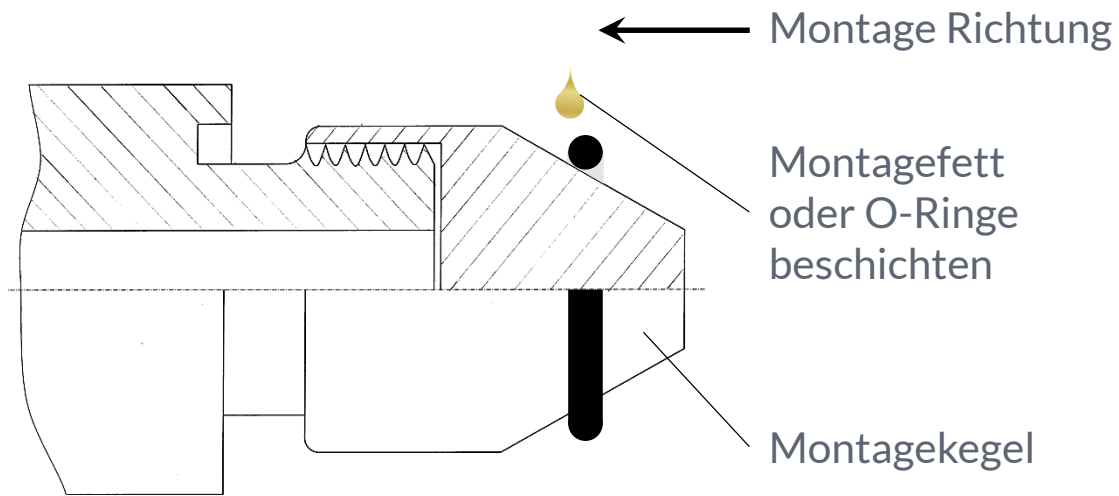
Kurzfristige Aufdehnung des O-Ring Innendurchmessers um bis zu 20 % für Montage zulässig, dauerhaft max. 6 %.



Achtung! Toleranzen aller Bauteile beachten!

Montage / Demontage

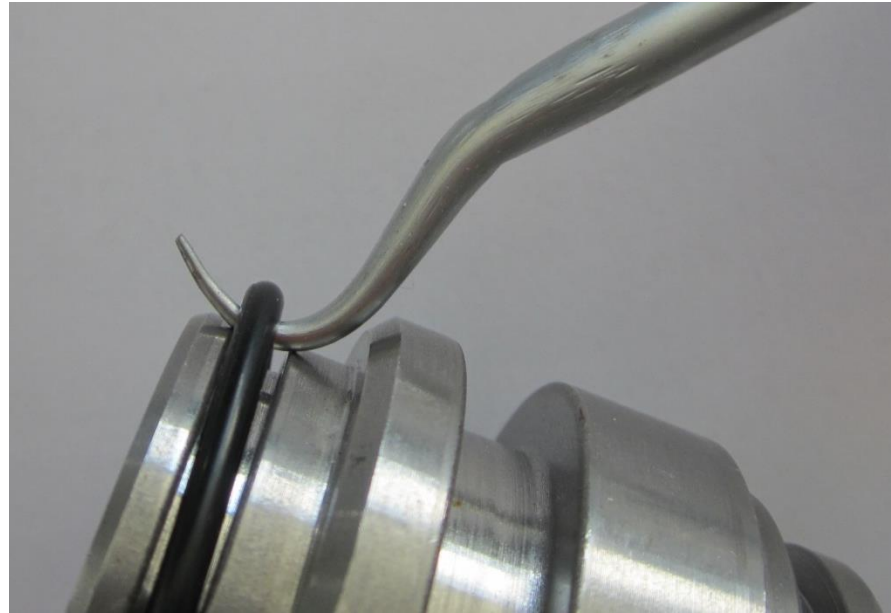
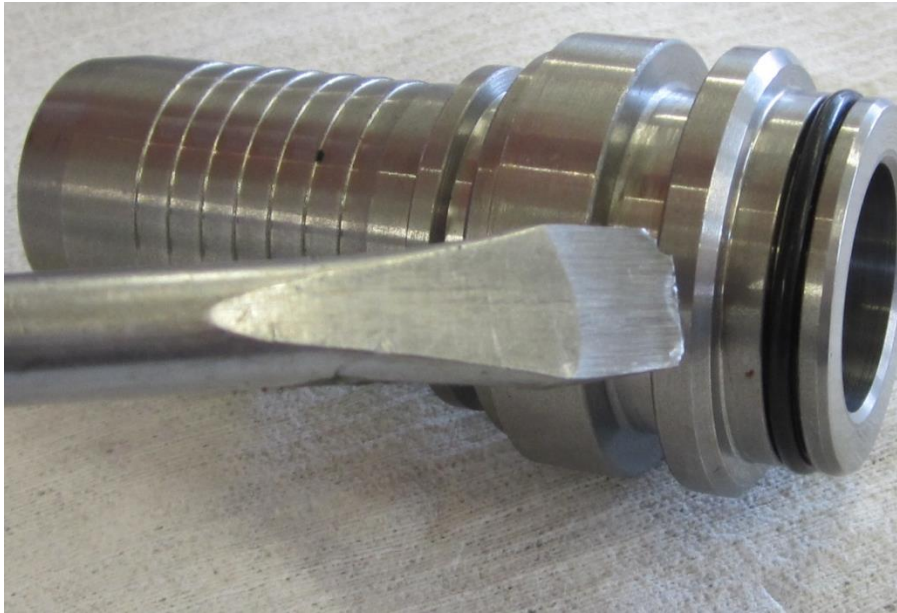
Wenn möglich Montagehilfen verwenden.



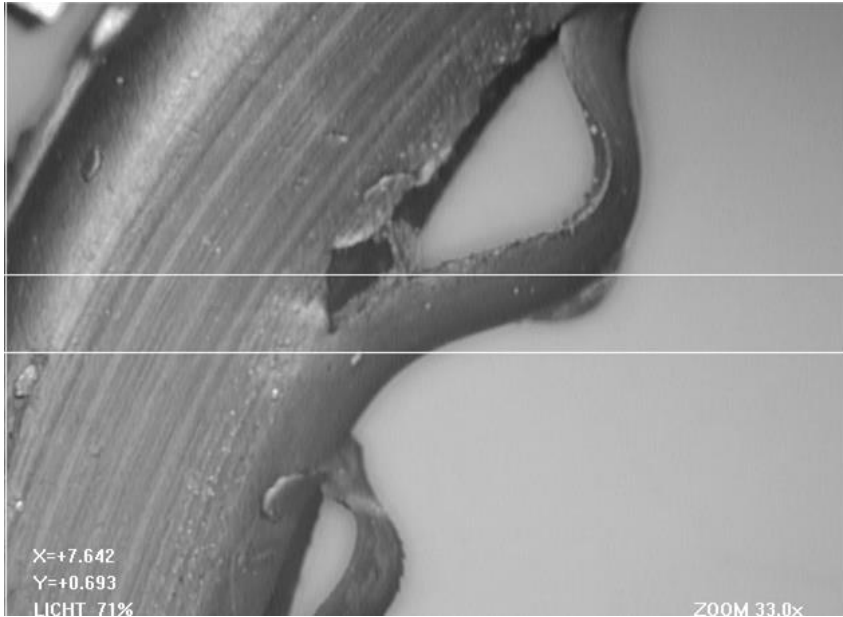
O-Ringe nicht über scharfe Kanten oder Gewinde schieben !

Montage / Demontage

Geeignete Werkzeuge verwenden.



Montage / Demontage



Schaden am O-Ring durch ungeeignete Montagewerkzeuge.

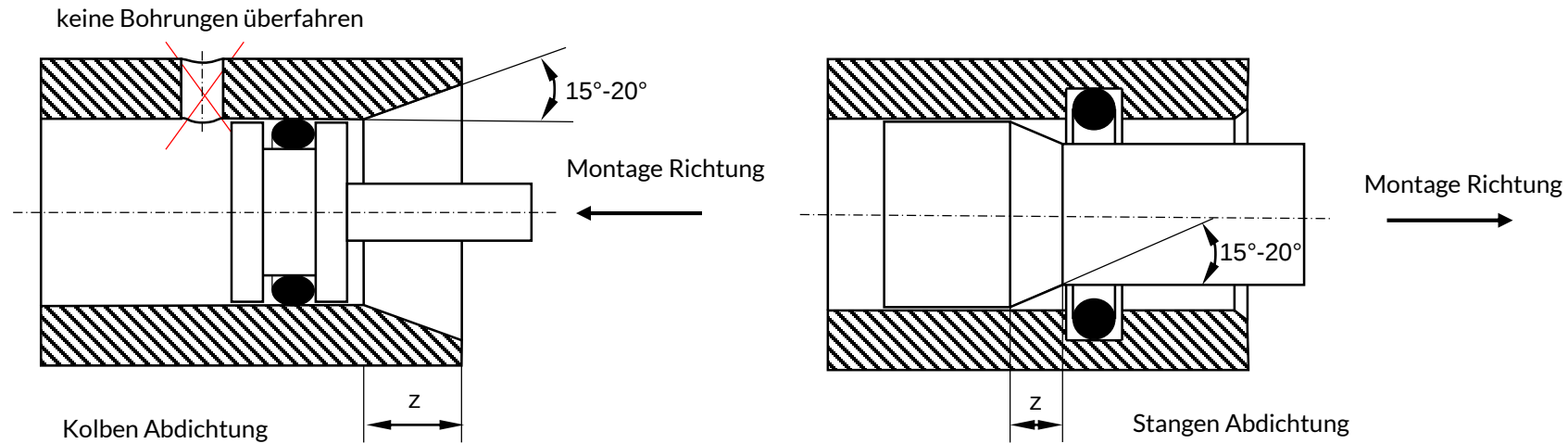
Montage Zusammenfassung

- Zustand der Nut, scharfe Kanten
- Sauberkeit, Beschädigungen
- Geschlossene / offene Nut
- O-Ringe fetten
- Werkstoffverwechslung vorbeugen
- Geeignetes Werkzeug verwenden
- Montagehilfen einsetzen



Konstruktive Maßnahmen

O-Ringe niemals über scharfe Kanten ziehen.



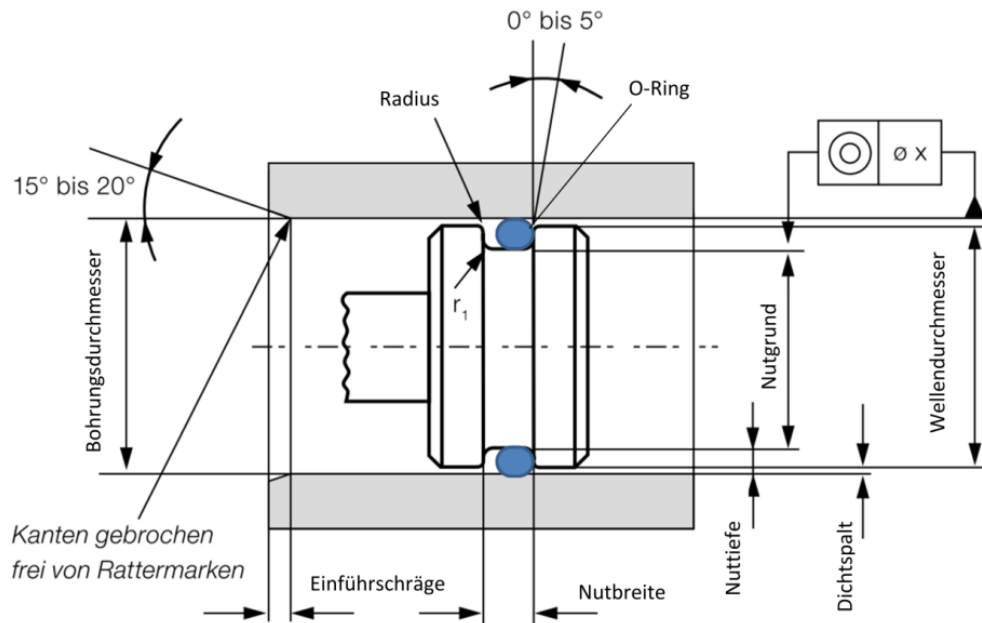
Umfrage 1

Wie legen Sie die Einbauräume Ihrer O-Ring Abdichtung aus?

- Tabellenwerke z.B. Handbücher, Normen?
- Erfahrungswerte?
- O-Ring Berechnungsprogramm?

Einbauräume Auslegung

- Einbauräume nach den Empfehlungen der DIN ISO 3601-2 oder der Broschüre O-Ring 1x1
- Bei extremen Prozessdaten wie hohe Temperaturen, Drücke oder Vakuum -> Sondereinbauräume



Darstellung des Einbauraums einer radialen Kolbendichtung

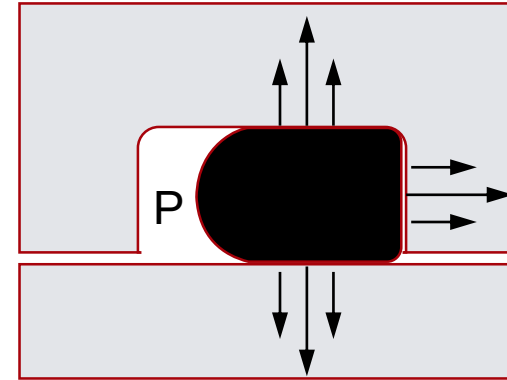
Einbauräume Auslegung

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

$$F[\%] = \frac{d_2^2 \cdot \pi}{4 \cdot b \cdot t} \cdot 100\%$$

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

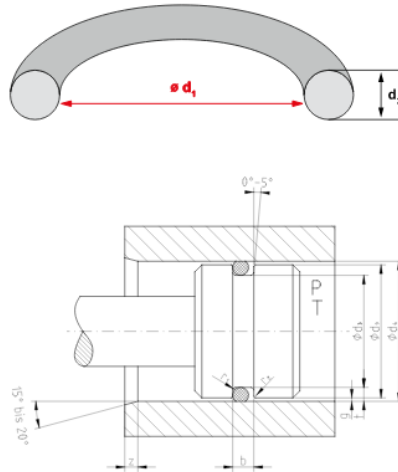
$$V_p[\%] = \frac{d_2 - t}{d_2} \cdot 100\%$$



Achtung!

- Der reale Schnurdurchmesser muss verwendet werden
- Berücksichtigung der
 - Querschnittsveränderung durch Dehnung
 - thermischen Ausdehnung des Ringes
 → vgl. DIN ISO 3601-2
- Toleranzen müssen betrachtet werden

Einbauräume von O-Ringen



Eingabewerte

	Nennmaß	Passung	obere Toleranz	untere Toleranz	Größtmaß	Kleinmaß
Wellen-Ø d9 [mm] Ⓢ	50,000	F7	-0,025	-0,050	49,975	49,950
Bohrungs-Ø d4 [mm]	50,000	H7	0,025	0,000	50,025	50,000
Nutgrund-Ø d3 [mm]	44,500	f7	-0,025	-0,050	44,475	44,450
Nutbreite b [mm]	4,800	Vorschlag:	0,250	0,000	5,050	4,800
Radius im Nutgrund r1 [mm]	0,300	Vorschlag:	0,100	-0,100	0,400	0,200
OR Innen-Ø d1 [mm]	43,000	DIN ISO 3601	0,431	-0,431	43,431	42,569
OR Schnur-Ø d2 [mm] Ⓢ	3,550	DIN ISO 3601	0,100	-0,100	3,650	3,450
Werkstoff Ⓢ	NBR	Anwendung: statisch				
Druck P [bar]	16,000					
Temperatur T [°C]	23	i. O.				
Ausdehnungskoeffizient α [10 ⁻⁶ /K]	175					
Härte [shore A]	70					

Ergebnisse zentrisch:

	nominal	max	min	Prüfergebnis
Verpressung inkl. QV [%] Ⓢ	21,038	22,853	16,644	i. O.
Verpressung inkl. QV [mm]	0,733	0,818	0,557	
Nutfüllung [%] Ⓢ	72,381	76,342	62,469	i. O.
Dehnung OR [%] Ⓢ	3,488	4,477	2,347	i. O.
Nuttiefe t	2,750	2,787	2,762	
Einführschräge bei 15° z [mm]	3,312			
Einführschräge bei 20° z [mm]	2,555			
Spalt g [mm]	0,000	0,037	0,012	i. O.
max. empf. Dichtspalt g [mm]	0,100			i. O.

Ergebnisse exzentrisch:

	max	min	Prüfergebnis
Verpressung inkl. QV [%] Ⓢ	23,551	15,149	i. O.
Verpressung inkl. QV [mm]	0,843	0,507	
Spalt g [mm]	0,075	0,025	i. O.

Legende

QV = Querschnittsverringering
OR = O-Ring

Berechnungsgrundlage nach DIN ISO 3601-2

Einbauräume von O-Ringen

Zulässige Abweichungen für Schnurdurchmesser von O-Ringen entsprechend 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

Immer mit dem größtmöglichen Schnurdurchmesser arbeiten.

Einbauräume von O-Ringen

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

Einbauräume von O-Ringen



Schaden am O-Ring durch falsch dimensionierten Einbauraum.

Medienbeständigkeit



- physikalische Prozesse
- chemische Prozesse
- Temperatur

Medienbeständigkeit



Stark gequollener O-Ring
FKM in Phoron (Lacklösungsmittel)

Beständigkeitstabelle

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.

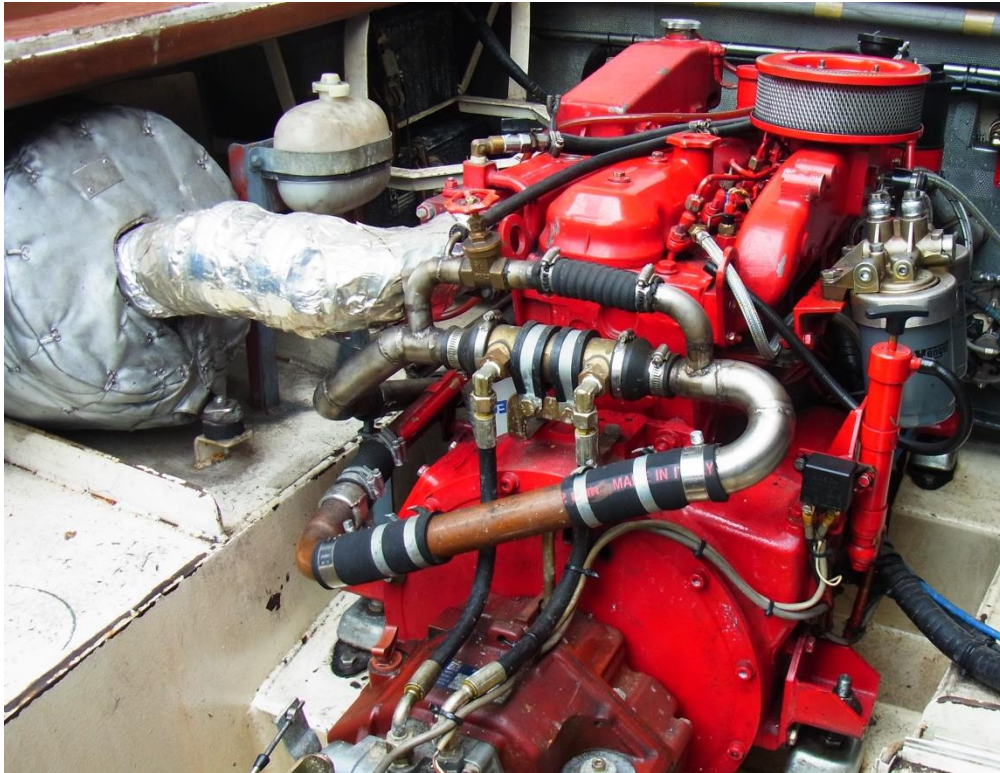
Beständigkeit

- **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

Medienbeständigkeit Zusammenfassung

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

Betriebsbedingungen



- Vibrationen
- Dynamisch / Statisch
- Temperatur
- Medium
- Umgebung
- Anzahl Start / Stop

Lagerung



- 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

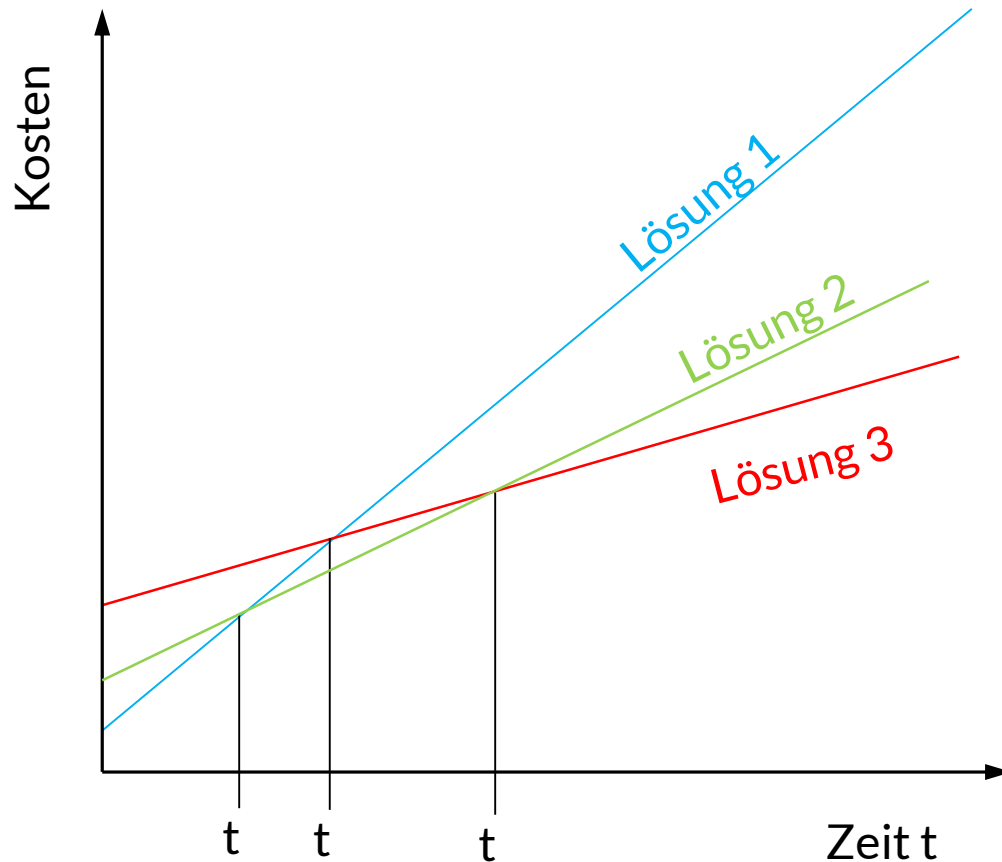
Umfrage 2

Nach welchen Kriterien wählen Sie den O-Ring Werkstoff bzgl. der Betriebsdauer aus?

- Mehrfachauswahl möglich -

- Höherwertigen Werkstoff einsetzen (um auf der sicheren Seite zu sein)
- Werkstoffwahl anhand einer Kostenanalyse z. B. Bestimmung Break Even Point
- Erfahrungswerte
- Versuche zur Lebensdauer unter realen Betriebsbedingungen

Kostenreduzierung



Lösung 1

- Günstigster Preis
- Hoher Aufwand

Lösung 2

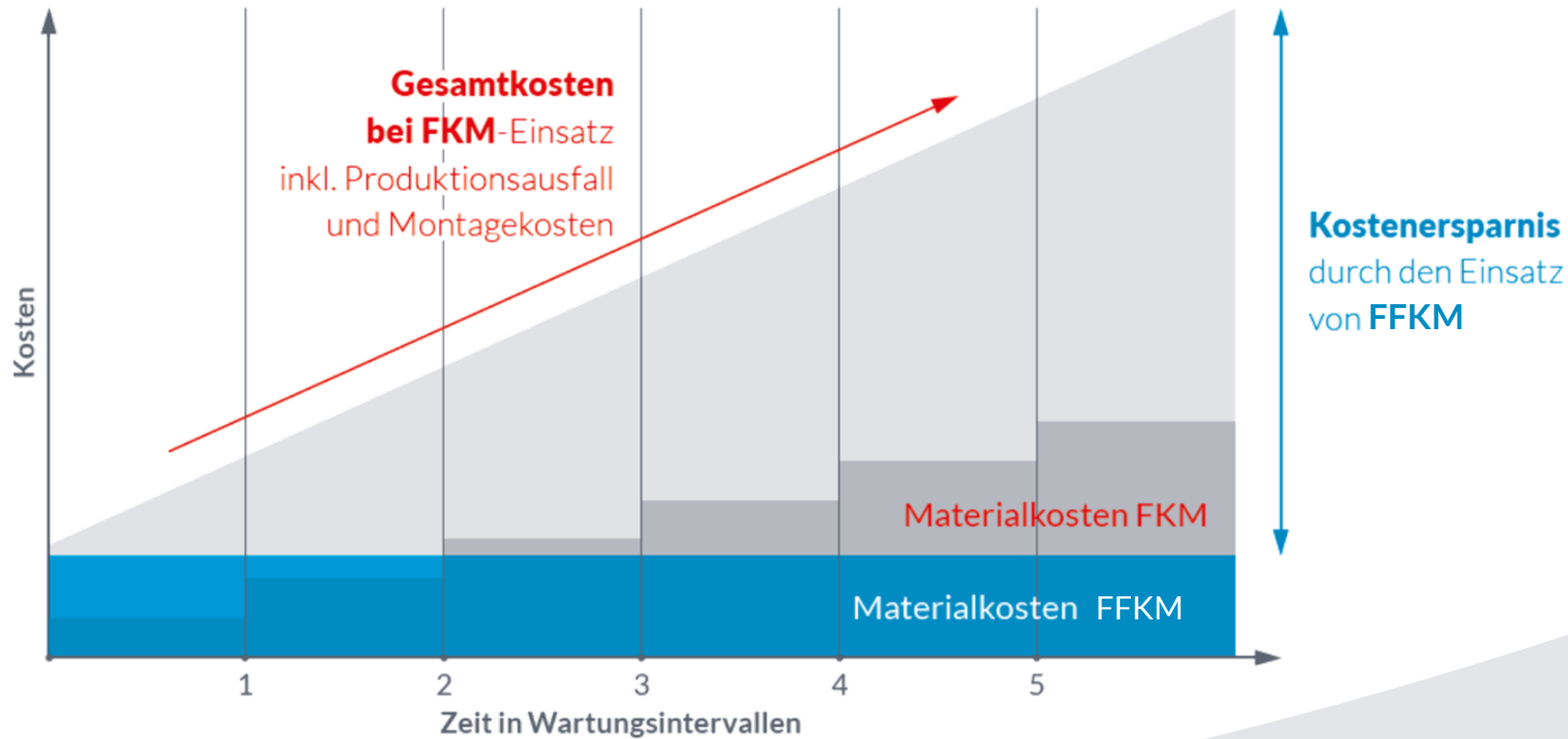
- Höherer Preis
- Kleiner Aufwand

Lösung 3

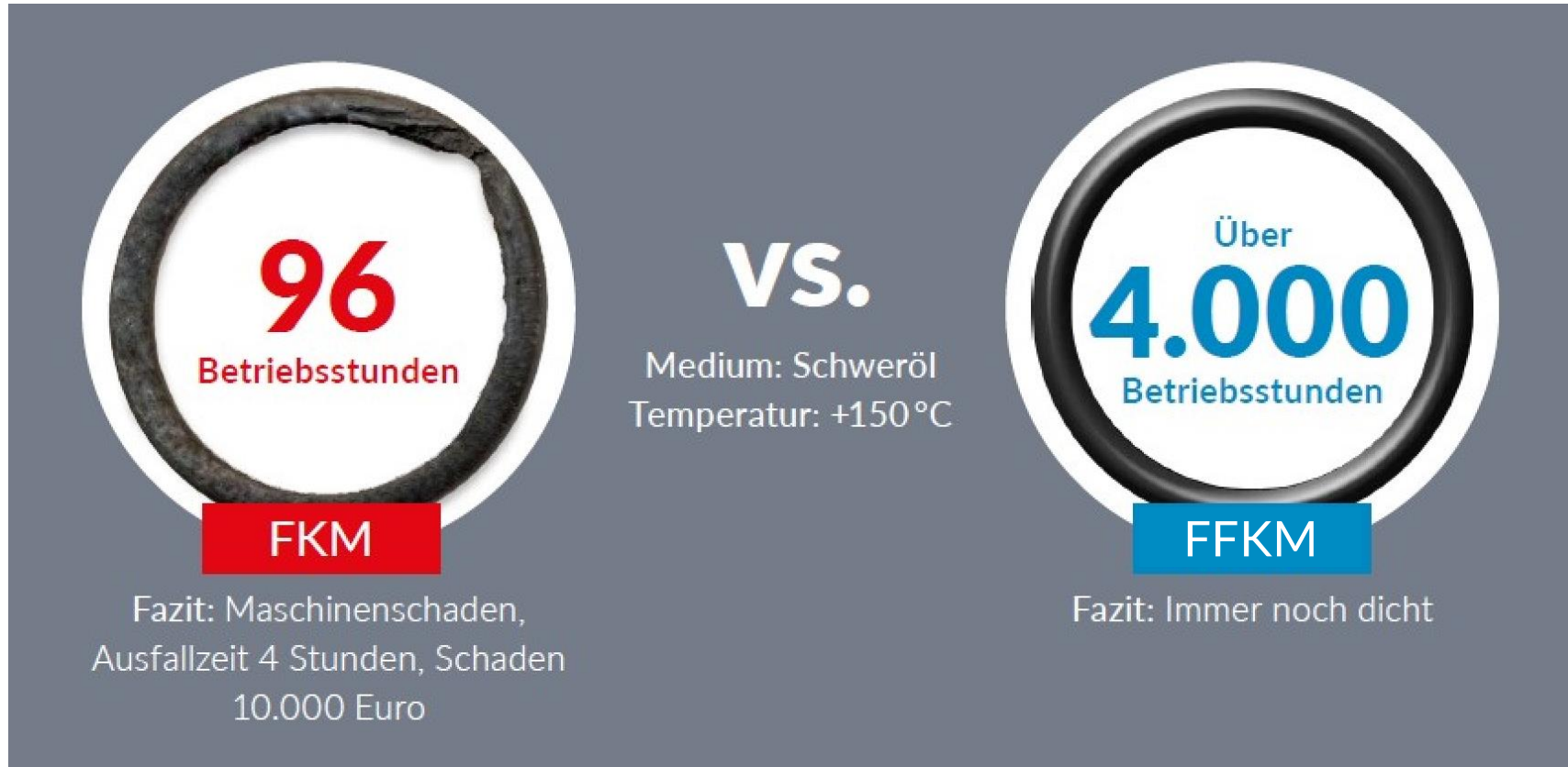
- Hoher Preis
- Geringer Aufwand

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

Kostenreduzierung



Kostenreduzierung



Zusammenfassung

- Lebensdauerprognose schwierig bzw. unmöglich
- Eignungsversuche unter realen Einbau und Betriebsbedingungen
- Beständigkeitstabelle
- Temperatur → Beachtung der Arrhenius-Gleichung
- Erfahrungswerte
- Im Zweifel höherwertigen Werkstoff,
NBR → FKM → FFKM
- Rücksprache mit dem Dichtungshersteller (AWT)

FRAGEN?





**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**



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

© 2021 C. Otto Gehrckens GmbH & Co. KG
Irrtümer und Änderungen vorbehalten.
Urheberrechtshinweis siehe nachfolgende Folie.

© 2021 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.