



Dichtungstechnik

Patrick Schopp



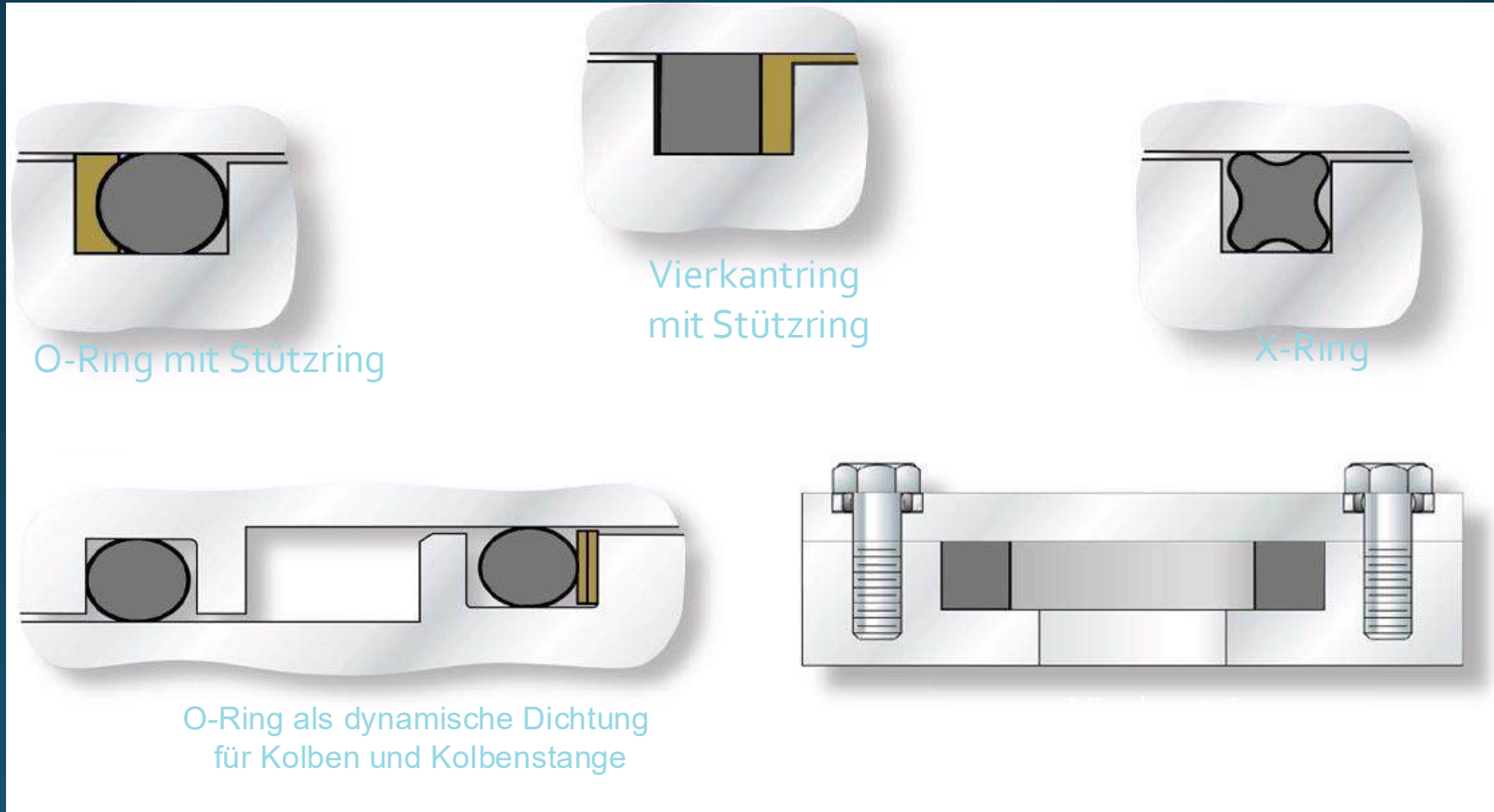
• Dichtungstypen

Übersicht



Statische Dichtungen

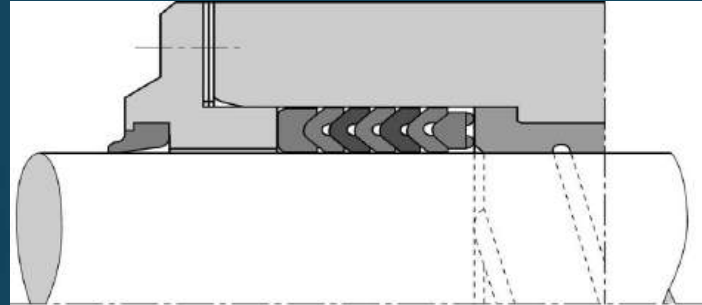
O-Ring, Vierkantring, X-Ring



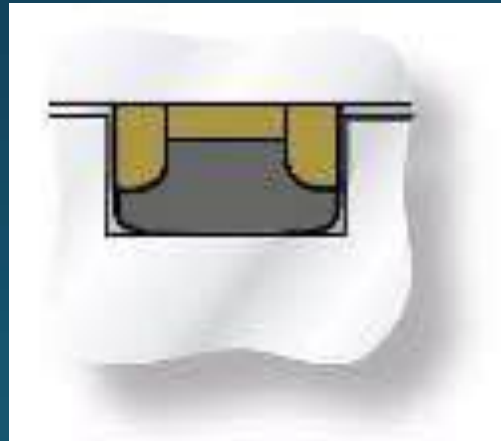
Hydraulikdichtungen

Kolben- und Stangen-Kompaktdichtungen

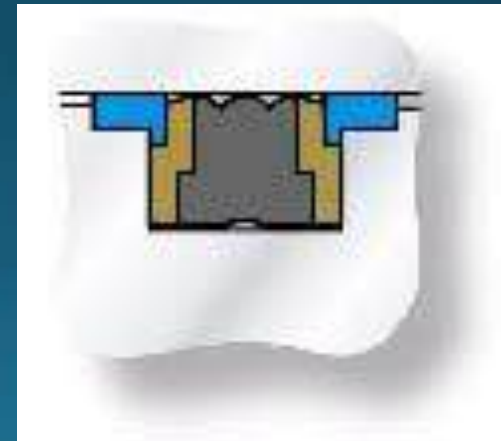
-



Stangendichtung mit Dachmanschetten und metallischer Führung und Abstreifer



Kolben-Kompaktdichtung
PTFE

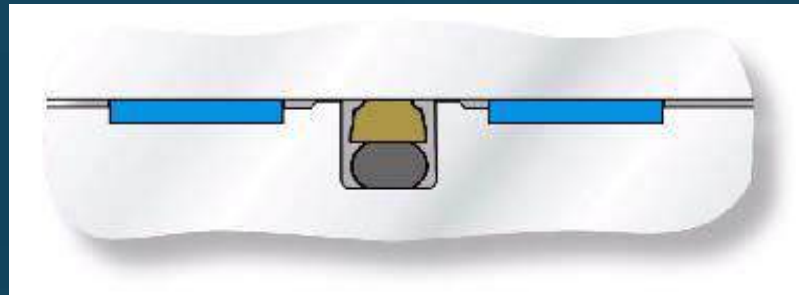


Kolben-Kompaktdichtung
Elastomer

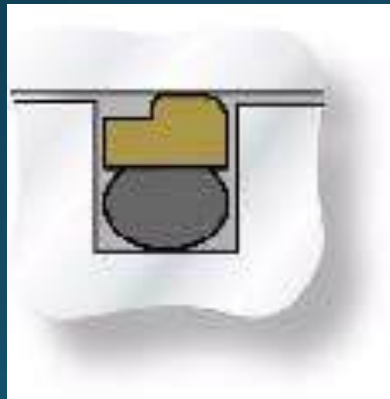
Hydraulikdichtungen

Kolbendichtungs- und Führungssysteme

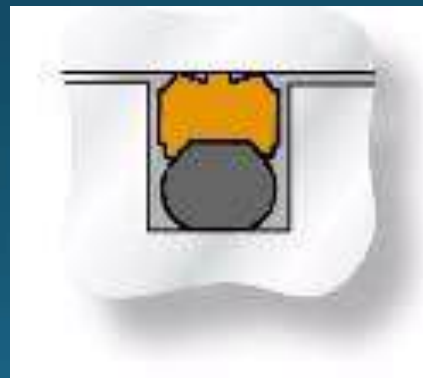
•



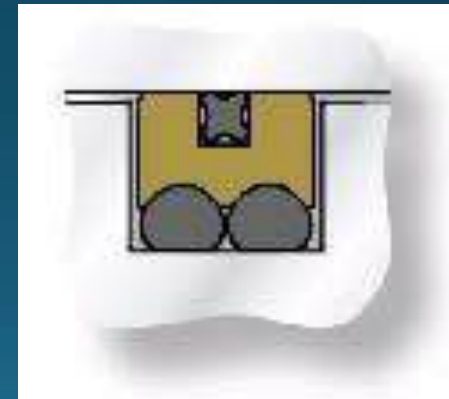
Kolbendichtung, PTFE
doppeltwirkend mit Führungen



Kolbendichtung, PTFE
einfachwirkend



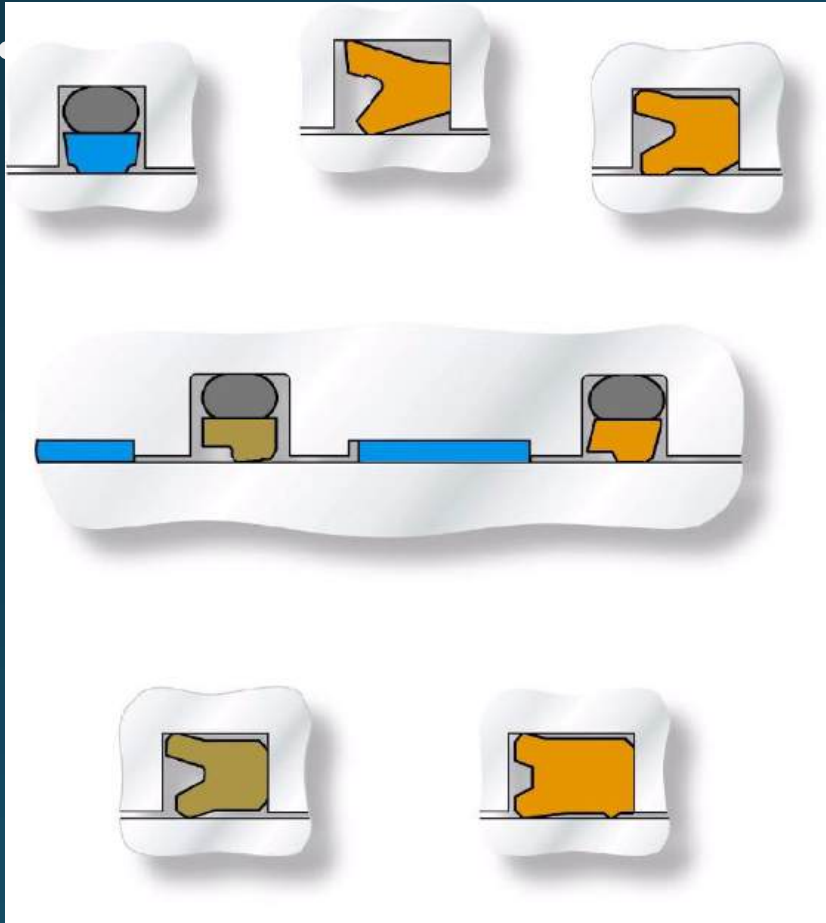
Kolbendichtung, PUR
doppeltwirkend



Speicherdichtung
Gas-Medientrennung

Hydraulikdichtungen

Stangendichtungs- und Abstreifsysteme

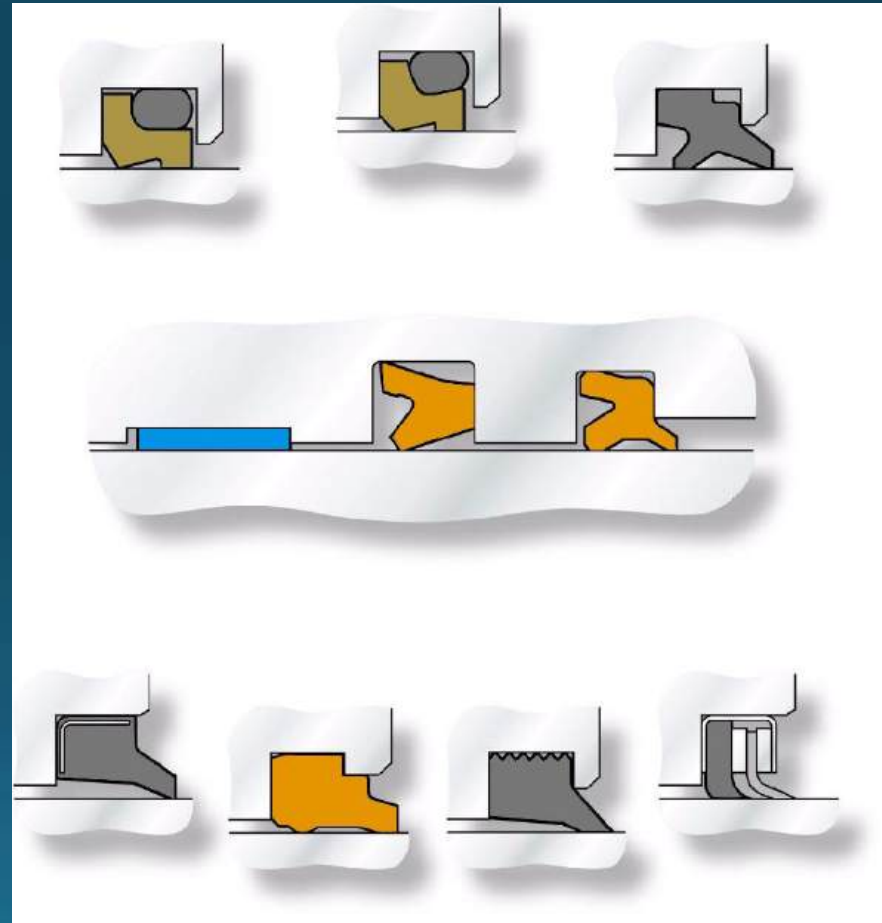


5

6

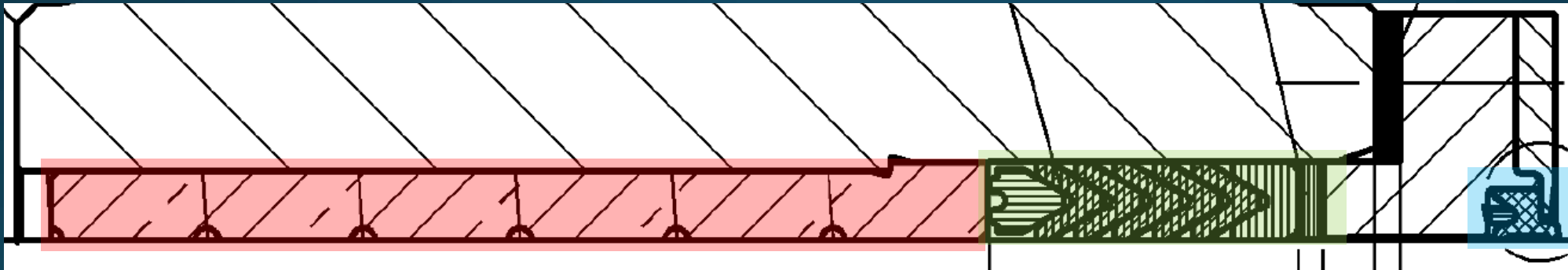
Bauformen

3



Dachmanschette als Stangendichtungung

- Abstreifer ?
- Dachmanschette
- Bronzeführung



Dichtungstypen

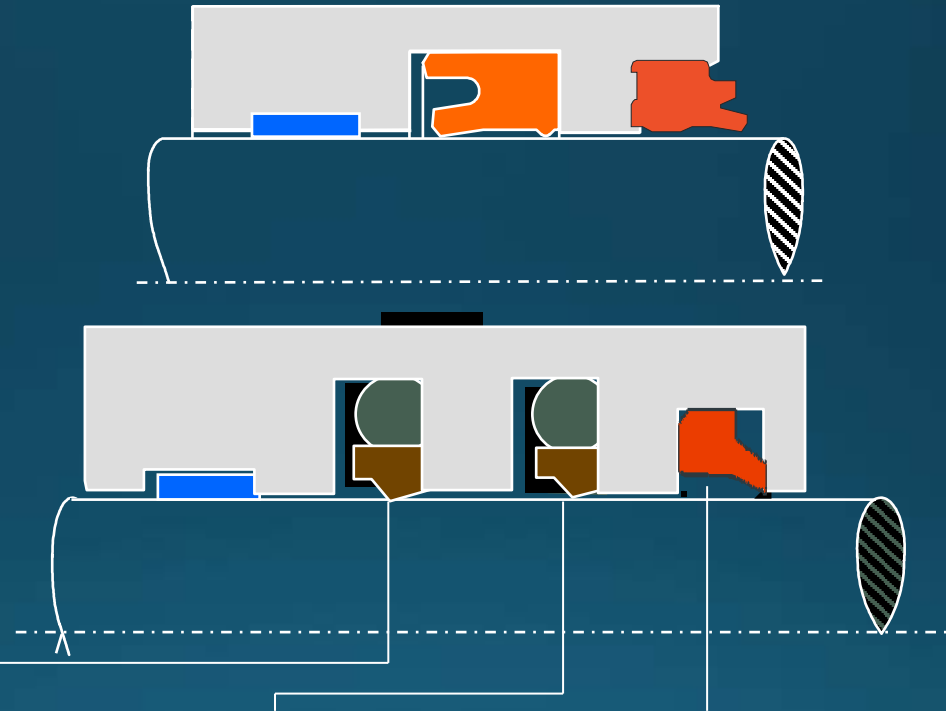
Stangendichtungen u. -führungen

Einzeildichtung

- + Konstruktion
- + Bauhöhe
- + Kosten

Dichtsystem

- + Lebensdauer
- + Dichtheit
- Konstruktion
- Bauhöhe
- Kosten



Primärdichtung

(Vorschaltdichtung)

- hoher Druck
- Verschleiß, begrenzte Leakage
- Rückfördervermögen

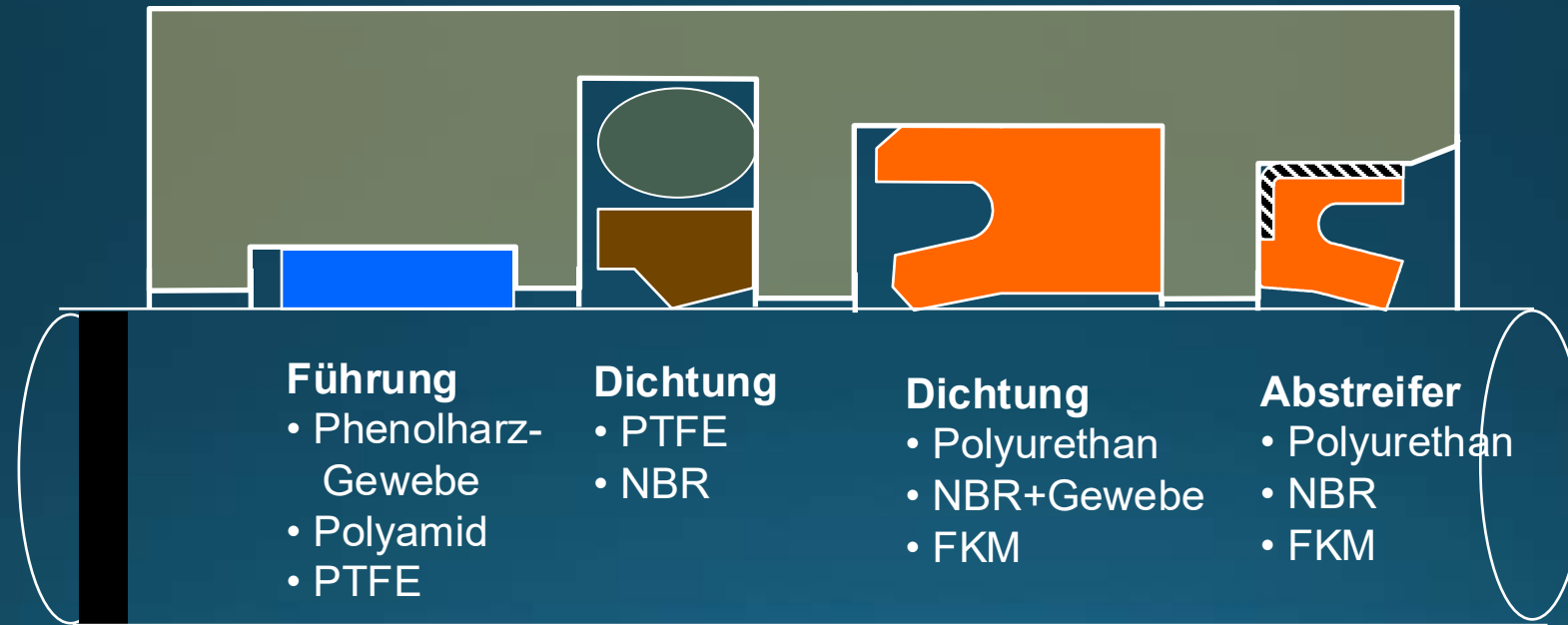
Sekundärdichtung

- geringer Druck
- wenig Verschleiß
- hohe Dichtheit

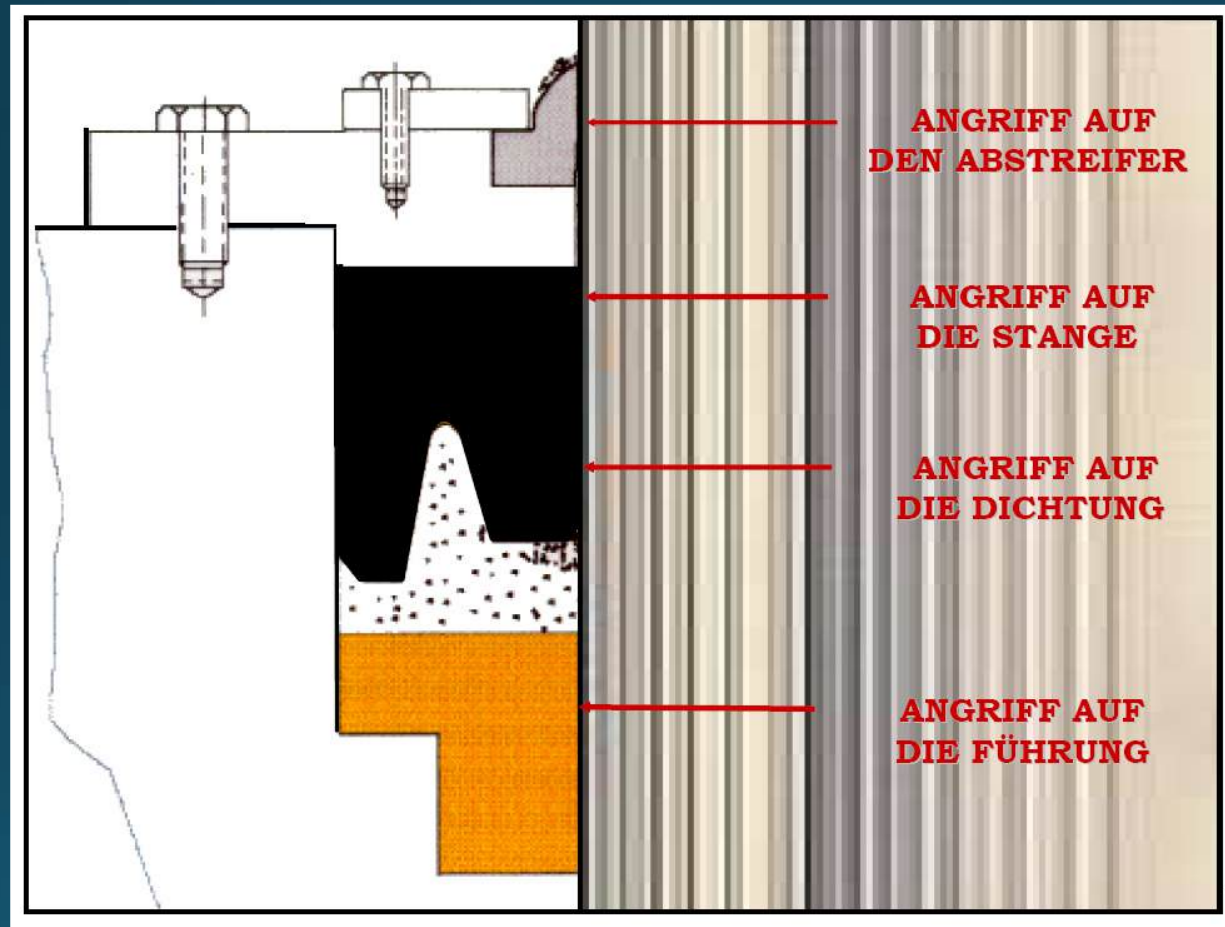
Abstreifer

einfach- oder
doppeltwirkend

Beispiel Dichtsystem: Dichtelemente und Werkstoffe



„Ineffektives“ Dichtungssystem

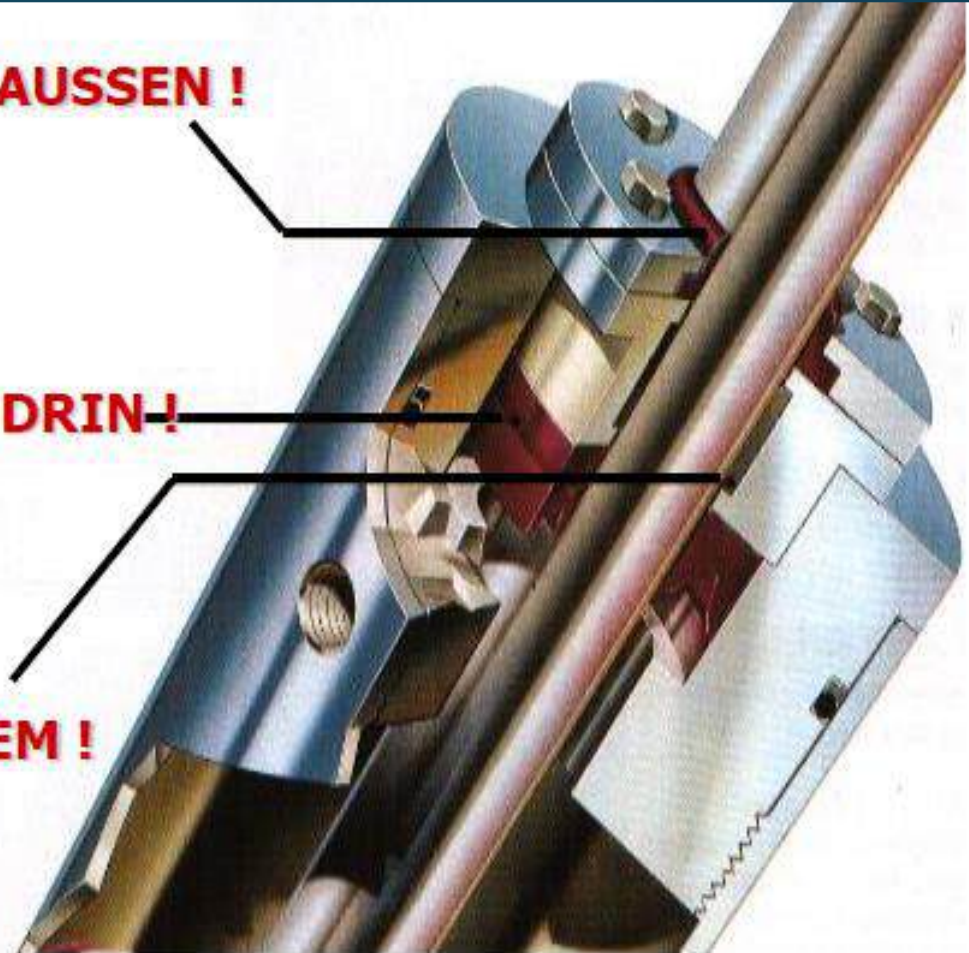


Das 1-2-3 System

1. LASS DEN SCHMUTZ DRAUSSEN !

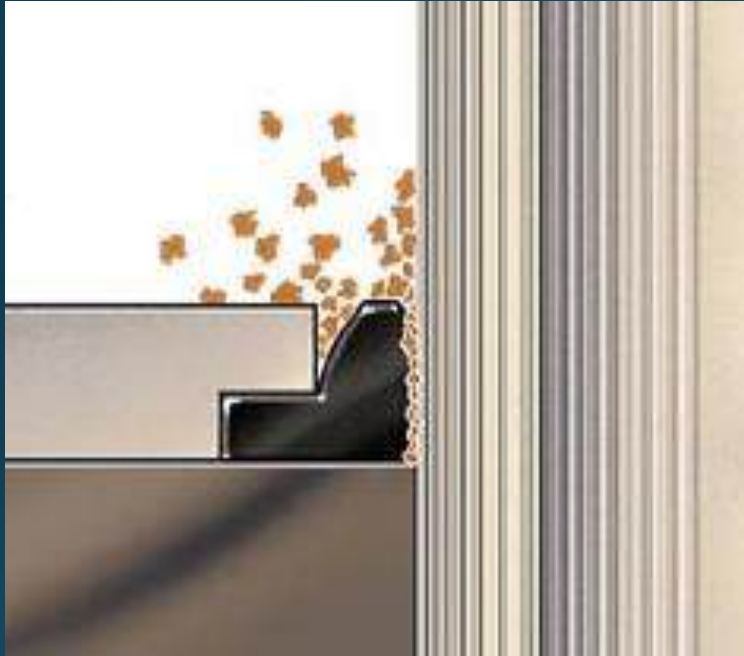
2. LASS DIE FLUESSIGKEIT DRIN !

3. UNTERSTUETZE DAS SYSTEM !

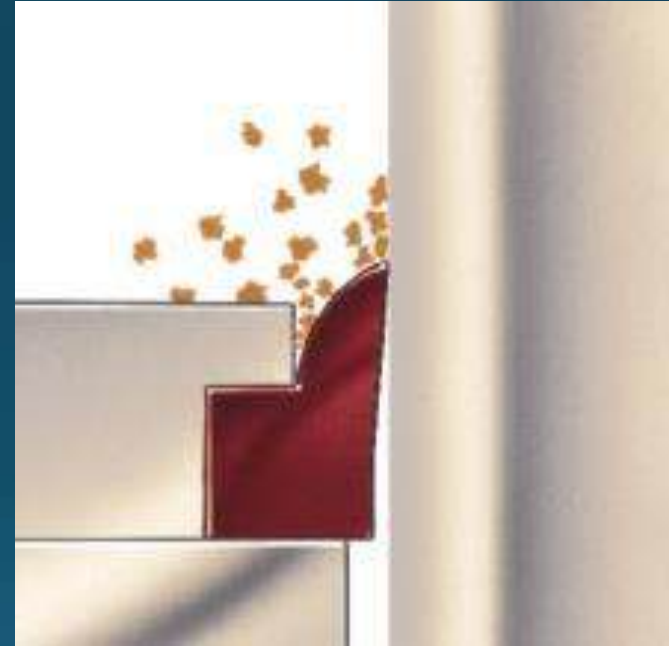


1. Abstreifer

(las den Schmutz draußen)



Ineffektiver Abstreifer



Effektiver Abstreifer

statische Dichtung und scharfe Lippe



MINDESTANFORDERUNGEN AN EINEN ABSTREIFER:

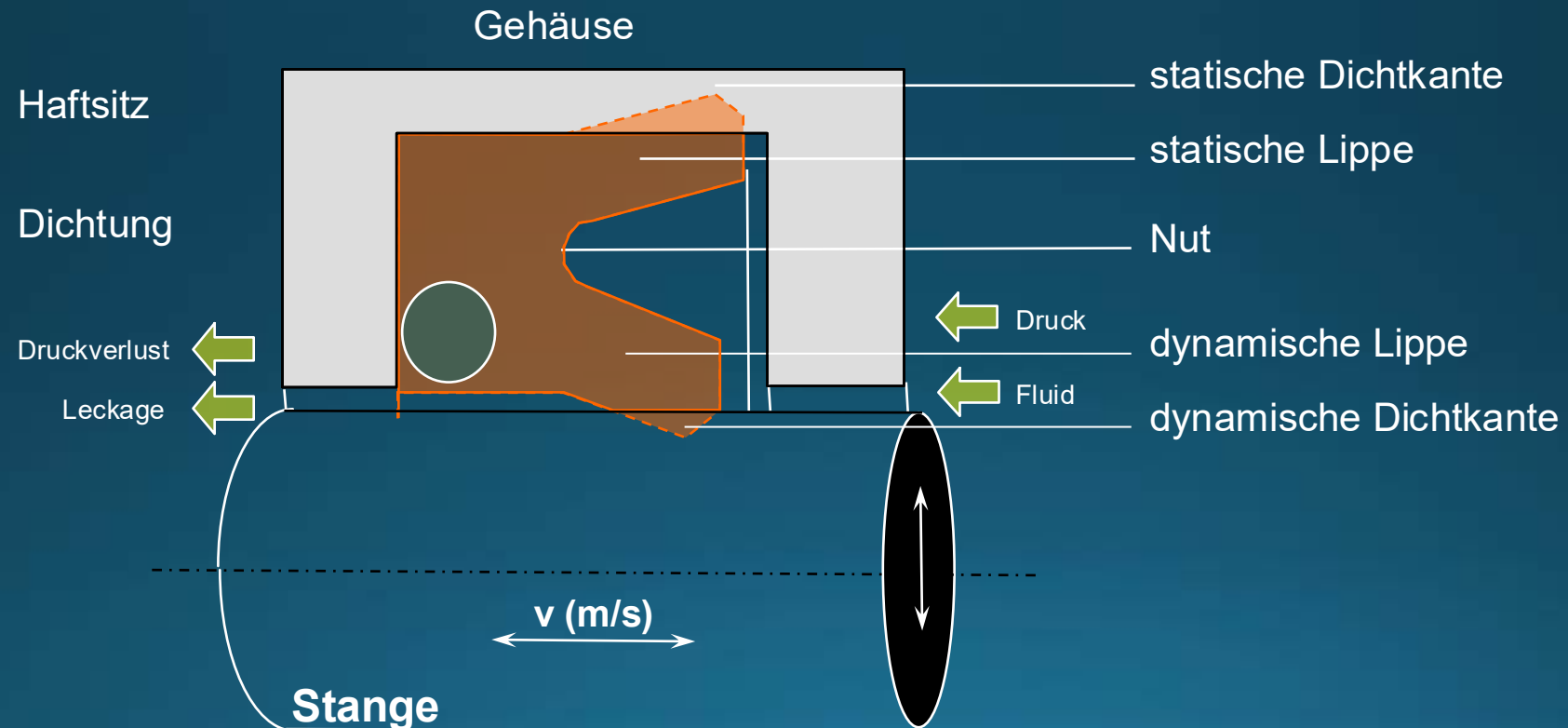
- **hohe Abnutzungs- und Abriebbeständigkeit**
- **(Dauer-) Elastisch (-50 C bis +110 C)**
- **Selbstschmierend /Drockenlaufgeeignet**
- **Niedriger Reibungskoeffizient/Lößbrechmoment**

2. Dichtung (las das Fluid drin)

Dichtmechanismus

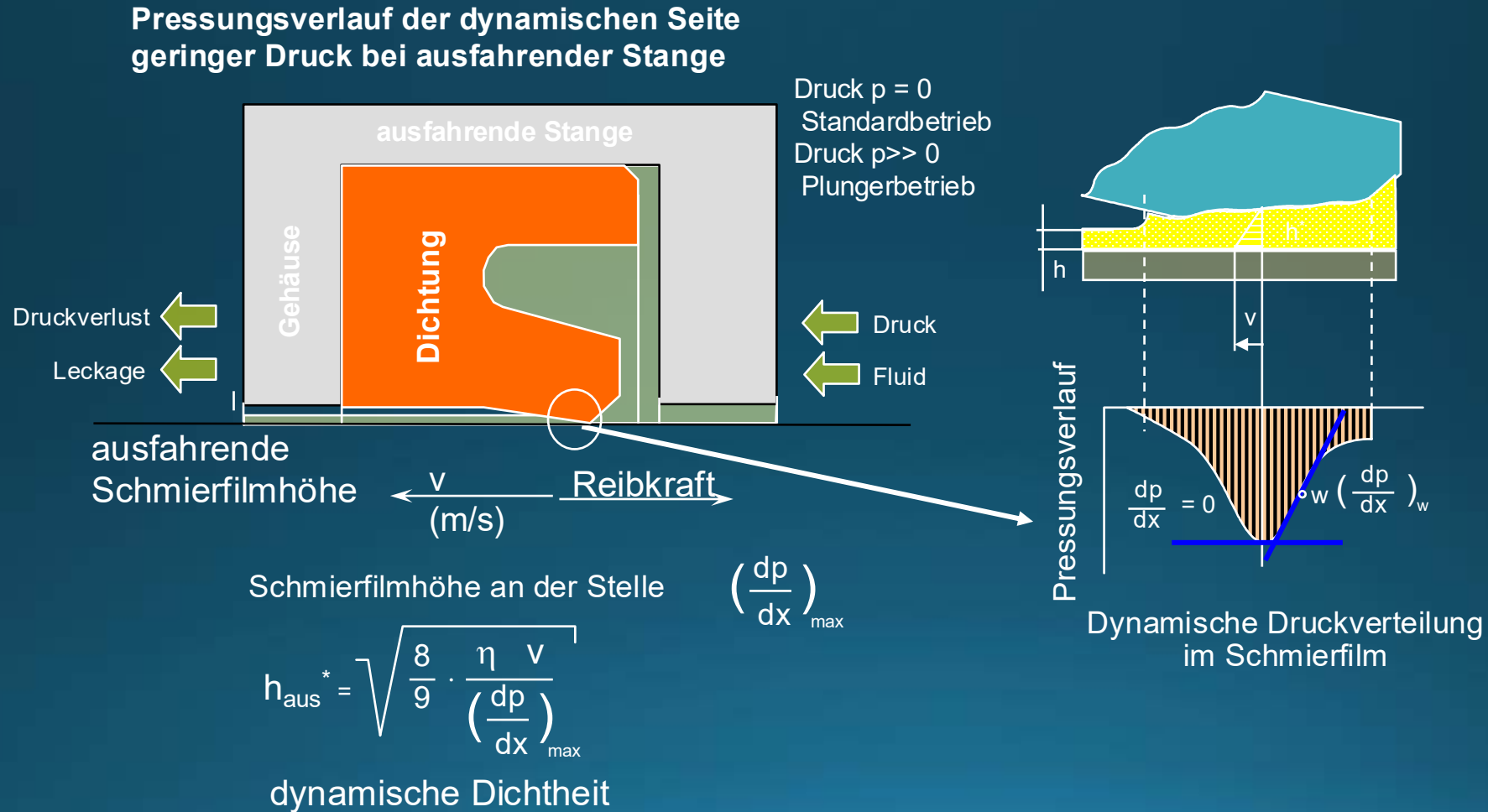
Einflussgrößen auf die Dichtheit (1)

- Prinzip und Begriffe einer Stangendichtung vor dem Einbau



Dichtmechanismus

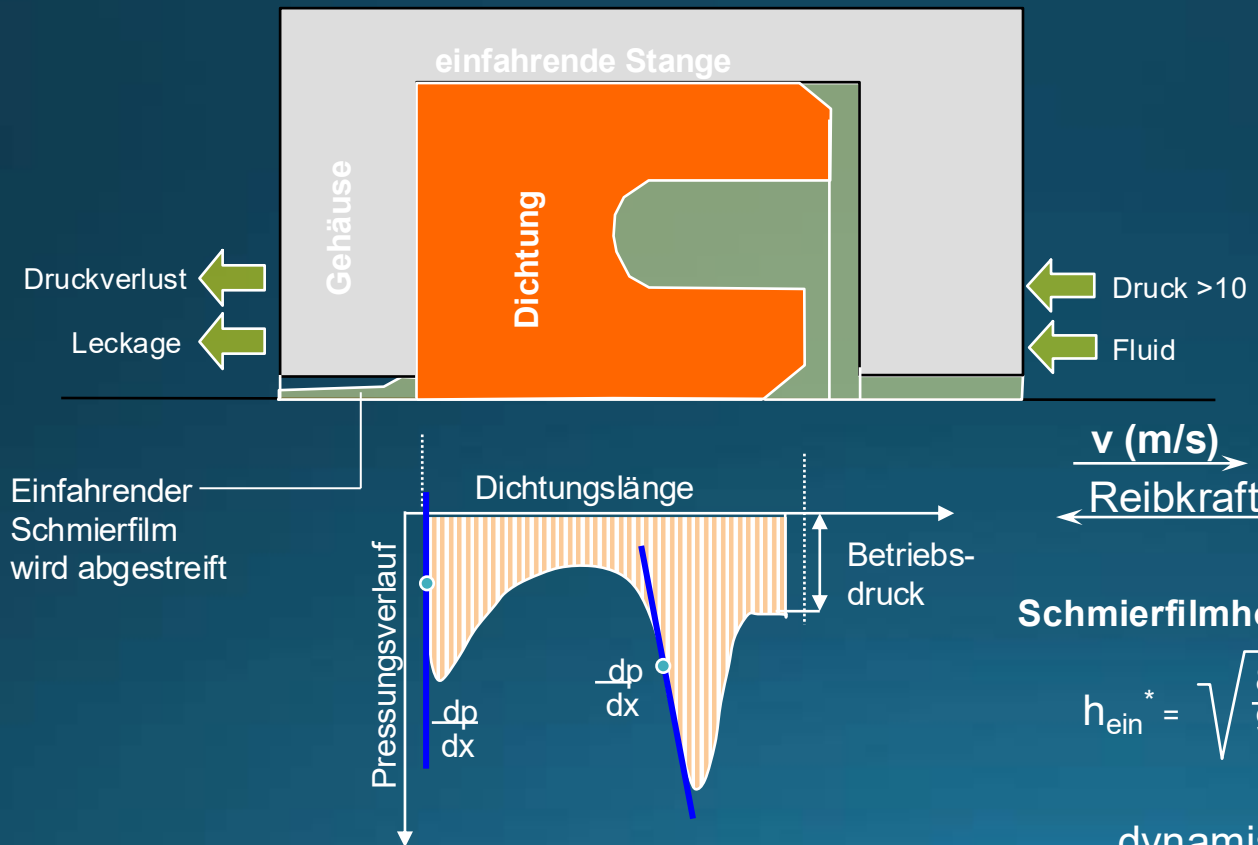
Einflussgrößen auf die Dichtheit (2)



Dichtmechanismus

Einflussgrößen auf die Dichtheit (3)

• **Pressungsverlauf der dynamische Seite unter Druck >10 MPa bei einfahrender Stange**



Legende:

η ...Viskosität

v ...Geschwindigkeit

D ...Stangendurchmesser

H ...Hublänge

h ... Schmierfilmhöhe

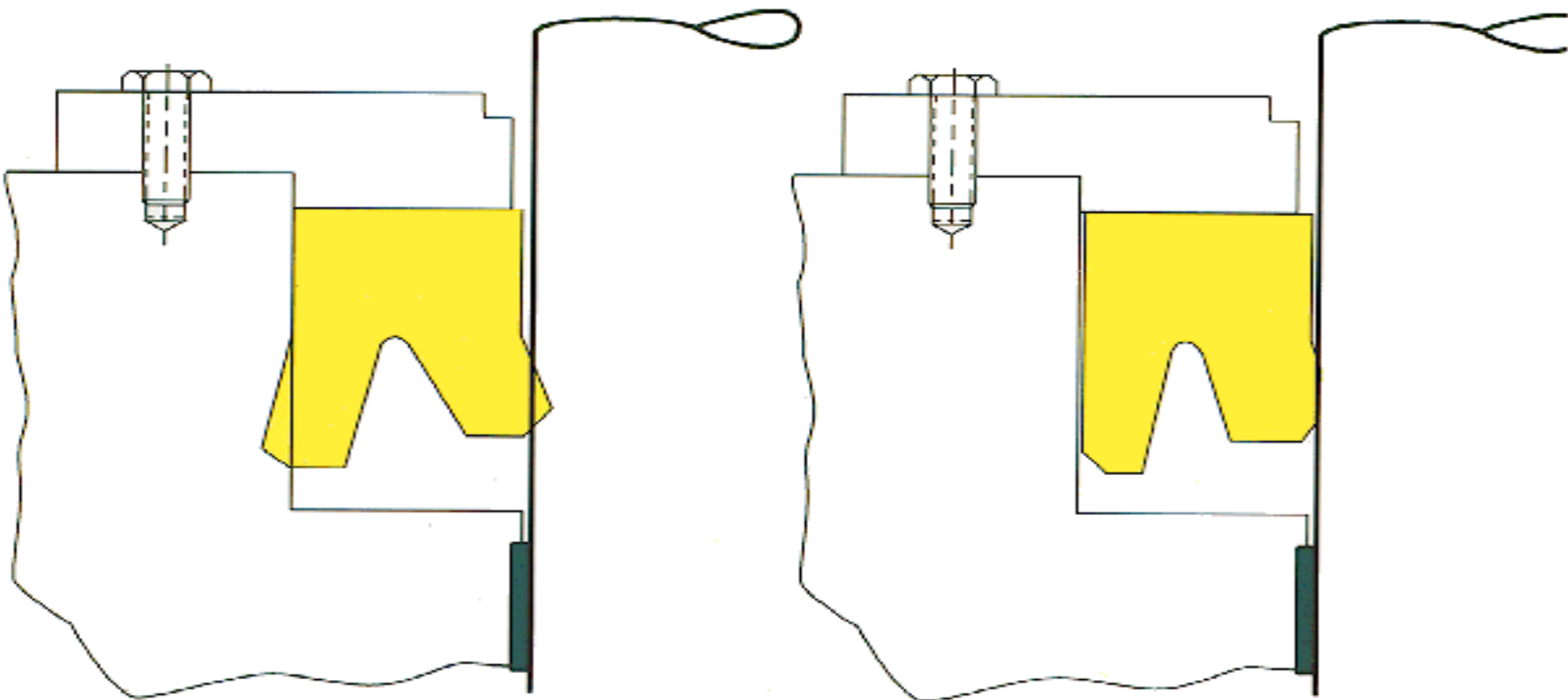
**Leckage pro Doppelhub
(Stangendichtung)**

$$Q = p D H (h_{\text{aus}} - h_{\text{ein}})$$

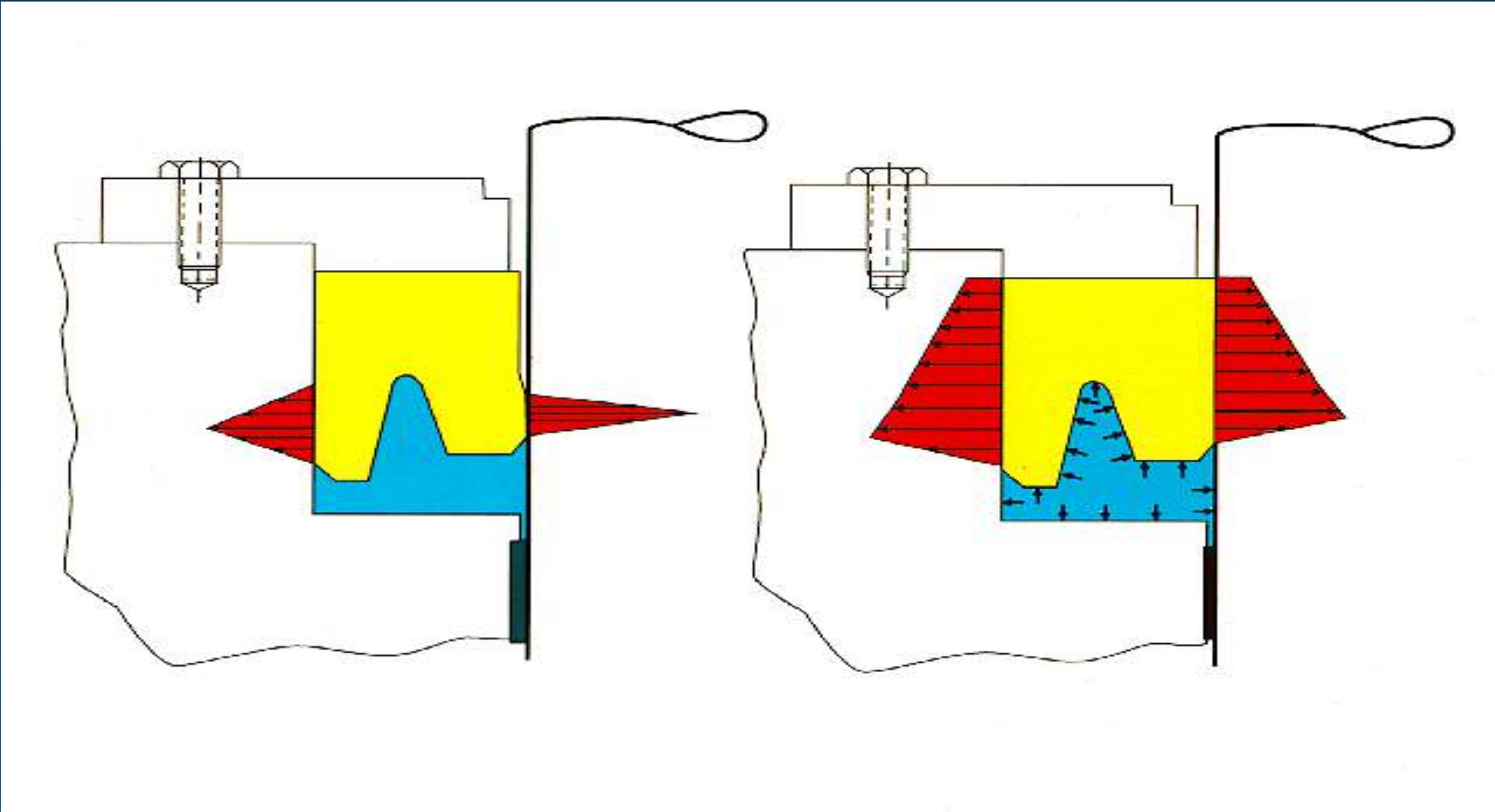
Schmierfilmhöhe an der Stelle $\left(\frac{dp}{dx}\right)_{\text{max}}$

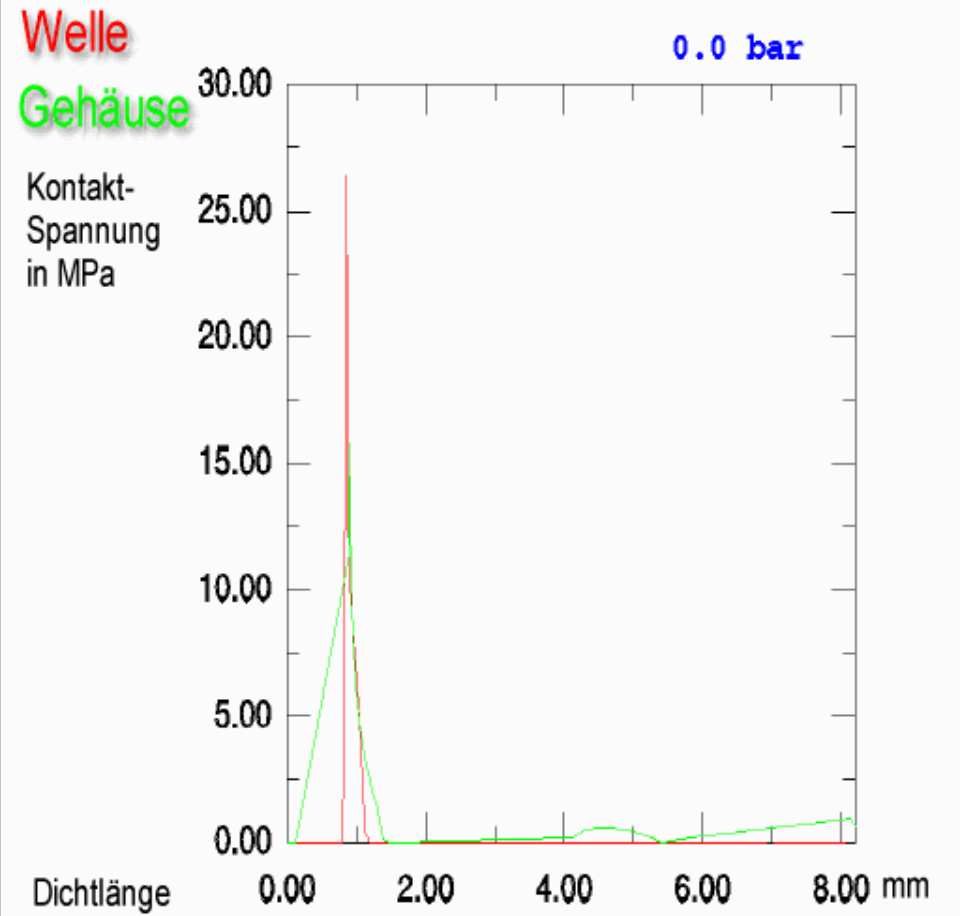
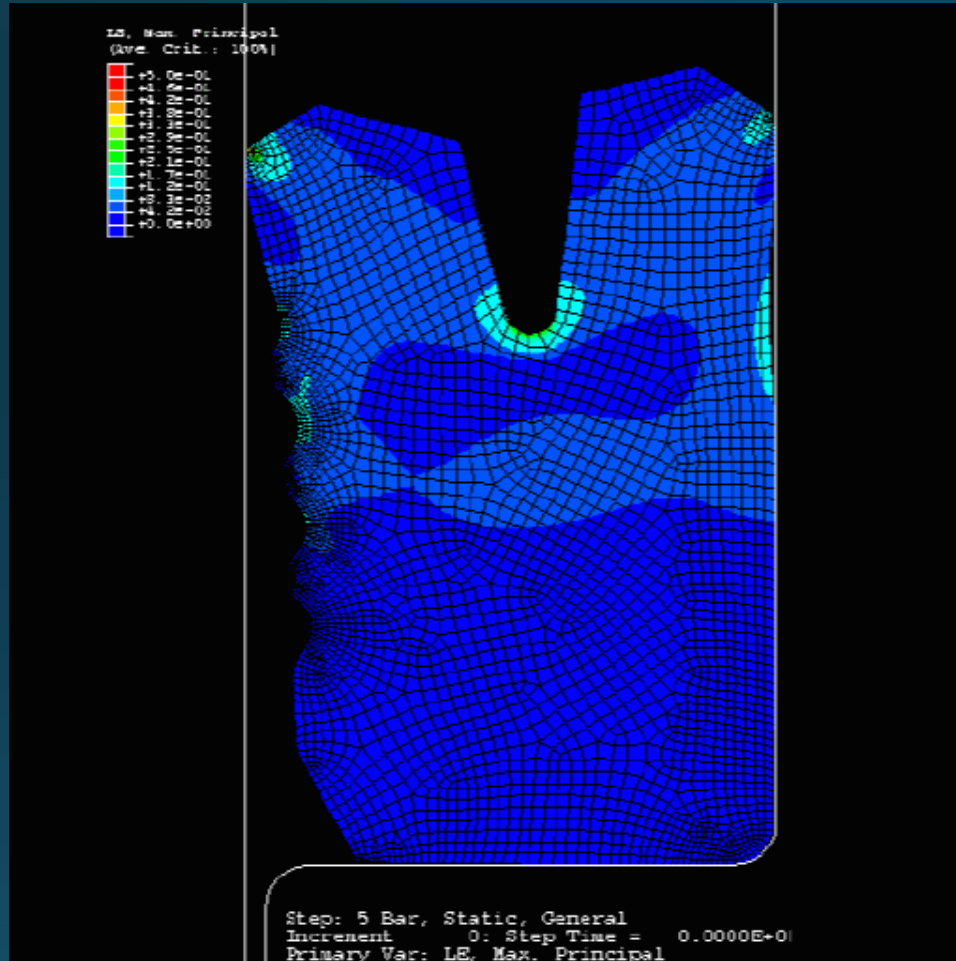
$$h_{\text{ein}}^* = \sqrt{\frac{8}{9} \cdot \frac{h \cdot v}{\left(\frac{dp}{dx}\right)_{\text{max}}}}$$

dynamische Dichtheit



Was ist eine Dichtung...



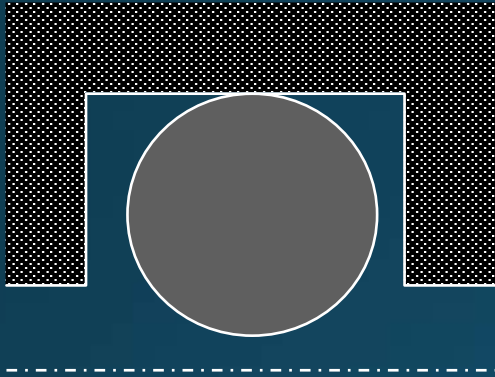


Dichtungstypen

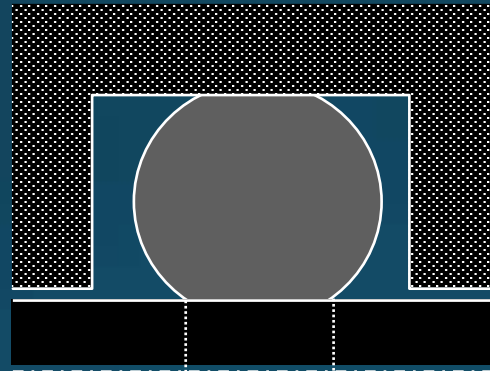
Statische Dichtungen/Dichtmechanismus

-

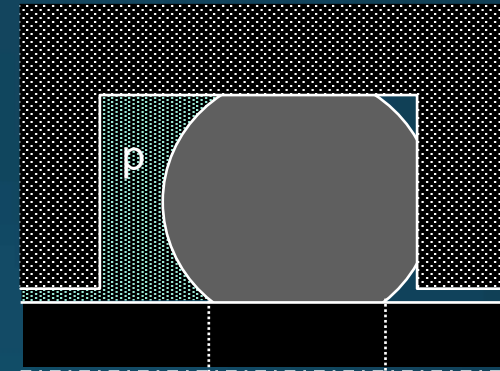
entspannter O-Ring



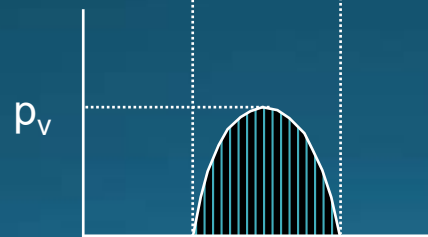
verpreßter O-Ring



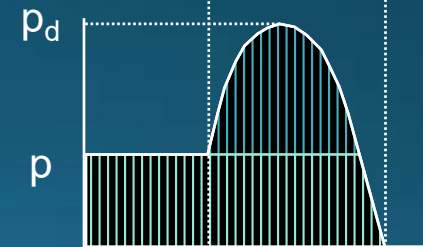
druckbelasteter O-Ring



Pressungsverteilung:



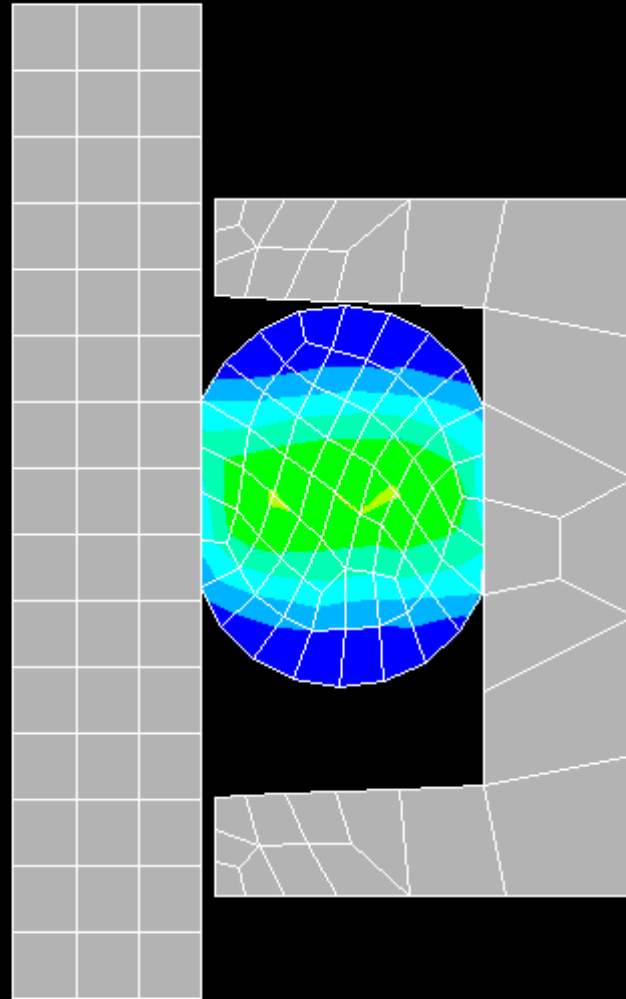
Vorpressung



Automatische Dichtwirkung

$$p_d = p + p_v$$

1



```
ANSYS 5.4  
MAR 2 2000  
11:49:05  
MODAL SOLUTION  
TIME=1  
SEQV (AVG)  
PowerGraphics  
EFACET=1  
AVRES=Mat  
DMX =.7  
SMX =1325  
.057005  
.383018  
.70903  
1.035  
1.361  
1.687  
2.013  
2.339  
2.665  
2.991
```

/NEST/EAGLE/IGES/MODEL.IGS

IST-Code	Materialbeschreibung	Farbe	Shore Härte	min. Temp. C°	max. Temp. C°
ISM 10	Premium IST Material, mit hocheffizienter Innenschmierung	grau	95 Shore A	-30	110
ISM 11	Premium IST Material, mit hocheffizienter Innenschmierung	orange	85 Shore A	-40	110
ISM 12	Hochtemperatur IST Material, mit hocheffizienter Innenschmierung	dunkelorange	95 Shore A	-30	135
ISM 19	HPU 72 Shore D	orange	72 Shore D	-40	135
ISM 20	HPU 95 Standard	rot	95 Shore A	-30	110
ISM 21	HPU Tieftemperatur	nachtblau	95 Shore A	-50	105
ISM 22	HPU FDA weiß	weiß	95 Shore A	-40	100
ISM 23	HPU 57 Shore D	dunkelrot	57 Shore D	-25	110
ISM 24	PU 95	dunkelgrün	94 Shore A	-30	110
ISM 25	HPU 85 Shore A	weissgrün	85 ShoreA	-40	95
ISM 28	HPU Hochtemperatur geschmiert	schwarz	60 Shore D	-30	130
ISM 29	NBR 75 Standard	schwarz	75 Shore A	-35	110
ISM 30	NBR 85 standard	schwarz	85 Shore A	-35	100
ISM 31	NBR 90	schwarz	90 Shore A	-30	110
ISM 32	NBR FDA	weiß	88 Shore A	-30	105
ISM 33	NBR Tieftemperatur	schwarz	82 Shore A	-45	90
ISM 35	H-NBR standard FDA	grün	82 Shore A	-30	150
ISM 36	H-NBR 95	schwarz	95 Shore A	-20	150
ISM 38	EPDM standard	schwarz	88 Shore A	-40	130
ISM 39	EPDM FDA	weiß	87 Shore A	-40	130
ISM 40	FPM standard FDA	braun	85 Shore A	-25	220
ISM 42	FPM spezial FDA	weiß	84 Shore A	-25	210
ISM 45	AFLAS®	schwarz	85 Shore A	-10	220
ISM 49	PTFE 25% Glas	grau/weiß	60 Shore D	-200	260
ISM 50	PTFE rein (FDA Material, EN1934/2004)	weiß	55 Shore D	-200	260
ISM 51	PTFE 15% Wollastonite (FDA Material)	weiß	55 Shore D	-200	260
ISM 52	PTFE 40% Bronze	braun	65 Shore D	-200	260
ISM 53	PTFE 60% Bronze	braun	67 Shore D	-200	260
ISM 54	PTFE 15% Kohle	grau/schwarz	62 Shore D	-200	260
ISM 55	PTFE 25% Kohle	schwarz	62 Shore D	-200	260
ISM 56	PTFE 15% Glasfaser & 5% MOS	grau	58 Shore D	-200	260
ISM 57	PTFE 10% Polyimid	gelb/braun	58 Shore D	-200	260
ISM 58	PTFE +2% SC Carbon (FDA Material, EN1934/2004)	schwarz	54 Shore D	-200	260
ISM 59	PTFE Kohlefaser	schwarz	63 Shore D	-200	260
ISM 60	POM (FDA Material, EN1934/2004)	weiß	85 Shore D	-50	90
ISM 65	PA6 mit MOS ₂	schwarz	85 Shore D	-40	110
ISM 66	PA6	beige	85 Shore D	-40	110
ISM 70	MVQ Silikon FDA	weiß	84 ShoreA	-50	210
ISM 71	MVQ Silikon FDA	blau	84 ShoreA	-50	210
ISM 72	MVQ Silikon FDA	rot	84 ShoreA	-50	210
ISM 80	PEEK natur (FDA Material, EN1934/2004)	beige	M 99	-65	260
ISM 85	PE-UHMW (FDA Material, EN1934/2004)	weiß	63 ShoreD	-200	60
ISM 86	PE-UHMW HT (FDA Material, EN1934/2004)	weiß	63 ShoreD	-200	100
ISM 100	PTFE-Bronze			-200	200
ISM 105	PTFE-Kohle			-200	260
ISM 110	Hartgewebe Grafit			-40	130
ISM 115	Hartgewebe PTFE			-40	130



Große Material- und Profilauswahl.....



Reibwertfaktoren:

(Drockenlauf)

- **Nitrile (NBR).....1.50**
- **TFE (Aflas).....1.40**
- **EPDM.....1.20**
- **FKM0.85**
- **HNBR 0.80**
- **PU Polymer.....0.35**
- **HPU lubricated.....0.18**
- **PTFE.....0.10**

Nichtalterndes, geschmiertes, hydrolysebeständiges Material

ISM 10

Hydrolyse-beständiges Polyurethan, lebensmittelecht,
interner Schmierstoff zur tribologischen Optimierung

Farbe: grau

- Beständig gegen Mineralöle, HFD-U und HETG-Flüssigkeiten, saure Öle und Gase, Kaltwasser sowie verdünnte Säuren und Laugen
- Anwendbar als Stangen- und Kolbendichtung, Abstreifer, Rotationsdichtung, und in statischen Dichtungssystemen

Eigenschaft	Wert	Einheit	DIN Standard
Härte	95 ± 3	Shore A	DIN 53505
Härte	49 ± 3	Shore D	DIN 53505
Dichte	1,21	g/cm ³	DIN EN ISO 1183-1
Druckverformungsrest 70°C/24h	20	%	DIN ISO 815-1
Druckverformungsrest 70°C/70h	22	%	DIN ISO 815-1
Druckverformungsrest 100°C/24h	27	%	DIN ISO 815-1
Bruchdehnung	382	%	DIN 53504
Zugfestigkeit bei 100% Dehnung	15,3	N/mm ²	DIN 53504
Zugfestigkeit bei 300% Dehnung	44,5	N/mm ²	DIN 53504
Rückprallelastizität	39	%	DIN 53512
Weiterreißfestigkeit	40,1	N/mm	DIN 53515
minimale Einsatztemperatur	-30	°C	
max. Einsatztemperatur dauernd	+110	°C	
max. Einsatztemperatur kurzfristig	+125	°C	

Reduzierter Materialabrieb - Testergebnisse

innovative sealing
technologies GmbH



- Testbedingungen

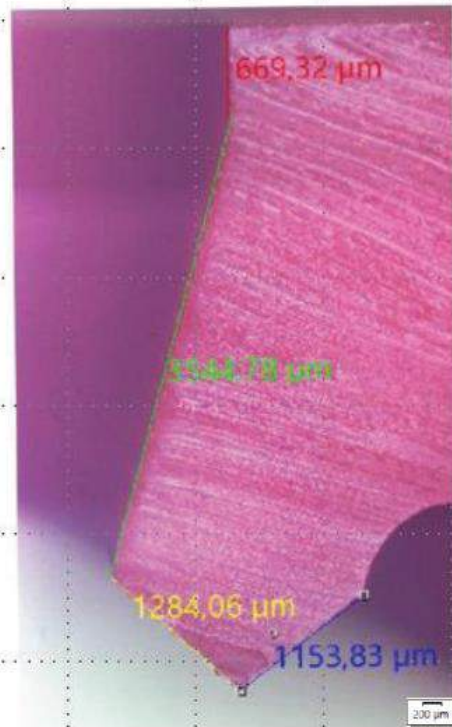
Material	Dichtung / Seal	Welle / Shaft	Druck / Pressure (bar)	Geschwindigkeit / velocity (m/s)
ISM10	25x33x6,3	42CrMo4V(Dimension: Ø25 x 522mm) 42Crmo4V, HRC min 45HRC, chromed 20-30 microns, Ra=0.3 microns	120 / 60 / 0	0,2 / 0,3 / 0,4 / 0,5 / 0,6
ISM20	25x33x6,3	42CrMo4V(Dimension: Ø25 x 522mm) 42Crmo4V, HRC min 45HRC, chromed 20-30 microns, Ra=0.3 microns	120 / 60 / 0	0,2 / 0,3 / 0,4 / 0,5 / 0,6

Reduzierter Materialabrieb - Testergebnisse – 120 bar

innovative sealing
technologies GmbH



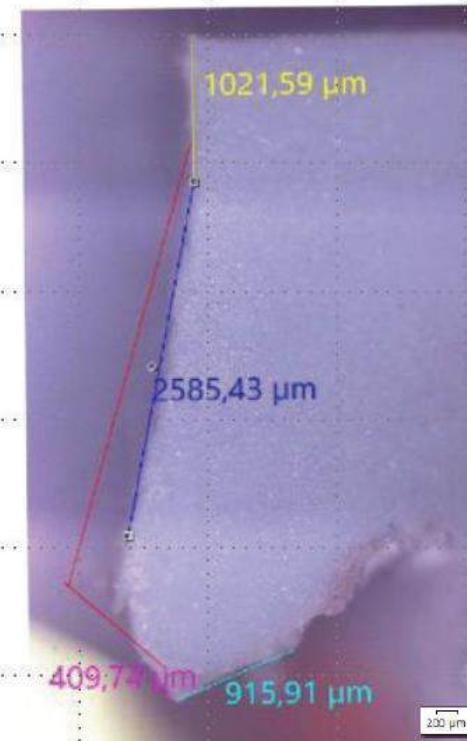
New seal ISM20



Material ISM20



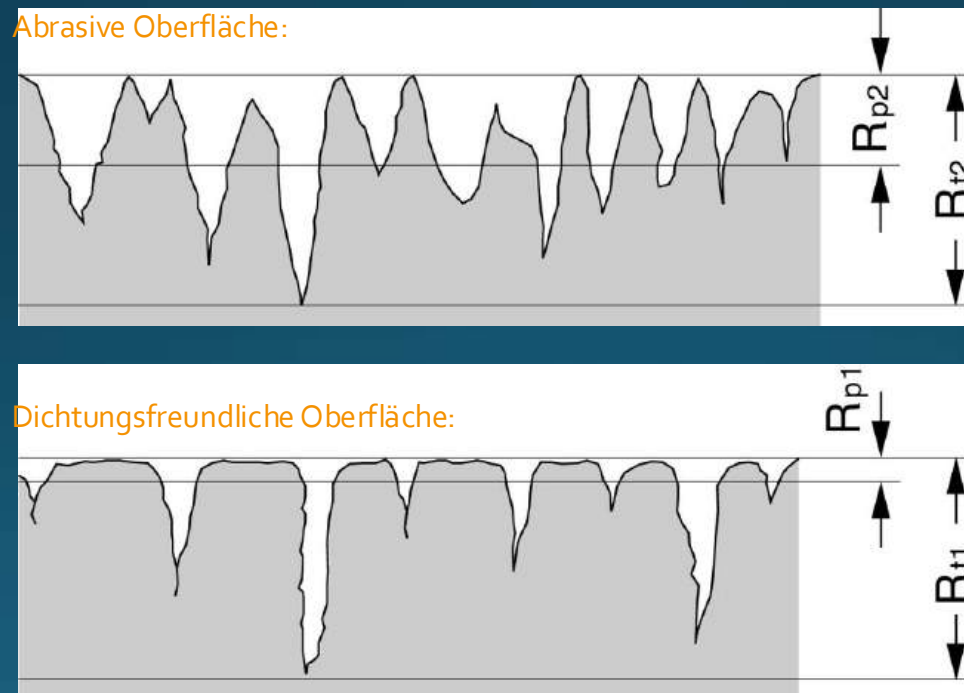
Material ISM 10



„Dichtungsfreundliche“ Oberflächen

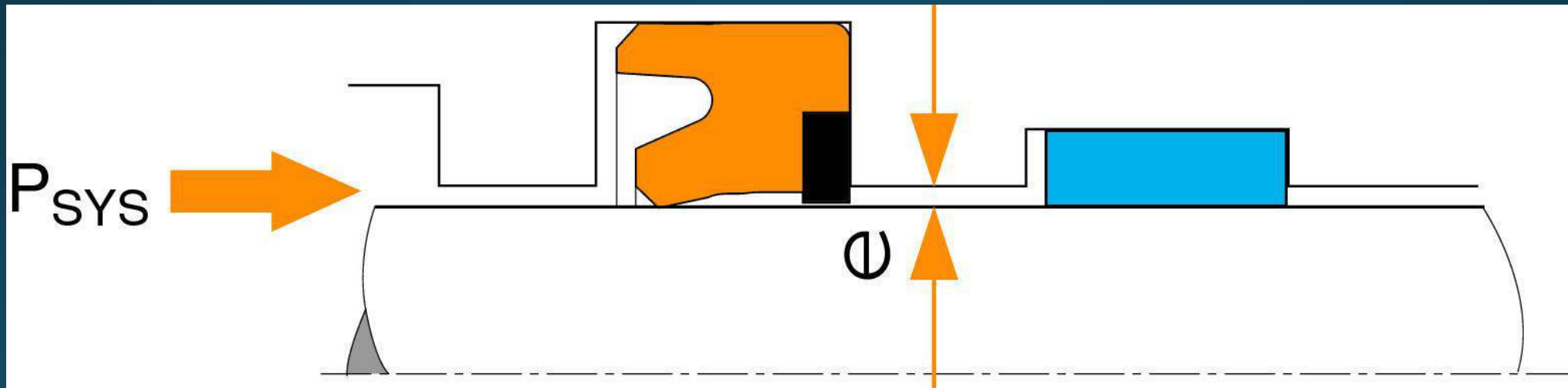
(1)

•Die mit Dichtungen in Berührung kommenden Oberflächen sollen frei von scharfen, spitzigen Bearbeitungsspuren sein. Schleifen als letzter Arbeitsgang für dynamisch abzudichtende Oberflächen ist aus dichtungstechnischer Sicht nicht ausreichend. Es sollte unbedingt ein Poliervorgang nachfolgen.



Spalte

- Das Spaltmaß „e“ zwischen bewegten Bauteilen ist minimal zu halten, um Spaltextrusion der Dichtkörper zu vermeiden (Abhilfe durch Antiextrusions-/Backringe).

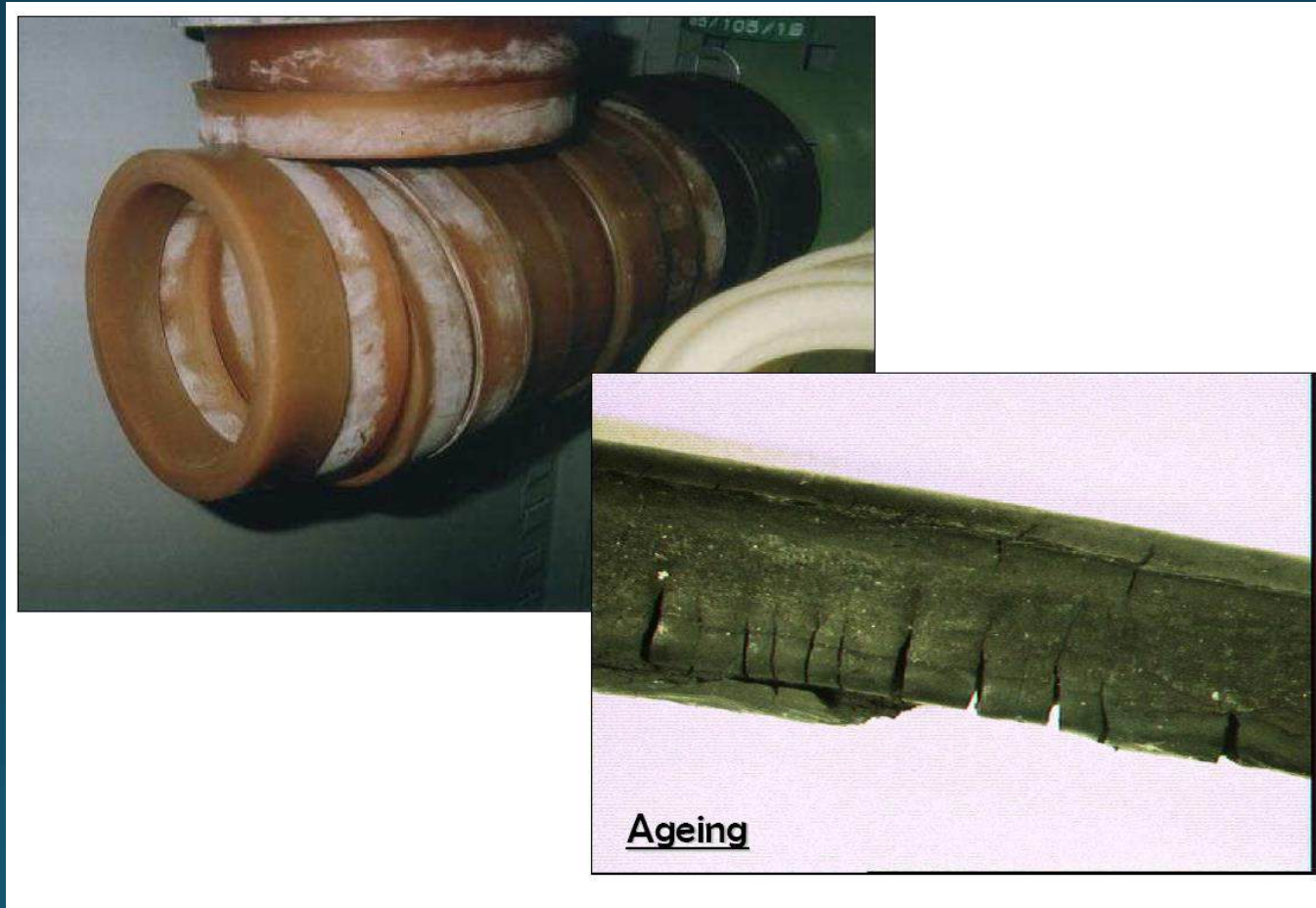


Risiko: Hydrolyse

NICHT hydrolysebeständige Abstreifer



Risiko: Materialalterung (im Lager!)



3. Führung (schütze das System)

1. Metallische Führungselemente



Base material: CuSn8P0.3 or CuSn6.5 P0.1
Hardness: HB90 - 120
Temperature limit: -80 ~ 200°C
Load capacity: 75 N/mm²
Speed limit: 5m/s

Druckaufnahmefähigkeit
70 N/mm² – 120 N/mm²



PTFE Compound Führungsbänder

➤ PTFE/Bronze-Führungsbänder:

- Vorteil: Günstig und in Meterware vorhanden, Homogenes Material
- Nachteil: Geringe Druckaufnahmelastbarkeit, stark abhängig von Temperatur
- Nachteil: Neigung zu Extrusion bei größeren Spalten



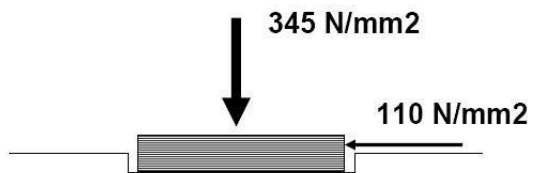
Einsatzgrenzen

Geschwindigkeit	: hin- und hergehend bis 15 m/s
Temperatur	: -60 bis +200 °C
Druckfestigkeit, dyn.:	Comp. 55 max. 15 N/mm ²
	Comp. 30 max. 8 N/mm ²

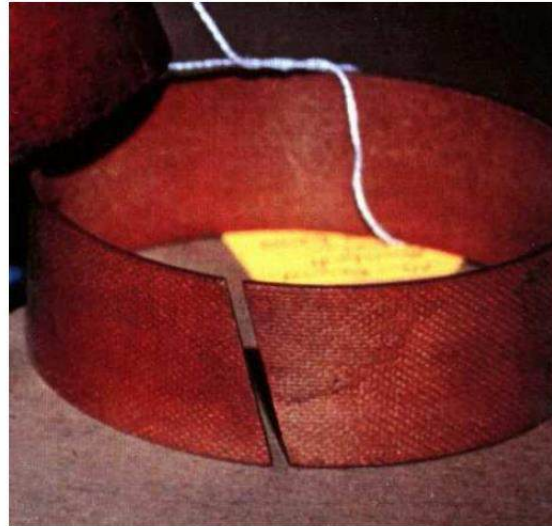
Gewebeführungsbänder

➤ Gewebe/Harz-Verbund-Führungsbänder:

- Vorteil: Hohe Druckaufnahmefähigkeit bis ca. 345 N/mm²
- Nachteil: Verbundmaterial
- Nachteil: unterschiedliche Festigkeiten, abhängig von der Belastungsrichtung zur Verbundschichtung



- => geringere Festigkeit als gute „homogene“ Werkstoffe
- kann zur Delamination des Verbundgewebes führen



8



➤ Gewebe/Harz-Verbund-Führungsbänder:

geringere Festigkeit als gute „homogene“ Werkstoffe
..... kann zur Delamination des Verbundgewebes führen



5

Maschinell hergestellte Präzisions-Führungsringe....

.....sind Variabel in jeder Abmessung herstellbar

- gleiche Lastaufnahmefähigkeit wie Bronze jedoch deutlich günstiger
- Hohe Zug- und Druckfestigkeit
- Geringste Einfederungsrate
- Geringe Wasseraufnahme
- Delaminiert nicht
- selbstgeschmiert



.....und reduzieren radiales Bewegungsspiel und erhöhen somit die Dichtungsstandzeit.

- **Herstellung bei IST:**
 - State-of-the-art Materialien
 - Integriertes Dichtungs Design
 - Präzisions CNC Maschinen
 - Direkt bis 2m Durchmesser
 - Über 2m Fusionierverfahren
 - 24h und Same Day Service

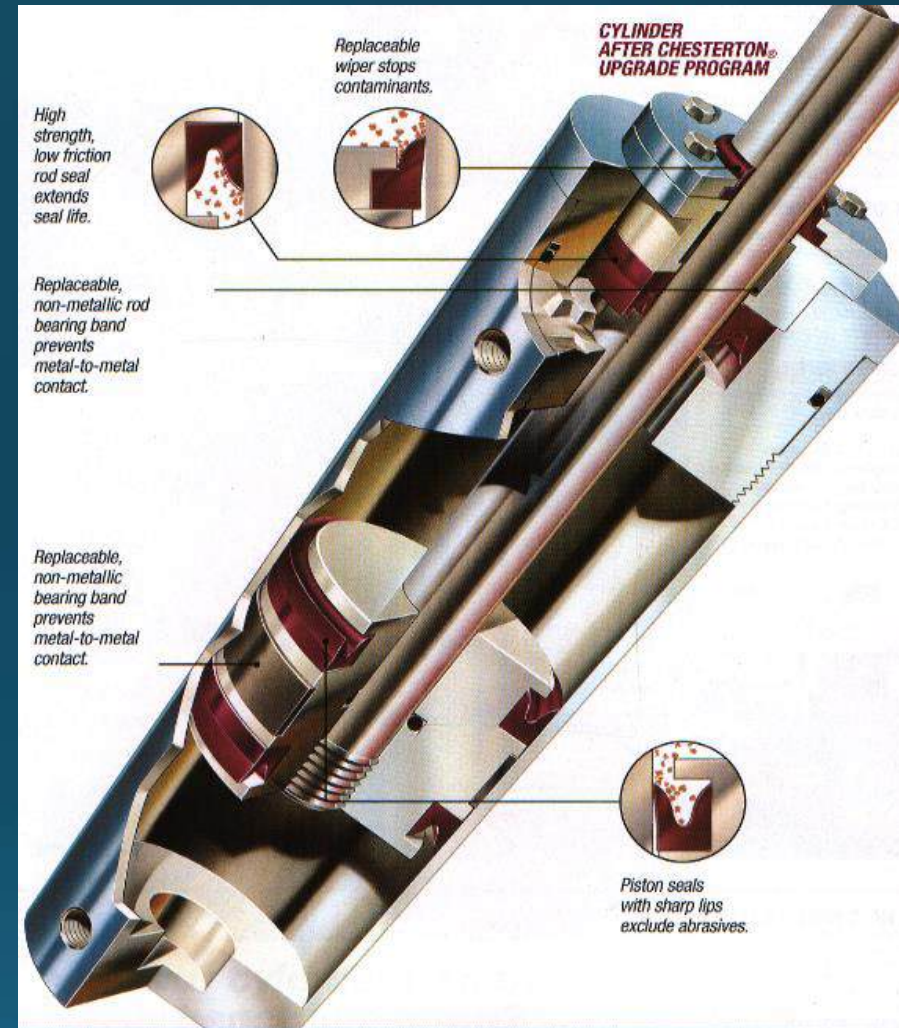
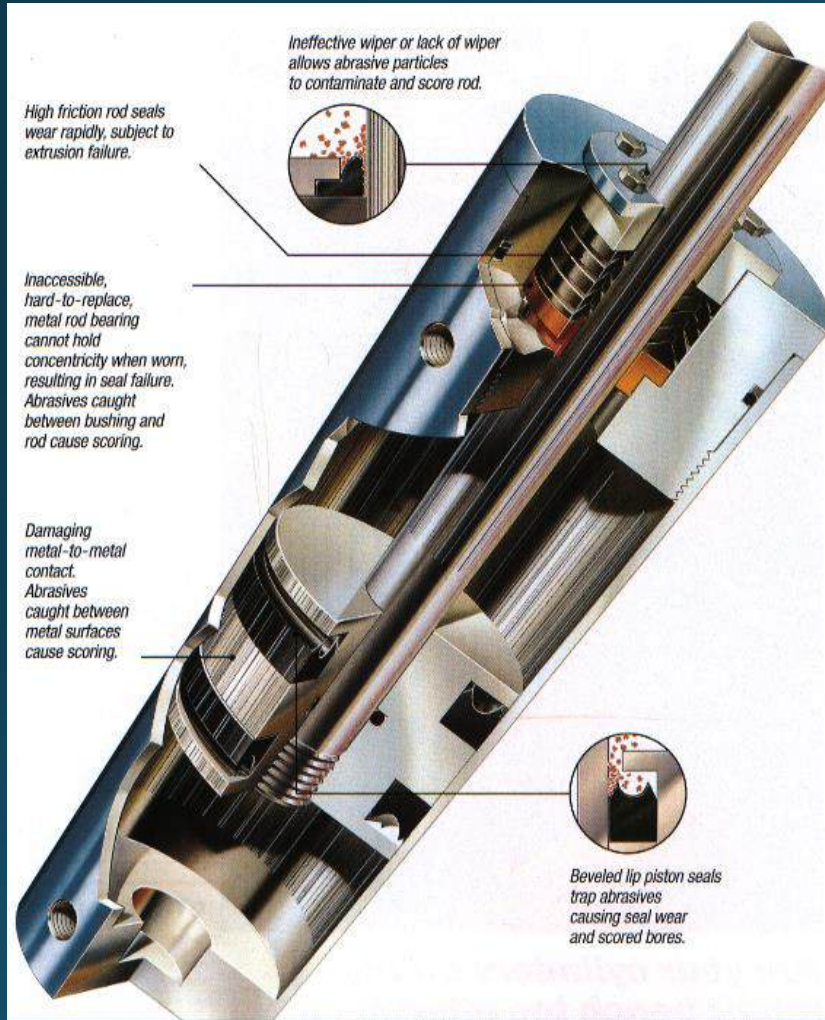


Dichtungstechnik - Lösungen

1. Die Anwendung verstehen
 - Umfeld/Funktion/Kosten
2. Die Ursachen verstehen
 - Gesamtsystem betrachten
3. Lösung erarbeiten
 - Probleme beheben



Vorher



Nachher

Anwendung

Dichtsystem auswählen

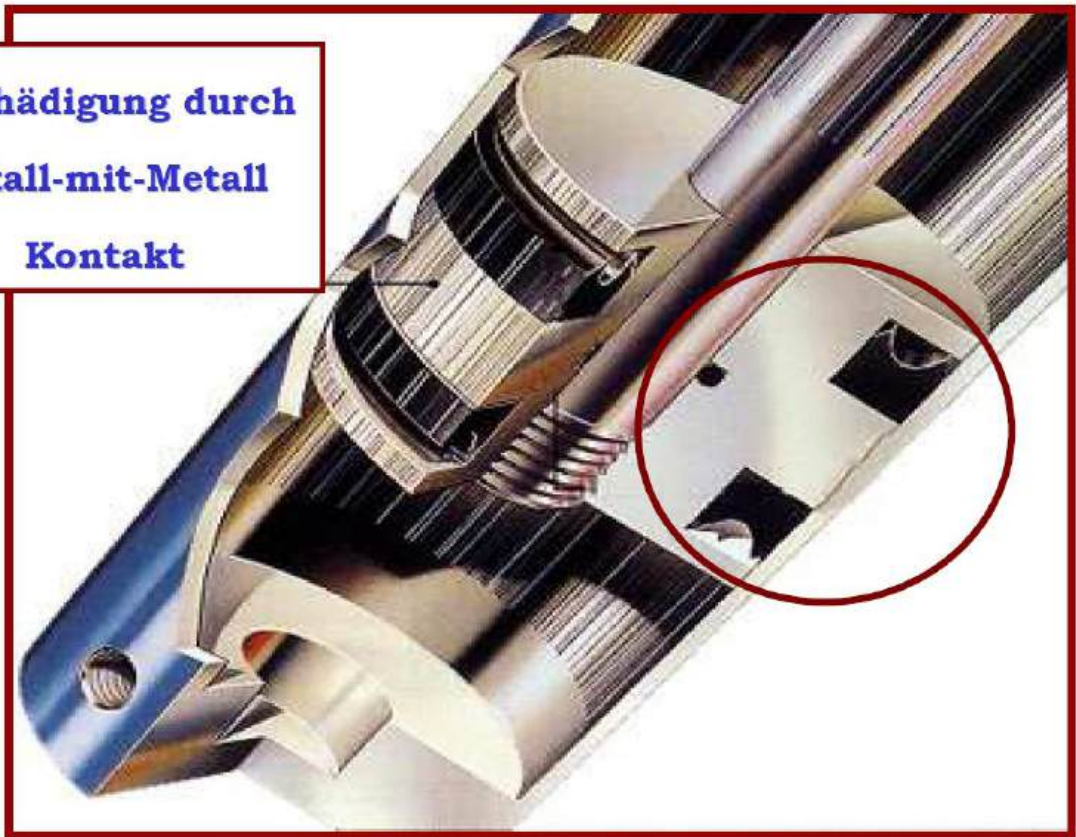
Die Auswahl eines Dichtsystem hängt von einer Kombination von verschiedenen Faktoren ab...



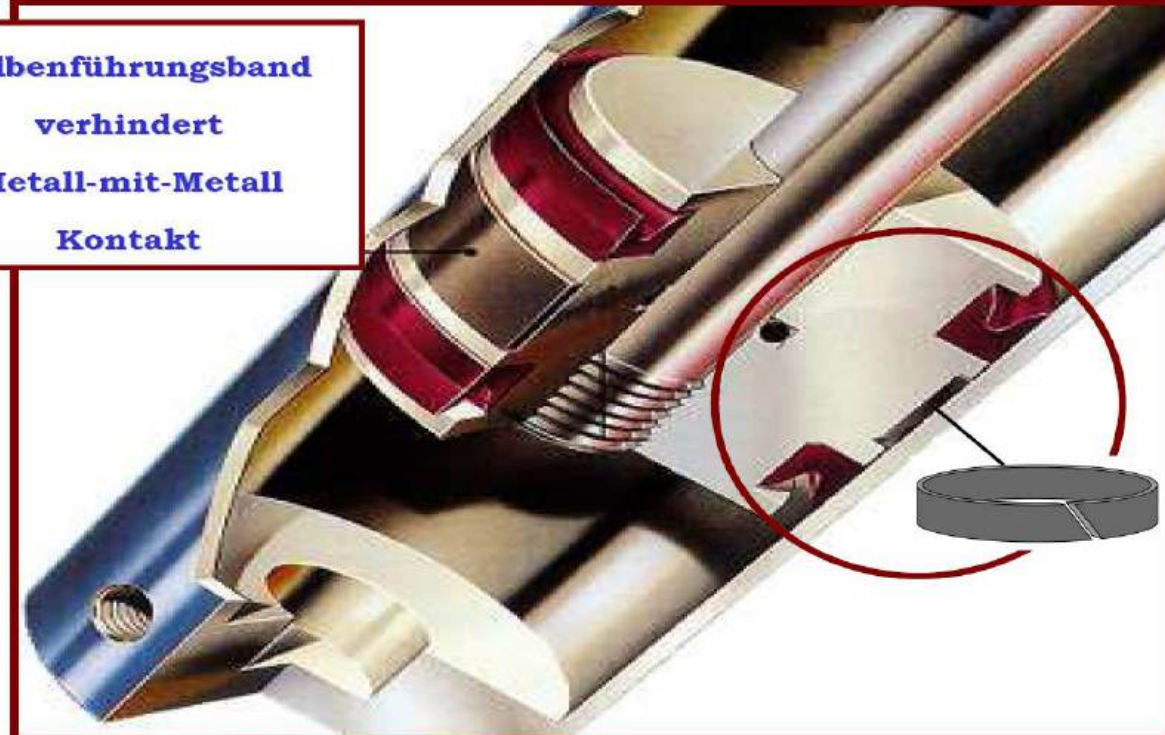
Beispiele Profil/Materialwechsel



**Beschädigung durch
Metall-mit-Metall
Kontakt**

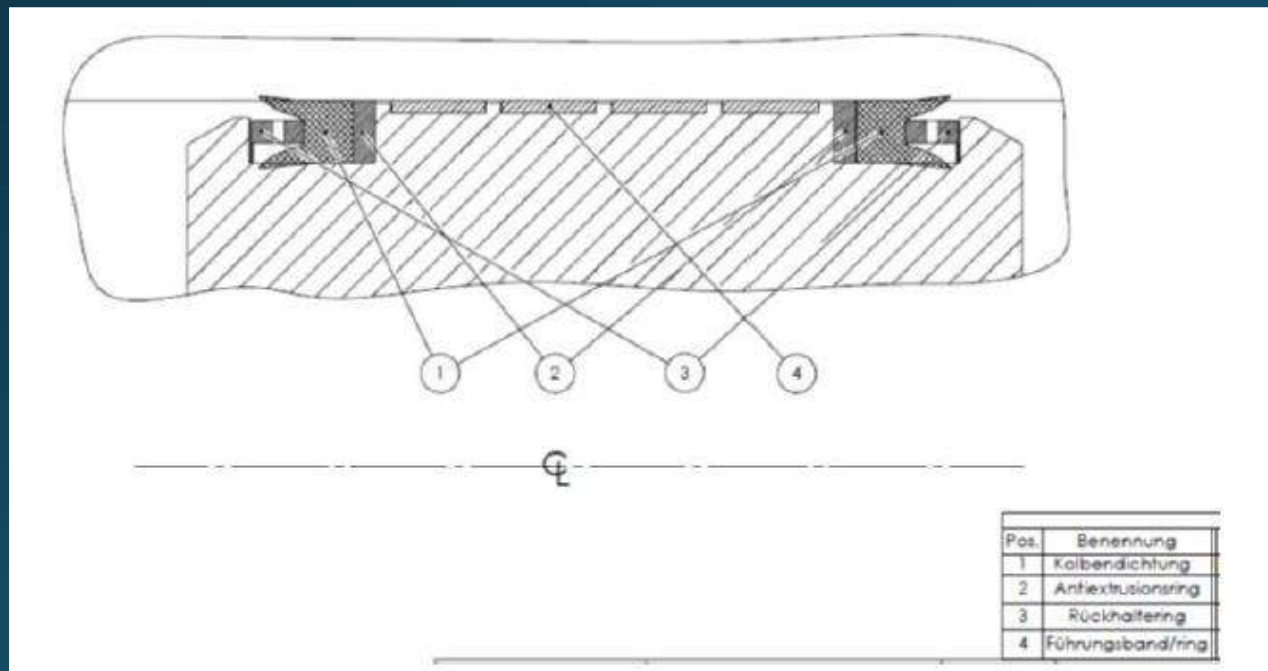


**Kolbenführungsband
verhindert
Metall-mit-Metall
Kontakt**



Neues Kolbendesign

- 2 Kolbendichtungskits mit AER u. RHR
- Führungsringe
- Statische Dichtung D-Ring



Neue Stangenlagerdesign

- Abstreifer
- Stangendichtungskit(2+1)
- Führungsringe
- Statische Dichtung D-Ring
Flansch Rohr

