

DICHTUNGEN

Dichtfläche mit Dichtkontakt

- ohne Relativbewegung
 - + Maschinenteile fest
 - Schweißdichtungen, Lötdichtungen
 - Dichtpasten, -kitte
 - Muffendichtungen
 - Flach- u. Formdichtungen
(Weichstoff, Metall-Weichstoff, Metall)
 - + Maschinenteile bewegt
 - Elastische Formteildichtungen
(Stulpen, Bälge, Membranen)
- mit Relativbewegung
 - + Plastisch verformbare Dichtungen
 - Stopfbuchsen
 - + Formbeständige Dichtungen
 - o für Längsbewegung
 - Kolbenringe
 - O-Ringe
 - Nutringe
 - Manschetten (Dach-, Topf-, Hut-)
 - Abstreifer
 - o für Drehbewegungen
 - Filzringe
 - Radialdichtringe
 - Gleitringdichtungen

Dichtflächen berührungsfrei

- ohne Relativbewegung
 - Spaltdichtung (z.B. Kolbenschieber-Ventile)
- mit Relativbewegung
 - Spaltdichtung
 - Labyrinthdichtung
 - Flüssigkeitsgesperrte Dichtungen
(Kammerdichtung, Rückfördergewinde)
 - Schleuderscheibe

RUHENDE DICHTUNGEN

Unlösbare Dichtungen

- **Stoffschlußdichtung**
 - o **Schweißdichtung**
 - o **Lötdichtung**
- **Formschlußdichtung**
 - o **Preßsitz**
 - o **Verformungsdichtung (Walzdichtung, Kegerringverschraubung)**
 - o **Schneidendichtung (Schneidringverschraubung)**

Lösbare Dichtungen

- **Dichtpressung erzeugt durch äußere Kräfte**
 - + **"dichtungslose" Dichtung**
 - o **Flächen-, Kegeldichtung**
 - o **Dichtungspaste, -kitte**
 - + **mit Dichtungselement**
 - o **Flachdichtung**
 - **Weichstoffdichtung**
 - **Metall-Weichstoffdichtung**
 - o **Formdichtung**
 - **Profildichtung (Spießkant-, Ring-Joint-, Runddraht-, Doppelkegeldichtung)**
 - **Kammprofildichtung**
 - o **Muffendichtung**
 - **elastische Muffendichtung**
 - **stopfbuchsähnliche Dichtung**
- **Dichtpressung erzeugt durch Innendruck**
 - + **Dichtungselement selbsttätig**
 - o **Weichstoffdichtung**
 - **O-Ring**
 - **Profilringe**
 - o **Hartstoffdichtung**
 - **Deltaring**
 - **Linsenring**
 - + **Dichtung mit Anpreßelement**
 - o **Hartstoffdichtung**
 - **Uhde-Bredtschneider-Dichtung**

BERÜHRUNGSDICHTUNG BEWEGTER DICHTFLÄCHEN

Hauptdichtung auf zylindrischer Fläche

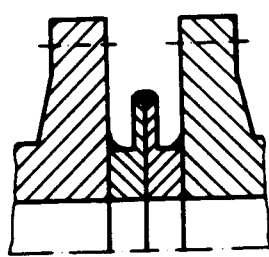
- **Dichtwirkung durch äußere Kräfte**
 - + **Verdichtbare Packungen = Stopfbuchsen**
 - Weichpackungen
 - Metall-Weichstoff-Packungen
 - Kegelpackungen
- **Dichtwirkung durch innere Kräfte**
 - + **Formbeständige Packungen**
 - o **Weichstoffdichtungen**
 - Manschettendichtungen
 - Kompaktdichtungen
 - Ringdichtungen
 - O-Ringe
 - o **Hartstoffdichtungen**
 - Kolbenringe (Metall-)
 - Mehrteilige Dichtringe

Hauptdichtung auf radialer Fläche

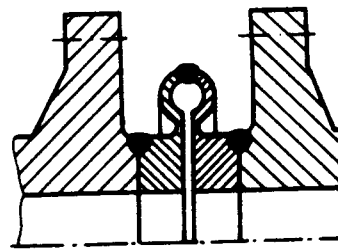
- **Dichtwirkung durch innere Kräfte**
 - Gleitringdichtungen
- **Dichtwirkung durch äußere Kräfte**
 - + **Axiale Scheibendichtungen**
 - o **Weichstoffdichtungen**
 - V-Ringe
 - o **Hartstoffdichtungen**
 - Nilos-Ringe

Die wichtigsten Dichtwerkstoffe sind:

Werkstoff	Herkunft bzw. Aufbau
1. Metalle	Aluminium, Weichkupfer, Weicheisen, Stahl-Formdichtung.
2. Asbest	Gesteinsprodukt als Asbestpapier, Asbestpappe, Preßasbest, Steinasbest, Spiralasbest (Verwendung neuerdings jedoch stark eingeschränkt (kanzerogen!), auch in Verbundkonstruktionen!).
3. Metallasbest	Kupferasbest, Eisenasbest, Kupfer/Eisenasbest.
4. Gewebedichtungen	Asbestmetallgewebe, Weichstoff mit Gewebeeinlage.
5. Weichstoffe mit Metalleinlage	Gelochte oder gesickte Trägerbleche mit Asbestauflage.
6. Asbest-Kautschuk (It)	Verbundwerkstoff aus Asbest, Kautschuk und Zusatzmaterial.
7. Gummi	Naturkautschuk (selten!), meist Buna-Werkstoffe.
8. Kork	Gewebe bzw. Rinde der Korkeiche.
9. Kautschuk-Kork-Kompositionen	Verbundwerkstoff aus Kork mit Elastomeren.
10. Faserstoffe	Pflanzenfaserstoffe, Zellulose, Kunstfaser.
11. Papier und Pappe	Zellulose.
12. Vulkanfiber	Naturzellstoff, in Hydrozellulose überführt.
13. Leder	Gegerbte Tierhaut, Kunstleder.
14. Filz	Tierische Fasern (Wolle und Haare!).
15. Kunststoffe	Polymere, Elastomere.



schlecht!

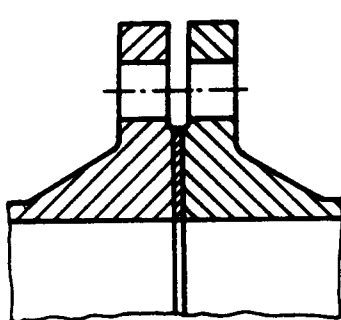


gut!

Ausführungsformen

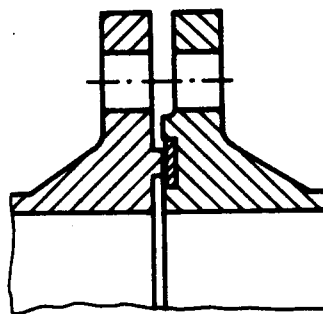
	Membran-Schweißdichtung (zweiterlig)
	Schweißringdichtung (zweiterlig)
	Schweißringdichtung, zwei- teilig mit hohler Lippe
	Schweißringdichtung, zwei- teilig, mit hohler Lippe, Sonderausführung (für Klamm- ernmuffen)

Schweißdichtungen in unterschiedlichen Ausführungsformen.

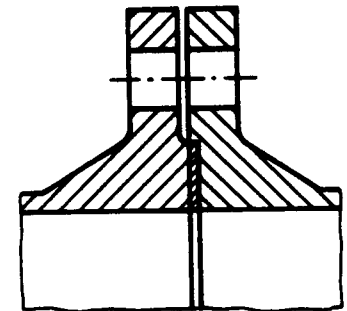


DIN 2690

Weichstoffeinfuge



DIN 2512



DIN 2513

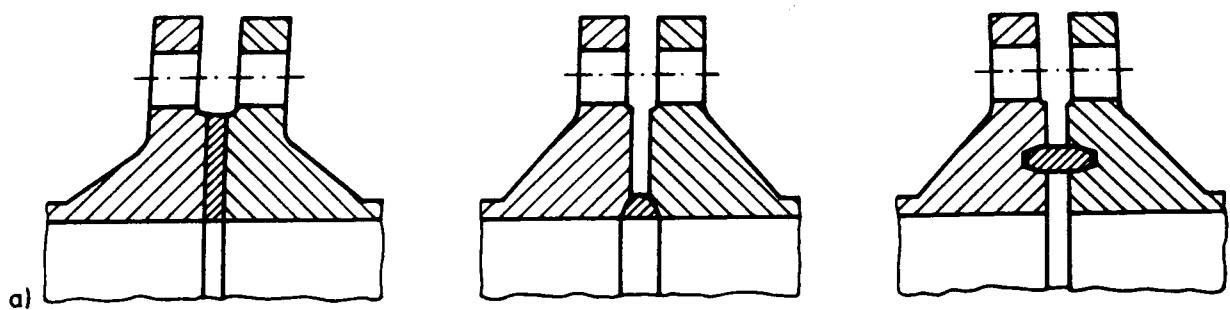
Weichstoffauflage

	Flachdichtung, innen mit Metall eingefäst		Weißdichtring mit Asbest- schnuraufgabe, grafitiert
	Blechummantelte Dichtung; einteiliger Mantel, außen offen		Weißdichtring mit Asbest- schnuraufgabe, grafitiert, mit innerer Metalleinfassung
	Blechummantelte Dichtung; zweiteiliger Mantel, außen offen		Gerauhtes Stahlblech mit beider- seits verbundener Asbestpappe, grafitert
	Blechummantelte Dichtung; zweiteiliger Mantel, breite Bauart		Spiral-asbest-Dichtring Spiralig gewickeltes, profiliertes Stahlband mit Einlage Asbest, It, Blei, Graphit

Weichstoff- und Metall-Weichstoffdichtungen;

a) Einbauformen, offen und gekammert;

b) Beispiele für Bauformen der Metall-Weichstoffdichtungen.



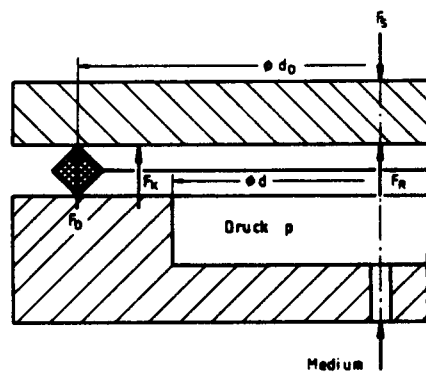
b)

	Metall-Flachdichtung		Ring-Joint-Dichtung, Oval-Querschnitt
	Metall-Spießkantdichtung		Ring-Joint-Dichtung, Oktogonal-Querschnitt
	Metall-Flachspießkantdichtung		Leinsendichtung
	Metall-Runddichtung		Kammprofil-Dichtung mit Stoßrändern

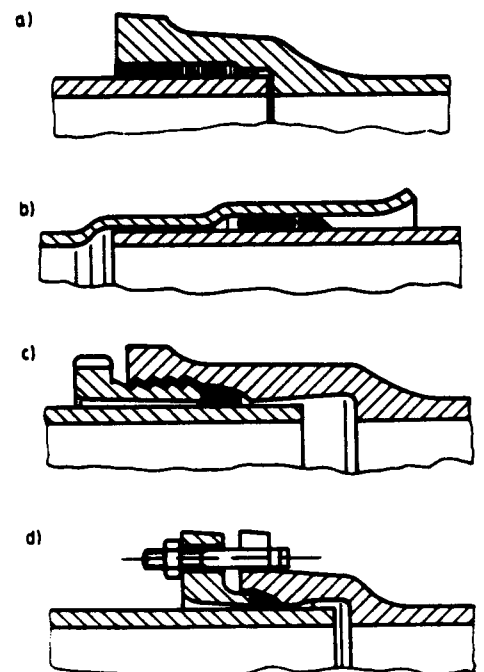
Hartdichtungen;

a) Einbaubeispiele;

b) Beispiele für Profildichtungen.



Modell der Flanschdichtung.



Muffendichtungen;

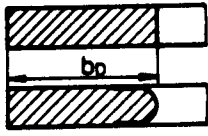
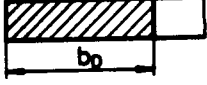

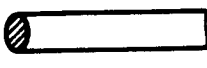










a) Stemm-Muffendichtung;

b) Rollmuffendichtung;

c) Schraubmuffendichtung;

d) Stopfbuchsmuffendichtung.

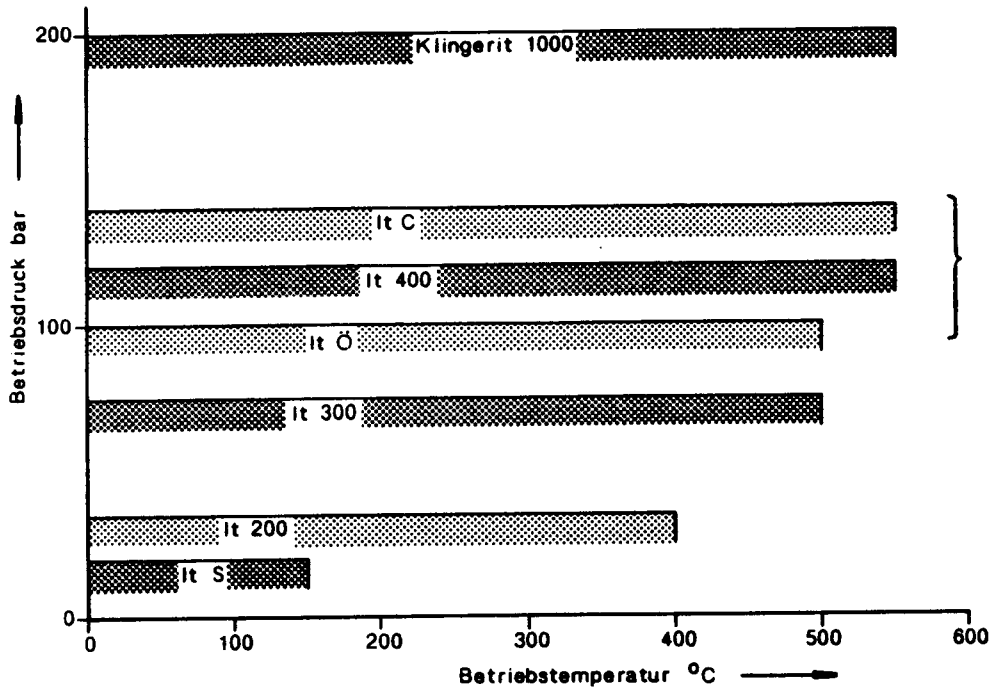
Dichtungswerte für Weichstoff-, Verbund- und Metalldichtungen
(Hartdichtungen).

Weichstoff- und Weichstoff-Metall-Dichtung				Hartdichtung		
Querschnitt	Werkstoff	$k_e K_D$	k_s	Querschnitt	k_e	k_s
Flachdichtung 	It Gummi PTFE	$200 \sqrt{\frac{b_D}{h_D}}$ $2 \cdot b_D$ $25 \cdot b_D$	$1,3 \cdot b_D$ $0,5 \cdot b_D$ $1,1 \cdot b_D$	Flachdichtung 	b_D	$b_D + 5$
Weildichtung 	Al Cu St + Asbest	$30 \cdot b_D$ $35 \cdot b_D$ $45 \cdot b_D$	$0,6 \cdot b_D$ $0,7 \cdot b_D$ $1,0 \cdot b_D$	Ring-Joint oval oder oktogonal 	2	6
Spiraldichtung 	St Cr-Ni-St Monel Titan	$50 \cdot b_D$ $55 \cdot b_D$	$1,3 \cdot b_D$ $1,4 \cdot b_D$	Linse 	2	6
Kammprofil mit Weichstoffauflage 	It Al PTFE Graphit	$200 \sqrt{b_D}$ $70 \cdot b_D$ $25 \cdot b_D$ $12 \cdot b_D$	$0,9 \cdot b_D$ $0,9 \cdot b_D$ $0,8 \cdot b_D$ $0,7 \cdot b_D$	Spießkant 	1	5
Kammprofil mit z Zähnen ohne Auflage 	Blei Al Cu Eisen Cr-Ni-St	$30 \cdot b_D$ $50 \cdot b_D$ $60 \cdot b_D$ $70 \cdot b_D$ $100 \cdot b_D$	$1,2 \cdot b_D$ $1,4 \cdot b_D$ $1,6 \cdot b_D$ $1,8 \cdot b_D$ $2 \cdot b_D$	Kammprofil mit z Zähnen ohne Auflage 	$0,5 \sqrt{z}$	$9 + 0,2 z$
It-Kern mit Weichstoffmantel 	Blei Al Cu Eisen Cr-Ni-St	$30 \cdot b_D$ $50 \cdot b_D$ $60 \cdot b_D$ $70 \cdot b_D$ $100 \cdot b_D$	$1,2 \cdot b_D$ $1,4 \cdot b_D$ $1,6 \cdot b_D$ $1,8 \cdot b_D$ $2 \cdot b_D$	Ballige Dichtung 	2	6
It-Kern mit Weichstoffmantel 	Blei Al Cu Eisen Cr-Ni-St	$30 \cdot b_D$ $50 \cdot b_D$ $60 \cdot b_D$ $70 \cdot b_D$ $100 \cdot b_D$	$1,2 \cdot b_D$ $1,4 \cdot b_D$ $1,6 \cdot b_D$ $1,8 \cdot b_D$ $2 \cdot b_D$	Runddraht 	1,5	6

Formänderungswiderstand K_D bzw. $K_{D\theta}$ metallischer Dichtungswerkstoffe
bei 20 °C bis 500 °C Betriebstemperatur.

Werkstoff	K_D	$K_{D\theta}$				
		100	200	300	400	500 °C
	20	100	200	300	400	500 °C
Al	100	40	20	(5)		
Cu	200	180	130	100	(40)	
Weicheisen	350	310	260	210	170	(80)
St 35	400	380	330	260	190	(120)
13 CrMo 44	450	450	420	390	330	280
CrNi-Stahl (aust.)	500	480	450	420	390	350

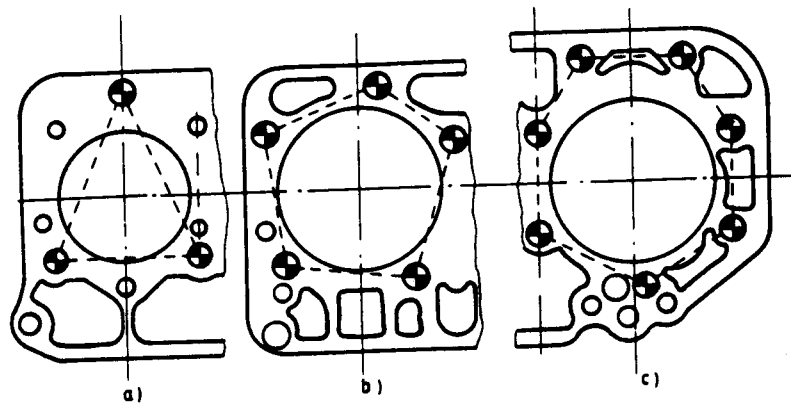
Richtwerte für die maximal zulässige Flächenpressung p in bar für unterschiedliche It-Dichtungswerkstoffe.



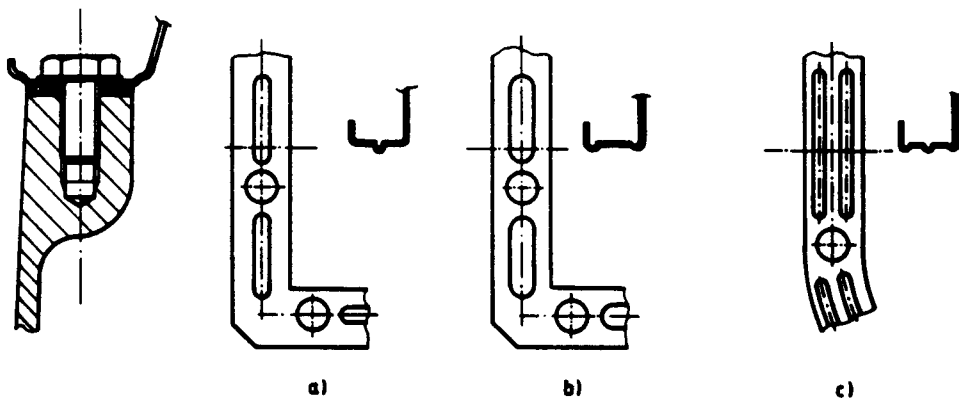
Maximal zulässige Flächenpressung bar					
Kalt			300° C		
Materialdicke mm					
0,5	1,5	3	0,5	1,5	3
2500	1500	1000			
2000	1100	600	1400	750	400
1700	1000	550			
1200	800	500			
800	500	300			

B_2 -Werte für den Einfluß des Kriechens bei unterschiedlichen Dichtungen und Dichtungstemperaturen.

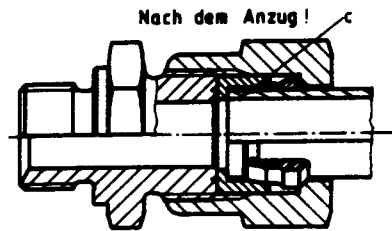
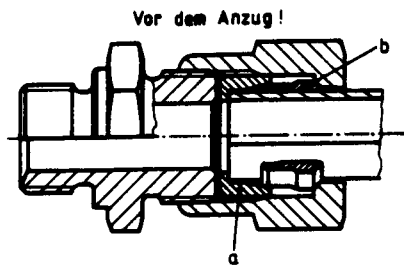
Werkstoff	Dichtungstemperatur °C				
	20	200	300	500	
It	1,1	1,6	2,0	-	
Spiral-asbest	1,0	1,0	1,25	1,45	
Well- dichtringe mit	Al	1,0	-	2,5	-
	Cu	1,0	-	2,0	-
	St	1,0	-	2,0	-
Blechum- mantelte	Al	1,0	-	2,3	-
	Cu	1,0	-	2,0	-
Dichtungen	St	1,0	-	1,7	-



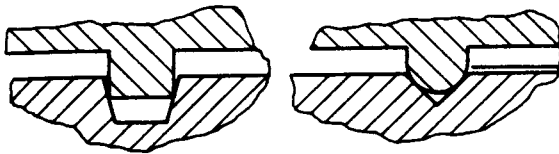
Anordnung der Schrauben bei Zylinderkopfdichtungen
 a) schlechte Anordnung; Linien schneiden Zylinderbohrung;
 b) befriedigende Anordnung;
 c) gute Anordnung für hohe Ansprüche.



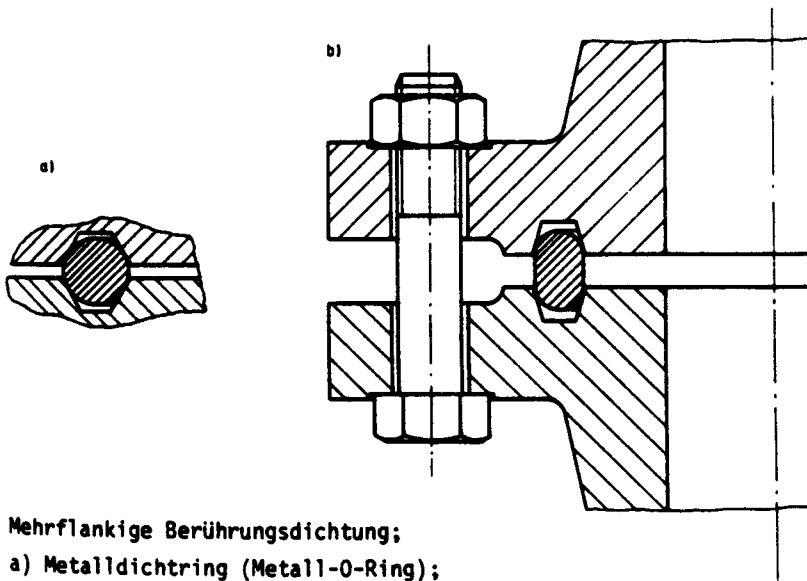
Erhöhung der Dichtpressung durch Verkleinerung der Dichtflächen;
 a) Mittensicke;
 b) eine breite Ausnehmung;
 c) zwei schmale Ausnehmungen.



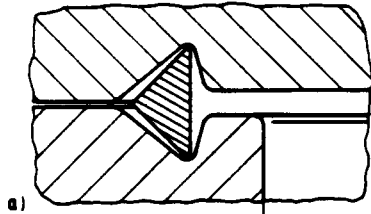
Schneidring-Rohrverschraubung
 in Stoßausführung nach Ermeto;
 a = Druckring mit Spitzdichtung;
 b = Schneidring;
 c = aufgeworfener sichtbarer Bund.



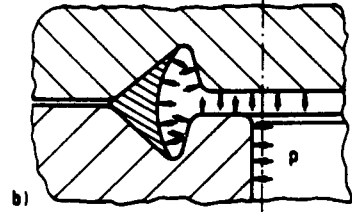
Dichtring mit profilierten zweiflankig wirkenden Dichtleisten.



Mehrflankige Berührungsdichtung;
 a) Metalledichtring (Metall-O-Ring);
 b) Flanschdichtung mit Ring-Joint-Element.



a)

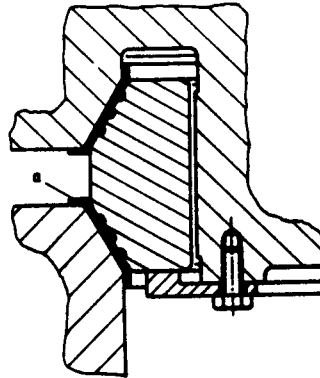
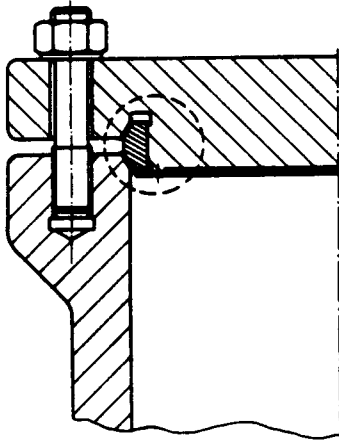


b)

Dichtung mit Deltaring;

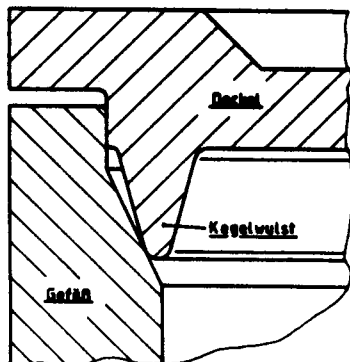
a) Einbauzustand;

b) Betriebszustand.

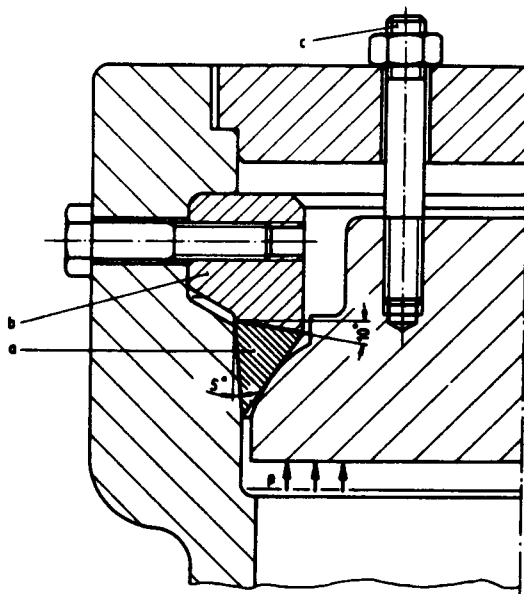


Doppelkegeldichtung;

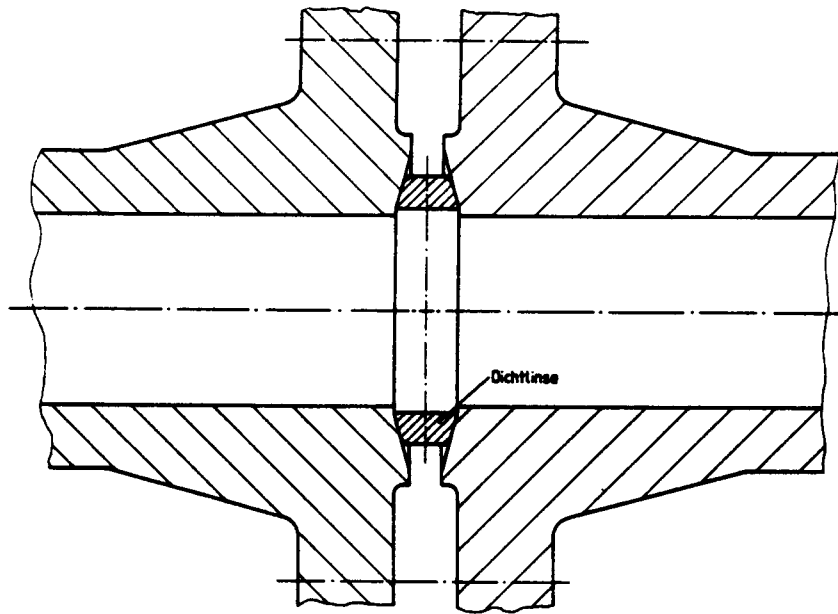
a = Al-Dichtfolie.



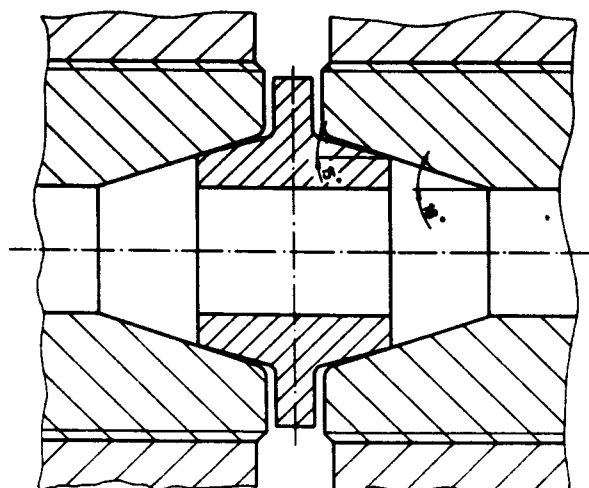
Selbstverstärkende Kegeldichtung.



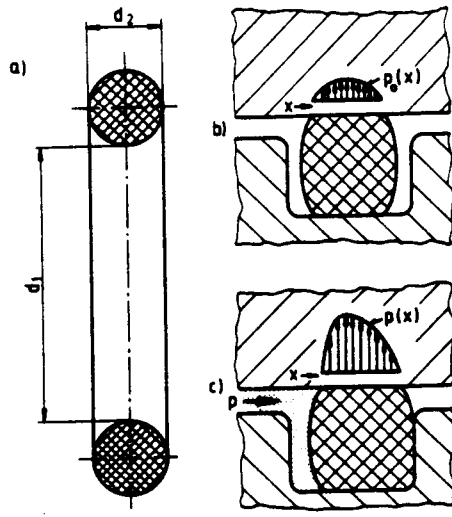
Uhde-Bredtschneider-Verschluß;
 a = Dichtung;
 b = geteilter Druckring;
 c = Halteschrauben für den Deckel.



Hochdruckrohrverbindung mit Linsendichtung.

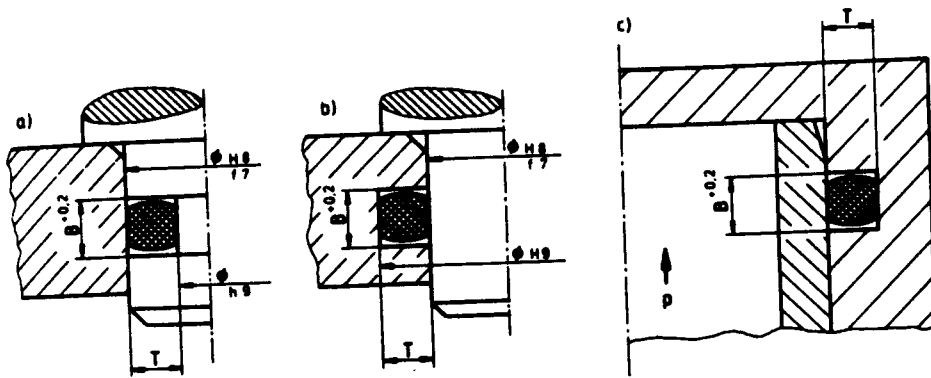


Grayloc-Dichtung.



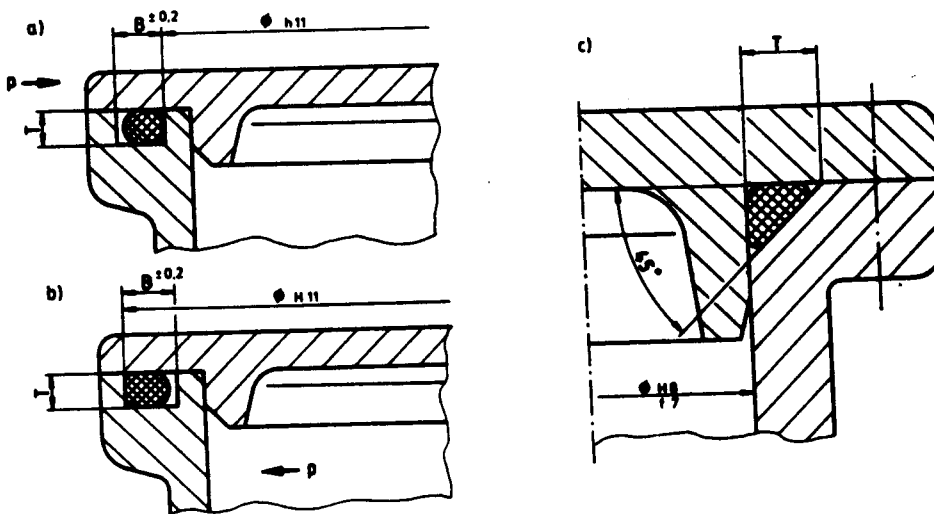
O-Ring-Dichtung

- a) Geometrie des O-Ringes;
- b) O-Ring eingebaut und vorgespannt;
- c) O-Ring druckbelastet und verformt.



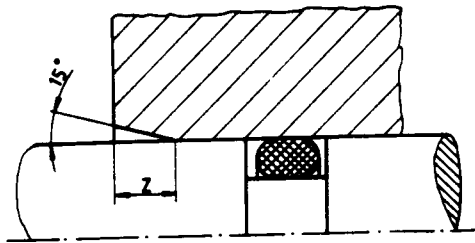
Radiale Anordnung der O-Ring-Dichtung

- a) Nut im Innenteil;
- b) Nut im Außenteil;
- c) Nut im Außenteil bei elastisch stärker verformbaren Teilen (Buchsen!).

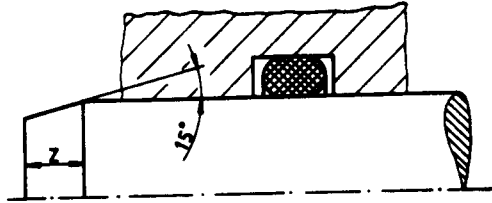


Axiale Anordnung der O-Ring-Dichtung

- a) Innenzentrierung durch Wirkung des Druckes von außen;
- b) Außenzentrierung durch Wirkung des Druckes von innen;
- c) O-Ring in Dreiecksnut (45°).



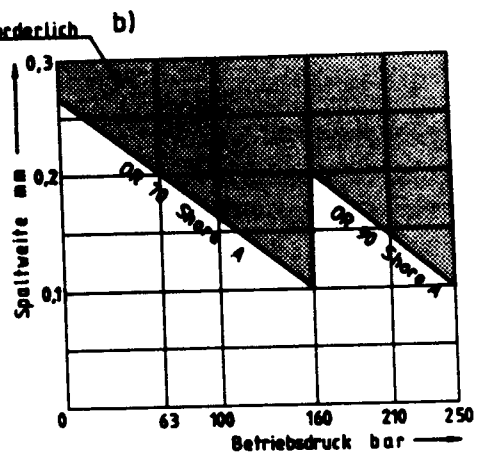
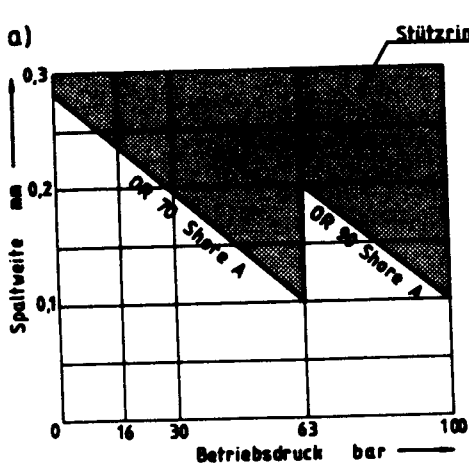
Einbauschrägen für O-Ring-Dichtungen.



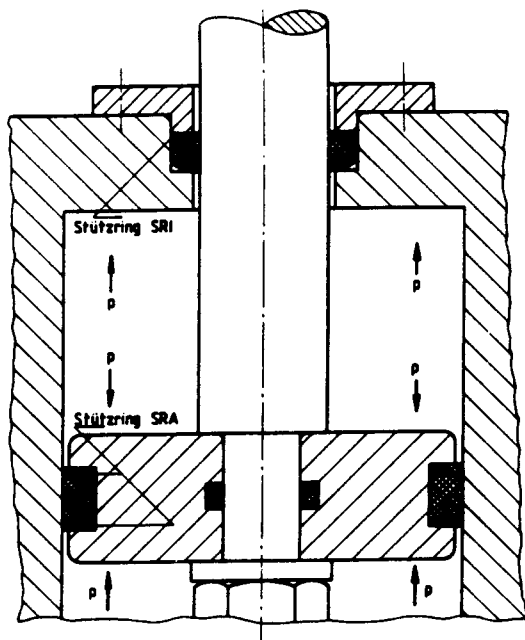
Kanten gratfrei verrundet!

Richtwerte für die Tiefe, die Breite und die Einbauschräge von O-Ring-Nuten.

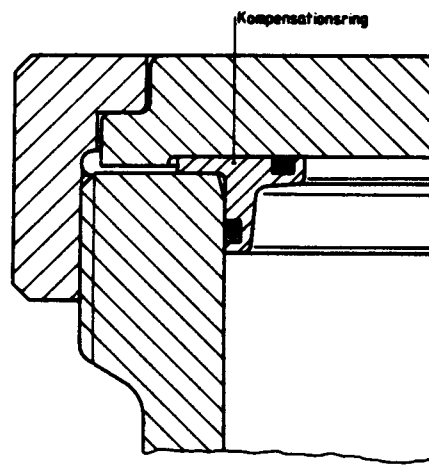
		Tiefe T/d_2	Breite B/d_2	Einbauschräge Z/d_2
statisch	Radialer Einbau	0,75...0,8	1,25...1,3	0,6...0,5
	Axialer Einbau	0,75...0,8	1,25...1,3	0,6...0,5
	Dreiecknut	1,35		
dynamisch	Längsbewegung			
	f. Hydraulik	0,9	1,2	0,6...0,5
	f. Pneumatik	0,92	1,2	0,6...0,5
	Drehbewegung	0,95	1,1	0,6...0,5



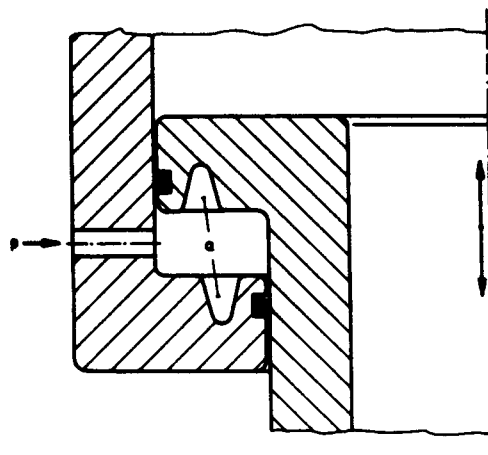
Abdichtgrenzen für O-Ring
 a) für dynamische Abdichtung;
 b) für statische Abdichtung.



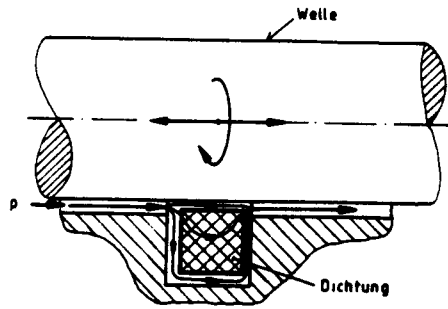
Einbau von Stützringen auf der druckabgewandten Seite des O-Ringes



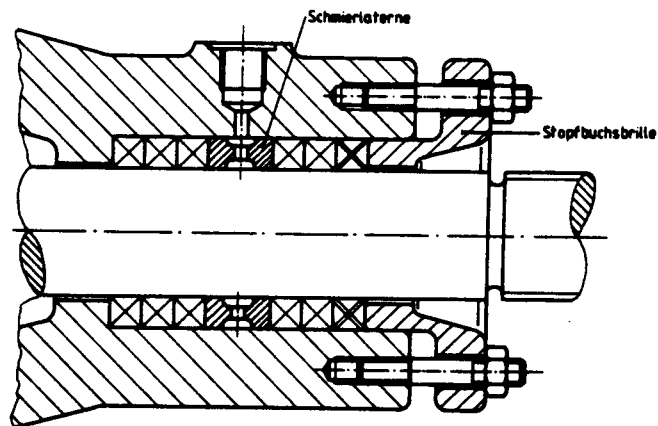
Kompensationsringdichtung für einen Hochdruckbehälter (Druckautoklav!)



Hochdruck-O-Ring-Dichtung bei einem Pressenzylinder mit Spaltkompensation durch eine Nut (a).



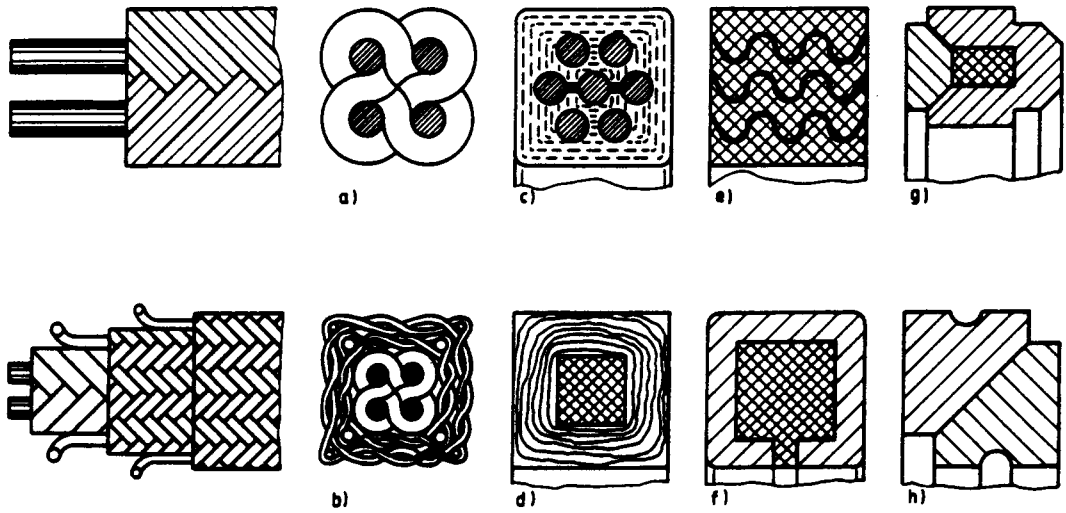
Undichtigkeitswege bei einer dynamischen Abdichtung



Stopfbuchse als Ventilspindel-Abdichtung

Richtwerte für die Stopfbuchslänge (Zahl der Ringe!) bei Armaturenspeindeln für unterschiedliche Nenndrücke.

PN bar	Zahl der Ringe
...6	4
6...16	5
16...32	6
32...50	7
50...64	8
64...100	10
> 100	12

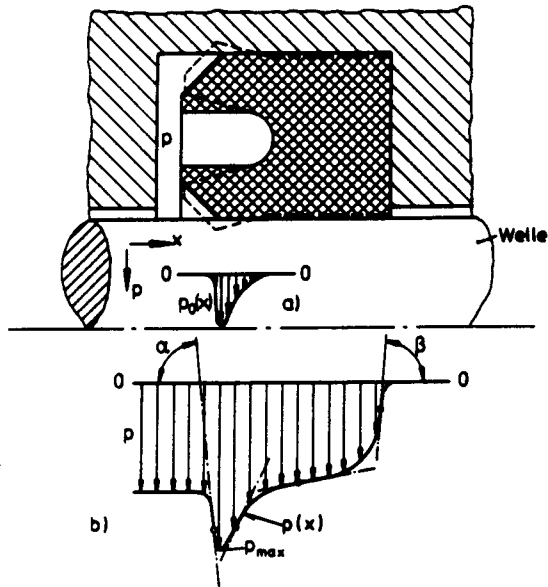


Stopfbuchspackungen

- a) und b) Geflechtpackungen;
- c) bis e) Metall-Weichstoff-Packungen;
- f) Metallhohlring;
- g) Keilmanschettenring;
- h) Kegelpackungsring.

Richtwerte für die Packungsbreiten und die Schrauben bei Stopfbuchsen für Armaturen, Spindeln und Wellen (DIN 3780).

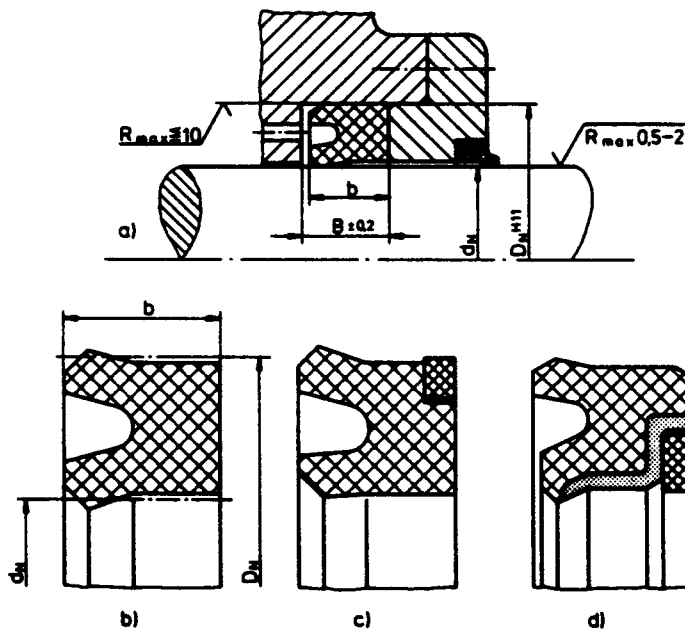
Spindel Ø mm	Packungs- breite s mm	Stopfbuchs- schrauben
4...4,5	2,5	M 12
5...7	3	
8...11	4	
12...18	5	
20...26	6	
28...36	8	M 16
38...50	10	
53...75	12,5	M 18
80...120	16	M 22/ M 24
125...200	20	M 27



Druckverteilung unter einer elastischen Lippendichtung

a) Anpressung infolge der Eigenelastizität;

b) Anpressung durch den Betriebsdruck.



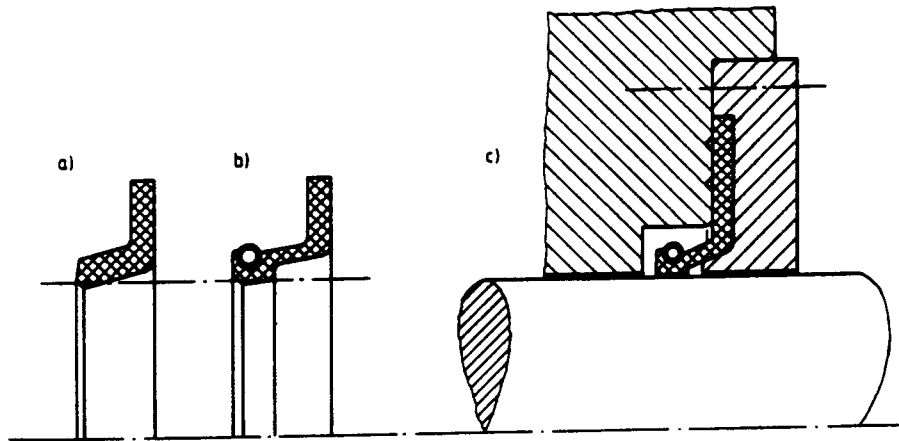
Nutringdichtung

a) Einbau als Stangendichtung;

b) Normalform eines Nutringes;

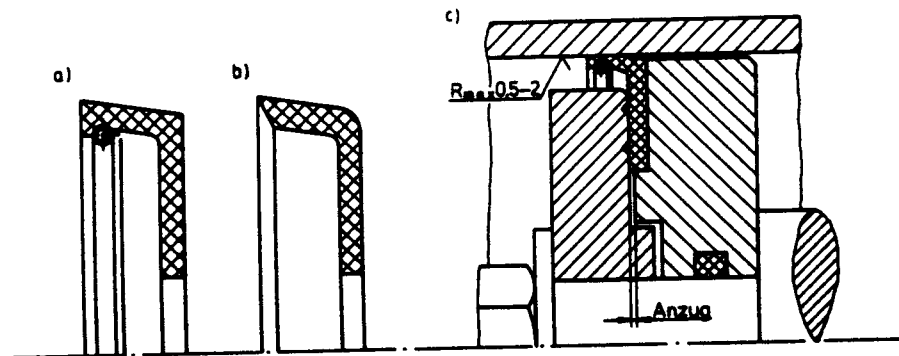
c) Nutring mit Stützring, außen dichtend;

d) Nutring mit Gewebearmierung und Stützring, innen dichtend.



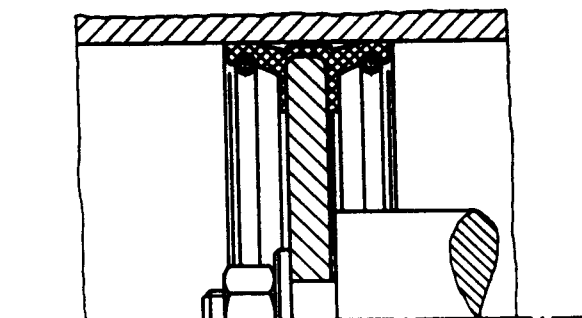
Hutmanschetten

- a) Ausführungsform ohne Feder;
- b) Ausführungsform mit Feder;
- c) Einbaubeispiel.

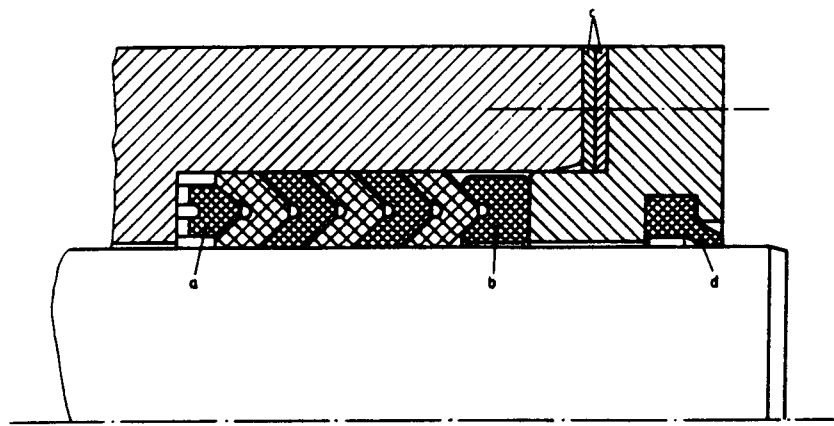


Topfmanschetten

- a) Ausführungsform mit Feder;
- b) Ausführungsform ohne Feder;
- c) Einbaubeispiel.

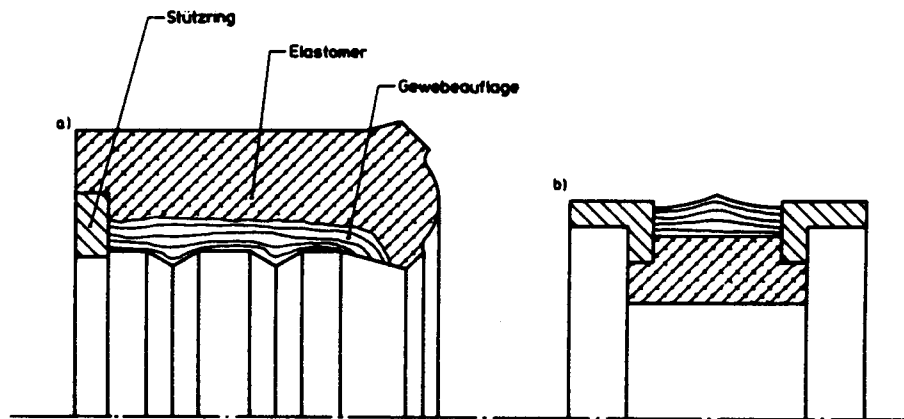


**Komplettkolben mit
TDUO-Manschette**



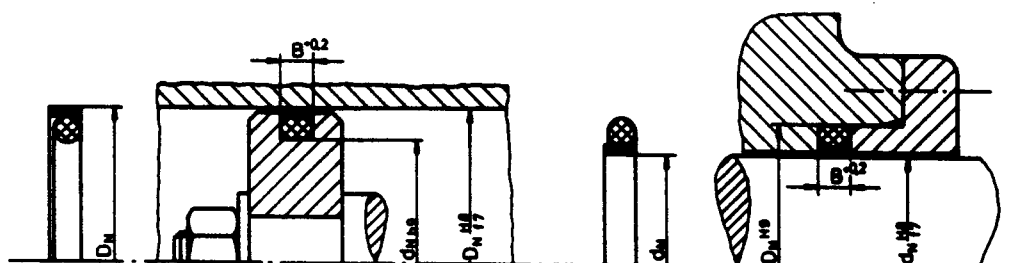
Dachmanschettendichtung

- a = Gegenring;
- b = stützender Sattelring;
- c = Beilagscheiben zur Abstimmung der Vorspannung;
- d = Lippendichtung.



Kompaktdichtungen;

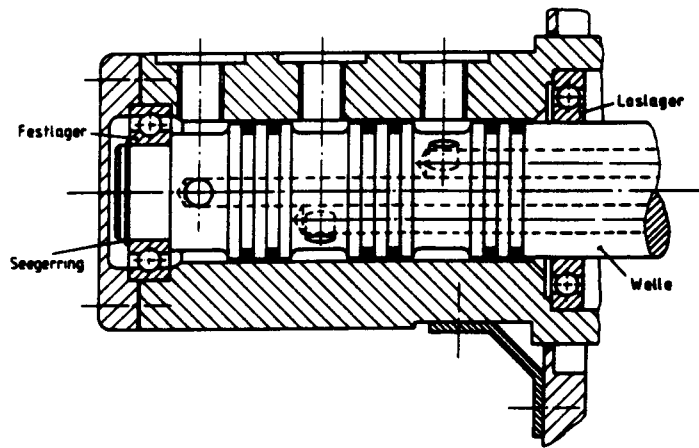
- a) Stangendichtung;
- b) Kolbendichtung.



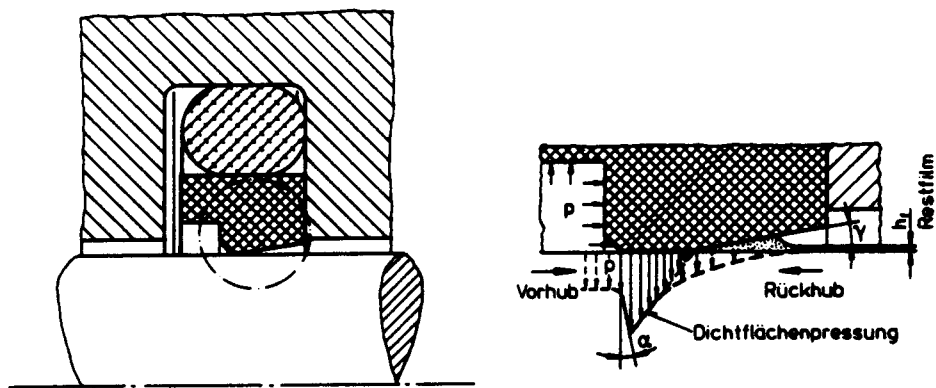
Kolbendichtung

Stangendichtung

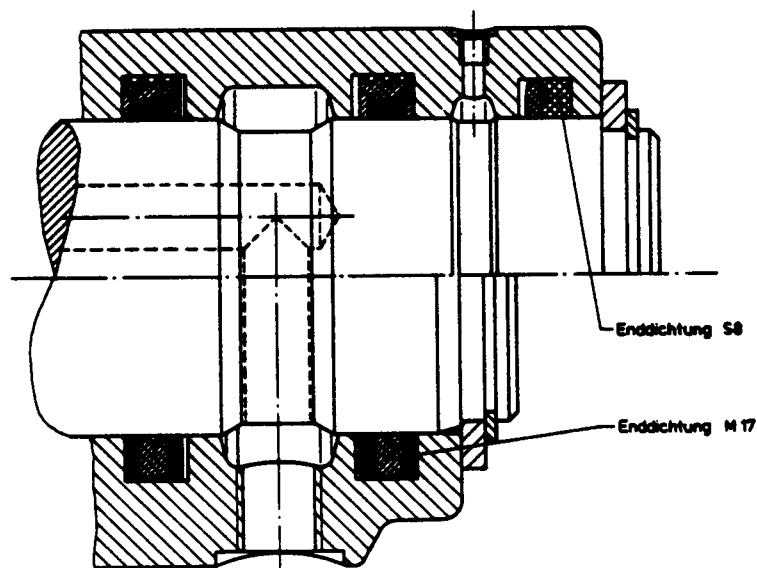
Ringdichtung aus einem PTFE-Dicht- und NBR-Spannring



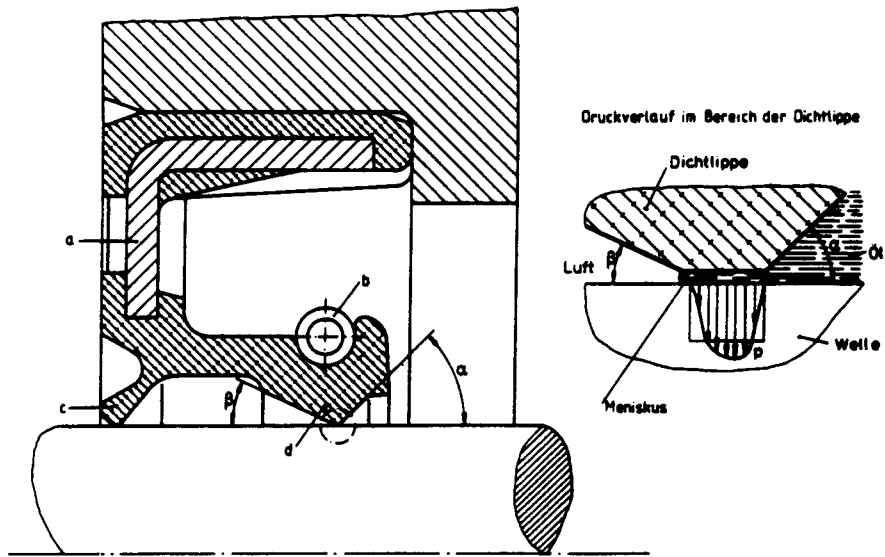
Drehdurchführung (hydraulischer Schleifring!),
mit Kolbenringen gedichtet



Ringdichtung "Stepseal" und Verlauf der Dichtflächenpressung.

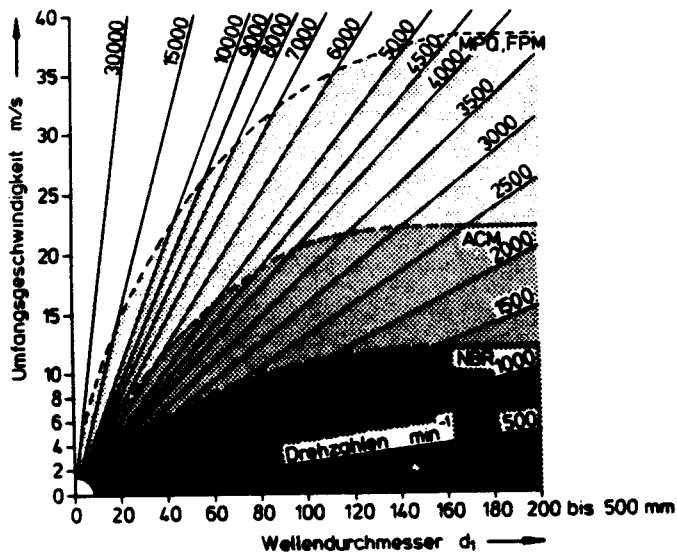


"Rotomatik"-Dichtringe für Hydraulik-Drehdurchführungen



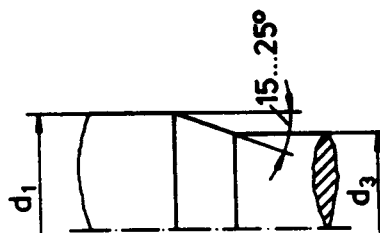
Radialwellendichtring mit Schutzlippe, Form AS nach DIN 3760

- a = metallischer Versteifungsring;
- b = Wurmfeder;
- c = Schutzlippe;
- d = Dichtlippe.

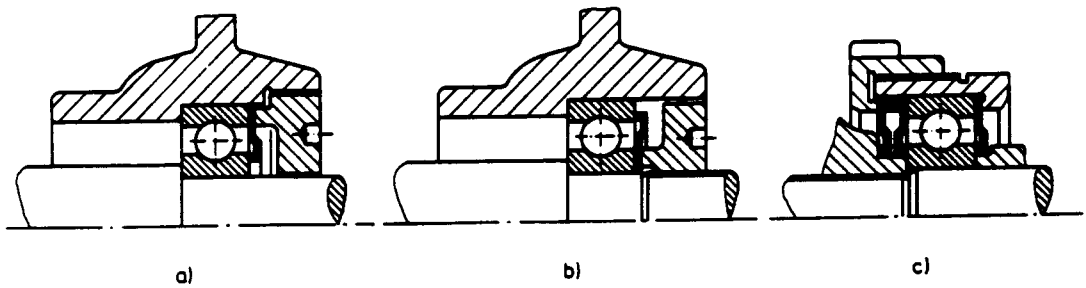


Einsatzfelder für Radialwellendichtringe aus verschiedenen Materialien bei drucklosem Betrieb nach DIN 3760.

Einbauschrägen für die Montage von Radialwellendichtringen nach DIN 3760.

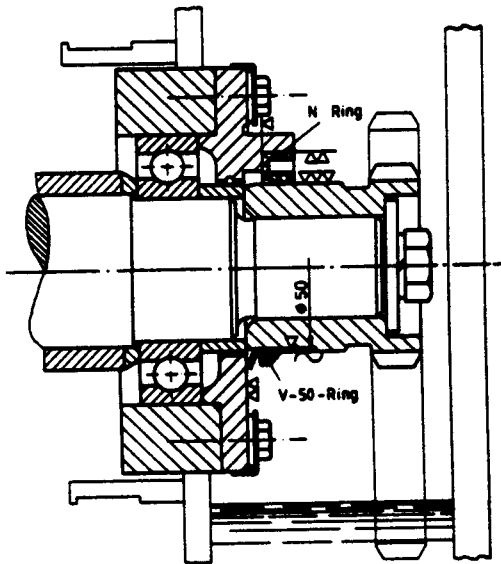


d_1	6	10	16	20	32	40	50	63	80	100
d_3	4,8	8,4	14	17,7	29,2	36,8	46,4	59,1	75,5	95

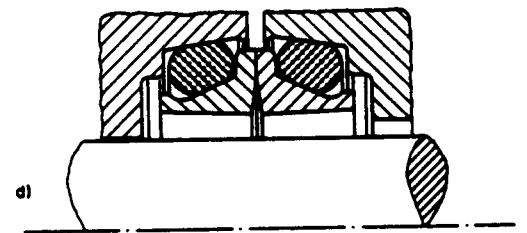
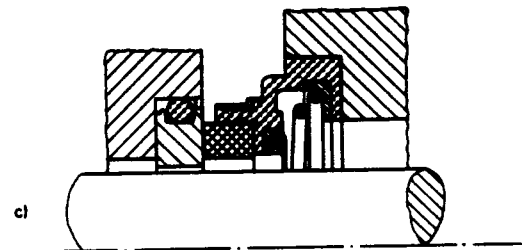
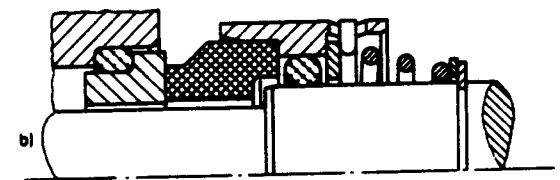
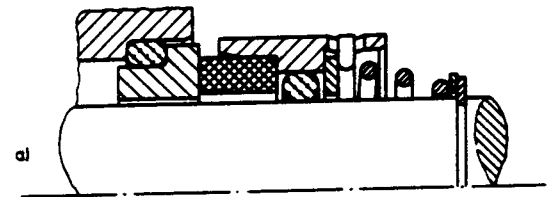


Nilos-Ring-Dichtungen für Wälzlager

- a) außen spannend;
- b) innen spannend;
- c) beiderseitige Dichtung außen spannend.



**N-Ring-Dichtung (obere Hälfte!);
V-Ring-Dichtung (untere Hälfte!).**



Gleitringdichtungen

- a) nicht entlastet;
- b) teilentlastet;
- c) in Stulpenbauart;
- d) als Laufwerkichtung.