

## KONSTRUKTIONSHINWEISE FÜR ZYLINDER UND KOLBEN

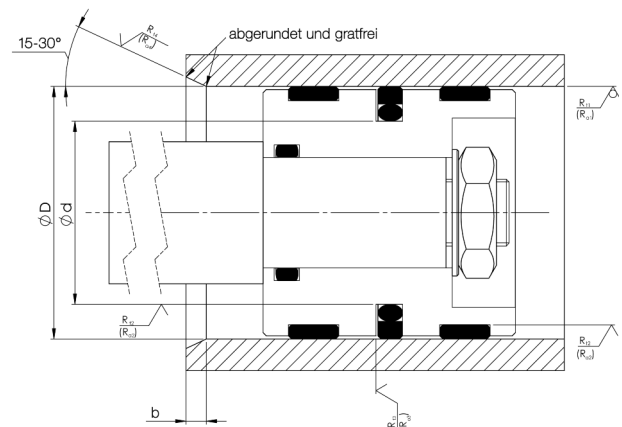
Bei Neukonstruktionen empfehlen wir die bestehenden internationalen (ISO) und nationalen (DIN) Standards über Dichtungs-Einbauräume zu beachten. Bei allen Dichtungen, auch bei denen, die spezielle Einbauräume erfordern z.B. Sonderdichtungen, Ventildichtungen, Rotordichtungen usw., sind die Einbauräume in den Datenblättern des jeweiligen Profiltyps aufgeführt. Die im Folgenden angegebenen Oberflächenbeschaffenheiten und Einfuhrschrägen haben sich weitestgehend bewährt. Deshalb sind diese auch meist in den Normen wieder zu finden. Die dort angegebenen

Maße, Toleranzen und Oberflächengenauigkeiten sind unbedingt einzuhalten. Nur so ist eine leichte Montage möglich und die in den Katalogen angegebenen Einsatzwerte können erfüllt werden. Zudem werden Beschädigungen an den Dichtungen bzw. Montagefolgeschäden beim Einbau so vermieden. Die von uns genannten Vorschläge beruhen auf jahrelangen Erfahrungen und dienen dem Anwender als Orientierung. Aufgrund sich wechselweise beeinflussenden Faktoren, können diese Vorschläge im Einzelfall nur eingeschränkte Gültigkeit besitzen.

### 1. EINTEILIGER/MEHRTEILIGER KOLBEN

Mit einem einteiligen Kolben gestaltet sich die Montage der Dichtungen schwieriger. Er ist natürlich aufgrund der geringeren Fertigungskosten aus rein wirtschaftlicher Sicht zu bevorzugen. Dennoch ist es sinnvoll und oft auch unabdingbar einen mehrteiligen Kolben anzufertigen. Hintergrund ist die leichtere Montage der Dichtung. Bei großen Kolbendurchmessern hat die Aufweitung der Dichtung weniger Auswirkungen auf deren Ursprungsgeometrie als bei kleinen Kolbendurchmessern. Die Rückverformung in den Ursprungszustand ist bei der Montage auf kleine Kolbendurchmesser unter Umständen nicht mehr gegeben. Ein Aufdehnen kann möglicherweise auch direkt bei der Montage zur vollständigen Unbrauchbarkeit der Dichtung führen. Wir empfehlen daher bei Durchmessern kleiner 30 mm und der Verwendung von PTFE-Mantelringdichtungen mit einem mehrteiligen Kolben zu arbeiten.

Abbildung 1: Einteiliger Kolben im Zylinder



### 2. OBERFLÄCHEN

Der Oberfläche sollte besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden, denn sie ist mitentscheidend für die Lebensdauer einer Dichtung. Schleifen als letzter Arbeitsgang für dynamische Dichtflächen ist nicht ausreichend. Die hier erreichbare Oberflächengüte und der Traganteil sind ungenügend. Es sollte unbedingt ein Poliervorgang folgen.

Folgende Oberflächengüten bzw. Oberflächengenauigkeiten sind einzuhalten:

#### Dynamische Dichtfläche:

$0,8 \mu\text{m} \leq R_{t1} \leq 2,5 \mu\text{m}$  ( $R_t 2,5 \mu\text{m} \triangleq R_a \cong 0,28 \dots 0,6 \mu\text{m}$ ,  $RMS \cong 12,5 \dots 28,3 \mu\text{in}$ )

Für Gummi- und PTFE-Dichtungen:

$80 \% \leq t_{p1}^* \leq 95 \%$  ( $R_t 0,8 \mu\text{m} \triangleq R_a \cong 0,28 \dots 0,18 \mu\text{m}$ ,  $RMS \cong 3,3 \dots 8,6 \mu\text{in}$ )

Für Polyurethan-Dichtungen:

$60 \% \leq t_{p1}^* \leq 80 \%$  ( $R_t 0,8 \mu\text{m} \triangleq R_a \cong 0,28 \dots 0,18 \mu\text{m}$ ,  $RMS \cong 3,3 \dots 8,6 \mu\text{in}$ )

#### Statische Dichtfläche:

$R_{t2} \leq 6,3 \mu\text{m}$  ( $R_a \cong 0,81 \dots 1,59 \mu\text{m}$ ,  $RMS \cong 35,6 \dots 76,3 \mu\text{in}$ )

$t_{p2}^* \geq 60 \%$

#### Nicht dichtende Flächen in Einbauräumen und Einfuhrschrägen:

$R_{t3} \leq 15 \mu\text{m}$  ( $R_a \cong 2,2 \dots 4,0 \mu\text{m}$ ,  $RMS \cong 97 \dots 194 \mu\text{in}$ )

$R_{t4} \leq 10 \mu\text{m}$  ( $R_a \cong 1,4 \dots 2,6 \mu\text{m}$ ,  $RMS \cong 62 \dots 125 \mu\text{in}$ )

\* Gemessen in einer Schnittiefe von 25 % des  $R_t$ -Wertes ausgehend von einer gedachten Referenz-Nulllinie, bei der der Traganteil 5 % beträgt.

$R_t$  = Rautiefe

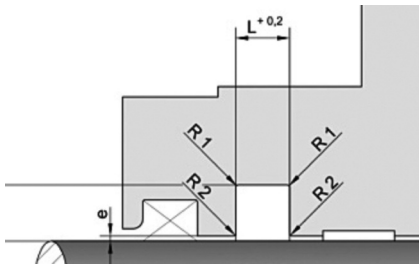
$t_p$  = Traganteil

### 3. RADIIEN

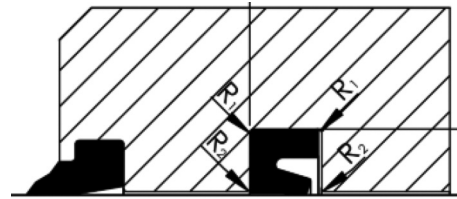
Die erforderlichen Radien in und um die Nut entnehmen Sie bitte den jeweiligen Profil-Datenblättern oder den gültigen Normen. Radien sind mit dem vorangestellten Großbuchstaben R und einer Zahl versehen (z.B. R 1). Die Zahl gibt immer Aufschluss über den Kreisradius in Millimetern. Wenn

die Zahl tiefergestellt (z.B.  $R_1$ ) ist, dann gibt dies lediglich Aufschluss über die Bezeichnung des Radius. Daraus folgt, dass eine Angabe zu finden sein muss, wo dieser Radius klar definiert wird.

**Abbildung 2: Ausführung einer Nut inklusive der Radiengrößen ohne eingebaute Dichtungen**



**Abbildung 3: Ausführung einer Nut inklusive eingebauter Dichtungen (Abstreifer & Stangendichtung) und Radienbezeichnungen**

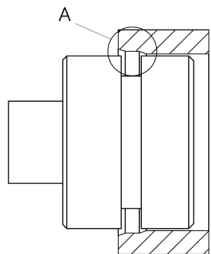


### 4. EINFÜHRSTRÄGEN

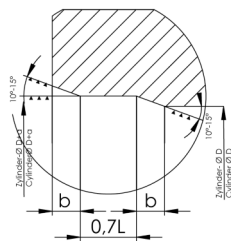
Eine Einführschräge dient dem zerstörungsfreien Einbau von Maschinenteilen und Dichtungen und dem Vereinfachen der Montage. Dies gilt vorrangig für die Dichtungen, da sie die empfindlichsten Bauteile in einem Zylinder darstellen. Auch der Kolben trägt beim Einführen weniger Schäden davon, wodurch Riefen an der Zylinderwand, die in der Folge zu Beschädigungen an der Dichtung führen können oder würden, vermieden

werden. Bei allen Neukonstruktionen sollte sie vorgesehen werden. Bis zu einem Zylinderdurchmesser von 230 mm ist eine Einführschräge nach Abbildung 4 bzw. nebenstehender Detailansicht „A“ vorzusehen. Auf Gratfreiheit und Rundungen der Kanten ist besonders Acht zu geben. Nachfolgend finden Sie eine Vorgabe zur Auslegung dieser Einführschrägen:

**Abbildung 4:**



**Detailansicht A**



**Maßliche Empfehlungen für Einführschrägen**

Zyl. Ø D (mm)	a min (mm)	b min (mm)
≤ 45	0,8	2,4
45-175	1,0	3,0
175-230	1,5	4,5

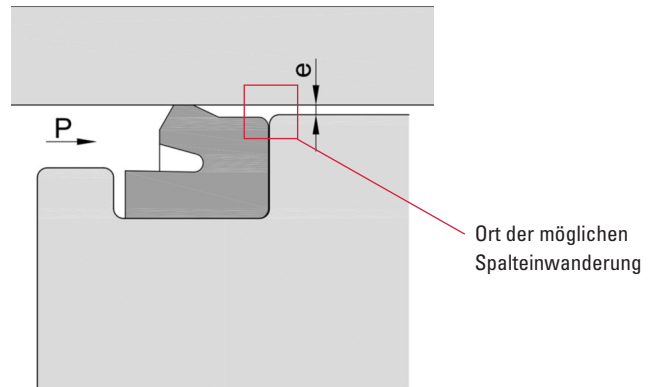
## 5. ZULÄSSIGES SPALTMASS

Als Spaltmaß oder auch Dichtspalt „e“ wird der Spalt zwischen den Maschinenbauteilen bezeichnet, also der Abstand zwischen Zylinderbohrung und Kolben bzw. Gehäuse und Kolbenstange, der je nach Anwendung unterschiedlich sein darf. Bei Beaufschlagung mit Druck kann das Dichtungsprofil an der druckabgewandten Seite in diesen Spalt eindringen bzw. einwandern. Der Spalt berücksichtigt die Ausschöpfung der ungünstigsten Toleranzen und die maximale Exzentrizität zwischen Kolben und Zylinderbohrung sowie Kolbenstange und Gehäuse.

Bei hohen Drücken ist der Spalt entsprechend kleiner zu halten, da es sonst zur sogenannten Spaltextrusion und damit zum Abscheren der Dichtung kommen kann. Besonders bei elastomeren Dichtungen ohne Stützring ein häufiges Schadensbild.

Die Abbildung zeigt eine anschauliche Darstellung des Spaltmaßes, der Druckrichtung sowie den Ort bzw. die Stelle einer möglichen Spalteinwanderung (an der druckabgewandten Seite).

**Abbildung 5: Schematische Darstellung einer Kolben-/Zylinderdichtung bei Druckbelastung inklusive Spaltmaß „e“ und dem Ort bzw. der Stelle einer möglichen Spalteinwanderung infolge hohen Druckes**



Zur Bestimmung des für Sie optimalen Spaltmaßes finden Sie auf den folgenden Seiten jeweils ein Nomogramm für Polyurethan- (PUR) bzw. Hartgewebedichtungen [Härtebereich  $\geq 85$  Shore A] sowie elastomere Dichtungen aus NBR, HNBR und FKM [Härtebereich 70 bis 85 Shore A].

### ERLÄUTERUNG ZUR VERWENDUNG DES NOMOGRAMMES

Zu Beginn sollten Sie die Betriebsbedingungen wie maximaler Betriebsdruck und maximale Einsatztemperatur sowie den dynamischen Dichtungsdurchmesser, den Werkstoff und die radiale Höhe bzw. Profilhöhe der Dichtung in Erfahrungen bringen. Der dynamische Durchmesser ist das Maß auf welchem die Dichtung arbeitet und nicht der statische Durchmesser des Nutgrundes. Das ist bei einer Kolbendichtung der Außen- und bei einer Stangendichtung der Innendurchmesser. Die Angaben im Nomogramm gehen auch hier von den extremsten Bedingungen (stimmende Fahrweise & weichstes Material) aus. Handelt es sich nicht um eine stimmende Fahrweise, kann der Spalt um 25 % vergrößert werden. Um weitere 15 % kann der Spalt vergrößert werden, wenn ein um ca. 15 Shore A härterer Werkstoff gewählt wird.

Verbinden Sie nun die d/D-Achse und S-Achse miteinander und verlängern Sie diese Linie, bis sich ein Schnittpunkt mit der  $Y_1$ -Linie ergibt. Verfahren Sie ebenso mit der P- und T-Achse und verlängern Sie diese Linie bis sich ein Schnittpunkt mit der  $Y_2$ -Linie ergibt.

Verbinden Sie nun die Schnittpunkte der  $Y_1$ - und  $Y_2$ -Linie miteinander. Der Schnittpunkt, der sich nun auf der e-Linie ergibt, steht für das maximal mögliche Spaltmaß.

[Voraussetzung: Die Verwendung des ermittelten Spaltmaßes „e“ setzt voraus, dass Sie die Oberflächen entsprechend den Konstruktionsempfehlungen (siehe „Oberflächen“) und eine schmierende Flüssigkeit gewählt haben. Bei besonderen Einsatzbedingungen z.B. nicht schmierenden Flüssigkeiten wie Wasser, Säuren oder Laugen setzen Sie sich bitte mit unserer Anwendungstechnik in Verbindung.]

#### Beispiel für eine Dichtung aus PUR/Hartgewebe ( $\geq 85$ Shore A):

d/D =	dynamischer Durchmesser =	80 mm
s =	radiale Höhe Dichtung =	8,5 mm
P =	max. Betriebsdruck =	250 bar / 25 MPa
T =	max. Einsatztemperatur =	80°C

→ es ergibt sich ein Spaltmaß von ca. 0,26 mm

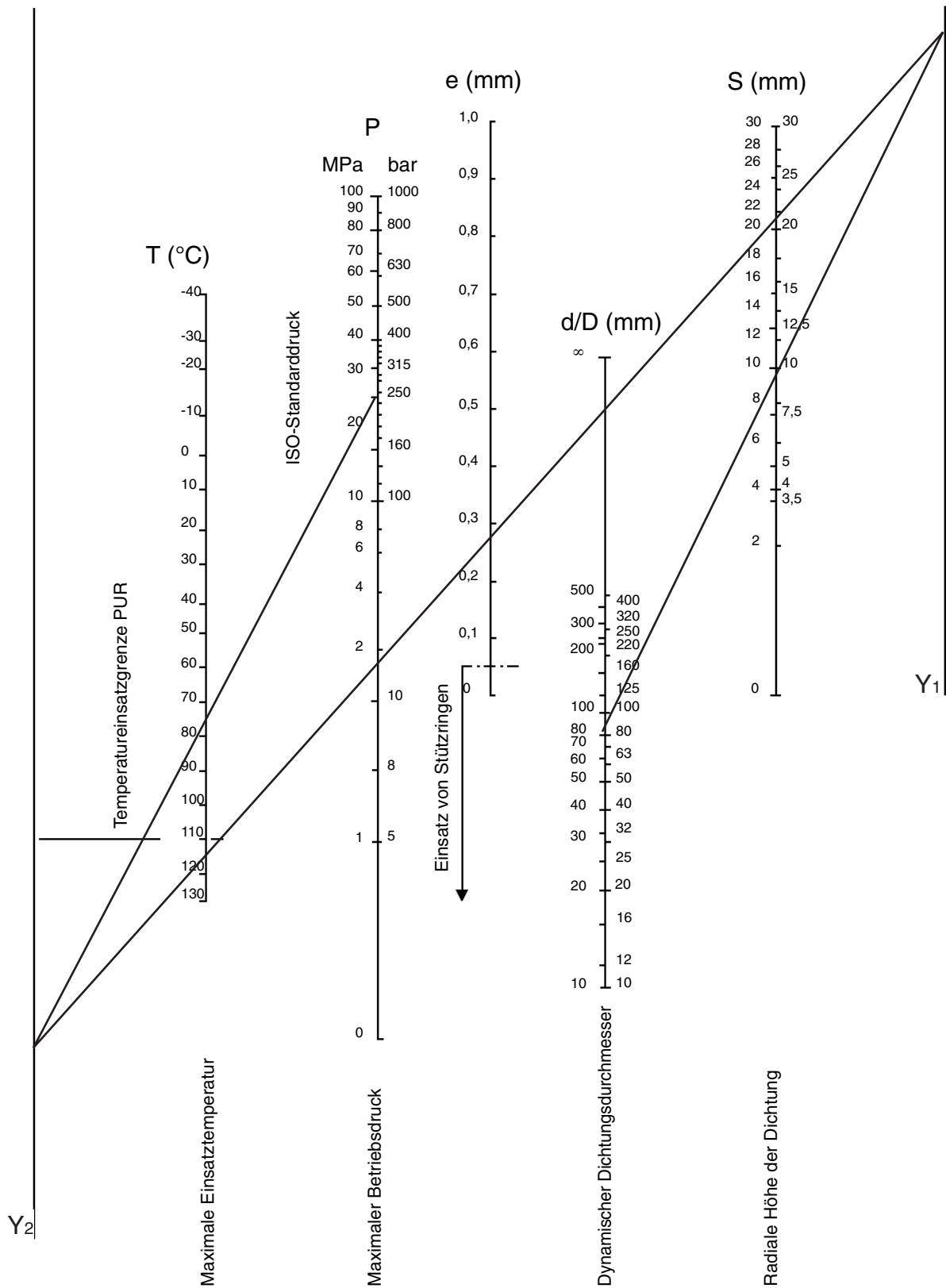
#### Beispiel für eine Dichtung aus NBR/HNBR/FKM ( $\geq 70$ Shore A):

d/D =	dynamischer Durchmesser =	80 mm
s =	radiale Höhe Dichtung =	7,5 mm
P =	max. Betriebsdruck =	100 bar / 10 MPa
T =	max. Einsatztemperatur =	80°C

→ es ergibt sich ein Spaltmaß von ca. 0,225 mm

**ZULÄSSIGE SPALTMASSE „E“**

Für PUR- und Hartgewebedichtungen (≥ 85 Shore A)



## ZULÄSSIGE SPALTMASSE „E“

Für NBR-, HNBR- u. FKM-Dichtungen im Härtebereich 70 bis 85 Shore A

