



Beratung unter:



(0 71 51) 7 26 26

Bestellen unter:



(0 71 51) 7 26 26

Fax

(0 71 51) 7 42 01

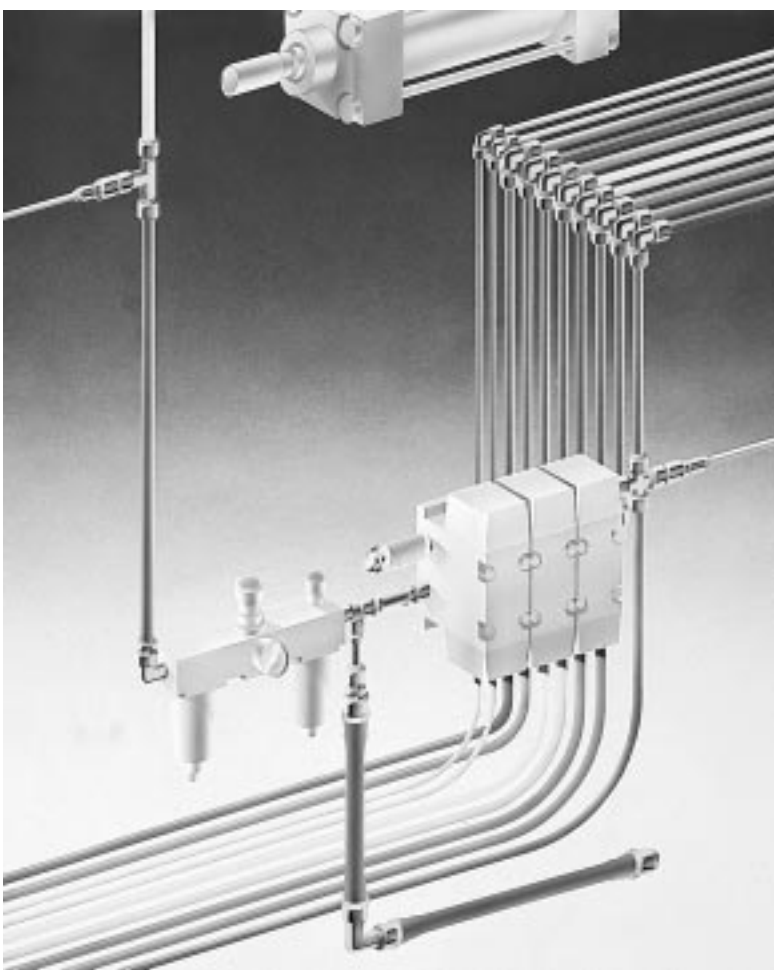


info@maku-industrie.de



www.maku-industrie.de

# Technisches Kapitel zu Pneumatik Verbindungselementen



# Technisches Kapitel

---

| Inhaltsverzeichnis  |  | Seite                |
|---|--|----------------------|
| <b>Das Parker-Steck-System für pneumatische Anwendungen</b> |  | <b>A 2 - A-3</b>     |
| <b>Gewindearten</b>   | BSPP und BSPT Rohrgewinde  | <b>A 4</b>           |
|   | metrische ISO Gewinde  | <b>A 5</b>           |
|   | UNF Gewinde  | <b>A 6</b>           |
|   | NPT Gewinde  | <b>A 7</b>           |
| <b>Gewindeanschlußdichtungen</b>                            | Zylindrische Gewinde   | <b>A 8</b>           |
|   | Kegelige Gewinde   | <b>A 9</b>           |
| <b>Gewindeanschlüsse und Korrosion</b>                      | Verträglichkeit der unterschiedlichen Grundwerkstoffe  | <b>A 10</b>          |
|   | Atmosphärische Korrosion   | <b>A 11</b>          |
| <b>Schläuche und Rohre</b>                                  | Polyamid-Rohre/PEBA-Rohre  | <b>A 12</b>          |
|   | Polyurethan-Rohre  | <b>A 13</b>          |
|   | Schläuche  | <b>A 13 bis A 15</b> |
|   | Kupfer- und Stahlrohre   | <b>A 15</b>          |
| <b>Berechnungen und Auslegung von Pneumatik-Systemen</b>    | Energie-Verluste   | <b>A 16</b>          |
|   | Berechnung der Durchflußrate   | <b>A 17</b>          |
|   | Mündungsdurchmesser für unterschiedliche Zylinder  | <b>A 18</b>          |
|   | Zylinder-Ansprechzeit  | <b>A 19</b>          |
|   | Lufteinlaßzeit   | <b>A 19</b>          |
|   | Empfohlene max. Durchflußrate  | <b>A 20</b>          |
|   | Druckabfall aufgrund von geformten Drosselstellen  | <b>A 20</b>          |
|   | Komponenten  |                      |
|   | Druckluftverbrauch   | <b>A 20 - A 21</b>   |
|   | Undichtigkeiten  | <b>A 21</b>          |
| <b>Einbaurichtlinien</b>                                    |  | <b>A 22 bis A 25</b> |
| <b>Pneumatische Steuerung</b>                               | Zylinder, Funktionsverschraubungen (Durchflußregler, Rückschlagventile, Entlüftungsventile, Schalldämpfer) | <b>A 26 - A 27</b>   |
| <b>Weiteres Zubehör für pneumatische Systeme</b>            | QCDE - Pneumatik Kupplungen<br>TFDE - Ermeto   | <b>A 28 - A 29</b>   |
| <b>Fachausdrücke in der Pneumatik</b>                       |  | <b>A 30 - A 31</b>   |
| <b>Pneumatik Symbole</b>                                    |  | <b>A 32 bis A 34</b> |
| <b>Auswahltabelle Pneumatik Kupplungen</b>                  |  | <b>A 35</b>          |

## Das Pneumatik

### Verschraubungssystem von Parker

Seit mehr als 60 Jahren entwickelt und fertigt Parker die umfangreichste Palette von Verbindungsteilen für den Hydraulik- und Pneumatikmarkt.

Die Produktfamilie der Pneumatik Steckverbinder ist nach internationalen Maßstäben entwickelt und gefertigt worden und entspricht den Anforderungen des Marktes.

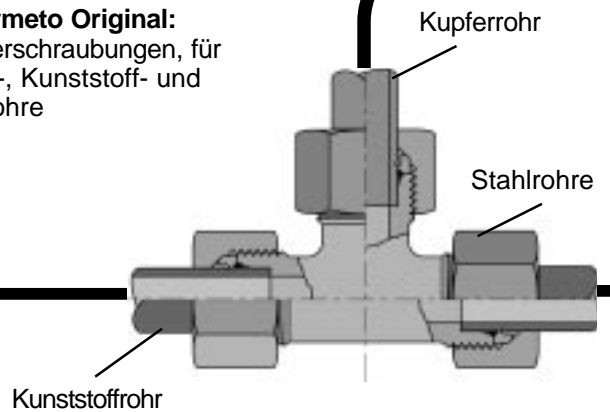
Das Ziel dieses Handbuchs ist die Unterstützung von Technikern und Ingenieuren bei der Auswahl pneumatischer Anschlüsse für besondere oder allgemeine Anwendungsbereiche, je nach den individuellen Anforderungen des Systems. Die beigefügten Angaben sollten nur als Richtlinie betrachtet werden. Für weitere Angaben bezüglich pneumatischer Systeme steht Ihnen der Parker Verkaufsberater gern zur Verfügung.

# Das Pneumatik Verschrau

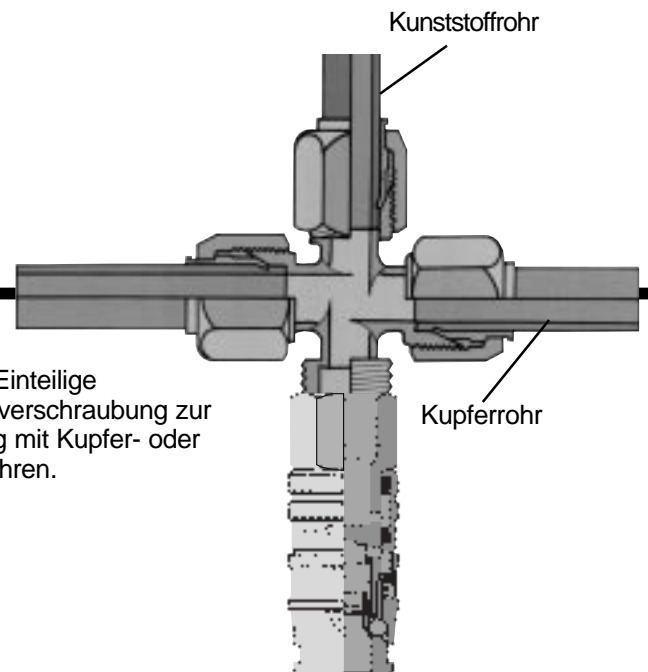
## Push-Lok Schlauch und Armaturen



## EO Ermeto Original: Rohrverschraubungen, für Kupfer-, Kunststoff- und Stahlrohre



## Metrolok : Einteilige Schneidringverschraubung zur Verwendung mit Kupfer- oder Kunststoffrohren.



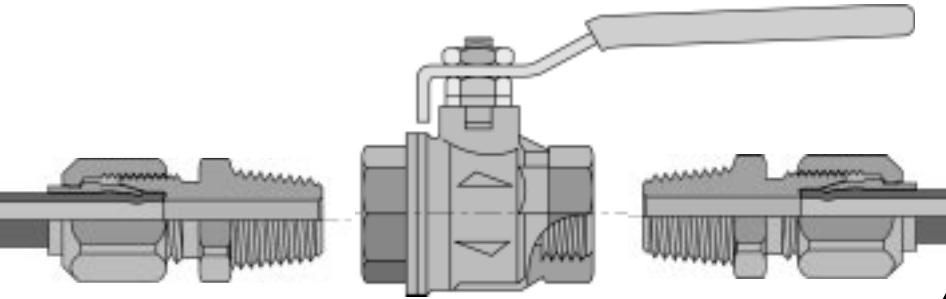
## Blaspistolen mit oder ohne Sicherheitsvorrichtung



## Pneumatik Kupplungen Durchfluß von 550l/min bis 3500 l/min



# ungssystem von Parker



**Kugelhähne :**  
Breites Programm für viele  
Pneumatikanwendungen

**Prestolok Micro :**  
Mini-Steckverbinder für Polyamid-  
und Polyurethanrohr



**Prestolok 2 :**  
Steckverbindung für  
Polyamid- und Polyurethan- Rohr.



**Prestolok :**  
Steckverbindung für Polyamid-  
Polyurethan- und Kupfer-Rohr.



**Prestoweld 2 :**  
Schweißspritzerbeständige  
Steckverbinder



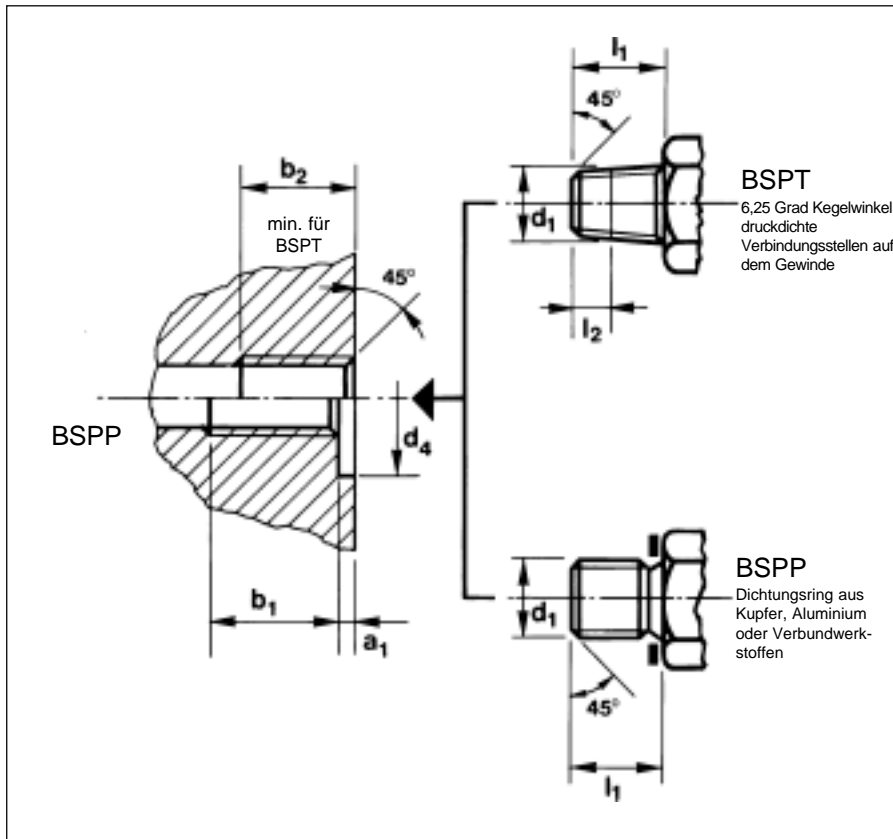
**Kunststoffrohr:**  
einzeln oder  
gebündelt

**PL :** Zweiteilige  
Klemmverschraubung aus  
vernickeltem Messing speziell  
für Kunststoffrohr



## Gewindearten

Abbildung BSP Gewinde



**BSPP und BSPT-Rohrgewinde :**  
BSPP- und BSPT-Gewinde haben einen Gewindeflankenwinkel von 55 Grad und sind die vorrangig verwendeten Befestigungsgewinde für pneumatische Anwendungen.

Die plangesenkte Oberfläche muß rechtwinklig zum Steigungsdurchmesser sein und darf keine in Längsrichtung oder spiralg verlaufende Werkzeugspuren tragen.

- BSPP - British Standard Pipe Parallel - Zylindrische Gewinde für Verschraubungen, bei denen keine druckdichten Verbindungsstellen auf dem Gewinde sind, d. h. wo Dichtungsringe verwendet werden.

- BSPT - British Standard Pipe Taper konische Gewinde für Verschraubungen, bei denen druckdichte Verbindungsstellen auf dem Gewinde sind. Es gilt als anerkannte Praxis bei pneumatischen Anwendungen, ein BSPT BS 21 Gewinde in ein BSPP DIN 2852 Einschraubgewinde einzupassen. In Ausnahmefällen kann dieses Gewinde auch kegelförmig sein.

| BSPP    | BSPT   | Gänge pro Zoll | d <sub>1</sub> | l <sub>2</sub> | d <sub>4</sub> min. | a <sub>1</sub> max. | l <sub>1</sub> max. | b <sub>1</sub> min. | b <sub>2</sub> min. |
|---------|--------|----------------|----------------|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| G 1/8   | R1/8   | 28             | 9,73           | 3,97           | 15                  | 1                   | 8                   | 8                   | 5,5                 |
| G 1/4   | R1/4   | 19             | 13,16          | 6,05           | 19                  | 1,5                 | 12                  | 12                  | 8,5                 |
| G 3/8   | R3/8   | 19             | 16,66          | 6,35           | 23                  | 2                   | 12                  | 12                  | 8,5                 |
| G 1/2   | R1/2   | 14             | 20,95          | 8,16           | 27                  | 2,5                 | 14                  | 14                  | 10,5                |
| G 3/4   | R3/4   | 14             | 26,44          | 9,2            | 33                  | 2,5                 | 16                  | 16                  | 13,0                |
| G 1     | R1     | 11             | 33,25          | 10,39          | 40                  | 2,5                 | 18                  | 18                  | -                   |
| G 1.1/4 | R1.1/4 | 11             | 41,91          | 12,7           | 50                  | 2,5                 | 20                  | 20                  | -                   |
| G 1.1/2 | R1.1/2 | 11             | 47,80          | 12,7           | 56                  | 2,5                 | 22                  | 22                  | -                   |

**Anmerkung :**

"G" ist die allgemein anerkannte Bezeichnung für ein BSPP-Gewinde und "R" stellt ein BSPT-Gewinde dar.

**Gewindestandards :**

BSPP Gewinde nach :  
DIN/ISO 228-T1

BS2779

DIN 3852T-2 - Form A,B,E

NF E 03-005

Einschraublöcher nach DIN 3852-T2, Form X, Y

BSPT Gewinde nach :

ISO 7

BS 21

DIN 3852-2 - Form C

NF E 03-004

Einschraublöcher nach DIN 3852-T2, Form X, Y, Z

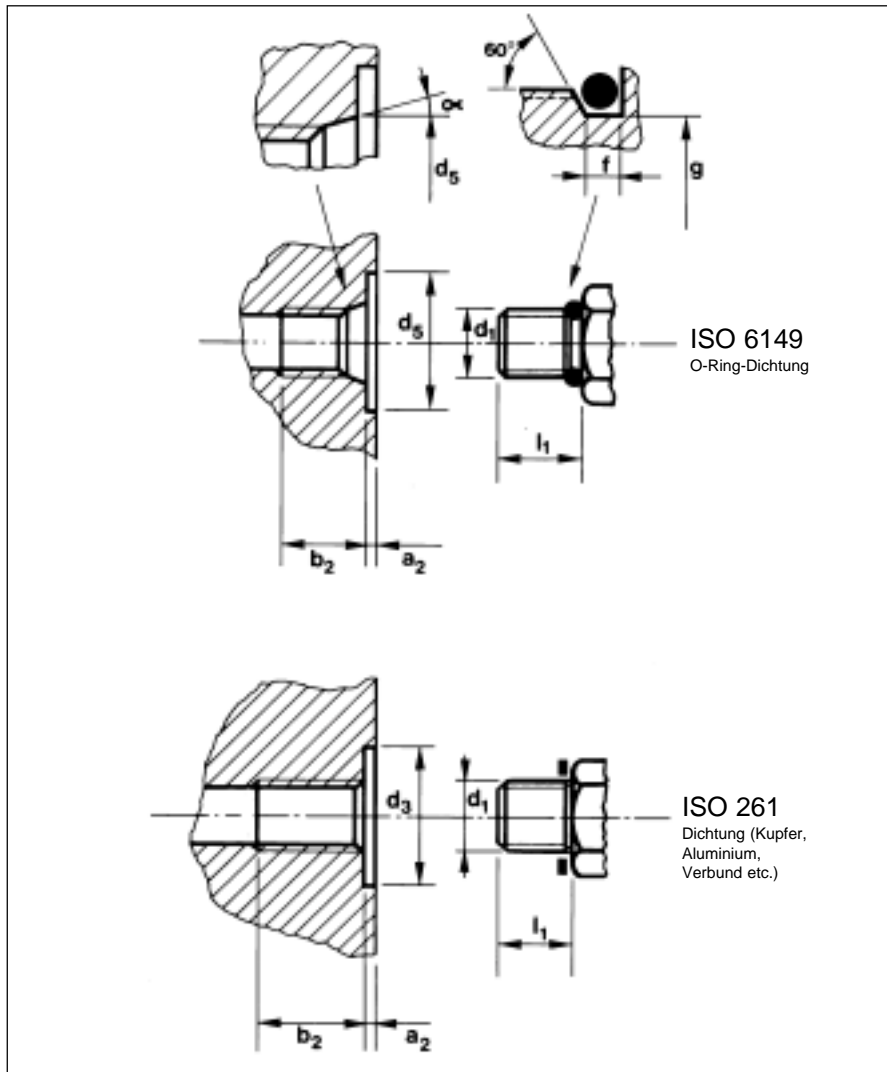
DIN 3852-2 - Form C

NF E 03-004

Einschraublöcher nach DIN 3852, Form X, Y, Z

## Gewindearten

### Metrische ISO Gewinde



#### Metrische ISO Gewinde

Metrische ISO Rohrgewinde haben einen Gewindeflankenwinkel von 60 Grad.

Sie werden aufgrund geringerer Abmessungen, besonders M5 und M3\*, vorrangig für pneumatische Anwendungen eingesetzt.

Es gibt zwei Formen von Dichtungen auf metrischen Gewinden :

1. O-Ring-Dichtung : in ein Bohrungsprofil entsprechend ISO 6149,
2. Dichtung : z.B. Kupfer oder Verbund-Unterlegscheibe entsprechend ISO 261 und 262.

#### Einschraubzapfen:

mit Dichtungsring  
ISO R261 und R262  
DIN 3852 - Form A  
NF E03-013

#### O-Ring-Dichtungen :

ISO 6149  
DIN 3852 - Form F

#### Dichtungen :

DIN 7603  
NF E21 - 351

#### Einschraublöcher :

DIN 3852 - Teil 3

\* M3,M5 und M20 Gewinde sind von der ISO-Norm ausgenommen

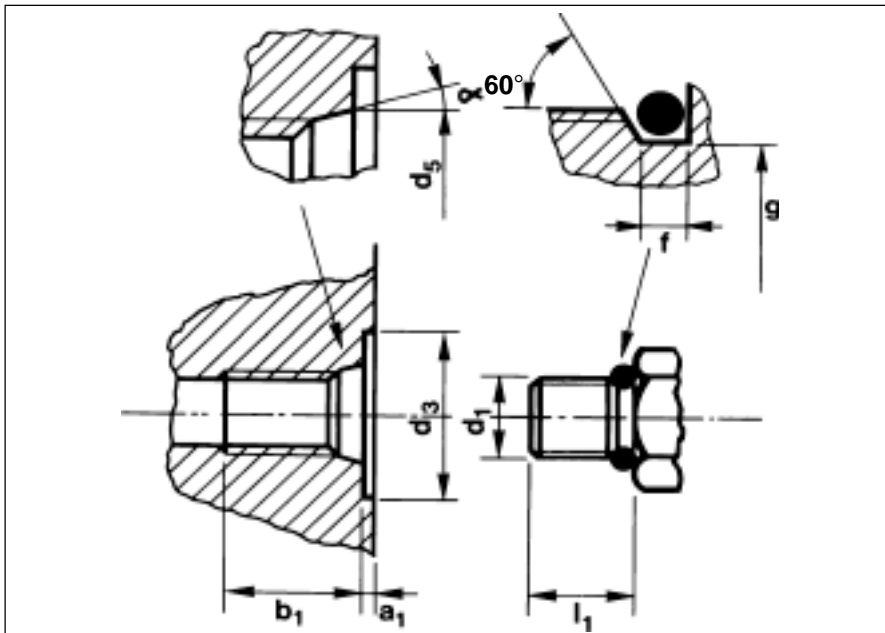
| d <sub>1</sub> | l <sub>1</sub><br>mm | f<br>mm | g<br>mm | d <sub>3</sub><br>mm | d <sub>5</sub><br>mm | a<br>mm | b <sub>2</sub><br>mm | a <sub>2</sub><br>mm | Dichtung<br>mm |
|----------------|----------------------|---------|---------|----------------------|----------------------|---------|----------------------|----------------------|----------------|
| M3x0,5**       | 3,25                 | -       | -       | 6,5                  | 6,5                  | -       | 4,0                  | 1,0                  | -              |
| M5x0,8**       | 8,0                  | 1,5     | 3,80    | 14                   | 6,35                 | 12      | 8,0                  | 1,0                  | 3,6x1,5        |
| M8x1           | 10,0                 | 1,5     | 6,55    | 17                   | 9,10                 | 12      | 10,0                 | 1,0                  | 6,2x1,5        |
| M10x1          | 10,0                 | 1,5     | 8,55    | 20                   | 11,1                 | 12      | 10,0                 | 1,0                  | 8,2x1,5        |
| M12x1,5        | 11,5                 | 2,3     | 9,85    | 22                   | 13,8                 | 15      | 11,5                 | 1,5                  | 9,4x2,1        |
| M14x1,5        | 11,5                 | 2,3     | 11,85   | 25                   | 15,8                 | 15      | 11,5                 | 1,5                  | 11,4x2,1       |
| M16x1,5        | 13,0                 | 2,3     | 13,85   | 27                   | 17,8                 | 15      | 13,0                 | 1,5                  | 13,4x2,1       |
| M18x1,5        | 14,5                 | 2,3     | 15,85   | 29                   | 19,8                 | 15      | 14,5                 | 2,0                  | 15,4x2,1       |
| M20x1,5**      | 14,0                 | 2,3     | 17,85   | 32                   | 21,8                 | 15      | 14,0                 | 2,0                  | 17,4x2,1       |
| M22x1,5        | 15,5                 | 2,3     | 19,85   | 34                   | 23,8                 | 15      | 15,5                 | 2,0                  | 19,4x2,1       |

\*\* Nicht nach ISO 6149

# Technisches Kapitel

## Gewindearten

### UNF Gewinde



#### UNF Gewinde

Das Unified-Gewinde hat einen Gewindeflankenwinkel von 60 Grad und wird üblicherweise bei hydraulischen Anwendungen eingesetzt. Man nennt es auch "ISO Gewinde in Zollabmessungen".

UNF - Unified Feingewinde für Anschlüsse, bei denen keine druckdichten Verbindungsstellen auf dem Gewinde sind, d.h. wo ein Dichtungsring Verwendung findet.

Bezugsbeispiel : 3/8-24-UNF 2B  
3/8 = Durchmesser  
24 = Anzahl der Gewinde pro Zoll

A = Außengewinde  
B = Innengewinde  
1 = geringe Präzision  
2 = für allgemeine Zwecke  
3 = hohe Präzision

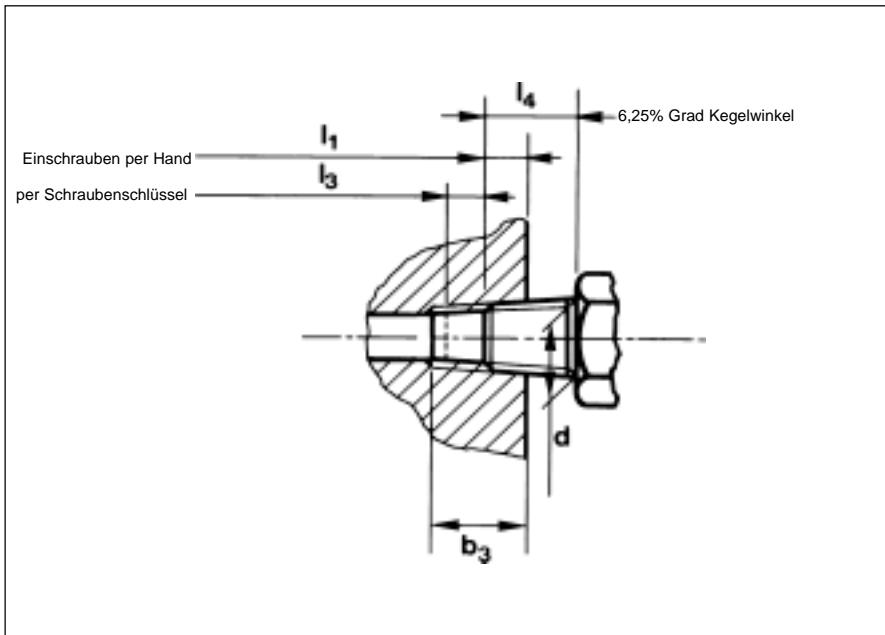
#### Gewindestandards :

SAEJ514 (Aussengewinde)  
SAEJ1926 (Innengewinde)  
ISO 725 - DIN 3852

| Gewindegröße | Size |      | d <sub>1</sub> | d <sub>3</sub> | d <sub>5</sub> | b <sub>1</sub> | a <sub>1</sub> | f     | g     | l <sub>1</sub> | α  | O-Ring           |             |
|--------------|------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|-------|----------------|----|------------------|-------------|
|              |      |      |                |                |                |                |                |       |       |                |    | Innendurchmesser | Querschnitt |
| 5/16-24 UNF  | -2   | mm   | 7,94           | 17             | 9,1            | 10             | 1,6            | 1,6   | 6,35  | 7,54           | 12 | 6,07             | 1,63        |
|              |      | inch | 0,310          | 0,672          | 0,358          | 0,390          | 0,062          | 0,063 | 0,250 | 0,297          |    | 0,239            | 0,064       |
| 3/8-24 UNF   | -3   | mm   | 9,53           | 19             | 10,7           | 10             | 1,6            | 1,6   | 7,95  | 7,54           | 12 | 7,65             | 1,63        |
|              |      | inch | 0,380          | 0,750          | 0,421          | 0,390          | 0,062          | 0,063 | 0,313 | 0,297          |    | 0,301            | 0,064       |
| 7/16-20 UNF  | -4   | mm   | 11,11          | 21             | 12,4           | 11             | 1,6            | 1,9   | 9,25  | 9,14           | 12 | 8,92             | 1,83        |
|              |      | inch | 0,440          | 0,828          | 0,487          | 0,450          | 0,062          | 0,075 | 0,364 | 0,360          |    | 0,351            | 0,072       |
| 1/2-20 UNF   | -5   | mm   | 12,7           | 23             | 14             | 11             | 1,6            | 1,9   | 10,85 | 9,14           | 12 | 10,52            | 1,83        |
|              |      | inch | 0,500          | 0,906          | 0,550          | 0,450          | 0,062          | 0,075 | 0,427 | 0,360          |    | 0,414            | 0,072       |
| 9/16-18 UNF  | -6   | mm   | 14,28          | 23             | 15,6           | 13             | 1,6            | 2,1   | 12,24 | 9,93           | 12 | 11,89            | 1,98        |
|              |      | inch | 0,560          | 0,969          | 0,616          | 0,500          | 0,062          | 0,083 | 0,482 | 0,391          |    | 0,468            | 0,078       |
| 3/4-16 UNF   | -8   | mm   | 11,05          | 30             | 20,6           | 14             | 2,4            | 2,4   | 16,76 | 11,13          | 15 | 16,36            | 2,21        |
|              |      | inch | 0,750          | 1,188          | 0,811          | 0,560          | 0,940          | 0,094 | 0,660 | 0,438          |    | 0,644            | 0,087       |
| 7/8-14 UNF   | -10  | mm   | 22,22          | 34             | 23,9           | 17             | 2,4            | 2,7   | 19,63 | 12,7           | 15 | 19,18            | 2,46        |
|              |      | inch | 0,870          | 1,344          | 0,942          | 0,660          | 0,940          | 0,107 | 0,773 | 0,500          |    | 0,755            | 0,097       |
| 1.1/16-12 UN | -12  | mm   | 26,99          | 41             | 29,2           | 19             | 2,4            | 3,2   | 27,18 | 15,09          | 15 | 23,47            | 2,95        |
|              |      | inch | 1,060          | 1,625          | 1,148          | 0,750          | 0,940          | 0,125 | 0,945 | 0,594          |    | 0,924            | 0,116       |
| 1.3/16-12 UN | -14  | mm   | 30,15          | 45             | 32,3           | 19             | 2,4            | 3,2   | 27,18 | 15,09          | 15 | 26,59            | 2,95        |
|              |      | inch | 1,190          | 1,765          | 1,273          | 0,750          | 0,940          | 0,125 | 1,070 | 0,594          |    | 1,047            | 0,116       |
| 1.5/16-12 UN | -16  | mm   | 33,34          | 49             | 35,5           | 19             | 3,2            | 3,2   | 30,35 | 15,09          | 15 | 29,74            | 2,95        |
|              |      | inch | 1,310          | 1,910          | 1,398          | 0,750          | 0,125          | 0,125 | 1,195 | 0,594          |    | 1,171            | 0,116       |

## Gewindearten

### NPT Gewinde



#### NPT Gewinde

Das National Pipe Taper Kegelfgewinde hat einen Gewindeflankenwinkel von 60 Grad und findet hauptsächlich in der petrochemischen und in der verfahrenstechnischen Industrie Anwendung.

NPT - Kegelfgewinde für Anschlüsse, bei denen druckdichte Verbindungsstellen auf dem Gewinde unter Verwendung von Gewindedichtmitteln hergestellt werden.

NPTF - National Pipe Taper Fuel Kegelfgewinde für Anschlüsse, bei denen druckdichte Verbindungsstellen auf dem Gewinde ohne Verwendung von Gewindedichtmitteln hergestellt werden.

#### Gewindestandards :

SAE J 476 - B2

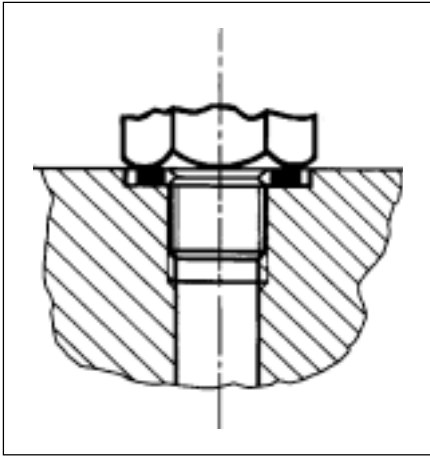
NF E 03-061

| Gewindegröße | Gänge pro Zoll | d mm  | l <sub>1</sub> mm | l <sub>3</sub> |      | l <sub>4</sub> mm | b <sub>3</sub> mm |
|--------------|----------------|-------|-------------------|----------------|------|-------------------|-------------------|
|              |                |       |                   | Gewinde        | mm   |                   |                   |
| 1/8 NPT      | 27             | 10,48 | 4,10              | 3              | 2,82 | 9,97              | 6,92              |
| 1/4 NPT      | 18             | 14,00 | 5,79              | 3              | 4,23 | 15,10             | 10,02             |
| 3/8 NPT      | 18             | 17,42 | 6,10              | 3              | 4,23 | 15,26             | 10,33             |
| 1/2 NPT      | 14             | 21,71 | 8,13              | 3              | 5,44 | 19,85             | 13,57             |
| 3/4 NPT      | 14             | 27,12 | 8,61              | 3              | 5,44 | 20,15             | 14,50             |
| 1 NPT        | 11 1/2         | 33,88 | 10,16             | 3              | 6,63 | 25,01             | 16,79             |
| 1.1/4 NPT    | 11 1/2         | 42,59 | 10,67             | 3              | 6,63 | 25,62             | 17,30             |
| 1.1/2 NPT    | 11 1/2         | 48,66 | 10,67             | 3              | 6,63 | 26,04             | 17,30             |

## Gewindeanschlusssichtungen

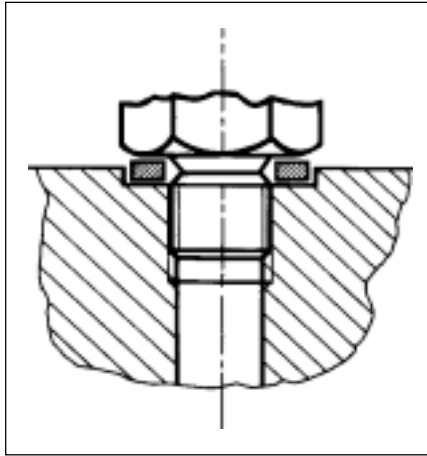
Dichtungen für zylindrische Gewinde

Zylindrische Gewinde können durch verschiedene Dichtringe zwischen den bearbeiteten Flächen von Einschraubzapfen und Einschraubbohrung druckdicht verbunden werden.

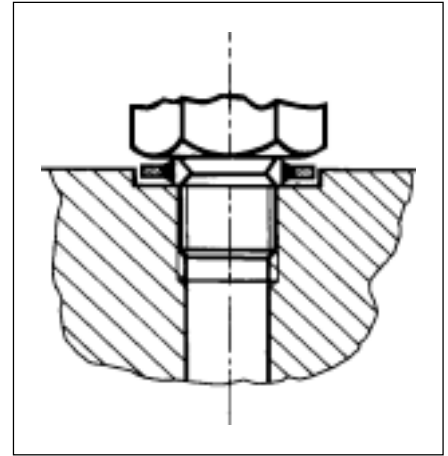


### Flachdichtungen

Unterlegscheiben und Ringe werden aus unterschiedlichen Materialien gefertigt, u. a. aus Kupfer, Aluminium, Fasern, Kunststoff, etc.

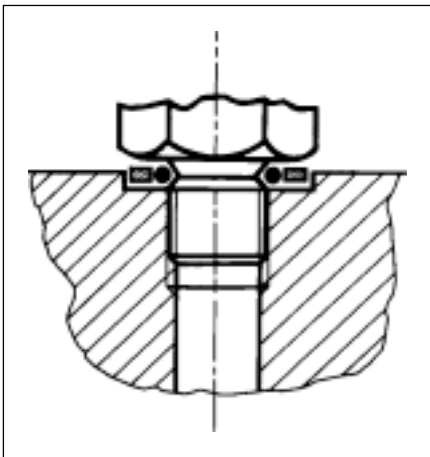


Das Drehmoment zum Festziehen bei der Montage ist sorgfältig auszuwählen, damit die Dichtung nicht bis an den Punkt des Zerstörens zusammengedrückt wird. Generell gilt, daß nach dem Anziehen per Hand die Verschraubung mit einem Schlüssel noch eine Vierteldrehung angezogen werden sollte.



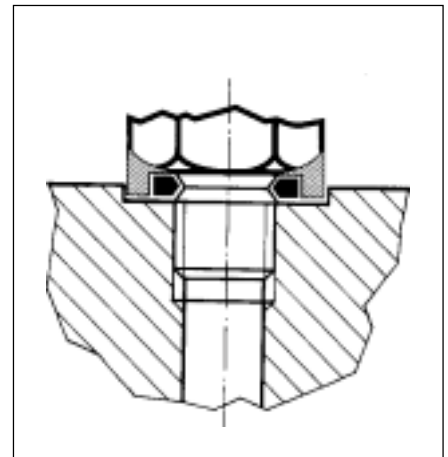
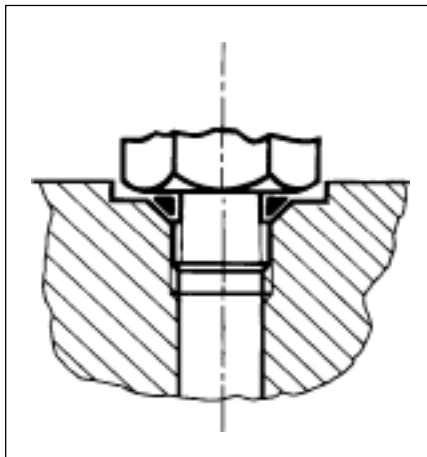
### Verbunddichtungen

Elastomerdichtringe in Verbund mit Metall-Unterlegscheiben. Verbunddichtungen sind wiederverwendbar und eignen sich zum Ausgleich von Toleranzen der spanabhebend bearbeiteten Oberflächen.



### O-Ring Dichtungen

O-Ring-Dichtungen werden abhängig von der Anordnung der Einschraubbohrung oder dem Einschraubstutzen mit oder ohne Kammerring verwendet.



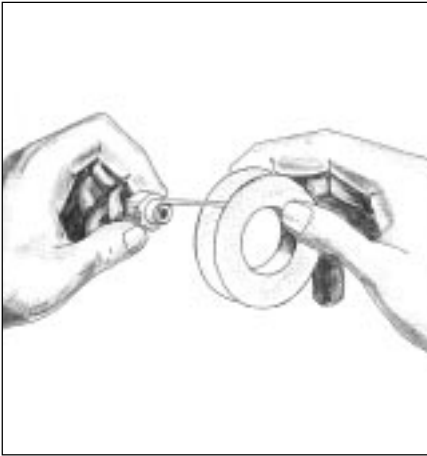
### Unverlierbare Dichtungen

Ein gänzlich gehaltener O-Ring wird in die Verschraubung eingepaßt. Damit ist eine genaue Ausrichtung sichergestellt. Bei metrischen Gewinden ist diese Dichtmethode für ISO 261/262 wie auch auch für ISO 6149 Öffnungen möglich.

## Gewindeanschlusssichtungen

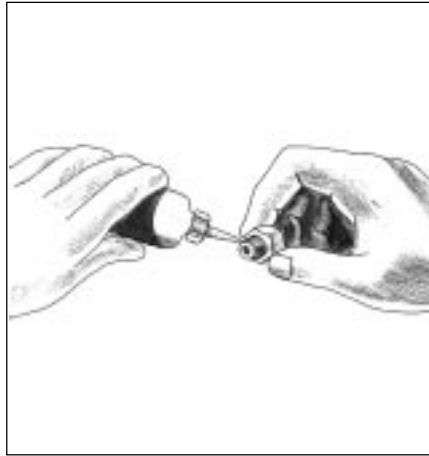
### Dichtungen bei Kegelgewinde

Eine druckfeste Dichtung bei Einschraubverbindungen mit Kegelgewinde wird durch die Aufbringung eines Dichtmittels auf die Oberfläche des Auengewindes erzielt.



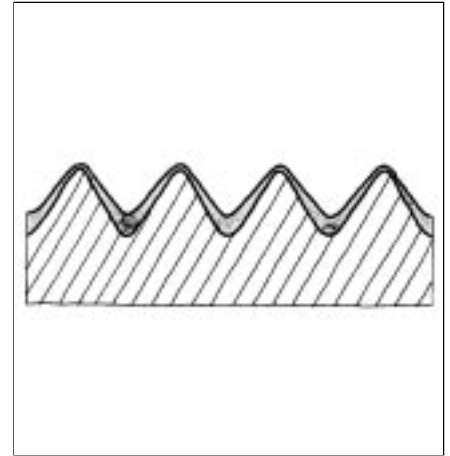
#### PTFE - Band

Eine oder zwei Lagen PTFE-Band werden vor der Montage um das äußere Kegelgewinde gewunden. Dabei wird empfohlen, die ersten zwei Gewindegänge nicht abzudecken, damit keine (Schnipsel) bei der Montage in den Kreislauf geraten und zu Fehlfunktionen der Ventile, Filter etc. führen.



#### Flüssige Dichtmittel

Neben den Polymer Verbunddichtmassen und den lufttrocknenden flüssigen Dichtmitteln ist eine der am häufigsten eingesetzte Gewindedichtung ein nicht luftatmendes synthetisches Harz, das ohne Luft trocknet bzw. härtet. Nach der Montage und dem Festziehen wird der Hartungsprozess durch eine katalytische Reaktion zwischen dem Harz und dem Metall eingeleitet. Harze, die PTFE enthalten, erleichtern das Lösen der Verbindung. Für die Verwendung in der lebensmittelverarbeitenden Industrie muß die Gewindedichtungsmasse für Lebensmittel zugelassen sein. Die Anschlüsse sind üblicherweise nach einer Stunde Hartezeit einsatzbereit. Die vollständige Härtung kann bis zu 24 Stunden dauern. Das Lösen der Verbindung beschädigt die Dichtoberflache.



#### Vorbeschichtete Kegelgewinde

Die Parker Steckverbinder mit Kegelgewinde sind mit einer Lösung von PTFE-Pulver auf Acrylbasis beschichtet. Für eine wirksame Dichtung bei der Montage ist kein zusätzliches Dichtmittel erforderlich. Das Einschraubgewinde kann ohne zusätzliches Dichtmittel bis zu fünfmal montiert werden.

# Technisches Kapitel

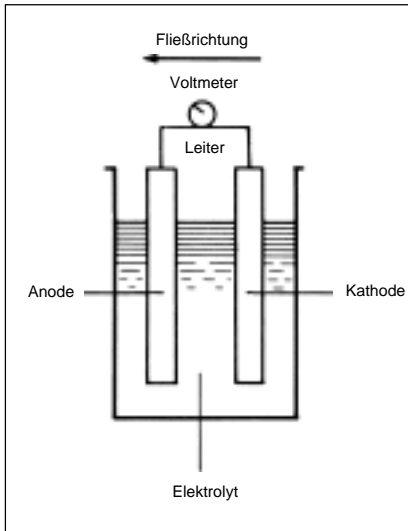
## Gewindeanschlüsse und Korrosion

A

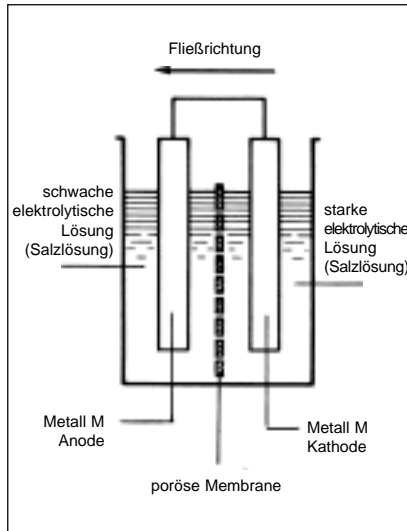
Korrosion innerhalb pneumatischer Kreisläufe und deren Folgen, Festsetzen des Kolbens, Undichtigkeiten, Blockieren der Steuerventile, verminderte Leistungsfähigkeit, etc., entstehen aufgrund des Zusammenwirkens von atmosphärischer und elektrolytischer Korrosion, wobei die letztere Art der Korrosion in Pneumatiksystemen vorherrschend ist. Beim elektrolytischen Prozess spielt das in der Feuchtigkeit der Umgebungsluft vorhandene Wasser die Rolle des Elektrolyten. Die galvanische Reaktion ist das Ergebnis der Potentialdifferenz :

- Abb. 1 - Potentialdifferenz zwischen Metallen,
- Abb. 2 - Unterschiede in der elektrolytischen Konzentration,
- Abb. 3 und 4 - Unterschiede in Luft- und Sauerstoffgehalt.

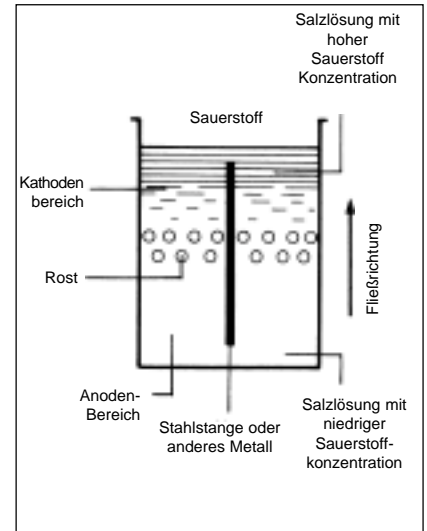
Bei Gewindeverbindungen können die drei Arten von elektrolytischer Korrosion in unterschiedlichen Kombinationen auftreten.



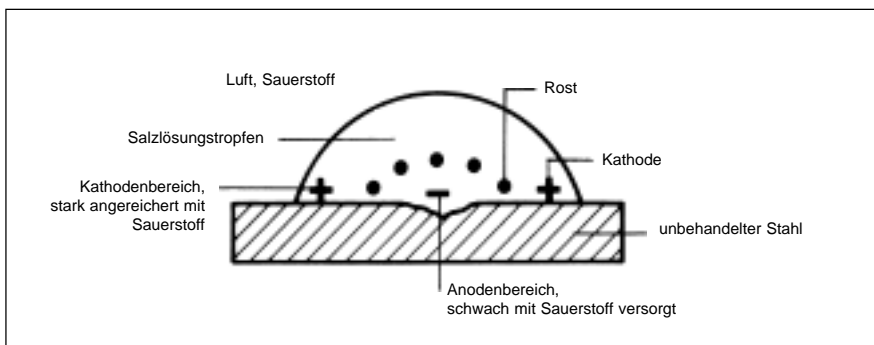
**Abb. 1 - Potentialgefälle zwischen Metallen**



**Abb. 2 - Unterschied in der elektrolytischen Konzentration**



**Abb. 3 - Unterschiede in Luft- und Sauerstoffgehalt**



**Abb. 4 - Grundsatz der Korrosion mit unterschiedlichen Sauerstoffkonzentrationen**

## Gewindeanschlüsse und Korrosion

Zur Vermeidung von Korrosion sind zwei allgemeine Grundsätze zu beachten.

### Erste Regel : Verträglichkeit der unterschiedlichen Grundmetalle

Die Korrosionsanfälligkeit der unterschiedlichen Grundmetalle bei gegenseitiger Berührung hängt von dem Unterschied zwischen Kontaktpotentialen ab oder von der elektrolytischen Zersetzungsspannung des beteiligten Metalls. Je größer das Potentialgefälle ist, desto größer ist die Neigung zur Korrosion. Das Metall mit dem höheren negativen Potential bildet die Anode und erleidet Korrosion.

Beispiele:

- Messing auf Kupfer = sehr geringe Korrosion,
- Messing auf Zink = starke Korrosion,
- Stahl auf Zink = mittlere Korrosion,
- Stahl auf Kupfer = starke Korrosion.

Nicht passivierter Edelstahl hat eine Zersetzungsspannung von etwa - 0.70 Volt und wird von Kupfer oder Messing stark angegriffen.

Passivierter Edelstahl hat eine verminderte Zersetzungsspannung von - 0.24 Volt. Die Passivierung erfolgt durch die direkte Oxydation der in Stahl enthaltenen Chrombestandteile. Oberflächenbeschädigungen durch Kratzer, Lötzinn oder andere Verunreinigungen legen das Grundmetall frei und führen zu einer höheren Zersetzungsspannung.

|                                   | Metall  | Potentialgefälle in Volt |               |
|-----------------------------------|---|--------------------------|---------------|
| ↑<br>anodisch                     | Magnesiumlegierung G-A3Z1                     | - 1,770                  | ↑<br>korrosiv |
|                                   | Magnesiumlegierung G-A9                       | - 1,625                  |               |
|                                   | Zink (als galvanisierte Beschichtung)         | - 0,975                  |               |
|                                   | Aluminiumlegierung A-Z4G (T35)                | - 0,905                  |               |
|                                   | Aluminiumlegierung A-Z8GU (plaqué AZ2)        | - 0,900                  |               |
|                                   | Aluminium                                     | - 0,785                  |               |
|                                   | Aluminiumlegierung nicht galvanisch behandelt | - 0,775                  |               |
|                                   | Aluminiumlegierung mit Chrom A-G3             | - 0,760                  |               |
|                                   | Aluminiumlegierung mit Chrom A-G5             | - 0,755                  |               |
|                                   | Aluminiumlegierung A-U4SG                     | - 0,730                  |               |
| Stahl XC 18 S                     | - 0,700                                       | ↓<br>nicht korrosiv      |               |
| Kadmium (AS-Beschichtung)         | - 0,690                                       |                          |               |
| Aluminiumlegierung A-U4G          | - 0,585                                       |                          |               |
| Blei                              | - 0,535                                       |                          |               |
| Chrom (als Galvanisier - Auflage) | - 0,460                                       |                          |               |
| Zinn                              | - 0,425                                       |                          |               |
| Lötzinn                           | - 0,400                                       |                          |               |
| Messing U-Z15 NS                  | - 0,360                                       |                          |               |
| Titanlegierung 65 A               | - 0,340 bis - 0,285                           |                          |               |
| Messing U-Z33                     | - 0,250                                       |                          |               |
| Chemischer Nickel                 | - 0,292                                       | ↓<br>nicht korrosiv      |               |
| Edelstahl 18/8 (passiviert)       | - 0,240                                       |                          |               |
| Kupfer (99,9 %)                   | - 0,230                                       |                          |               |
| Nickel                            | - 0,175                                       |                          |               |
| Rhodium                           | - 0,114                                       |                          |               |
| Platin                            | 0   |                          |               |
| Silber                            | + 0,150                                       | ↓<br>nicht korrosiv      |               |
| Gold                              | + 0,400                                       |                          |               |
| ↓<br>kathodisch                   |   |                          |               |

### Zweite Regel : Trockene Druckluft

Wasser wirkt als Elektrolyt und es besteht ein enger Zusammenhang zwischen der relativen Luftfeuchtigkeit und elektrolytischer Korrosion.

Die Menge des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes wird in Gramm "g" des Wasserdampfes pro Einheit Luftmenge (1 Kubikmeter) gemessen. Die Sättigungstemperatur oder der Wasserdampftaupunkt ist die Temperatur, bei der die relative Luftfeuchtigkeit 100 % beträgt. Die entsprechende Menge an Wasserdampf hat eine obere Grenze, die von der Temperatur abhängt und mit dieser steigt (siehe Tabelle).

Ein Abkühlen unter die Sättigungstemperatur verursacht Kondensation durch die Bildung von Wassertropfen. In der Praxis wird die elektrolytische Korrosion dann von Bedeutung sein, wenn die relative Luftfeuchtigkeit der Umgebungsluft mehr als 50 % beträgt.

Beispiel :

Bei einer Umgebungstemperatur von 20 Grad Celsius und einer durchschnittlichen relativen Luftfeuchtigkeit von 60 % nimmt ein Kompressor, der 1000 m<sup>3</sup> Luft pro Stunde bei einem Druck von 7 bar liefert, 10,3 kg Wasser pro Stunde auf.

$$17,14 \times 0,6 = 10,3 \text{ g/m}^3$$

$$1000 \text{ Nm}^3 \times 10,3 \text{ g} = 10,3 \text{ kg/h}$$

Dieses Beispiel macht deutlich, wie wichtig Vorkehrungen für die ausreichende Abkühlung und das Trocknen der Druckluft sind.

| Menge des Wasserdampfes bei 100% rel. Luftfeuchtigkeit |      |      |      |      |      |       |       |    |       |     |     |
|--|------|------|------|------|------|-------|-------|----|-------|-----|-----|
| Temperatur in Grad Celsius<br>Wasserdampftaupunkt      | -30  | -20  | -10  | 0    | 10   | 20    | 30    | 40 | 50    | 60  | 80  |
| Wasserdampf max. (Sättigung) g/m <sup>3</sup>          | 0,33 | 0,88 | 2,15 | 4,86 | 9,35 | 17,14 | 30,07 | 50 | 82,25 | 129 | 290 |

# Technisches Kapitel

## Bei pneumatischen Anwendungen verwendete Schläuche und Rohre

A

### Polyamid-Rohr

Das kalibrierte Parker-Polyamid-Rohr zum Einsatz mit Pneumatik Verschraubungen wird aus Polyamid (PA 12) extrudiert.

Diese Rohre werden innerhalb der Grenzwerte von CETOP RP54P / DIN 73378 usw. gefertigt und eignen sich hervorragend für pneumatische Anwendungen.

Für einen Dauereinsatz bei hohen Temperaturen empfehlen wir ein Rohr mit Hitze- und Lichtschutz.

- Gute Schwingungs-/Dämpfungs-Eigenschaften,
- Die Rohre sind für eine leichtere Kennzeichnung in unterschiedlichen Farben lieferbar
- Hohe Abriebfestigkeit
- Geringer Druckabfall
- Keine Wärmeausdehnung.

### Technische Daten

#### Betriebsdruck

Der Betriebsdruck der Polyamid-Rohre hängt von der Betriebstemperatur ab. Die nachstehenden Betriebsdrücke basieren auf einem Sicherheitsfaktor 3:1.

| Betriebsdruck (MPa)  |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
|----------------------|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Rohrgröße \ Temp. °C | -40 | -20 | 0  | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| 3 x 0,60             | 27  | 27  | 27 | 27 | 22 | 19 | 17 | 15 | 14 | 13 | 12 | 10  |
| 4 x 0,65             | 21  | 21  | 21 | 21 | 18 | 15 | 14 | 12 | 11 | 10 | 9  | 8   |
| 4 x 1                | 39  | 39  | 39 | 39 | 32 | 28 | 25 | 22 | 20 | 18 | 17 | 14  |
| 5 x 1                | 29  | 29  | 29 | 29 | 24 | 21 | 19 | 17 | 15 | 14 | 13 | 10  |
| 6 x 1                | 24  | 24  | 24 | 24 | 20 | 17 | 15 | 13 | 12 | 11 | 10 | 8   |
| 8 x 1                | 17  | 17  | 17 | 17 | 14 | 12 | 11 | 10 | 9  | 8  | 8  | 6   |
| 10 x 1               | 13  | 13  | 13 | 13 | 11 | 10 | 9  | 8  | 7  | 6  | 6  | 5   |
| 10 x 1,25            | 18  | 18  | 18 | 18 | 15 | 13 | 11 | 10 | 9  | 8  | 8  | 6   |
| 10 x 1,5             | 22  | 22  | 22 | 22 | 18 | 16 | 14 | 13 | 11 | 10 | 10 | 8   |
| 12 x 1               | 22  | 22  | 22 | 22 | 18 | 16 | 14 | 13 | 11 | 10 | 10 | 8   |
| 14 x 1,5             | 11  | 11  | 11 | 11 | 9  | 8  | 7  | 6  | 6  | 5  | 5  | 4   |
| 16 x 1,5             | 15  | 15  | 15 | 15 | 12 | 11 | 10 | 9  | 8  | 7  | 7  | 5   |

| Berstdruck (MPa)     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |     |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Rohrgröße \ Temp. °C | -40 | -20 | 0   | 20  | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| 3 x 0,60             | 81  | 81  | 81  | 81  | 67 | 58 | 52 | 46 | 42 | 38 | 36 | 29  |
| 4 x 0,65             | 64  | 64  | 64  | 64  | 53 | 46 | 41 | 37 | 33 | 30 | 28 | 23  |
| 4 x 1                | 116 | 116 | 116 | 116 | 96 | 83 | 74 | 66 | 60 | 54 | 51 | 42  |
| 5 x 1                | 87  | 87  | 87  | 87  | 72 | 63 | 56 | 50 | 45 | 41 | 38 | 31  |
| 6 x 1                | 71  | 71  | 71  | 71  | 59 | 51 | 45 | 40 | 37 | 33 | 31 | 25  |
| 8 x 1                | 52  | 52  | 52  | 52  | 43 | 37 | 33 | 29 | 27 | 24 | 23 | 19  |
| 10 x 1               | 40  | 40  | 40  | 40  | 33 | 29 | 26 | 23 | 21 | 19 | 18 | 15  |
| 10 x 1,25            | 53  | 53  | 53  | 53  | 44 | 38 | 34 | 30 | 27 | 25 | 23 | 19  |
| 12 x 1               | 33  | 33  | 33  | 33  | 27 | 24 | 21 | 19 | 17 | 16 | 15 | 12  |
| 14 x 1,5             | 45  | 45  | 45  | 45  | 37 | 32 | 29 | 26 | 23 | 21 | 20 | 16  |
| 16 x 1,5             | 39  | 39  | 39  | 39  | 32 | 28 | 25 | 22 | 20 | 18 | 17 | 14  |

Bezüglich der chemischen Beständigkeit der Polyamid-Rohre wenden Sie sich bitte an Ihren Parker-Verkaufsingenieur.

### PEBA-Rohr (Polyether Block-Amid)

Das PEBA-Rohr wird aus einer Mischung aus weichen Polyethern und harten Polyamiden hergestellt.

Das PEBA-Rohr wird in unterschiedlichen Gütestufen gefertigt und kann durch entsprechende Zusätze gegen Hitze und Licht geschützt werden.

#### Vorteile des PEBA-Rohres:

Das PEBA-Rohr hat im Vergleich zu anderen Polyamiden zusätzliche Vorteile:

- Kleinere Biegeradien als PA 12
- Passend für eine Betriebstemperatur innerhalb des Bereiches von - 40° bis + 80° Celsius.
- Hervorragende Kriechfestigkeit unter Belastung.

#### Chemische Festigkeit

| Flüssigkeit         | Testbedingungen | Ergebnis |
|---------------------|-----------------|----------|
| Kochendes Wasser    | 7 Tage/100° C   | A        |
| Öl                  | 7 Tage/120° C   | A        |
| Motorenbenzin Super | 7 Tage/23° C    | B        |
| Aceton              | 7 Tage/23° C    | A        |
| Trichloräthylen     | 7 Tage/23° C    | B        |

A = hervorragend - B = mittelmäßig

## Bei pneumatischen Anwendungen verwendete Schläuche und Rohre

### Polyurethan-Rohr (Norm NF E49-101 1994)

Das kalibrierte Parker-Polyurethan-Rohr wird durch Extrudieren hergestellt. Die Oberflächenhärte beträgt 95 Shore A (geringfügig höher als 40 Shore D). Dieses Rohr ist nach der Norm NF E49 101 1994 hergestellt.

Die ausgesprochen gute Flexibilität gestattet einen minimalen Biegeradius bei kompakten Installationen.

Ein Maßkontrollsystem auf der Grundlage fortgeschrittener Laser-Technik gewährt eine feste Toleranz des äußeren Rohrdurchmessers.

#### Vorteile

- Sehr hohe Flexibilität mit Biegeradien, dreimal besser als Polyamid-Rohre,
- Die Rohre sind zur Identifikation der Leitungen in unterschiedlichen Farben lieferbar,
- Gute Schwingungsfestigkeit,
- Geringes Gewicht,
- Verringerte Einbauzeit.

### Technische Daten

#### Betriebsdruck

Der Betriebsdruck der Polyurethan-Rohre hängt von der Betriebstemperatur ab.

|           |           | Betriebsdruck (MPa) |     |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------|-----------|---------------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Rohrgröße | Temp. °C. | -40                 | -20 | 0  | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
|           | 3 x 0,45  | 10                  | 10  | 10 | 10 | 8  | 7  | 6  | 6  | 5  | 5  |
| 4 x 0,75  | 11        | 11                  | 11  | 11 | 9  | 8  | 7  | 6  | 6  | 5  |    |
| 5 x 1     | 12        | 12                  | 12  | 12 | 10 | 9  | 8  | 7  | 6  | 6  |    |
| 6 x 1     | 10        | 10                  | 10  | 10 | 8  | 7  | 6  | 6  | 5  | 5  |    |
| 8 x 1,25  | 9         | 9                   | 9   | 9  | 8  | 7  | 6  | 5  | 5  | 4  |    |
| 10 x 1,5  | 9         | 9                   | 9   | 9  | 7  | 6  | 6  | 5  | 5  | 4  |    |
| 12 x 2    | 10        | 10                  | 10  | 10 | 8  | 7  | 6  | 6  | 5  | 5  |    |

|           |           | Berstdruck (MPa) |     |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------|-----------|------------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Rohrgröße | Temp. °C. | -40              | -20 | 0  | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
|           | 3 x 0,45  | 30               | 30  | 30 | 30 | 24 | 22 | 19 | 17 | 15 | 14 |
| 4 x 0,75  | 33        | 33               | 33  | 33 | 27 | 24 | 21 | 19 | 17 | 15 |    |
| 5 x 1     | 37        | 37               | 37  | 37 | 30 | 26 | 23 | 21 | 19 | 17 |    |
| 6 x 1     | 30        | 30               | 30  | 30 | 24 | 21 | 19 | 17 | 15 | 14 |    |
| 8 x 1,25  | 28        | 28               | 28  | 28 | 23 | 20 | 18 | 16 | 14 | 13 |    |
| 10 x 1,5  | 26        | 26               | 26  | 26 | 22 | 19 | 17 | 15 | 14 | 12 |    |
| 12 x 2    | 30        | 30               | 30  | 30 | 25 | 22 | 19 | 17 | 16 | 14 |    |

Bezüglich der chemischen Verträglichkeit der Polyurethan-Rohre wenden Sie sich bitte an Ihren Parker-Verkaufsingenieur.

### Schläuche

Pneumatik-Schläuche bestehen üblicherweise aus einer Einlage, einem verstärkenden Geflecht und einer Außendecke. Die Anzahl der verstärkenden Geflechte ist abhängig von der Druckauslegung des Schlauches. Die Außendecke ist perforiert, um Blasenbildung aufgrund der Luftverteilung zu vermeiden.

Schlauchleitungen werden für den Anschluß an fahrbare wie auch feststehende Maschinen und Geräte verwendet wie z. B. Handwerkzeuge, mobile Pneumatikzylinder, Kompressoren, etc.

#### Leitfähiges und nichtleitfähiges verstärkendes Geflecht

Bei der Anwendung unter gefährlichen Bedingungen bzw. bei Entzündungs-

gefahr wie z. B. druckluftbetriebenen Handwerkzeugen, die statische Ladung erzeugen, oder Handwerkzeugen, die versehentlich in Kontakt mit stromführenden Teilen geraten können, sind Verbindungen herzustellen, deren Schläuche ein leitfähiges verstärkendes Geflecht besitzen. Bei fahrbaren Pneumatikgeräten kann eine zusätzliche Erdung erforderlich werden, wenn die Leitfähigkeit der Metallverstärkung nicht ausreichend ist.

Umgekehrt sollten gewisse Gerätetypen mit Schläuchen angeschlossen werden, die eine nichtleitfähige Verstärkung tragen, z. B. Parker Push-Lok Schlauch, damit die Übertragung von Fehlstrom beispielsweise bei Elektroschweißen oder bei elektro-statischen Farbsprühgeräten, ausgeschaltet wird.

#### Parker Push-Lok Schläuche und Armaturen

Das Parker Push-Lok Schlauchsystem findet seinen Einsatz bei pneumatischen Anwendungen bis zu einem Betriebsdruck von 2,5 MPa.

Für einen torsionfreien Einbau sollte bei der Montage des Schlauches mind. ein Ende mit einem Drehanschluß versehen sein.

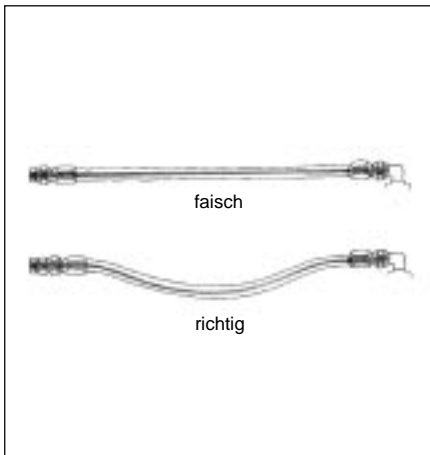
Für den Übergang von Kupfer- oder Kunststoffverrohrung auf Parker Push-Lok Schlauchleitungen können die Metrolok FF Schlauchanschlüsse verwendet werden.

# Technisches Kapitel

## Bei pneumatischen Anwendungen verwendete Schläuche

A

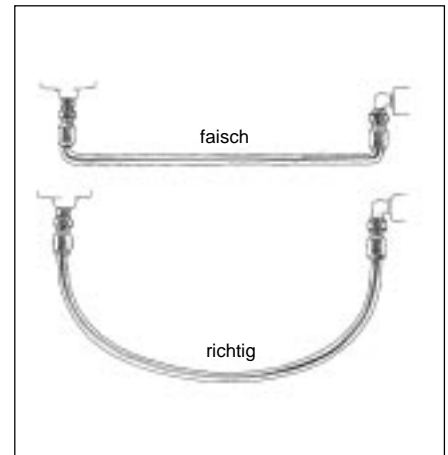
### Richtlinien für den Einbau



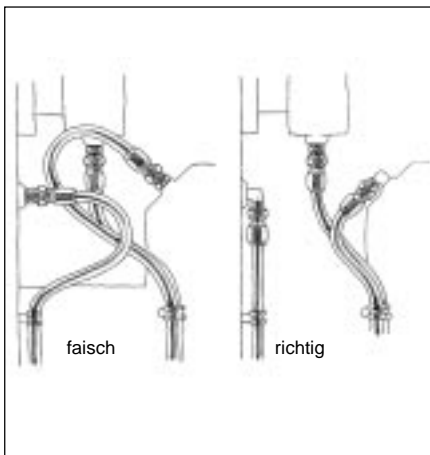
Schlauchleitungen dürfen nicht unter Spannung verlegt werden, sondern brauchen eine ausreichende Bewegungsfreiheit. Eine Längenveränderung von + 2 bis - 4% ist annehmbar.



Es ist dafür zu sorgen, daß der Schlauch torsionsfrei verlegt wird. Die Schlauchmarkierungen sowie die schwenkbaren Schlauchanschlüsse erleichtern eine torsionsfreie Installation.



Ein scharfes Abknicken des Schlauches an den Endpunkten ist zu vermeiden. Es wird eine Middestlänge des zweifachen Außendurchmessers zwischen dem Ende des Schlauchanschlusses und dem Beginn des Biegeradius empfohlen.



Bei rechtwinkligen Anordnungen sind Winkelverschraubungen zu verwenden, um eine Belastung des Anschlusses durch Biegung des Schlauches zu vermeiden. Scharfkantige Anordnungen sind zu vermeiden; die Schläuche sind durch Manschetten aus Metallspiralen gegen Scheuerstellen zu schützen.

Da das Risiko einer Ablösung des Schlauches während des Betriebs nicht ausgeschlossen werden kann, ist die Schlauchleitung so zu sichern, daß die gefährliche "Peitschwirkung" des Schlauches beim Ablösen vermieden wird.

### Endanschluß-Standards

#### JIC 37 Grad schwenkbarer Anschluß

Diese Schlauchnippel finden üblicherweise bei Hydrauliksystemen aus den USA Anwendung. Rohrgewinde UNF. Innenkegel 74 Grad. Geeignete Paßstücke sind Triple-Lok 37 Grad mit konisch erweiterten Verschraubungen. Rohrgewinde : UNF - NPTF - metrisch - BSPT - BSPP.

#### SAE 45 Grad schwenkbarer Anschluß

Diese Schlauchnippel finden in der Kfz.-Industrie Anwendung und bei Kühltechniken mit niedrigen und mittleren Druckanforderungen. Grundkörper und Schwenkverschraubungen können als JIC 37 Grad und SAE 45 Grad Paßstücke verwendet werden mit Ausnahme der Größen -6 und -12.

#### DIN Anschlüsse

24-Grad-Konus, leichte und schwere Ausführung nach DIN-Standard. Gewindeanschlüsse können als Paßstücke verwendet werden.

## Bei pneumatischen Anwendungen verwendete Schläuche und Rohre

### Metrulok Anschlüsse :

Schwenkbare Metrulok Endanschlüsse sind so ausgelegt, daß sie zu allen Metrulok-Verschraubungen passen.

(Siehe Abschnitt über Metrulok)

### BSPT Anschlüsse :

BSPT Endanschlüsse werden für einen direkten Anschluß an Gewindeöffnungen verwendet.

### Standardmäßige nicht-metrische und metrische Rohre aus Stahl und Kupfer

| Nicht-metrische Kupfer-Rohre<br>passend zu BS2871<br>Teil 2 AD x Wandstärke<br>in Zoll | Metrische Kupfer-Rohre<br>passend zu DIN<br>1786 - NF A51 120<br>BS2781 Teil 2 ID x AD in<br>mm | Metrische<br>Stahlrohre<br>nach NF A 48-001<br>mm Innend. x Aussend |
|--|---|---|
| 1/8 x 0,028  |   |   |
| 3/16 x 0,028   |   |   |
| 1/4 x 0,036  | 4 x 6   | 4 x 6   |
| 5/16 x 0,036   | 6 x 8   | 6 x 8   |
| 3/8 x 0,036  | 8 x 10  | 8 x 10  |
| 1/2 x 0,064  | 10 x 12   | 10 x 12   |
| 5/8 x 0,064  | 12 x 14   | 12 x 14   |
|  | 14 x 16   | 14 x 16   |
| 3/4 x 0,064  | 15,6 x 18   | 16 x 18   |
|  | 17,6 x 20   | 17 x 20   |
|  | 18,8 x 22   | 19 x 22   |
| 1 x 0,080  | 21,8 x 25   | 22 x 25   |
| 1,1/4x 0,080   | 28 x 32   | 27 x 30   |

# Technisches Kapitel

## Berechnung von Pneumatik-Systemen

**Druckabfall aufgrund von Reibungswiderstand durch den Schlauchinnendurchmesser gegen den Durchfluß.**  
(der Druckabfall wird in MPa pro 10 m Schlauchlänge ausgedrückt).

| Schlauchinnendurchmesser und entsprechende Verschraubung | Druck MPa | Durchfluß durch 10 m Schlauchlänge (m <sup>3</sup> /h) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--|-----------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|  |           | 10   | 15   | 35   | 70   | 100  | 140  | 200  | 300  | 400  | 500  |
| 1/8<br><br>Durchmesser 5                                 | 5         | 0,1  | 0,4  | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
|  | 6         | 0,08   | 0,35 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
|  | 7         | 0,07   | 0,3  | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
|  | 8         | 0,05   | 0,2  | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| 3/16<br><br>Durchmesser 6                                | 5         | 0,07   | 0,18 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
|  | 6         | 0,06   | 0,15 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
|  | 7         | 0,05   | 0,10 | 0,9  | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
|  | 8         | 0,03   | 0,08 | 0,7  | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| 1/4<br><br>Durchmesser 8                                 | 5         | -  | 0,08 | 0,6  | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
|  | 6         | -  | 0,07 | 0,5  | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
|  | 7         | -  | 0,05 | 0,3  | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
|  | 8         | -  | 0,03 | 0,2  | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| 5/16<br><br>Durchmesser 10                               | 5         | -  | -    | 0,15 | 0,4  | 1,17 | -    | -    | -    | -    | -    |
|  | 6         | -  | -    | 0,1  | 0,3  | 0,85 | -    | -    | -    | -    | -    |
|  | 7         | -  | -    | 0,08 | 0,3  | 0,79 | -    | -    | -    | -    | -    |
|  | 8         | -  | -    | 0,05 | 0,2  | 0,70 | -    | -    | -    | -    | -    |
| 3/8<br><br>Durchmesser 12                                | 5         | -  | -    | 0,02 | 0,33 | 0,79 | -    | -    | -    | -    | -    |
|  | 6         | -  | -    | 0,01 | 0,18 | 0,53 | -    | -    | -    | -    | -    |
|  | 7         | -  | -    | 0,01 | 0,09 | 0,47 | -    | -    | -    | -    | -    |
|  | 8         | -  | -    | -    | 0,07 | 0,39 | -    | -    | -    | -    | -    |
| 1/2<br><br>Durchmesser 16                                | 5         | -  | -    | -    | 0,05 | 0,16 | 0,33 | 0,93 | -    | -    | -    |
|  | 6         | -  | -    | -    | 0,03 | 0,11 | 0,24 | 0,66 | 1,82 | -    | -    |
|  | 7         | -  | -    | -    | 0,03 | 0,10 | 0,22 | 0,62 | 1,71 | -    | -    |
|  | 8         | -  | -    | -    | 0,02 | 0,10 | 0,20 | 0,58 | 1,61 | -    | -    |
| 3/4<br><br>Durchmesser 20                                | 5         | -  | -    | -    | 0,01 | 0,02 | 0,04 | 0,11 | 0,26 | 0,50 | -    |
|  | 6         | -  | -    | -    | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,06 | 0,18 | 0,33 | -    |
|  | 7         | -  | -    | -    | -    | 0,01 | 0,02 | 0,06 | 0,16 | 0,31 | 0,52 |
|  | 8         | -  | -    | -    | -    | 0,01 | 0,02 | 0,05 | 0,15 | 0,29 | 0,48 |
| 1<br><br>Durchmesser 26                                  | 5         | -  | -    | -    | -    | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,06 | 0,12 | 0,22 |
|  | 6         | -  | -    | -    | -    | -    | 0,01 | 0,02 | 0,04 | 0,08 | 0,12 |
|  | 7         | -  | -    | -    | -    | -    | -    | 0,02 | 0,04 | 0,07 | 0,11 |
|  | 8         | -  | -    | -    | -    | -    | -    | 0,01 | 0,03 | 0,06 | 0,10 |

Empfohlener Arbeitsbereich



### Druckverlust in pneumatischen Systemen

Druckverlust oder Druckabfall in pneumatischen Systemen ist der Differentialdruck  $\Delta p$  (MPa) von der Zuluft zur Abluft.

Zur Berechnung der jeweiligen Leistungsstärke der Bestandteile des pneumatischen Systems, z. B. Ventile, Verschraubungen, Rohre, wird der Durchflußfaktor  $C_v$  verwendet. Die Zahl entspricht der Wassermenge (l) pro Zeiteinheit (min), die durch ein gegebenes Bauteil fließt, abhängig von dem Differentialdruck  $\Delta p$  (MPa).

Die U.S.A. verwenden den gleichen  $C_v$ -Faktor, ausgedrückt aber in US Gallone/min für ein  $\Delta p$  in psi, (Kv Frankreich = 14,3 Cv oder Cv USA = 0,07 Kv)

Deutschland verwendet einen Kv-Faktor, der in NI/min ausgedrückt wird.

#### Anmerkung:

Die in Nm<sup>3</sup>/min bzw NI/min angegebenen Normdurchflußdaten beziehen sich auf 0,6 MPa Eingangsdruck und gegen Atmosphäre offenen Ausgang.

In der Pneumatik wird die Durchflußrate  $Q$  normalerweise in freier Luft bei atmosphärischen Standard-Bedingungen ausgedrückt, Symbol ANR. Dies bezieht sich jedoch nicht auf die Eigenschaften der Kompressor-Ausgangsleistung, die sich auf Eingangsvolumen und relativen Eingangsdruck beziehen.

$Q_{ANR} = Q \text{ relat.} \times (P \text{ abs. i.e. manometrischer Druck} + 0,1 \text{ MPa atm})$   
 $1000 \text{ l/min ANR} = 100 \text{ l/min} \times (0,9 \text{ MPa} + 0,1 \text{ MPa atm.})$

## Berechnung von Pneumatik-Systemen

| Cv<br>UK/USA | Kv<br>Frankreich | Kv<br>Deutschland | $\Delta p$<br>MPa | Ql/min<br>(ANR) |
|--------------|------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| 0,14         | 2                |                   | 0,1               | 138             |
|              |                  |                   | 0,15              | 162             |
|              |                  |                   | 0,2               | 180             |
|              |                  |                   | 0,25              | 189             |
|              |                  |                   | 0,3               | 195             |
|              |                  | 0,125             | 0,6               | 138             |
| 0,28         | 4                |                   | 0,1               | 276             |
|              |                  |                   | 0,15              | 324             |
|              |                  |                   | 0,2               | 360             |
|              |                  |                   | 0,25              | 378             |
|              |                  |                   | 0,3               | 390             |
|              |                  | 0,250             | 0,6               | 308             |
| 0,49         | 7                |                   | 0,1               | 483             |
|              |                  |                   | 0,15              | 567             |
|              |                  |                   | 0,2               | 630             |
|              |                  |                   | 0,25              | 661             |
|              |                  |                   | 0,3               | 682             |
|              |                  | 0,438             | 0,6               | 482             |
| 0,84         | 12               |                   | 0,1               | 828             |
|              |                  |                   | 0,15              | 972             |
|              |                  |                   | 0,2               | 1080            |
|              |                  |                   | 0,25              | 1134            |
|              |                  |                   | 0,3               | 1170            |
|              |                  | 0,751             | 0,6               | 826             |
| 2,1          | 30               |                   | 0,1               | 2070            |
|              |                  |                   | 0,15              | 2430            |
|              |                  |                   | 0,2               | 2700            |
|              |                  |                   | 0,25              | 2835            |
|              |                  |                   | 0,3               | 2925            |
|              |                  | 1,878             | 0,6               | 2065            |
| 6,3          | 90               |                   | 0,1               | 6210            |
|              |                  |                   | 0,15              | 7290            |
|              |                  |                   | 0,2               | 8100            |
|              |                  |                   | 0,25              | 8500            |
|              |                  |                   | 0,3               | 8775            |
|              |                  | 5,636             | 0,6               | 6200            |

### Berechnung der Durchflußrate als eine Funktion von Cv/Kv

Für einen Eingangsdruck von 0,6 MPa.

Die Durchflußrate ist umgekehrt proportional zum Druck. In einem Pneumatikzylinder steigt beispielsweise der Druck von Anfang bis zum Ende des Hubs, während die Durchflußrate von ihrem höchsten Wert zu Beginn des Hubs bis auf Null am Ende des Hubs abnimmt.

Für ein pneumatisches Teil mit einem spezifizierten Durchfluß-Faktor Cv/Kv wird die Durchflußrate Q entsprechend einem Differentialdruck  $\Delta p$  von der Einströmung zur Ausströmung unter Verwendung folgender Gleichung errechnet :

$$Q \text{ ANR} = 403,3 \text{ Cv} \sqrt{\Delta p \times P}$$

Q = Durchflußrate l/min freie Luft

Cv = Durchflußfaktor

$\Delta p$  = Differentialdruck in MPa

P = abs. Ausgangsdruck

= abs. Eingangsdruck -  $\Delta p$ . abs.

Ausgangsdruck

= manometrischer Druck + 0,1 MPa atm.

Anmerkung: Diese Gleichung ist solange anwendbar, wie  $\Delta p$  weniger als die Hälfte des Eingangsdruckes beträgt.

Die links angegebenen Zahlen gelten für Luft bei 20 Grad °C Umgebungstemperatur, 65 % relativer Luftfeuchtigkeit und 0,10 MPa atmosphärischen Druck.

# Technisches Kapitel

## Berechnung von Pneumatik-Systemen

**Austrittsöffnung für unterschiedliche Zylinderarten- und Geschwindigkeiten für einen Eingangsdruck von 0,6 MPa.**

| Ventil        |                |      | Zylinder belastung |     | Max. Zylindergeschwindigkeit, die ohne Bremsen erreichbar ist, für Rohrlängen von 1 m (Geschwindigkeit in mm/s) |   |      |      |              |      |      |              |      |              |      |              |     |              |     |  |
|---------------|----------------|------|--------------------|-----|---|---|------|------|--------------|------|------|--------------|------|--------------|------|--------------|-----|--------------|-----|--|
| Verschraubung | Durchmesser mm | Cv   |                    |     | M5 Zylinder   |   |      |      | 1/8 Zylinder |      |      | 1/4 Zylinder |      | 3/8 Zylinder |      | 1/2 Zylinder |     | 3/4 Zylinder |     |  |
|               |                |      |                    |     | 8   | 10  | 12   | 16   | 20           | 25   | 32   | 40           | 50   | 63           | 80   | 100          | 125 | 160          | 200 |  |
| M5            | 3              | 0,14 | 346                | 80% | 6920  | 4380                                      | 3062 | 1721 | 1102         | 705  | 430  | 275          | 176  |              |      |              |     |              |     |  |
|               |                |      | 405                | 70% | 8100  | 5127                                      | 3584 | 2015 | 1290         | 825  | 504  | 322          | 206  |              |      |              |     |              |     |  |
|               |                |      | 441                | 60% | 8820  | 5582                                      | 3903 | 2194 | 1404         | 898  | 549  | 351          | 225  |              |      |              |     |              |     |  |
|               |                |      | 463                | 50% | 9260  | 5861                                      | 4097 | 2303 | 1475         | 943  | 576  | 369          | 236  |              |      |              |     |              |     |  |
| 1/8           | 5              | 0,49 | 1211               | 80% |   |   |      |      | 3857         | 2466 | 1506 | 964          | 617  | 389          | 241  |              |     |              |     |  |
|               |                |      | 1417               | 70% |   |   |      |      | 4513         | 2886 | 1762 | 1128         | 722  | 455          | 282  |              |     |              |     |  |
|               |                |      | 1543               | 60% |   |   |      |      | 4914         | 3143 | 1919 | 1229         | 786  | 495          | 307  |              |     |              |     |  |
|               |                |      | 1620               | 50% |   |   |      |      | 5159         | 3299 | 2015 | 1290         | 825  | 520          | 322  |              |     |              |     |  |
| 1/4           | 6              | 0,84 | 2076               | 80% |   |   |      |      |              |      |      | 1653         | 1058 | 666          | 413  | 264          | 169 |              |     |  |
|               |                |      | 2430               | 70% |   |   |      |      |              |      |      | 1935         | 1238 | 780          | 484  | 310          | 198 |              |     |  |
|               |                |      | 2646               | 60% |   |   |      |      |              |      |      | 2107         | 1348 | 849          | 527  | 337          | 216 |              |     |  |
|               |                |      | 2778               | 50% |   |   |      |      |              |      |      | 2212         | 1415 | 892          | 553  | 354          | 226 |              |     |  |
| 3/8           | 12             | 2,1  | 5190               | 80% |   | <b>kritischer Geschwindigkeitsbereich</b> |      |      |              |      |      |              | 1666 | 1033         | 661  | 423          | 258 | 165          |     |  |
|               |                |      | 6075               | 70% |   |   |      |      |              |      |      |              | 1950 | 1209         | 774  | 495          | 302 | 193          |     |  |
|               |                |      | 6615               | 60% |   |   |      |      |              |      |      | 2123         | 1317 | 843          | 539  | 329          | 211 |              |     |  |
|               |                |      | 6945               | 50% |   |   |      |      |              |      |      | 2229         | 1382 | 885          | 566  | 346          | 221 |              |     |  |
| 3/4           | 20             | 6,3  | 15570              | 80% |   |   |      |      |              |      |      |              |      |              | 775  | 496          |     |              |     |  |
|               |                |      | 18225              | 70% |   |   |      |      |              |      |      |              |      |              | 907  | 580          |     |              |     |  |
|               |                |      | 19845              | 60% |   |   |      |      |              |      |      |              |      |              | 988  | 632          |     |              |     |  |
|               |                |      | 20835              | 50% |   |   |      |      |              |      |      |              |      |              | 1037 | 664          |     |              |     |  |

Zylinder dürfen niemals einer 100 % igen Belastung ausgesetzt werden, wenn ihre Leistungsfähigkeit bestimmt werden soll (etwa 80%).

### Anmerkungen :

1 - Die gesamte Verdrängungszeit erhält man, wenn man die Hubzeit nimmt und die Beruhigungszeit, die Ansprechzeit (Tab. B, Seite 19) und die Zeit hinzurechnet, die für die Luftzufuhr in die Verrohrung länger als 1 m erforderlich ist (Tab. C, Seite 19).

2 - Geschwindigkeit und Ansprechzeit eines Zylinders sind nicht konstant, sondern leiten sich ab aus einer Vielzahl von Faktoren wie z. B. : die Trägheit der zu bewegenden Massen, Verzögerungseffekte beim Hubbeginn, Art der Zylinderkonstruktion (Dichtungen, Lastverteilung etc.), Zustand des Zylinders (Korrosion, Abnutzung, etc.), Lage des Zylinders (horizontal oder vertikal). Die genannten Höchstleistungswerte sind nur annähernde Werte und dienen Vergleichszwecken. Je nach Betriebsbedingungen können sich diese Werte um die Hälfte reduzieren.

## Berechnung von Pneumatik-Systemen

| Zyl.- ø<br>(mm) | Anschlags-<br>Gewinde | Hub<br>(mm) | Hub<br>Ansprechzeit (s) |
|-----------------|-----------------------|-------------|-------------------------|
| 32              | 1/8                   | 50          | 0,04                    |
|                 |                       | 100         | 0,08                    |
|                 |                       | 150         | 0,12                    |
|                 |                       | 200         | 0,16                    |
| 50              | 1/4                   | 100         | 0,07                    |
|                 |                       | 150         | 0,17                    |
|                 |                       | 200         | 0,23                    |
|                 |                       | 300         | 0,34                    |
| 80              | 3/8                   | 150         | 0,17                    |
|                 |                       | 200         | 0,23                    |
|                 |                       | 300         | 0,35                    |
|                 |                       | 400         | 0,46                    |
| 100             | 1/2                   | 200         | 0,13                    |
|                 |                       | 300         | 0,19                    |
|                 |                       | 400         | 0,25                    |
|                 |                       | 500         | 0,31                    |
| 125             | 1/2                   | 300         | 0,29                    |
|                 |                       | 400         | 0,39                    |
|                 |                       | 500         | 0,43                    |
|                 |                       | 600         | 0,59                    |
| 160             | 1/2                   | 400         | 0,64                    |
|                 |                       | 500         | 0,80                    |
|                 |                       | 600         | 0,96                    |
|                 |                       | 700         | 1,13                    |
|                 |                       | 800         | 1,29                    |

**Zylinder-Ansprechzeit (Tab. B)**  
bezogen auf 80% Last bei 0,6 MPa  
Eingangsdruck und 1 m Rohrlänge.

Die gezeigten durchschnittlichen Ansprechzeiten beinhalten einen Spielraum für die Zeit, die zum Leeren des Rohrnetzes und der Wiederherstellung des Druckes benötigt wird. Die angegebenen Werte sind nur annähernde Werte und unterliegen Schwankungen je nach den Gegebenheiten bezüglich Verrohrung und Zylinder.

### Luftzufuhrzeit für unterschiedliche Rohrlängen und- durchmesser (Tab. C), Eingangsdruck von 0,6 MPa

| Rohr<br>Innendurchmesser<br>mm | Rohrlänge in m |       |       |       |       |       |
|--------------------------------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                | 2              | 4     | 5     | 6     | 8     | 10    |
| 3                              | 0,022          | 0,060 | 0,085 | 0,110 | 0,170 | 0,238 |
| 4                              | 0,018          | 0,045 | 0,063 | 0,084 | 0,130 | 0,185 |
| 6                              | 0,010          | 0,030 | 0,045 | 0,060 | 0,095 | 0,133 |
| 9                              | 0,018          | 0,035 | 0,048 | 0,060 | 0,090 | 0,120 |

Zeit in Sekunden

Man sollte möglichst nicht versuchen, den Druckabfall durch die Auswahl eines größeren Rohrdurchmessers zu verringern. Eine Überdimensionierung führt zu einer unwesentlichen Verbesserung des Druckabfalls auf Kosten der Abluft und zu einer erhöhten Ansprechzeit aufgrund der Notwendigkeit, ein größeres Volumen zu füllen.

# Technisches Kapitel

## Berechnung von Pneumatik-Systemen

A

### Empfohlene Höchstdurchflußmenge durch ein Rohr oder einen Schlauch in m<sup>3</sup>/h

| Druck in MPa | 1.1/2" ID 40mm | 1.1/4" ID 33mm | 1" ID 26mm | 3/4" ID 20mm | 1/2" ID 15mm | 3/8" ID 12mm | 1/4" ID 8mm | 1/8" ID 5mm |
|--------------|----------------|----------------|------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| 0,35         | 564            | 396            | 192        | 96           | 60           | 31,2         | 13,8        | 6,6         |
| 0,49         | 810            | 540            | 252        | 132          | 84           | 43,2         | 19,8        | 9,0         |
| 0,63         | 960            | 690            | 324        | 168          | 108          | 55,8         | 25,8        | 11,5        |
| 0,70         | 1140           | 780            | 366        | 204          | 120          | 62,4         | 28,8        | 12,5        |
| 0,87         | 1380           | 960            | 450        | 240          | 138          | 75,0         | 34,2        | 15,0        |

### Durchflußwiderstand innerhalb einer Verschraubung, ausgedrückt als die gleichwertige Länge des Schlauches

| Art der Verschraubung                       | Verschraubungsdurchmesser in mm |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|   | 2,7                             | 4    | 6    | 8    | 10   | 12   | 13   | 16   | 18   | 20   | 22   |
| 90 Grad Winkelstück                         | 0,26                            | 0,39 | 0,61 | 0,80 | 1,00 | 1,19 | 1,30 | 1,61 | 1,80 | 2,00 | 2,19 |
| T- oder Kreuzstück Durchfluß bei 90 Grad    | 0,52                            | 0,78 | 1,22 | 1,61 | 2,00 | 2,39 | 2,60 | 3,21 | 3,60 | 3,99 | 4,38 |
| T- oder Kreuzstück Durchfluß in der Leitung | 0,18                            | 0,27 | 0,43 | 0,56 | 0,70 | 0,80 | 0,91 | 1,12 | 1,26 | 1,40 | 1,50 |

#### Luftverbrauch

Man unterscheidet zwischen stündlichem und momentanem Luftverbrauch.

#### 1) Druckluftbetriebene Maschinen

Beispiel : Antriebszylinder, Durchmesser 100 mm, Hublänge 1 m, ein Zyklus pro Minute, Zylinderhub 0.8 s, Rückhub 15 s.

#### Stündlicher Luftverbrauch

Zylinderfläche in cm<sup>2</sup> x Hub cm = 7 850 cm<sup>3</sup>

Zylindervolumen cm<sup>3</sup> x (0,6 MPa + 1 atm) x Hub und Rückhub = 109900 cm<sup>3</sup> ccm<sup>3</sup> (ANR) während jedes Zyklus

Der Verbrauch ist 109,9 l x 60 = 6 594 l/h (ANR)

#### Momentaner Luftverbrauch

Zylinderfläche in cm<sup>2</sup> x Hub cm = 7 850 cm<sup>3</sup>

Zylindervolumen cm<sup>3</sup> x (0,6 MPa + 1 atm) x 1 Hub = 54 950 cm<sup>3</sup> in 0,85. Der Verbrauch ist 54,95 l x 60/0,8 = 4 121 l/min (ANR)

Anmerkung : Bei der Berechnung des Luftverbrauches bei Antriebszylindern kann die Kolbenstangenfläche unberücksichtigt bleiben.

Die Musterberechnung zeigt, daß es oft notwendig ist, für einen Druckspeicher an der Maschine zu sorgen.

#### Leitungsvolumen

Bei Zylindern mit kurzer Hublänge muß bei der Berechnung des Luftverbrauchs das Leitungsvolumen zwischen dem Richtungssteuerventil und dem Zylinder berücksichtigt werden.

Beispiel: Antriebszylinder wie zuvor, aber mit einer Hublänge von 100 mm und 4 m Anschlußleitung, ID 12 mm.

#### Stündlicher Luftverbrauch

Zylinderfläche in cm<sup>2</sup> x 10 cm = 785 cm<sup>3</sup>

Zylindervolumen cm<sup>3</sup> x (0,6 MPa + 1 atm) x Hub und Rückhub = 10 990 cm<sup>3</sup> (ANR) während jedes Zyklus von einer Minute.

entspricht 10,99 l x 60 = 660 l/h (ANR)

Leitungsfläche cm<sup>2</sup> x 400 cm = 452,16 cbc

Leitungsvolumen cm<sup>3</sup> (0,6 MPa + 1 atm) x Hub und Rückhub = 6 330 cm<sup>3</sup> (ANR) pro Zyklus von einer Minute, entspricht 6,33 l x 60 = 380 l/h (ANR)

#### Momentaner Luftverbrauch

Zylinderfläche in cm<sup>2</sup> x 10 cm = 785 cm<sup>3</sup>

Zylindervolumen cm<sup>3</sup> x (0,6 MPa + 1 atm) x 1 Hub = 5 495 cm<sup>3</sup> in 0,8 s entspricht 5495 l x 60 / 0,8 = 237 l/min (ANR).

Leitungsfläche cm<sup>2</sup> x 400 cm = 452,16 cm<sup>3</sup>

Leitungsvolumen cm<sup>3</sup> x (0,6 MPa + 1 atm) x Hub = 3 165 cm<sup>3</sup> (ANR) in 0,8 s, entspricht 3,16 l x 60 / 0,8 = 412 l/min (ANR)

Mit dieser Musterberechnung wird veranschaulicht, daß in manchen Fällen das Leitungsvolumen mehr als die Hälfte des Luftverbrauchs ausmacht. In solchen Fällen ist es wichtig, das Ventil so dicht wie möglich an den Zylinder zu montieren.

Für Zylinder mit niedrigen Geschwindigkeiten empfiehlt sich die Verwendung von Anschlußleitungen mit geringeren Durchmessern.

## Berechnung von Pneumatik-Systemen

### Luftverbrauch bei unterschiedlichen pneumatischen Werkzeugen.

| Werkzeug                    | Verbrauch<br>m <sup>3</sup> /h (ANR) | Arbeitszyklus<br>sek. |
|-----------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| Schergeräte                 | 24                                   | 0,1 bis 0,8           |
| Schlagschrauber :           |                                      |                       |
| 6 mm Schrauben              | 17                                   | 0,1 bis 0,6           |
| 12 mm Schrauben             | 24                                   | 0,1 bis 0,6           |
| 16 mm Schrauben             | 27                                   | 0,1 bis 0,6           |
| 20 mm Schrauben             | 45                                   | 0,1 bis 0,6           |
| 33 mm Schrauben             | 66                                   | 0,1 bis 0,3           |
| 40 mm Schrauben             | 72                                   | 0,1 bis 0,3           |
| Knabber:                    | 24                                   | 0,5 bis 0,6           |
| Schleifmaschine :           |                                      |                       |
| Durchmesser 100 mm          | 40                                   | 0,4 bis 0,5           |
| Durchmesser 150 mm          | 60                                   | 0,4 bis 0,5           |
| Durchmesser 180 mm          | 80                                   | 0,4 bis 0,5           |
| Durchmesser 235 mm          | 168                                  | 0,4 bis 0,5           |
| Schleif-/Schneidwerkzeuge : |                                      |                       |
| 6 bis 8 mm                  | 32                                   | 0,4 bis 0,6           |
| 8 bis 10 mm                 | 35                                   | 0,4 bis 0,6           |
| 10 bis 13 mm                | 40                                   | 0,4 bis 0,6           |
| 18 mm                       | 45                                   | 0,3 bis 0,7           |
| 22 mm                       | 66                                   | 0,3 bis 0,7           |
| 32 mm                       | 114                                  | 0,3 bis 0,7           |
| Spritzpistolen :            | 6 bis 25                             | 0,6 bis 0,9           |
| Schleifscheiben :           |                                      |                       |
| Durchmesser 127             | 36                                   | 0,4 bis 0,5           |
| Durchmesser 180             | 60                                   | 0,4 bis 0,5           |
| Schwingschleifer :          |                                      |                       |
| mit Scheibe                 | 21                                   | 0,8 bis 0,9           |
| mit Polster                 | 21                                   | 0,8 bis 0,9           |
| Faltenbalg (2 mm Düse)      | 10                                   | 0,1 bis 0,2           |
| Maschinenschrauber :        |                                      |                       |
| 6 mm                        | 23                                   | 0,1 bis 0,6           |
| 8 mm                        | 32                                   | 0,1 bis 0,6           |
| 10 mm                       | 35                                   | 0,1 bis 0,6           |

### 2) Pneumatische Werkzeuge

Bei der Auslegung von Druckluftkompressoren müssen alle Luftverbraucher wie z.B. Handwerkzeuge und Maschinen berücksichtigt werden.

Bei der Berechnung des Luftverbrauchs von pneumatischen Handwerkzeugen sollte die tatsächliche Arbeitszeit berücksichtigt werden. Für die dazugehörigen Anschlußleitungen ist auch der momentane Luftverbrauch zu bestimmen.

### Undichtigkeiten

Undichtigkeiten werden als Druckabfall in Druckluftsystemen sowie als Druckaufbau in Vakuumsystemen gemessen.

Die entsprechenden Leckraten werden wie nachstehend berechnet.

### Maßeinheiten bei Undichtigkeit

- 1 atm = 0,10 MPa = 760 Torr  
 - 1 atm cm<sup>3</sup>/s = 0,1 Pascal m<sup>3</sup>/s  
 = 0,0001 MPa l/s = 0,76 Torr l/s  
 = 760 Lusec (Liter, Mikron, Sekunde)

### Berechnung von Undichtigkeiten in Druckluftsystemen

Tankvolumen : 1 m<sup>3</sup>  
 Anfangsdruck : 0,8 MPa  
 Druck nach 12 Min 30 Sek = 0,5 MPa  
 Druckabfall : 0,8 - 0,5 = 0,3 MPa  
 Leckrate = 1 m<sup>3</sup> x 0,3 MPa x 60/12,5  
 entspricht 14,4 m<sup>3</sup>/h (ANR).

### Berechnung von Undichtigkeiten in Vakuumsystemen

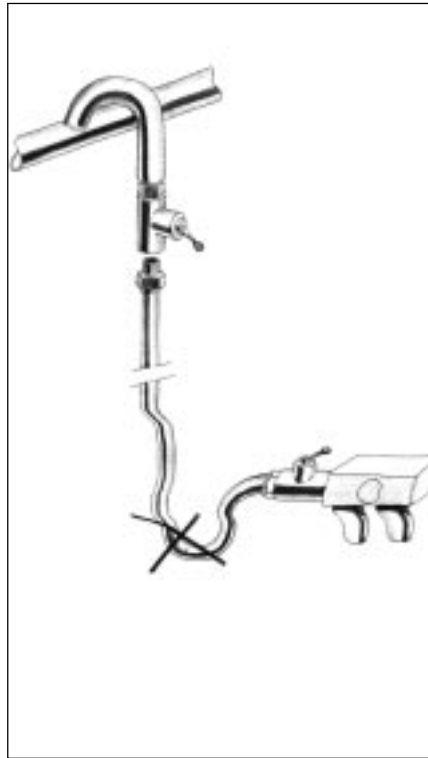
Tankvolumen = 1 m<sup>3</sup>  
 Anfangsvakuum = 0,012 atm.  
 Vakuum nach 8 Min 30 Sek : 0,08 atm

Druckanstieg: 0,08 - 0,012 = 0,068 atm  
 Leckrate = 1000 cm<sup>3</sup> x 0,068 atm x 60/8,5  
 entspricht 480 atm cm<sup>3</sup>/s.

### Auffinden von Undichtigkeiten

Seifenblasenmethode :  
 Ein Loch von 2 µm erzeugt bei einem Druck von 0,2 MPa eine Blase von 1 mm<sup>3</sup> pro Minute.

Sprühmethode :  
 Der einfachen und praktischen Anwendung dienen Lecktester zum Aufsprühen.



### Versorgungsleitungen

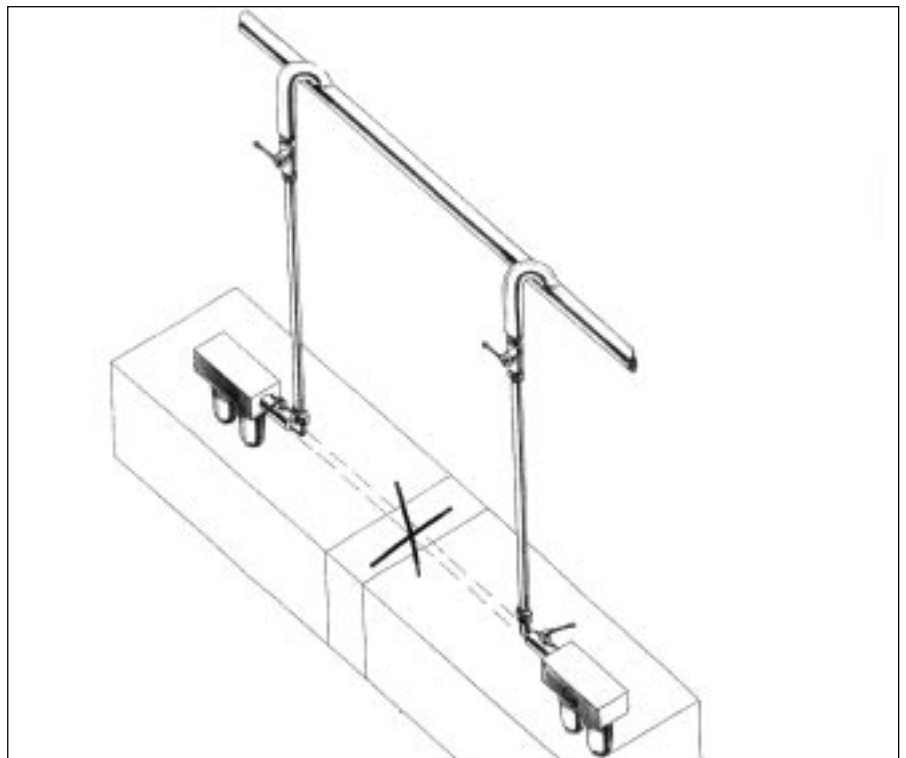
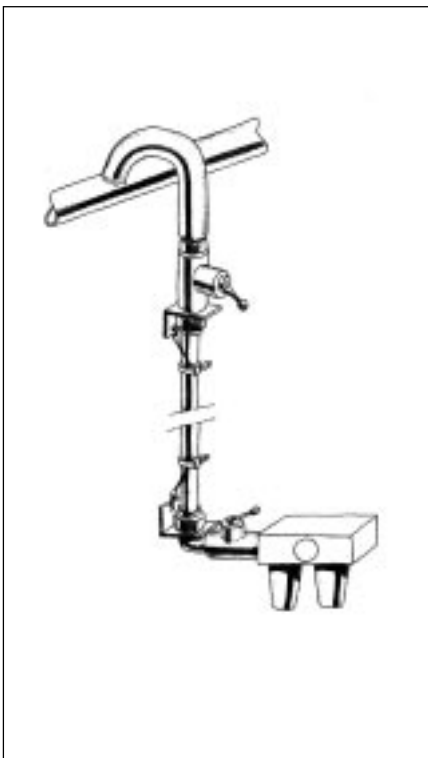
Stahlverrohrungen, Kupferverrohrungen und mit Stahlgeflecht verstärkte Schläuche werden für den Anschluß von druckluftbetriebenen Maschinen an das Versorgungsnetz verwendet. Anschlußleitungen aus ungesichertem Kunststoffrohr werden nicht empfohlen. Nutzleitungen, auch wenn sie aus Kupfer sind, sollten nicht für Erdungszwecke verwendet werden.

### Hängende Druckleitungen

Für hängende Druckleitungen bietet das Parker Push-Lok-System (Steckschlauch) eine leichte Montage und Ausrichtung sowie einen schwingungsdämpfenden Anschluß.

**Schlauchleitungen, z.B. Parker Push-Lok (Steckschlauch) sind sicherheitsrelevante Bauelemente.**

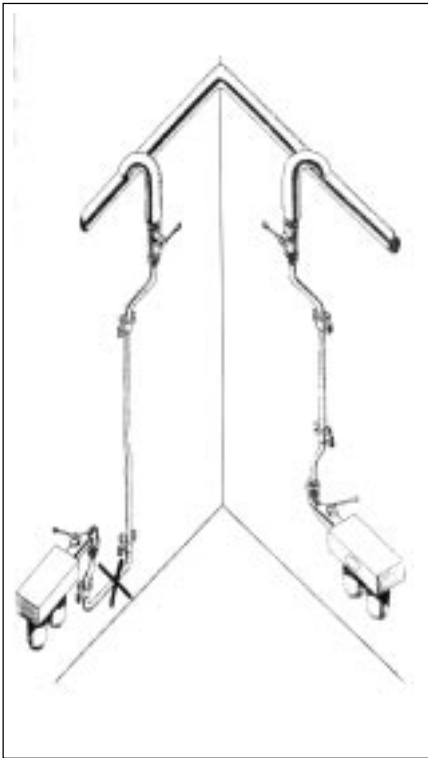
Deshalb müssen gesetzliche, versicherungstechnische und sonstige Bestimmungen (z. B. UVV) mit besonderer Sorgfalt bei der Auswahl und Anwendung befolgt werden.



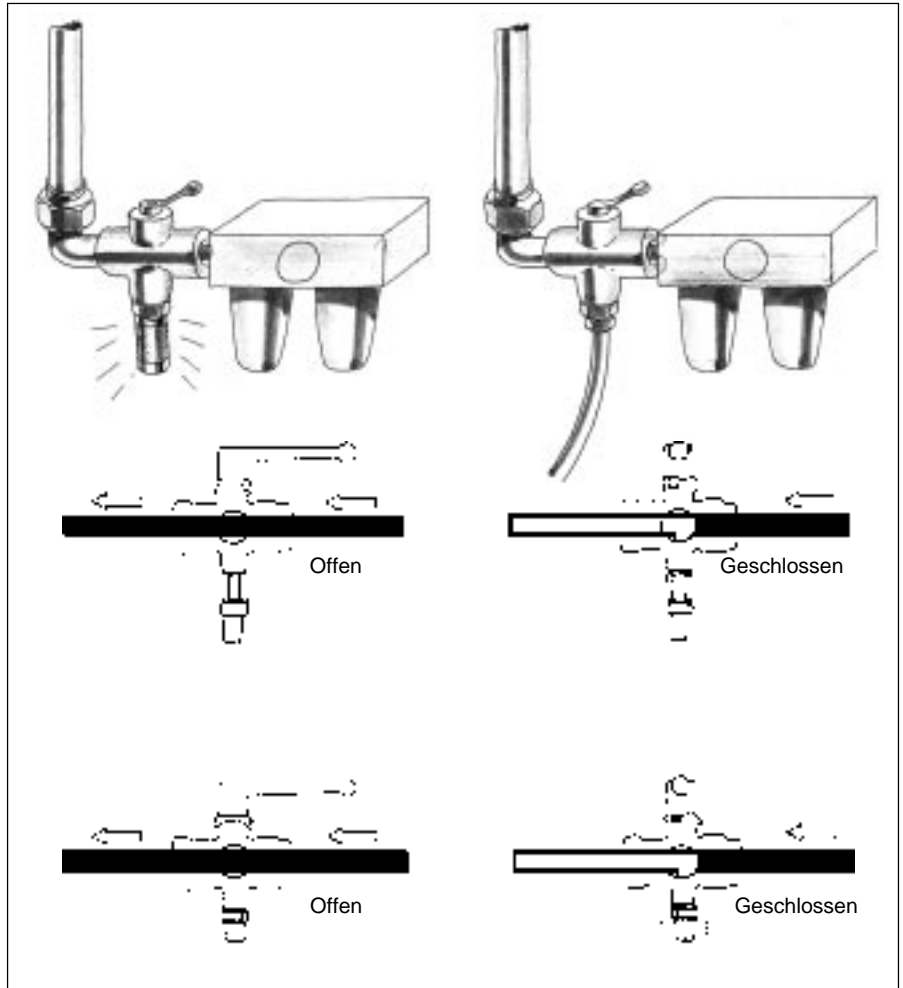
Nutzleitungen, auch wenn sie aus Kupfer sind, sollten nicht zum Zwecke des Erdens verwendet werden.

Schwierigkeiten bei der Ausrichtung und mit Schwingungen lassen sich vermeiden, wenn die Geräte nicht an eine gemeinsame Luftversorgung angeschlossen werden.

## Richtlinien für den Einbau



**Wandmontage von Druckleitungen**  
Für Anschlußleitungen, die an der Wand angebracht sind, werden Kupfer- oder Stahlverrohrungen den flexiblen Rohren vorgezogen. Die Leitung wird mit Rohrschellen im Abstand von etwa 1 m an der Wand befestigt.



### Start und Entlastungsventile

Ein Start- und ein Entlastungsventil werden an der Zuluftseite jeder druckluftbetriebenen Maschine "in der Leitung" montiert. Am Auslaß des Entlastungsventils sind ein Schalldämpfer und ein Druckentlastungsventil einzubauen.

**Parker Rohrverschraubungen vereinfachen den Einbau von Verbindungen zwischen druckluftbetriebenen Maschinen und Versorgungsnetzen und erleichtern besonders den Übergang von der Kupfer- zur Kunststoffverrohrung oder zu Druckluftschläuchen.**



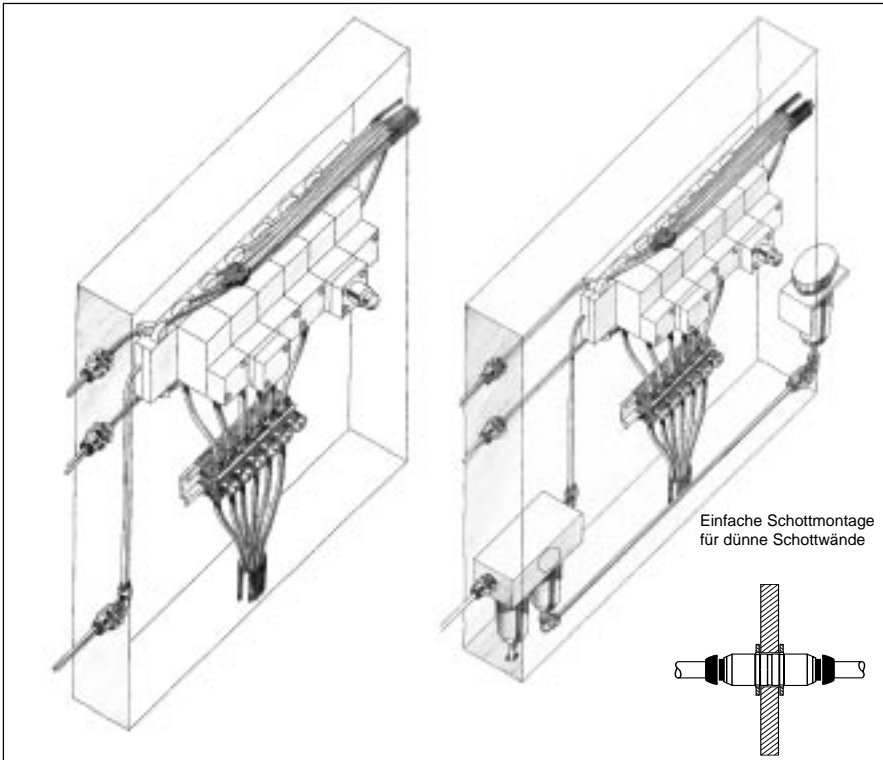
### Hohe Temperaturen oder starke Schwingungen

Bei hohen Temperaturen und starken Schwingungen wird die Verwendung entsprechend geeigneter Schlauchleitungen empfohlen.

# Technisches Kapitel

## Richtlinien für den Einbau

A

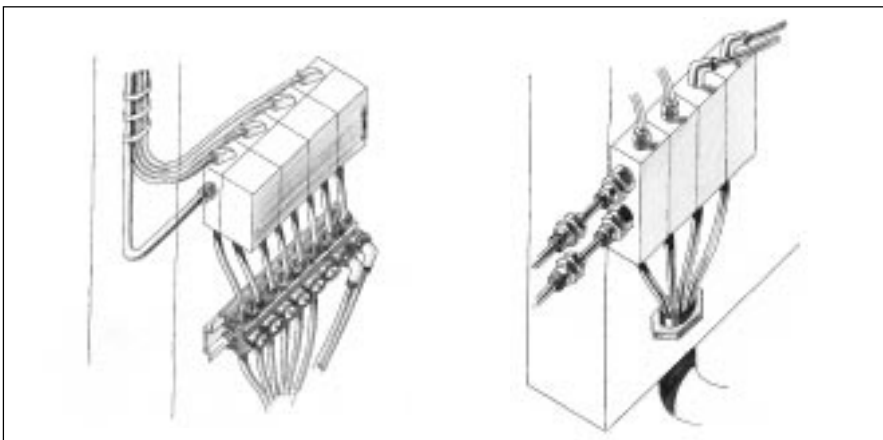


### Geräte zur Luftaufbereitung

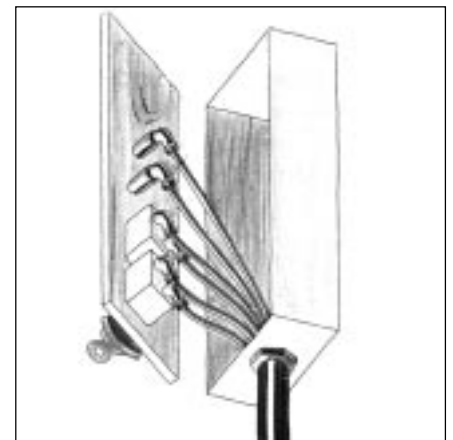
Die Wartungseinheit wird normalerweise zuluftseitig am druckluftgetriebenen Gerät angebracht, weil dort die Ablauf- und Füllstopfen für Wartungszwecke leicht zugänglich sind.

Viele Pneumatiksysteme verwenden ölfreie Steuerluft. Für die Steuerleitung ist eine kleine Rohrgröße ausreichend, da der Luftverbrauch des Steuerkreislafs gering ist.

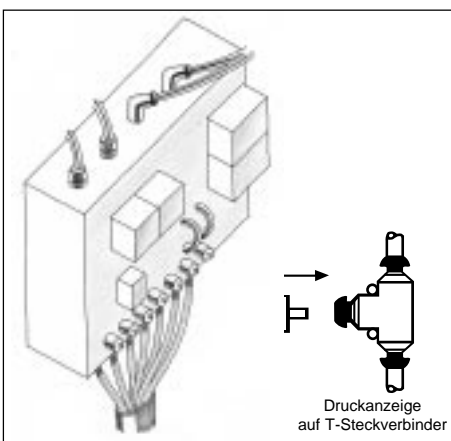
Im Falle von geschlossenen Steuer-schränken mit eingebauten Luftaufbereitungseinrichtungen sollten die Anschlüsse der Abluftleitungen und Zuleitungen des Ölspeicherbehälters an der Außenseite des Steuer-schranks liegen.



Pneumatische Verteilung



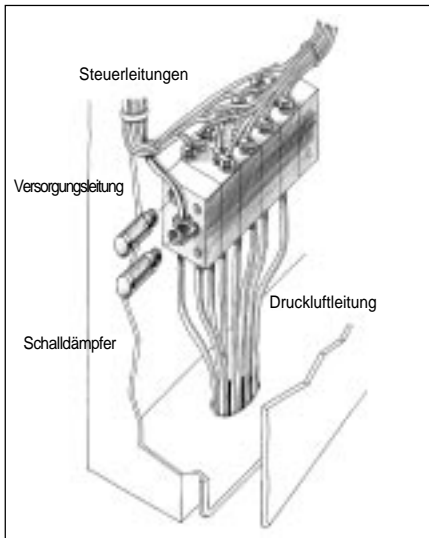
Einbau in Bedienungspult



Druckanzeige auf T-Steckverbinder

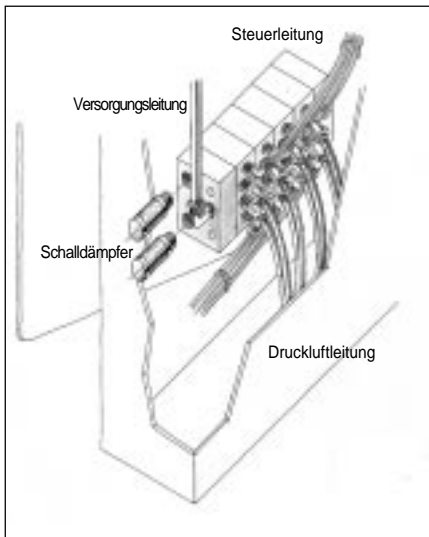
Montage auf Bedienungspult

## Richtlinien für den Einbau

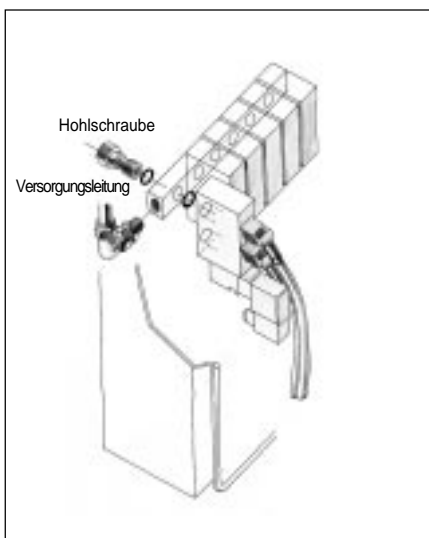


**Verrohrung des  
Versorgungskreislaufes  
in einem Steuerschrank**

Verblockbare Ventilgruppen  
mit Verrohrung oben und unten



Verblockbare Ventilgruppen  
mit rückwärtiger Verrohrung

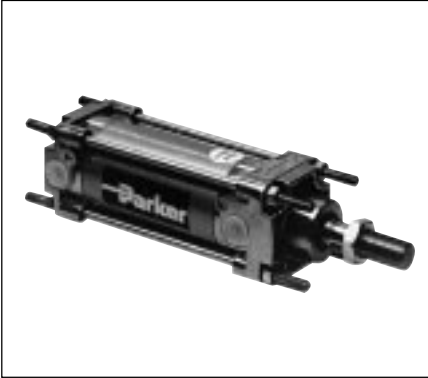


**Montage nicht verblockbarer  
Ventile**

(die Auslässe können unter Verwendung des gleichen  
Montageverfahrens miteinander verbunden werden)

Abluftöffnungen können an  
Sammelleitungen angeschlossen  
werden. Es sind hinreichende  
Vorkehrungen zu treffen, damit ein  
Rückstau nicht andere Ventile oder  
Zylinder betätigt.

## Pneumatische Steuerung



### Pneumatik-Zylinder

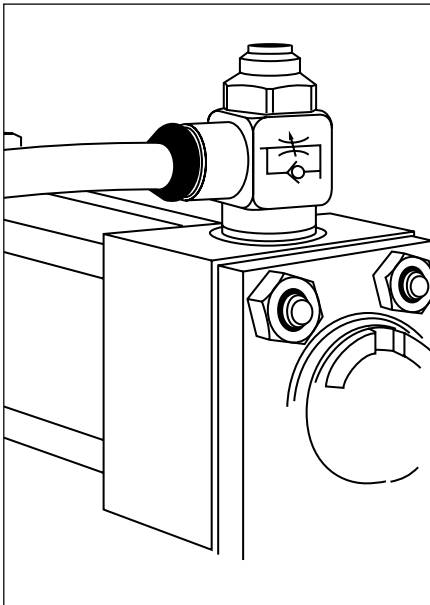
Nutzleitungen für pneumatische Zylinder werden unter Verwendung von mit Fasergeflecht verstärkten Schläuchen oder flexiblen Verrohrungen aus Polyamid oder Polyurethan hergestellt. Mögliche Scheuerstellen sind mit Manschetten zu versehen.

Für Zusammenschaltungen zwischen pneumatischen Zylindern und Luft-Öl-Reservoirs sollten Polyamid- oder Polyurethan-Rohre mit einer angemessenen Druckauslegung verwendet werden. Bei Einsatz von Luft-Öl-Verstärkern sollte das Rohrnetz aus Kupfer sein (keine Ausdehnung im Volumen während betriebsbedingter Druckstöße).

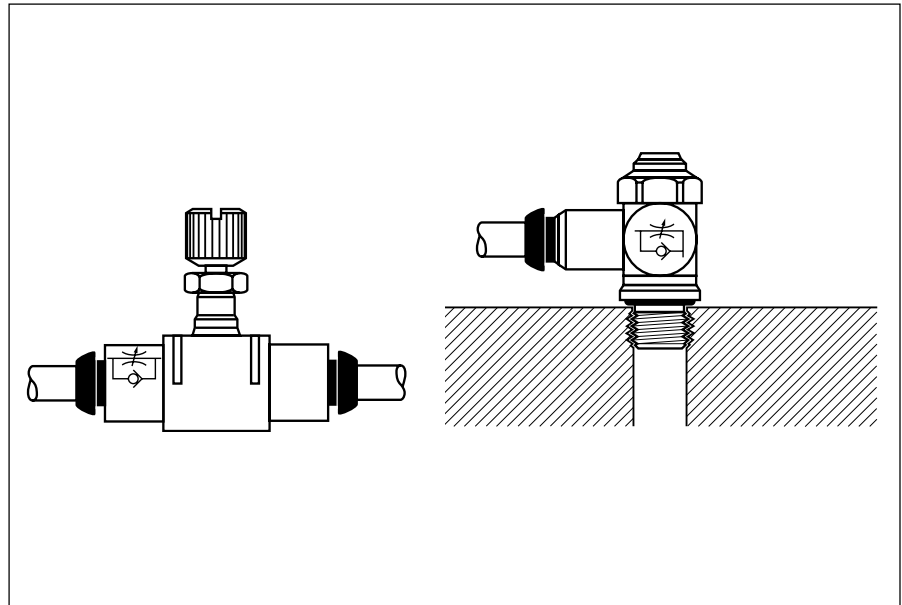
### Pneumatische Einbauteile Drosselrückschlagventile (Prestoflow)

Drosselrückschlagventile sind für einen direkten Einbau in Zylinderöffnungen entwickelt worden. Sie sichern eine genaue Steuerung des Abluftstromes aus dem Zylinder und damit eine präzise Einstellung der Geschwindigkeit der Kolbenstange.

Ihre Verwendung gestattet eine einfachere Verrohrung und einen kompakteren Einbau.



Montage auf einem Zylinder



Einbau in der Leitung bei schwer zugänglichen Zylindern

Zur Steuerung der Zuluft auf Mini-Zylindern

## Pneumatische Steuerung

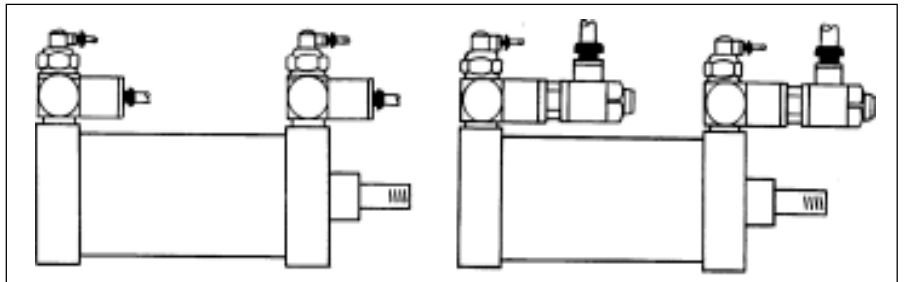


### Prestobloc Sperrventile

Pneumatisch gesteuerte Prestobloc-Sperrventile sind für den direkten Einbau in die Zylinderöffnung gebaut und gewährleisten ein schnelles Stoppen der Kolbenstange durch Blockierung der Luftversorgung und Entlüftung des Zylinders. Das Zwei-Wege-Ventil ist normalerweise offen. Es schließt sich, wenn

der Steuerdruck unterbrochen wird sowie auch im Fall einer Luftunterbrechung.

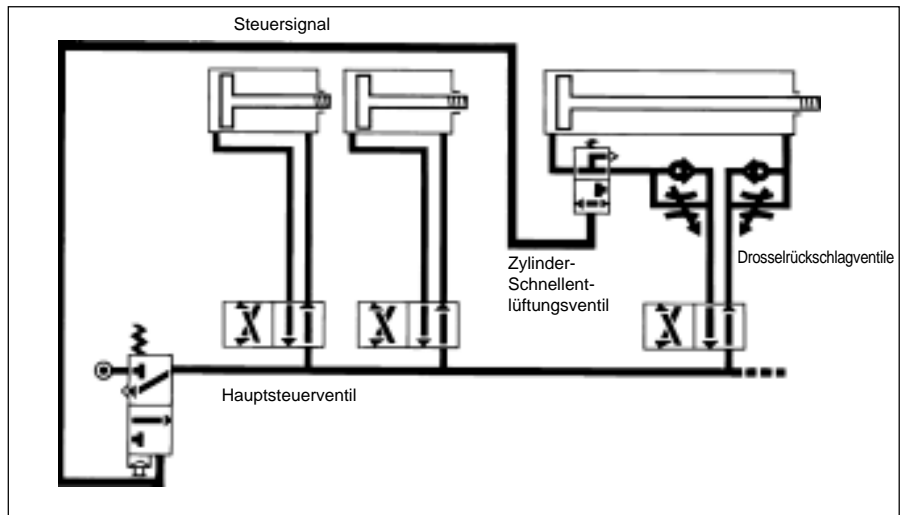
Prestobloc-Verschraubungen werden besonders als Sicherheitsstops verwendet, um bei Energieausfall ein Abfallen unter Belastung zu vermeiden, und auch als Sicherheitsverriegelungen zusammen mit Notschaltern.



### Prestoload Schnellentlüftungsventile

Pneumatisch gesteuerte Prestoload-Entlüftungsventile sind für den Einbau in die Zylinderöffnung vorgesehen und sorgen für eine schnelle Entlüftung der Zylinderkammern nach Erhalt eines

Steuersignals. Liegt in der Steuerleitung ein Druck an, so ist das Sitzventil für die Schnellentlüftung geschlossen.



### Prestosil Schalldämpfer mit Drosselventil

Die integrierten Prestosil-Schalldämpfer sind für den Einbau in die Entlüftungsöffnungen von einfach wirkenden Zylindern und Steuerventilen konstruiert.

Sie sorgen für eine ausreichende Dämpfung des Entlüftungsgeräusches und gestatten eine genaue Einstellung der Kolbenstangengeschwindigkeit.

## Verschraubungen für pneumatische Systeme

Die Vielzahl pneumatischer Anwendungen hat zur Entwicklung von Verschraubungen geführt, die diesen Anforderungen entsprechen.

Es gibt drei wesentliche Verschraubungsarten:

- Steckverbindungen zur Anwendung mit flexiblen Rohren, für Drücke bis zu 2,5 MPa.
- Klemmringverschraubungen für Anwendungen mit Kupferrohr und flexiblen Rohren, für Drücke bis zu 18 MPa.
- Aufsteckverbindungen, die sich für die Verwendung mit flexiblen Rohren und für Drücke bis zu 4 MPa eignen.

Parker bietet ein komplettes Verschraubungspaket für pneumatische Anwendungen an.



### Prestolok 2 Steckverbindungen

Prestolok 2 Steckverbindungen sind aus einem glasfaserverstärkten Nylonkörper und vernickelten Messinggewinden gefertigt. Sie sind für die Verwendung mit Kunststoffrohr von Primärvakuum bis 1,8 MPa und Temperaturen bis zu 80° C am besten geeignet.

### Anwendungsbeispiele :

- Textilmaschinen
- Verpackungsmaschinen
- Schneidöl und Schmierstoffversorgung
- Roboter



### Prestolok Micro Steckverbinder

Prestolok Micro ist für enge Einbauverhältnisse entwickelt worden.

Sie sind für die Verwendung mit Kunststoffrohr von Primärvakuum bis 1,6 MPa und Temperaturen bis 80° C bestens geeignet.

### Anwendungsbeispiele :

- Minizylinder
- Miniaturpneumatik



### Prestoweld 2 Steckverbinder

Prestoweld 2 Steckverbinder werden mit Prestoweld 2 Rohr (Schweißspritzerbeständig) im Schweißmaschinenbau eingesetzt. Einsetzbar von Primärvakuum bis 2,5 MPa und Temperaturen 100° C.

### Anwendungsbeispiele :

- Schweißzangen,
- Schweißroboter,
- Schweißmaschinen-und Anlagen.



### Prestolok Steckverbindungen

Prestolok Messing-Steckverbindungen eignen sich für Kunststoffrohre von Primärvakuum bis 2,5 MPa und Temperaturen bis zu 100° C.

### Anwendungsbeispiele :

- Schweißgeräte
- Kompressoren
- Klimasteuerung

## Anschlüsse für pneumatische Systeme



### Metrolok Messingverschraubungen

Diese Schneidring-Verschraubungen eignen sich für Kupferrohre bis zu 18 MPa und Polyamid-Rohre bis zu 4,2 MPa Druck und für Temperaturen bis zu 190 °C.

### Anwendungsbeispiele :

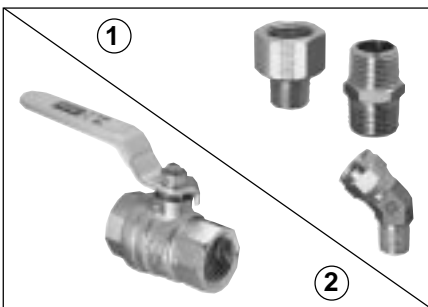
Kompressoren, pneumatische Handwerkzeuge, Schmiersysteme, Kfz.-Hilfssysteme.



### PL Klemmverschraubung aus vernickeltem Messing

Zweiteilige wiederverwendbare Verschraubung aus vernickeltem Messing für Kunststoffrohr. Bei Polyurethanrohr ist eine Montage von Hand möglich. Der Einsatzbereich geht bis 4 MPa und 100°C.

**Anwendungsbeispiele:** Laborausüstung, Pneumatikwerkzeuge, Schweißausrüstung, Verpackungsmaschinen.

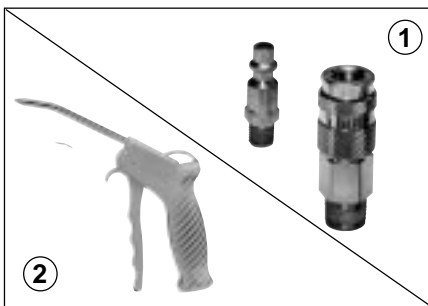


### ① Adapter

Eine große Produktpalette von Messingadaptern für Pneumatik- und Niederdruckanwendungen. -Verfügbar mit BSP, metrischen- und NPT- Gewinde, einsetzbar bis 6,0 MPa.

### ② Kugelhähne

Einsetzbar für viele Applikationen. Parker's Kugelhähne bis 2" sind mit BSPP- Gewinden verfügbar. Die Gewinde sind in kurzer oder langer Ausführung lieferbar.

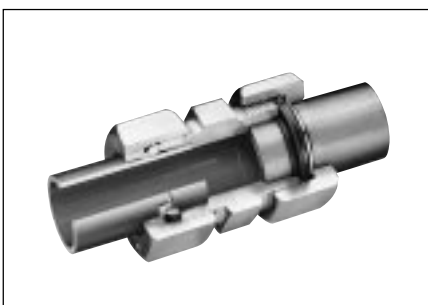


### ① Pneumatikkupplungen

Messing und Stahl Pneumatik Kupplungen nach ISO 6150-B, ISO 6150-C oder nach Europäischem Profil. Verfügbar mit verschiedenen Anschlußformen mit Durchflußwerten von bis zu 3500 l/min. Geeignet für Schleifmaschinen, Druckluftschrauber, Druckluftwerkzeuge für Industrie und Handwerk, sowie für viele andere Anwendungen.

### ② Ausblasepistolen

Robuste Kunststoff- Ausblasepistolen, verfügbar mit einer Vielzahl an Düsenkombinationen, mit und ohne Sicherheitseinrichtung. Verwendbar für alle industrielle Verfahren: Ausblasen von Teilen, Reinigung von Arbeitsplätzen, Entfernen von Staub.



### EO-Verschraubungssysteme

**EO-2 Dry Technology** : Stahl mit NBR-Dichtung für Stahlrohr oder Edelstahl 1.4571 mit FPM-Dichtung für Edelstahl-Rohr.

- **DPR-Progressivring** : Stahl oder Edelstahl 1.4571 für Stahl- oder Edelstahl-Rohr.
- **D Schneidring** : Messing für Kupfer- oder Polyamid-Rohr.

**Anwendungsbeispiele** : Kompressoren-Werkzeugmaschinen-Handhabungs-Geräte - Spritzguss-Maschinen.

# Technisches Kapitel

## Fachausdrücke in der Pneumatik

|                                |   |                                 |  |
|--------------------------------|---|---------------------------------|--|
| <b>Absolute Temperatur</b>     | Temperatur, die über dem absoluten Null gemessen wird.  | <b>Gesamtstufenverhältnis</b>   | Das Druckverhältnis für einen jeglichen Druck in einem Mehrstufenkompressor.   |
| <b>Absoluter Druck</b>         | Druck, vom absoluten Nullpunkt an gemessen.   | <b>Isothermische Ausdehnung</b> | Ausdehnung oder Kompression ohne Temperaturveränderung.  |
| <b>Adiabatische Ausdehnung</b> | Die Ausdehnung oder Kompression eines Gases ohne Änderung des Wärmegehalts.   | <b>Kapazität</b>                | Verfügbare Druckluftmenge eines Kompressors bei gefordertem Druck und Temperatur pro Zeiteinheit am Kompressorausgang.                           |
| <b>Aktuator</b>                | Ein pneumatisches Gerät, das der Kraftanwendung dient, z. B. ein Hebel, Tauchmagnet oder Zylinder.  | <b>Kompressionsverhältnis</b>   | Verhältnis zwischen dem Enddruck und dem ursprünglichen Druck.   |
| <b>Atmosphärischer Druck</b>   | Der absolute Druck der Atmosphäre, wie er in einer bestimmten Höhe gemessen wird.   | <b>Kompressor</b>               | Eine Arbeitsmaschine zum Verdichten von Gasen und Dämpfen. Man unterscheidet je nach Bauart zwischen Kolben-, Drehkolben-, und Turboverdichtern. |
| <b>Druckentlastungsventil</b>  | Ein Ventil, das zur Begrenzung des maximalen Systemdrucks verwendet wird; Druckluft wird in die Atmosphäre ausgelassen, wenn der erforderliche Gegendruck überschritten wird. | <b>Kompressorregler</b>         | Ein Gerät, das an einem Kompressor angeschlossen wird und das den Ausgangsdruck steuert.   |
| <b>Druckluftbehälter</b>       | Ein Druckkessel, in dem die Druckluft gespeichert wird.   | <b>Kondensat</b>                | Flüssigkeit, die sich aus der Kondensation von Wasserdampf in der Luft aufgrund von Temperaturrückgang bildet.                                   |
| <b>Druckminderventil</b>       | Ein Ventil oder ein vergleichbares Gerät zur Minderung des Leitungsdrukkes auf einen niedrigeren konstanten Wert.   | <b>Mehrstufige Kompression</b>  | Zwei oder mehr Kompressionsstufen, mit Zwischenkühlung zwischen den Stufen, bevor der Enddruck erreicht wird.                                    |
| <b>Druckverhältnis</b>         | Das Verhältnis zwischen dem absoluten Förderdruck und dem absoluten Eintrittsdruck.   | <b>Nachkühlen</b>               | Kühlung der Druckluft nach der oder den Verdichterstufen vor dem Kompressorausgang.  |
| <b>Einstufige Verdichtung</b>  | Anfangs- bis Enddruck in einer einzigen Stufe.  | <b>Öler</b>                     | Gerät, mit dem eine gesteuerte Menge eines Schmiermittels in den Druckluftstrom eingebracht wird.  |
| <b>Eintrittstemperatur</b>     | Temperatur am Standard-Eintrittspunkt des Kompressors.  |                                 |  |
| <b>Fördertemperatur</b>        | Temperatur am Standard-Förderpunkt eines Kompressors.   |                                 |  |

## Fachausdrücke in der Pneumatik

|                                |   |                                 |  |
|--------------------------------|---|---------------------------------|--|
| <b>Absolute Temperatur</b>     | Temperatur, die über dem absoluten Null gemessen wird.  |                                 | dem absoluten Förderdruck und dem absoluten Eintrittsdruck.  |
| <b>Absoluter Druck</b>         | Druck, vom absoluten Nullpunkt an gemessen.   | <b>Einstufige Verdichtung</b>   | Anfangs- bis Enddruck in einer einzigen Stufe.   |
| <b>Adiabatische Ausdehnung</b> | Die Ausdehnung oder Kompression eines Gases ohne Änderung des Wärmegehalts.   | <b>Eintrittstemperatur</b>      | Temperatur am Standard-Eintrittspunkt des Kompressors.   |
| <b>Aktuator</b>                | Ein pneumatisches Gerät, das der Kraftanwendung dient, z. B. ein Hebel, Tauchmagnet oder Zylinder.  | <b>Fördertemperatur</b>         | Temperatur am Standard-Förderpunkt eines Kompressors.  |
| <b>Atmosphärischer Druck</b>   | Der absolute Druck der Atmosphäre, wie er in einer bestimmten Höhe gemessen wird.   | <b>Gesamtstufenverhältnis</b>   | Das Druckverhältnis für einen jeglichen Druck in einem Mehrstufenkompressor.   |
| <b>Druckentlastungsventil</b>  | Ein Ventil, das zur Begrenzung des maximalen Systemdrucks verwendet wird; Druckluft wird in die Atmosphäre ausgelassen, wenn der erforderliche Gegendruck überschritten wird. | <b>Isothermische Ausdehnung</b> | Ausdehnung oder Kompression ohne Temperaturveränderung.  |
| <b>Druckluftbehälter</b>       | Ein Druckkessel, in dem die Druckluft gespeichert wird.   | <b>Kapazität</b>                | Verfügbare Druckluftmenge eines Kompressors bei gefordertem Druck und Temperatur pro Zeiteinheit am Kompressorausgang.                           |
| <b>Druckminderventil</b>       | Ein Ventil oder ein vergleichbares Gerät zur Minderung des Leitungsdrukkes auf einen niedrigeren konstanten Wert.   | <b>Kompressionsverhältnis</b>   | Verhältnis zwischen dem Enddruck und dem ursprünglichen Druck.   |
| <b>Druckverhältnis</b>         | Das Verhältnis zwischen   | <b>Kompressor</b>               | Eine Arbeitsmaschine zum Verdichten von Gasen und Dämpfen. Man unterscheidet je nach Bauart zwischen Kolben-, Drehkolben-, und Turboverdichtern. |

# Technisches Kapitel

## Pneumatische Symbole

Bei Entwurf und Konstruktion pneumatischer Systeme wird eine Reihe von Standardsymbolen verwendet, die die einzelnen im System verwendeten Bauteile darstellen.

Diese Symbole werden definiert in ISO 1219, BS 2917 und NFE04-057

### Ventil-Symbole

| Ventil-typ | Grundstellung   | Beschreibung   | Symbole |
|------------|---|--|---------|
| 2/2        | geschlossen   | 2 Anschlüsse<br>2 Stellungen (Wege)<br>(ohne Entlüftung) |         |
| 2/2        | offen   | 2 Anschlüsse<br>2 Stellungen (Wege)<br>(ohne Entlüftung) |         |
| 3/2        | geschlossen   | 3 Anschlüsse<br>2 Stellungen (Wege)                      |         |
| 3/2        | offen   | 3 Anschlüsse<br>2 Stellungen (Wege)                      |         |
| 4/2        | 1 Druckleitung<br>1 Entlüftungsleitung  | 4 Anschlüsse<br>2 Stellungen (Wege)                      |         |
| 4/3        | In Mittelstellung alle<br>Leitungen gesperrt  | 4 Anschlüsse<br>3 Stellungen (Wege)                      |         |
| 5/2        | 1 Druckleitung<br>1 Entlüftungsleitung<br>2 sep. Entlüftungen,<br>die getrennt gesperrt<br>werden können. | 4 Anschlüsse<br>2 Stellungen (Wege)                      |         |
| 5/3 (X)    | In Mittelstellung alle<br>Leitungen gesperrt  | 5 Anschlüsse<br>3 Stellungen (Wege)                      |         |
| 5/3 (Y)    | In Mittelstellung offen<br>Leitungen gesperrt<br>Druckleitung geschlossen<br>Arbeitsleitung entlüftet     | 5 Anschlüsse<br>3 Stellungen (Wege)                      |         |
| 5/3 (Z)    | In Mittelstellung beide<br>Arbeitsleitungen belüftet  | 5 Anschlüsse<br>3 Stellungen(Wege)                       |         |

## Pneumatische Symbole

### Verfahren der Ventilbetätigung

| Beschreibung der Betätigung   | Symbole |
|---|---------|
| Betätigung durch Körperkraft : allgemeines Symbol (ohne Anzeige der Betätigungsart) <ul style="list-style-type: none"> <li>- durch Druckknopf</li> <li>- durch Hebel</li> <li>- durch Pedal</li> </ul>                    |         |
| Mechanische Betätigung : <ul style="list-style-type: none"> <li>- durch Kolben oder Taster</li> <li>- durch Feder</li> <li>- durch Tastrolle</li> <li>- durch Tastrolle, die nur in eine Richtung bewegbar ist</li> </ul> |         |

### Durchflußsteuerventile

| Beschreibung   | Symbole |
|--|---------|
| Drosselventil Vereinfachtes Symbol (ohne Angabe des Steuerverfahrens oder des Ventilstands)            |         |
| Drosselrückschlagventil Das Ventil erlaubt einen freien Durchfluß in einer Richtung, aber gedrosselten |         |

### Rückschlagventile, Wechselventile, Schnellentlüftungsventile

| Beschreibung der Ventile  | Symbole |
|---|---------|
| Rückschlagventile : <ul style="list-style-type: none"> <li>- frei öffnen sich, wenn der Einlaßdruck höher ist als der Auslaßdruck.</li> <li>- federgespannt öffnen sich, wenn der Einlaßdruck höher ist als der Auslaßdruck plus Federdruck.</li> </ul> |         |
| Wechselventile Die Einlaßöffnung, die an den höheren Druck angeschlossen ist, ist automatisch mit der Auslaßöffnung verbunden, während die andere Einlaßöffnung geschlossen ist.  |         |
| Schnellentlüftungsventil Wenn die Einlaßöffnung unbelastet ist, wird die Auslaßöffnung frei entlüftet.  |         |

# Technisches Kapitel

## Pneumatische Symbole

A

### Pneumatische Zylinder

| Beschreibung  |   | Symbole |
|---|---|---------|
| <p>einfach wirkender Zylinder</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stoßtype</li> <li>- Zugtype</li> </ul>   | <p>Zylinder, in denen die Druckluft nur in einer Richtung arbeitet</p>  |         |
| <p>in beiden Richtungen wirkende Zylinder</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mit einseitiger Kolbenstange</li> <li>- mit beidseitiger (durchgehender) Kolbenstange</li> </ul> | <p>Zylinder, in denen die Druckluft abwechselnd in beide Richtungen arbeitet (Vorwärts- und Rückwärtshub)</p> |         |
| <p>Zylinder mit Endlagendämpfung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mit fester Endlagendämpfung</li> <li>- mit einstellbarer Endlagendämpfung</li> </ul>                      |   |         |

### Energiequellen

| Beschreibung   |   | Symbole |
|--|---|---------|
| Druckquelle  | Vereinfachtes allgemeines Symbol  |         |
| Elektromotor   |   |         |
| <p>Durchflußleitungen und Anschlüsse</p> <p>Durchflußleitung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Arbeitsleitung, Rückleitung, Zufuhrleitung</li> <li>- Steuerleitung</li> <li>- Entlüftungs- oder Ablaßleitung</li> <li>- flexible Leitung</li> <li>- Elektroleitung</li> </ul> | <p>Flexibler Schlauch, der üblicherweise bewegliche Teile verbindet</p> |         |

## Pneumatik Kupplungen

Die Parker Quick Coupling Division produziert Kupplungen zum Austausch mit den am meisten verbreiteten Standards in der Industrie.

Die aktuelle Übersicht ist hilfreich um die richtigen Parker Kupplungen mit den speziellen Nippelprofilen und den technischen Daten herauszufinden.

| STANDARD                        | ISO 6150-B  |                   |                            | EURONORM                               |                             | ISO 6150-C        |
|---------------------------------|---|-------------------|----------------------------|--|-----------------------------|-------------------|
| SERIE                           | Serie PB<br>1/4"-3/8"-1/2"                            | Serie PBF<br>1/4" | Serie EZ<br>1/4"-3/8"-1/2" | Serie PE<br>7,2 mm                     | Serie PEF<br>7,2 mm - 10 mm | Serie PCF<br>1/4" |
| <b>Baugröße</b>                 | <p>1/2" Größe</p> <p>3/8" Größe</p> <p>1/4" Größe</p> |                   |                            | <p>10 mm Größe</p> <p>7,2 mm Größe</p> |                             | <p>1/4" Größe</p> |
| <b>Durchflußmenge (l/min)</b>   |   |                   |                            |  |                             |                   |
| <b>Max. Betriebsdruck (MPa)</b> |   |                   |                            |  |                             |                   |