

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

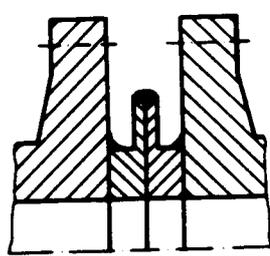
- **Dichtwirkung durch äußere Kräfte**
 - + **Verdichtbare Packungen = Stopfbuchsen**
 - Weichpackungen
 - Metall-Weichstoff-Packungen
 - Kegelpackungen
- **Dichtwirkung durch innere Kräfte**
 - + **Formbeständige Packungen**
 - o **Weichstoffdichtungen**
 - Manschettendichtungen
 - Kompaktdichtungen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

Hauptdichtung auf radialer Fläche

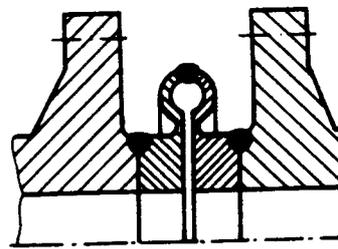
- **Dichtwirkung durch innere Kräfte**
 - Gleitringdichtungen
- **Dichtwirkung durch äußere Kräfte**
 - + **Axiale Scheibendichtungen**
 - o **Weichstoffdichtungen**
 - V-Ringe
 - o **Hartstoffdichtungen**
 - Nilos-Ringe

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 Gewebereinlage. |
| 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!

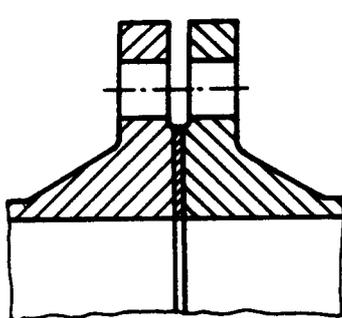


gut!

Ausführungsformen

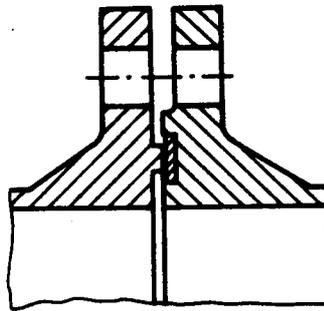
| | |
|--|---|
| | Membran-Schweißdichtung (zweiterlig) |
| | Schweißringdichtung (zweiterlig) |
| | Schweißringdichtung, zwei- teilig mit hohler Lippe |
| | Schweißringdichtung, zwei- teilig, mit hohler Lippe, Sonderausführung (für Klamm- ernmuffen) |

Schweißdichtungen in unterschiedlichen Ausführungsformen.

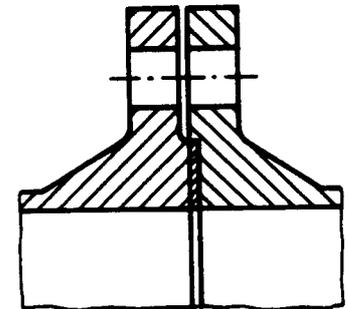


DIN 2690

Weichstoffeinfage



DIN 2512



DIN 2513

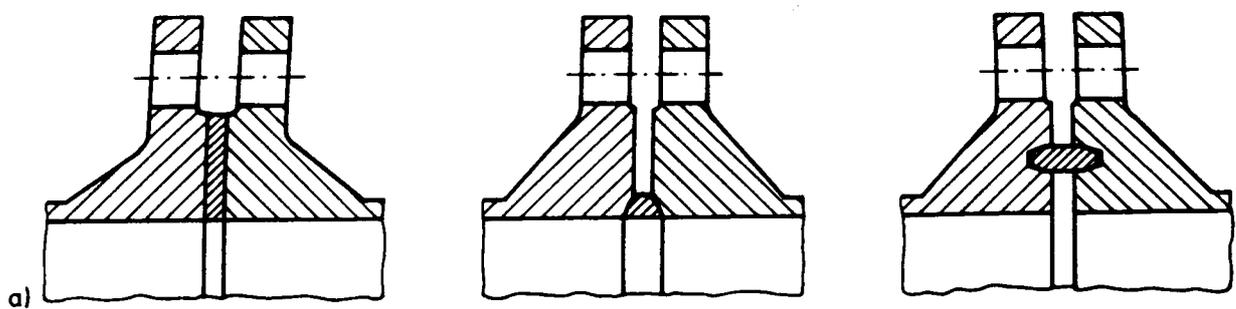
Weichstoffauflage

| | | | |
|--|--|--|---|
| | 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.



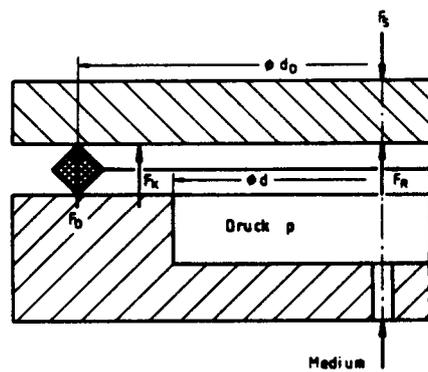
b)

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

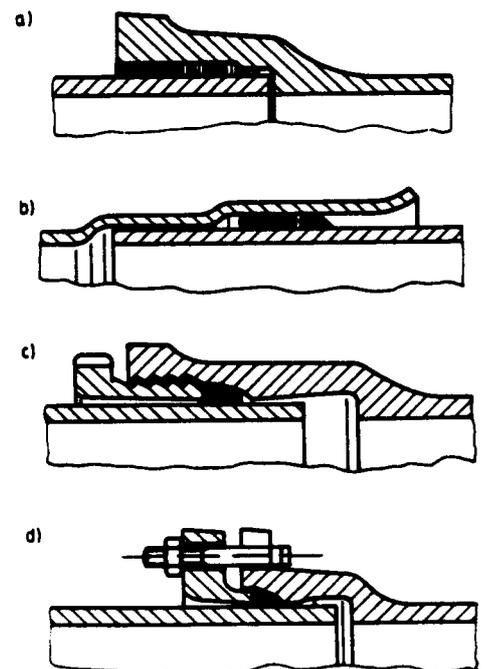
Hartdichtungen;

a) Einbaubeispiele;

b) Beispiele für Profildichtungen.



Modell der Flanschdichtung.



Muffendichtungen;

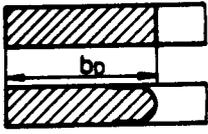
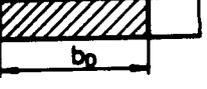
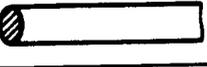
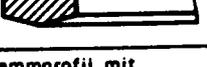
a) Stemm-Muffendichtung;

b) Rollmuffendichtung;

c) Schraubmuffendichtung;

d) Stopfbuchsmuffendichtung.

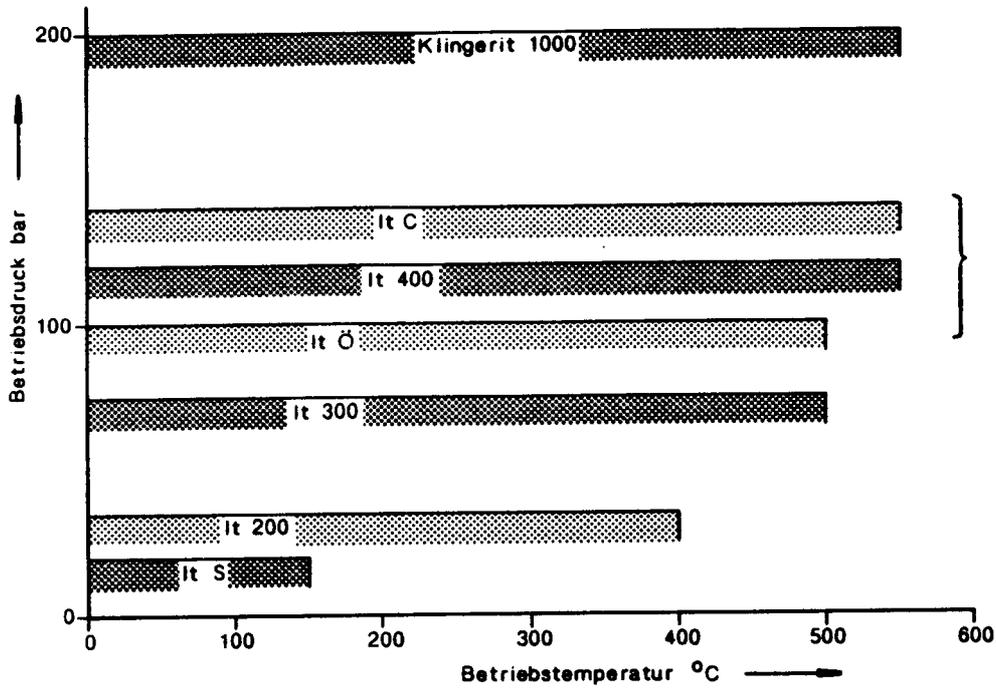
Dichtungswerte für Weichstoff-, Verbund- und Metalldichtungen
(Hartdichtungen).

| Weichstoff- und Weichstoff-Metall-Dichtung | | | | Hartdichtung | | |
|--|---------------------------------------|---|---|--|----------------|-------------|
| Querschnitt | Werkstoff | $k_0 K_D$ | k_1 | Querschnitt | k_0 | k_1 |
| 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 |
| 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 |

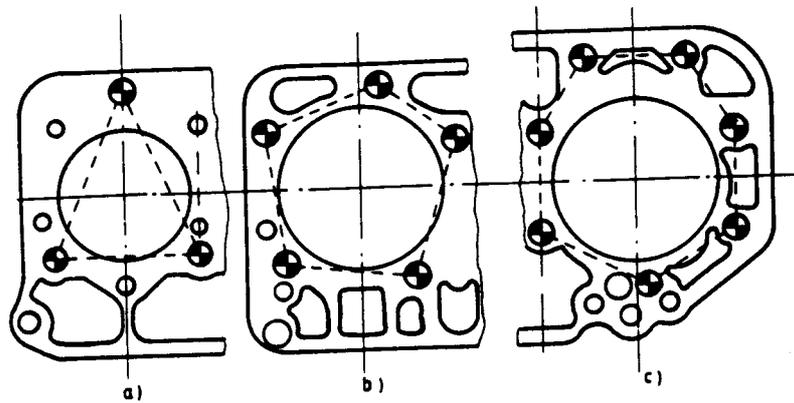
Richtwerte für die maximal zulässige Flächenpressung p in bar für unterschiedliche It-Dichtungswerkstoffe.



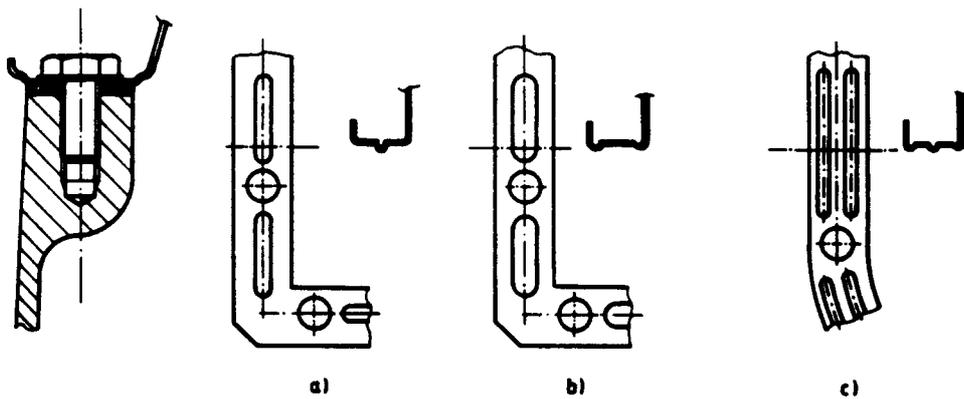
| Maximal zulässige Flächenpressung bar | | | | | |
|---------------------------------------|------|------|--------|-----|-----|
| Kalt | | | 300° C | | |
| Materialdicke mm | | | | | |
| 0,5 | 1,5 | 3 | 0,5 | 1,5 | 3 |
| 2500 | 1500 | 1000 | | | |
| 2000 | 1100 | 600 | 1400 | 750 | 400 |
| 1700 | 1000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

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

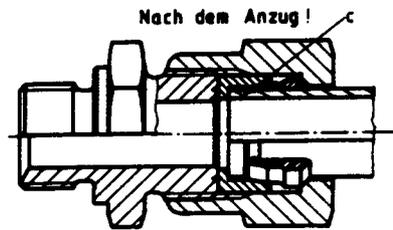
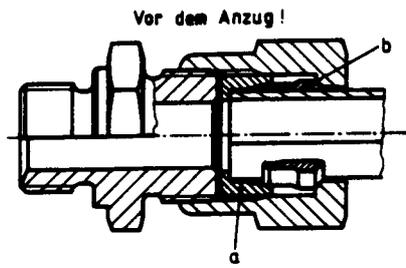
| Werkstoff | Dichtungstemperatur °C | | | | |
|----------------------------|------------------------|-----|------|------|---|
| | 20 | 200 | 300 | 500 | |
| It | 1,1 | 1,6 | 2,0 | - | |
| Spiral-asbest | 1,0 | 1,0 | 1,25 | 1,45 | |
| Well- dichtringe mit | Al | 1,0 | - | 2,5 | - |
| | Cu | 1,0 | - | 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 | - |



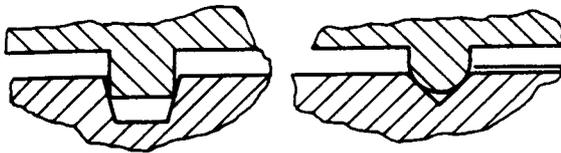
Anordnung der Schrauben bei Zylinderkopfdichtungen
 a) schlechte Anordnung; Linien schneiden Zylinderbohrung;
 b) befriedigende Anordnung;
 c) gute Anordnung für hohe Ansprüche.



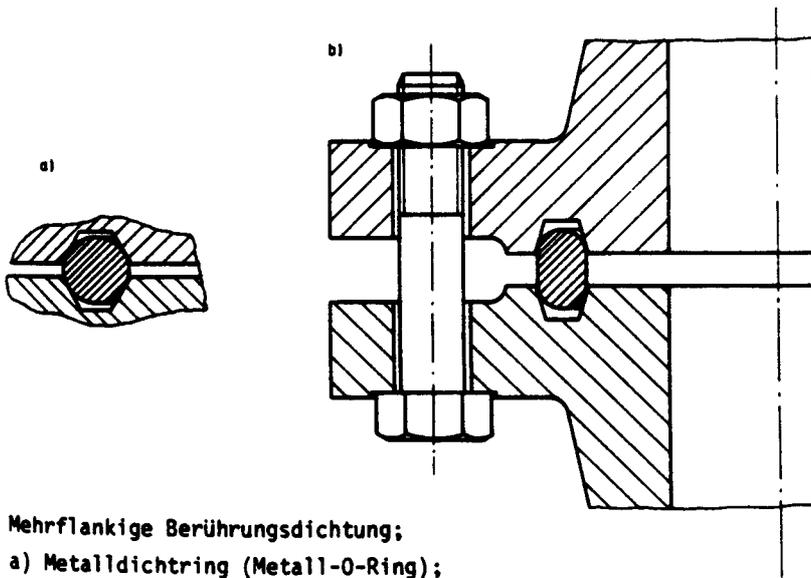
Erhöhung der Dichtpressung durch Verkleinerung der Dichtflächen;
 a) Mittensicke;
 b) eine breite Ausnehmung;
 c) zwei schmale Ausnehmungen.



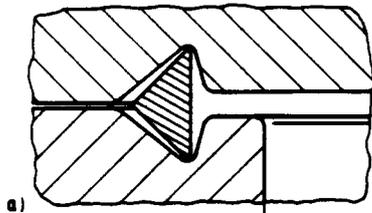
Schneidring-Rohrverschraubung
 in Stoßausführung nach Ermeto;
 a = Druckring mit Spitzdichtung;
 b = Schneidring;
 c = aufgeworfener sichtbarer Bund.



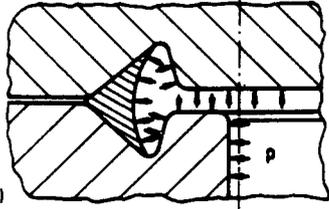
Dichtring mit profilierten zweiflankig wirkenden Dichtleisten.



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



a)

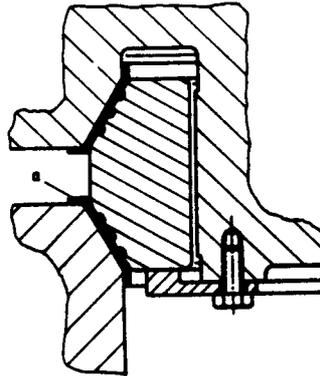
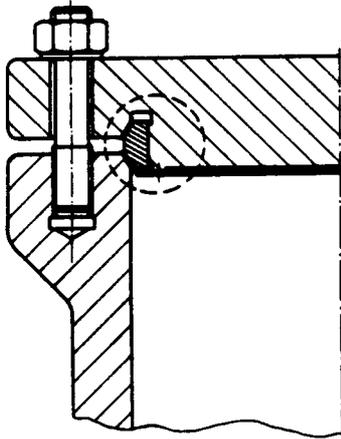


b)

Dichtung mit Deltaring;

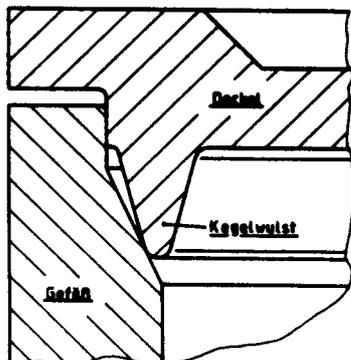
a) Einbauzustand;

b) Betriebszustand.

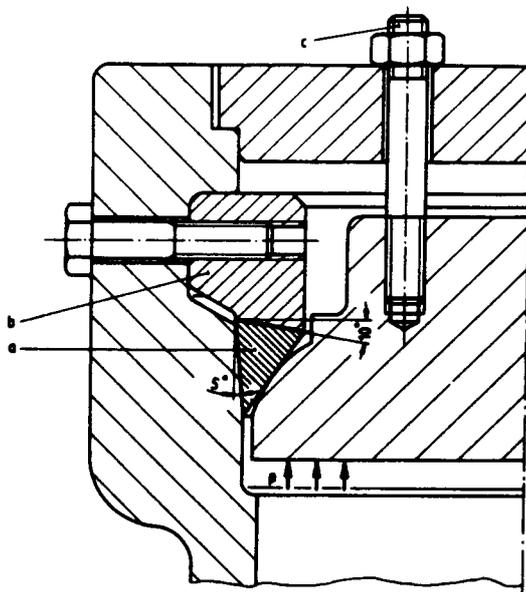


Doppelkegeldichtung;

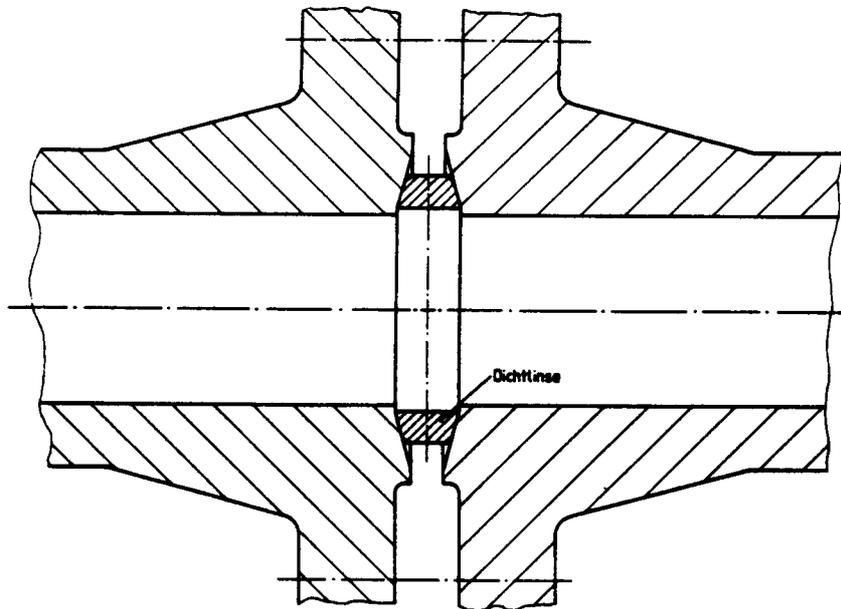
a = Al-Dichtfolie.



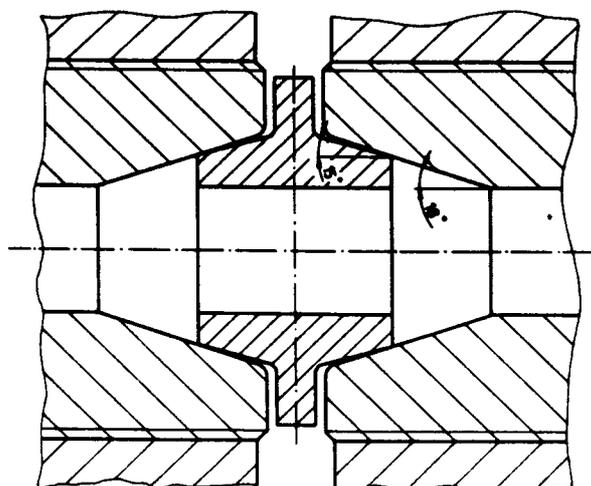
Selbstverstärkende Kegeldichtung.



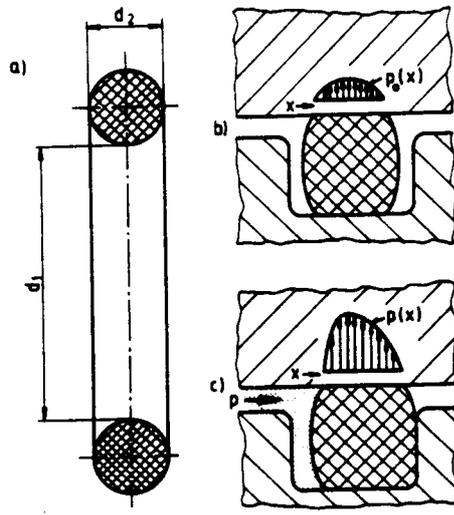
Uhde-Bredtschneider-Verschluß;
 a = Dichtung;
 b = geteilter Druckring;
 c = Halteschrauben für den Deckel.



Hochdruckrohrverbindung mit Linsendichtung.

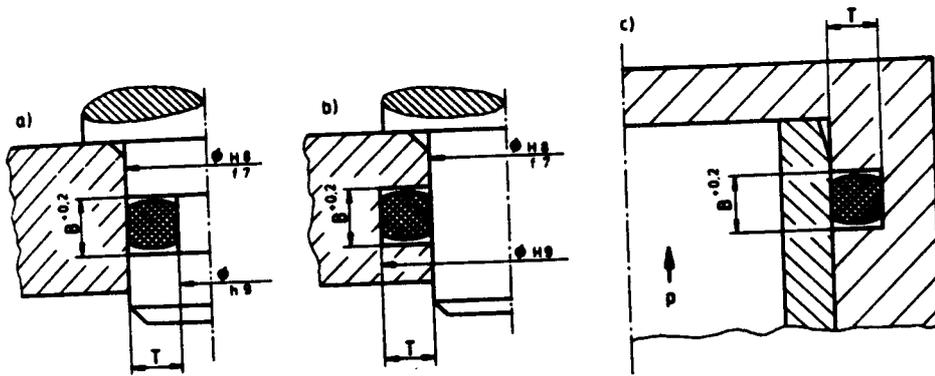


Grayloc-Dichtung.



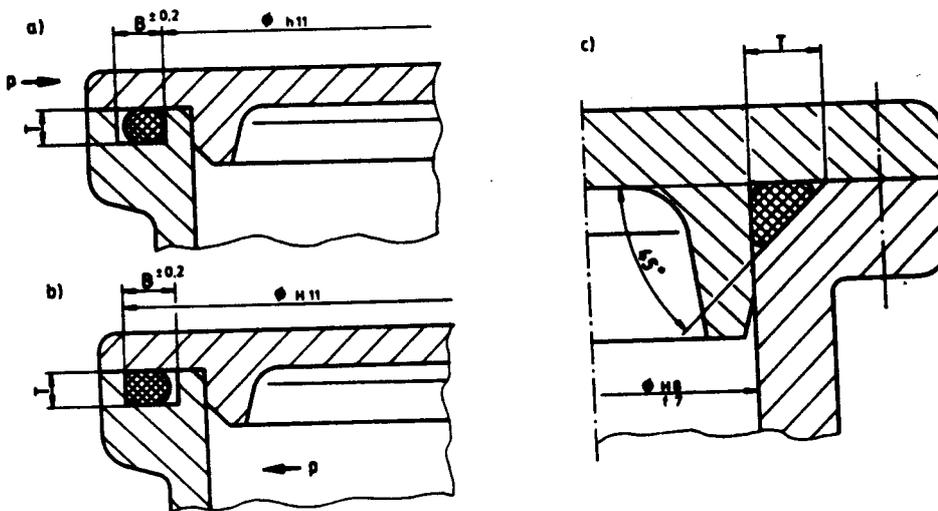
O-Ring-Dichtung

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



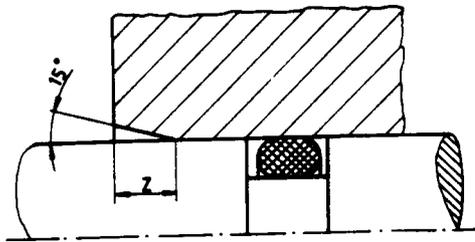
Radiale Anordnung der O-Ring-Dichtung

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

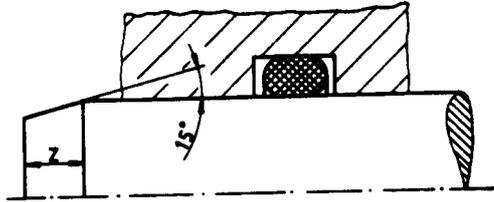


Axiale Anordnung der O-Ring-Dichtung

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



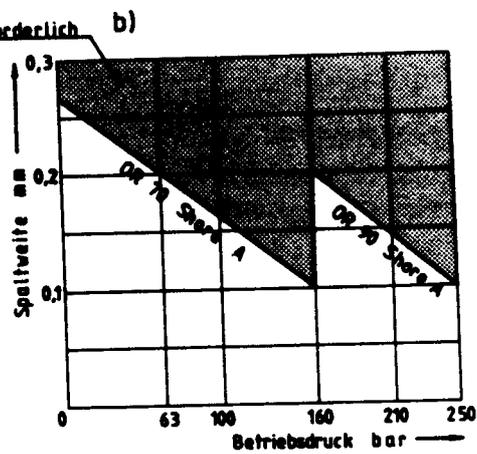
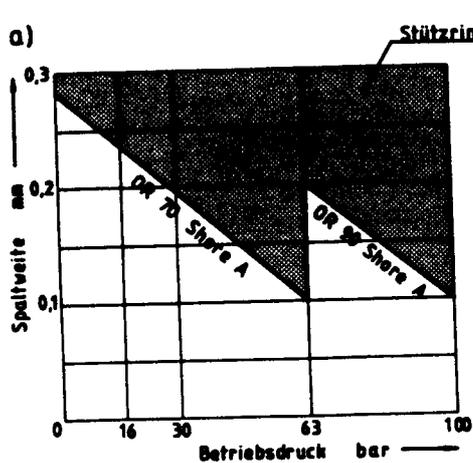
Einbauschrägen für O-Ring-Dichtungen.



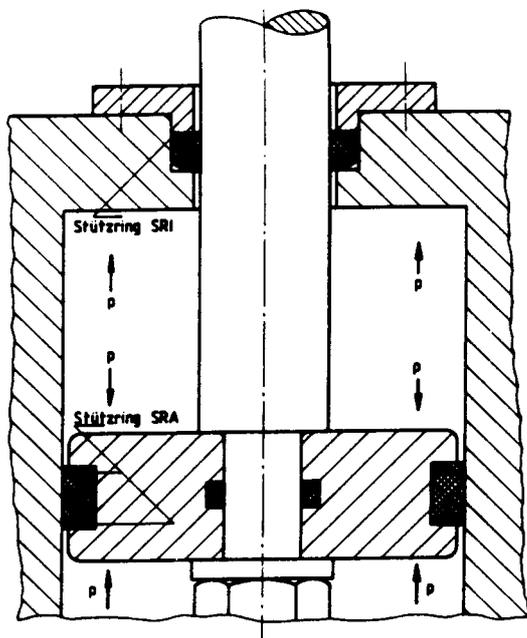
Kanten gratfrei verrundet!

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

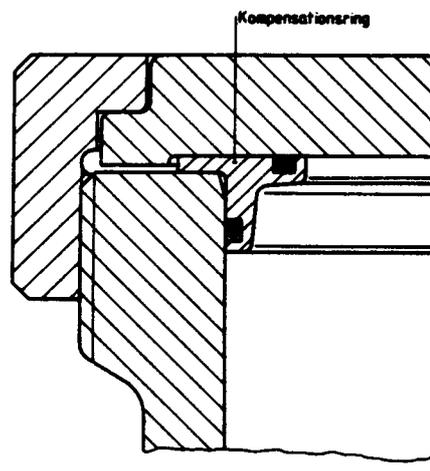
| | | Tiefe T/d_2 | Breite B/d_2 | Einbauschräge Z/d_2 |
|-----------|-----------------|------------------|-------------------|--------------------------|
| statisch | Radialer Einbau | 0,75...0,8 | 1,25...1,3 | 0,6...0,5 |
| | Axialer Einbau | 0,75...0,8 | 1,25...1,3 | 0,6...0,5 |
| | Dreiecknut | 1,35 | | |
| 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 |



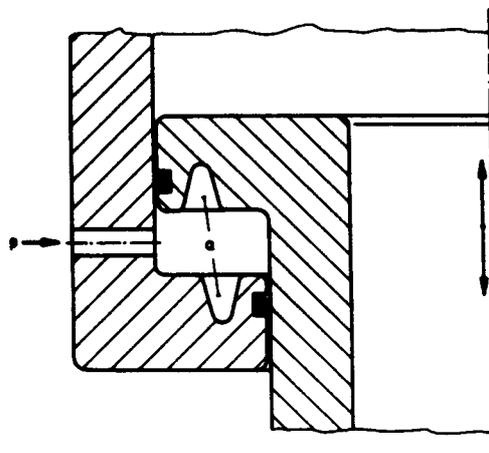
Abdichtgrenzen für O-Ring
a) für dynamische Abdichtung;
b) für statische Abdichtung.



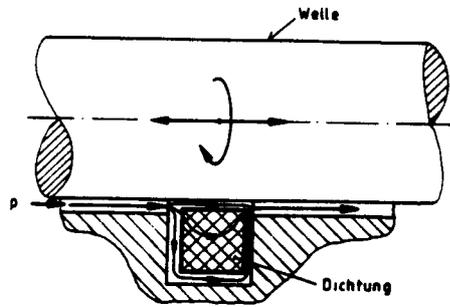
Einbau von Stützringen auf der druckabgewandten Seite des O-Ringes



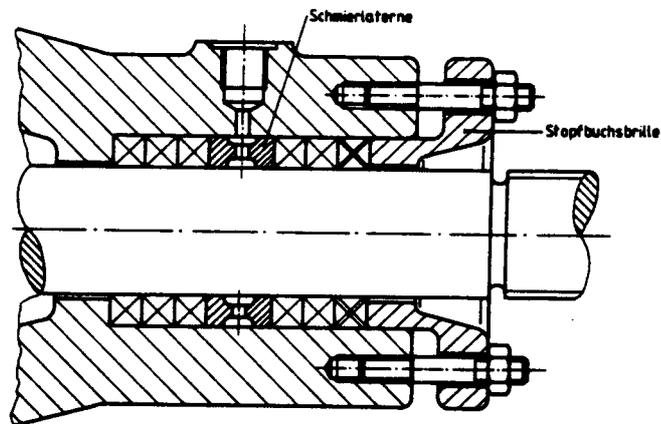
Kompensationsringdichtung für einen Hochdruckbehälter (Druckautoklav!)



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



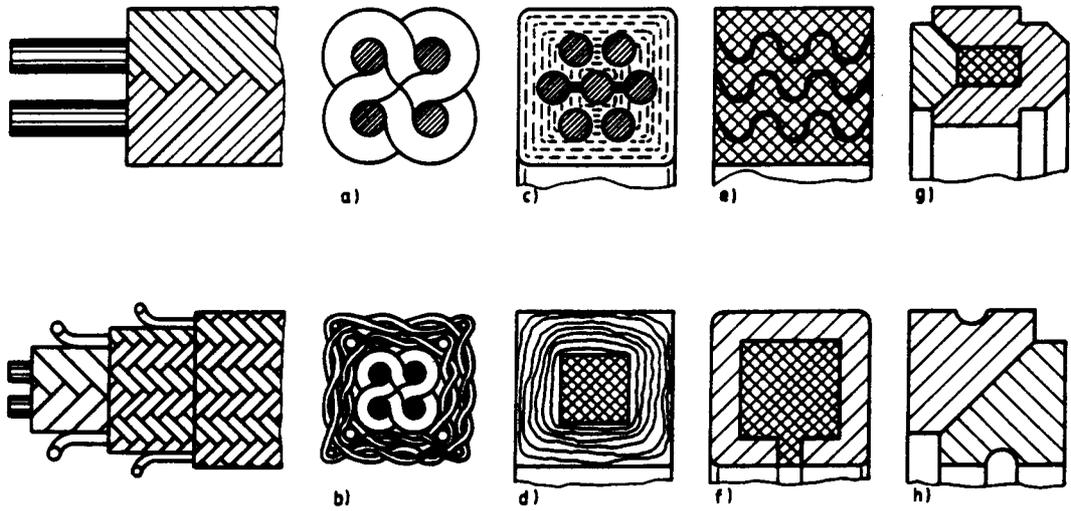
Undichtigkeitswege bei einer dynamischen Abdichtung



Stopfbuchse als Ventilspindel-Abdichtung

Richtwerte für die Stopfbuchslänge (Zahl der Ringe!) bei Armaturenspindeln 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 |

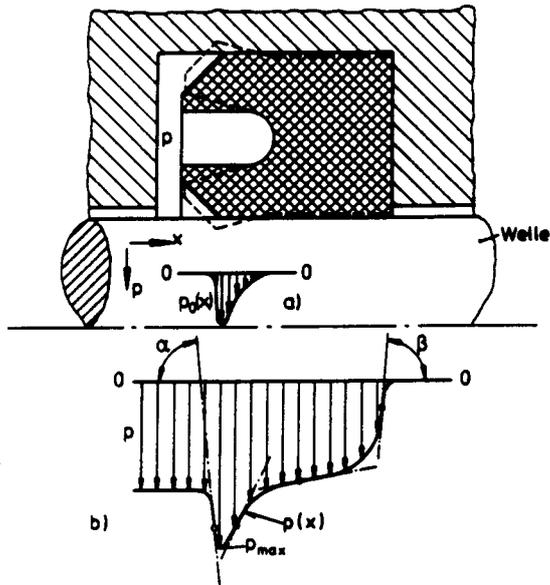


Stopfbuchspackungen

- 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).

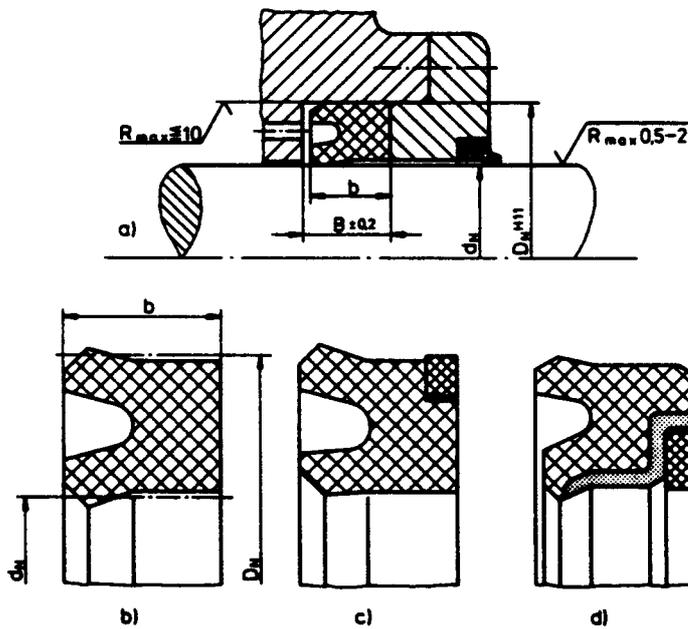
| Spindel Ø mm | Packungs- breite s mm | Stopfbuchs- schrauben |
|-----------------|-----------------------------|--------------------------|
| 4...4,5 | 2,5 | M 12 |
| 5...7 | 3 | |
| 8...11 | 4 | |
| 12...18 | 5 | |
| 20...26 | 6 | |
| 28...36 | 8 | M 16 |
| 38...50 | 10 | M 18 |
| 53...75 | 12,5 |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



Druckverteilung unter einer elastischen Lippendichtung

a) Anpressung infolge der Eigenelastizität;

b) Anpressung durch den Betriebsdruck.



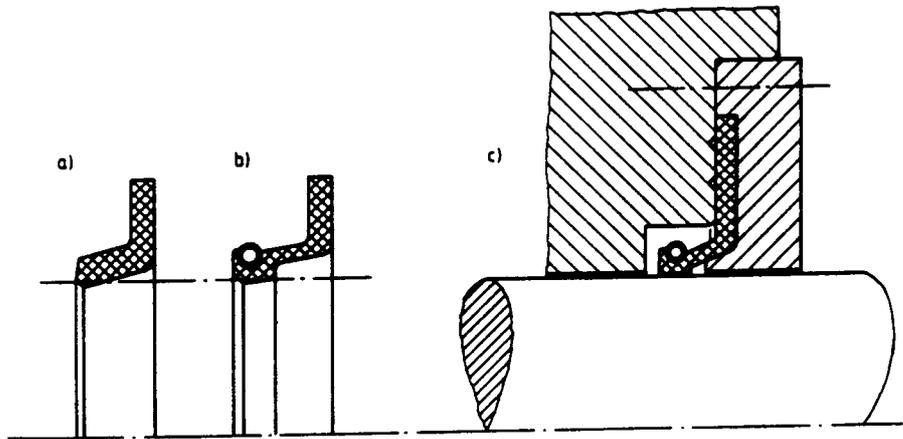
Nutringdichtung

a) Einbau als Stangendichtung;

b) Normalform eines Nutringes;

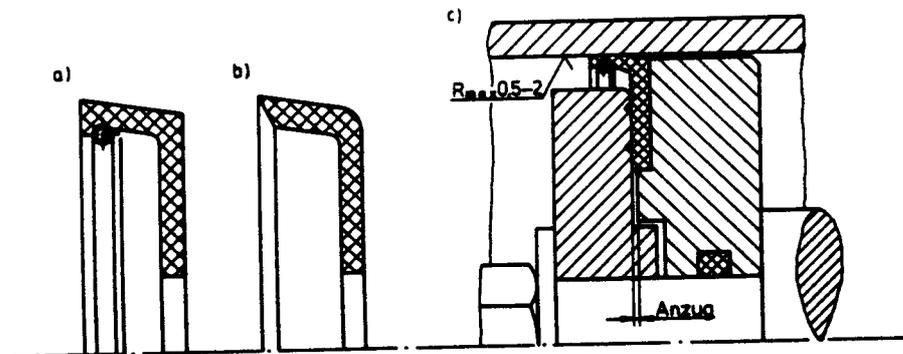
c) Nutring mit Stützring, außen dichtend;

d) Nutring mit Gewebearmierung und Stützring, innen dichtend.



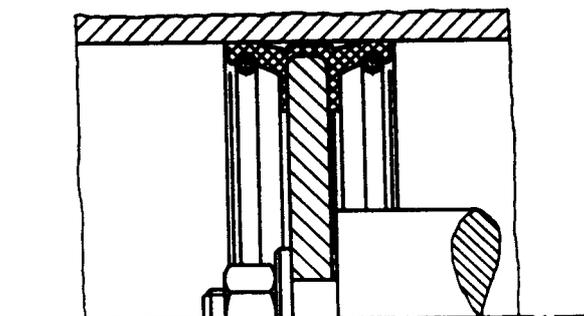
Hutmanschetten

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

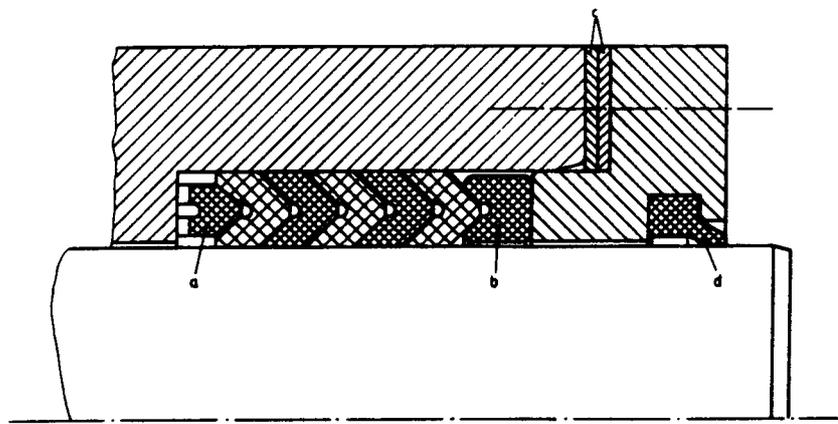


Topfmanschetten

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

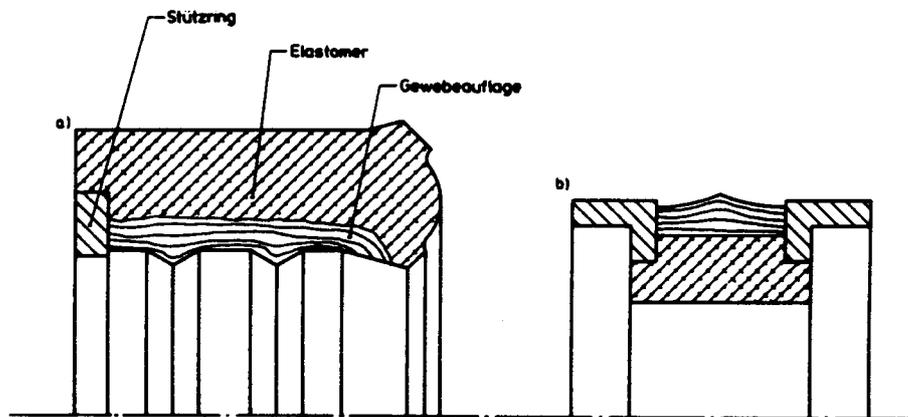


**Komplettkolben mit
TDUO-Manschette**



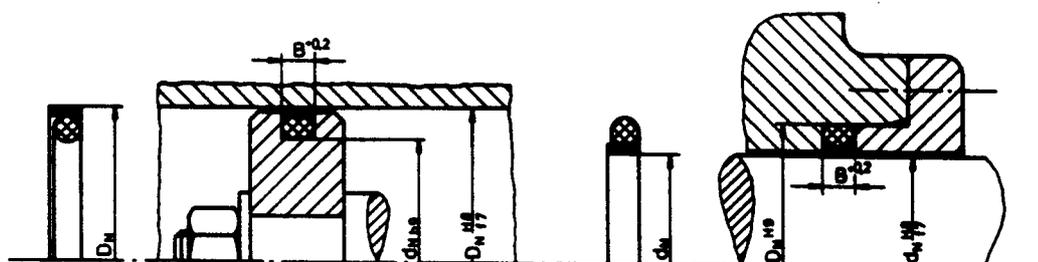
Dachmanschettendichtung

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



Kompaktdichtungen;

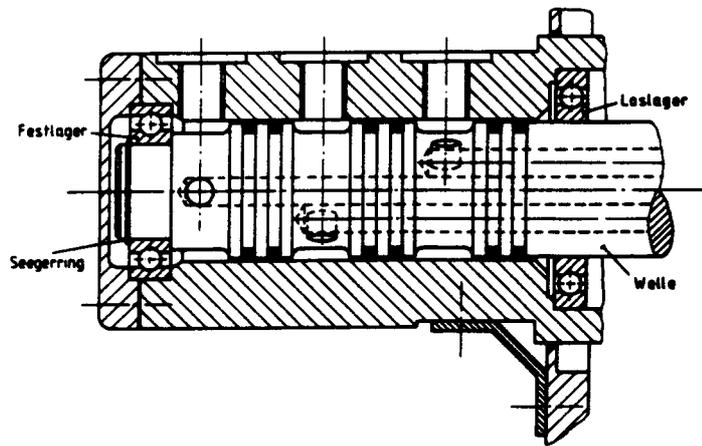
- a) Stangendichtung;
- b) Kolbendichtung.



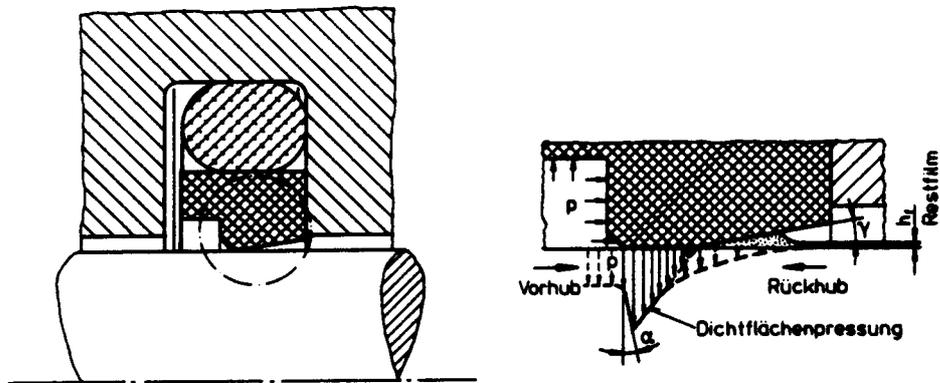
Kolbendichtung

Stangendichtung

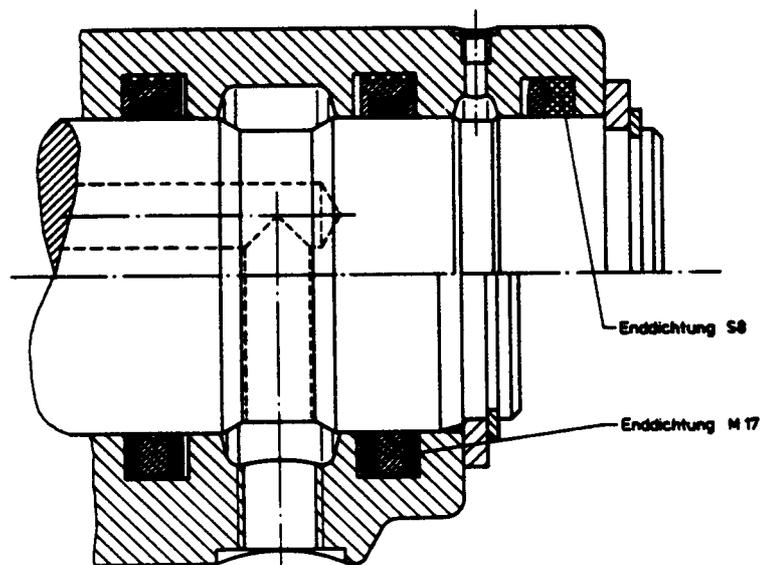
Ringdichtung aus einem PTFE-Dicht- und NBR-Spannring



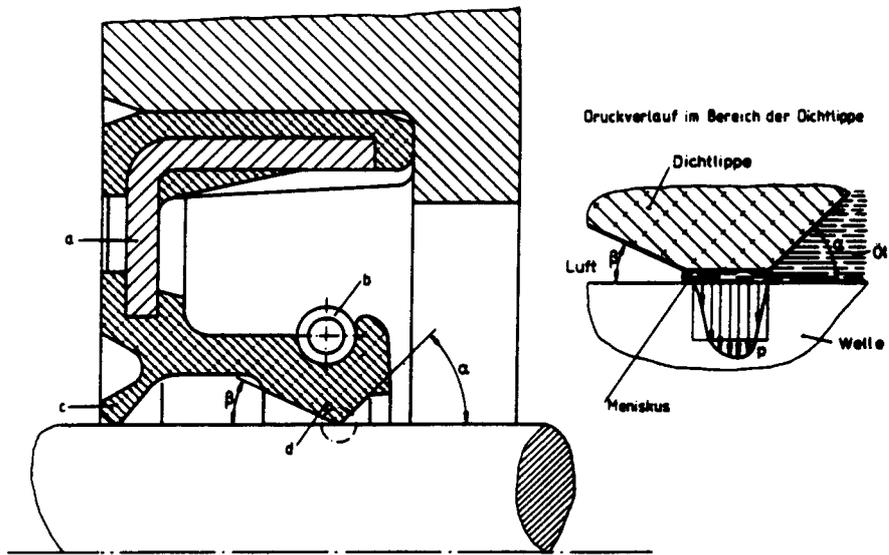
Drehdurchführung (hydraulischer Schleifring!),
mit Kolbenringen gedichtet



Ringdichtung "Stepseal" und Verlauf der Dichtflächenpressung.

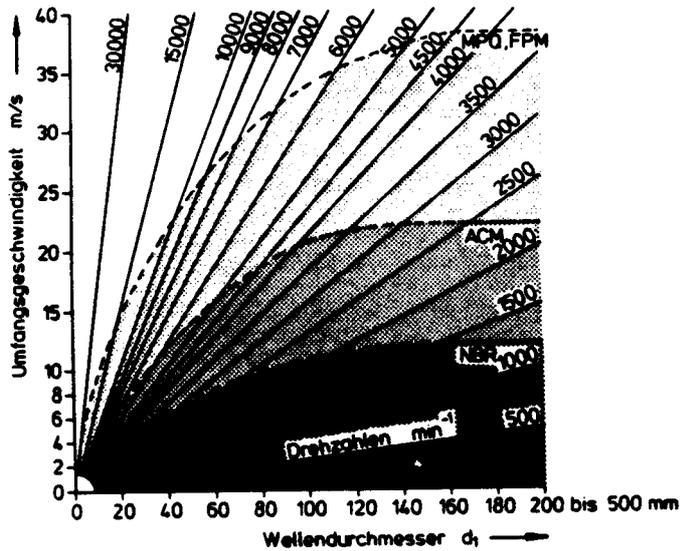


"Rotomatik"-Dichtringe für Hydraulik-Drehdurchführungen



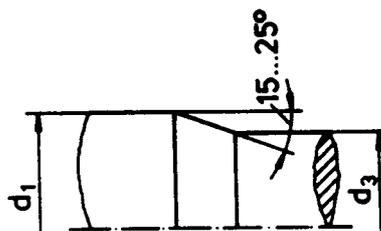
Radialwellendichtring mit Schutzlippe, Form AS nach DIN 3760

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

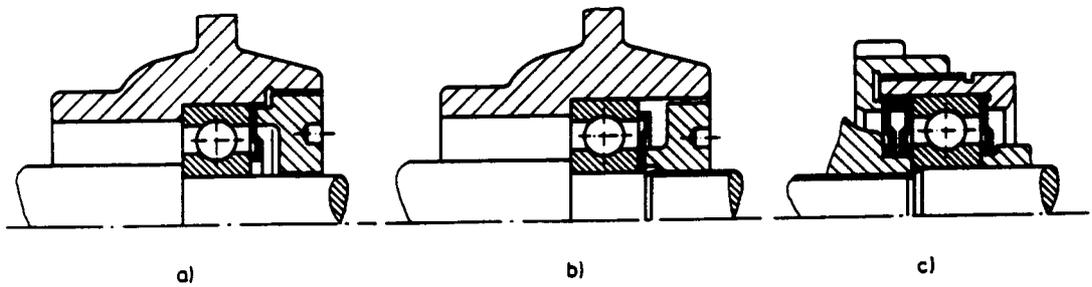


Einsatzfelder für Radialwellendichtringe aus verschiedenen Materialien bei drucklosem Betrieb nach DIN 3760.

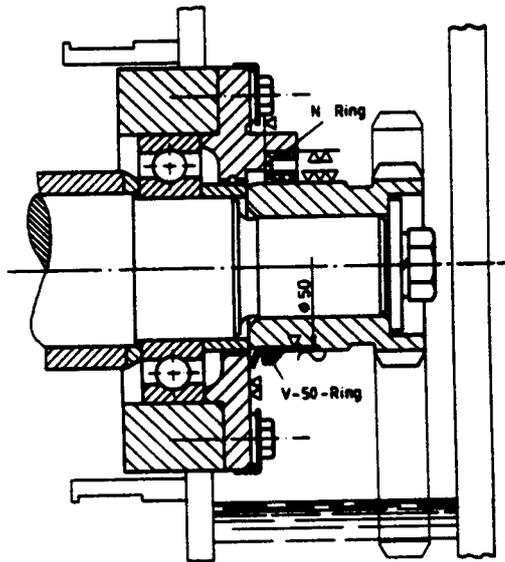
Einbauschrägen für die Montage von Radialwellendichtringen nach DIN 3760.



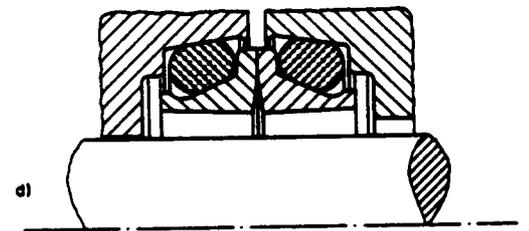
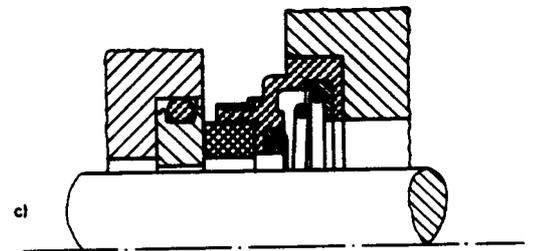
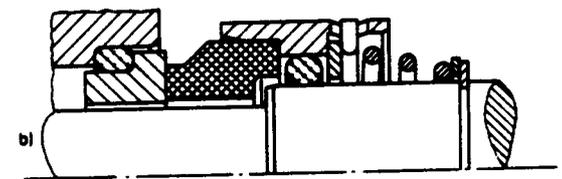
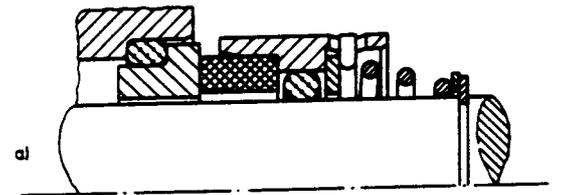
| | | | | | | | | | | |
|-------|-----|-----|----|------|------|------|------|------|------|-----|
| d_1 | 6 | 10 | 16 | 20 | 32 | 40 | 50 | 63 | 80 | 100 |
| d_3 | 4,8 | 8,4 | 14 | 17,7 | 29,2 | 36,8 | 46,4 | 59,1 | 75,5 | 95 |



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 Laufwerkdichtung.