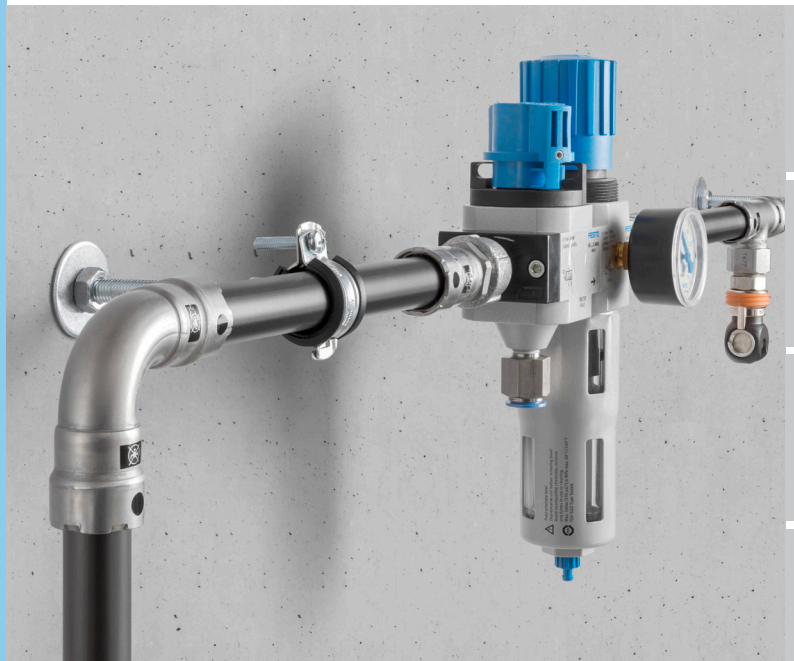


# 11

*Druckluft*  
*Air comprimé*  
*Aria compressa*



# 11. Druckluft

<b>11.1 Einführung</b> .....	589
11.1.1 Qualitätsklassen von Druckluft.....	589
11.1.2 Ölgehalt in den Qualitätsklassen 1 – 5.....	589
11.1.3 Dichtungen für flachdichtende Verschraubungen.....	589
11.1.4 Luftverbrauch verschiedener Druckluft-Werkzeuge.....	590
11.1.5 Grundsätzliche Vorgehensweise zur Dimensionierung von Druckluftnetzen.....	591
<b>11.2 Größenbestimmung der Ventile</b> .....	592
11.2.1 Druckluft-Diagramm für Luftmenge und Durchflussgeschwindigkeit.....	593
<b>11.3 Größenbestimmung der Rohrquerschnitte</b> .....	595
11.3.1 Druckverlust.....	595
11.3.2 Druckverlust Edelstahlrohr bei 3 bar.....	596
11.3.3 Druckverlust Edelstahlrohr bei 6 bar.....	596
11.3.4 Druckverlust Edelstahlrohr bei 9 bar.....	597
11.3.5 Druckverlust Edelstahlrohr bei 12 bar.....	597
<b>11.4 Einsatzbereich</b> .....	598
11.4.1 Einsatzbereiche von Optipress.....	598

# 11. Air comprimé

<b>11.1 Introduction</b> .....	589
11.1.1 Classes de qualité de l'air comprimé.....	589
11.1.2 Teneur en huile dans les classes de qualité 1 – 5.....	589
11.1.3 Etanchéité pour les raccords à joints plats.....	589
11.1.4 Consommation d'air de différents outils à air comprimé.....	590
11.1.5 Procédure générale pour le dimensionnement de réseaux d'air comprimé.....	591
<b>11.2 Détermination de la grandeur des réducteurs de pression</b> .....	592
11.2.1 Diagramme d'air comprimé pour le débit et la vitesse de passage de l'air.....	593
<b>11.3 Détermination de la grandeur des tuyaux</b> .....	595
11.3.1 Perte de charge.....	595
11.3.2 Pertes de charge du tuyau en acier inoxydable, à 3 bar.....	596
11.3.3 Pertes de charge du tuyau en acier inoxydable, à 6 bar.....	596
11.3.4 Pertes de charge du tuyau en acier inoxydable, à 9 bar.....	597
11.3.5 Pertes de charge du tuyau en acier inoxydable, à 12 bar.....	597
<b>11.4 Domaines d'utilisation</b> .....	598
11.4.1 Domaines d'utilisation Optipress.....	598

# 11. Aria compressa

<b>11.1 Introduzione</b> .....	589
11.1.1 Classi di qualità dell'aria compressa.....	589
11.1.2 Tenore d'olio nelle classi di qualità 1 – 5.....	589
11.1.3 Filettature per raccordi filettati con guarnizione piatta.....	589
11.1.4 Consumo d'aria di diversi utensili ad aria compressa.....	590
11.1.5 Procedura di massima per il dimensionamento di reti per l'aria compressa.....	591
<b>11.2 Dimensionamento delle valvole</b> .....	592
11.2.1 Diagramma aria compressa per volume d'aria e velocità di flusso.....	593
<b>11.3 Dimensionamento dei tubi</b> .....	595
11.3.1 Perdita di carico.....	595
11.3.2 Perdita di carico del tubo d'acciaio inossidabile a 3 bar.....	596
11.3.3 Perdita di carico del tubo d'acciaio inossidabile a 6 bar.....	596
11.3.4 Perdita di carico del tubo d'acciaio inossidabile a 9 bar.....	597
11.3.5 Perdita di carico del tubo d'acciaio inossidabile a 12 bar.....	597
<b>11.4 Campo d'applicazione</b> .....	598
11.4.1 Campo d'applicazione di Optipress.....	598

# Druckluft

## Air comprimé

## Aria compressa

### 11.1 Einführung

Für die Installations-Systeme Optipress mit Edelstahlrohren (1.4520, 1.4521, 1.4401 / 1.4404) und Edelstahl-Fittings sowie Optipress-Therm ist eine TÜV-Bescheinigung vorhanden.

#### 11.1.1 Qualitätsklassen von Druckluft

Welche Art und Menge von Verunreinigungen können für die verschiedenen Verbraucher zugelassen werden, um einerseits den technischen Erfordernissen zu entsprechen und andererseits eine zufriedenstellende Wirtschaftlichkeit zu sichern?

Diese Frage hat zu der Notwendigkeit geführt, Qualitätsklassen und Prüfmethode für Druckluft festzulegen.

Die PNEUROP-Empfehlung 611/1984 entstand. PNEUROP = Europäisches Komitee der Hersteller von Verdichtern, Vakuumpumpen und Druckluftwerkzeugen.

Die PNEUROP-Richtlinie umfasst Industrie-Druckluft für allgemeine Anwendungen im Druckbereich von 1...30 bar.

Druckluft für die Medizinaltechnik und Atemluft sind davon ausgenommen.

#### 11.1.2 Ölgehalt in den Qualitätsklassen 1–5

Der Ölteil der Druckluft setzt sich zusammen aus Tröpfchen, Aerosol und Dämpfen. Er ist auch bei Verdichtern mit ölfreien Druckräumen nicht gleich null, da in der Ansaugluft Spuren von Öl enthalten sein können.

Den Forderungen der Klasse 5 können Kolbenverdichter mit Sparschmierung genügen. Den Grenzwert der Klasse 4 halten öleingespritzte Verdichter aufgrund der Ölabscheidung ein. Die Qualitätsansprüche der Klassen 1–3 erfüllen entsprechende Filter.

In der Atemluft muss der Ölgehalt begrenzt sein. Es ist in den meisten Ländern auf 5 mg/m<sup>3</sup> festgelegt. Für die Atemluft unter Druck wird als Höchstgrenze 0.3 mg/m<sup>3</sup> gefordert. Das ist die Grenze, bei der sich Ölgeruch bemerkbar macht. Als Sterilitätsklassen gibt es nur steril oder nicht steril.

### Introduction

Pour les systèmes d'installation Optipress faisant intervenir des tuyaux en acier inox (1.4520, 1.4521, 1.4401 / 1.4404) et des raccords en acier inox ainsi que des éléments Optipress-Therm, il existe une attestation TÜV.

#### Classes de qualité de l'air comprimé

Quel type et quelle quantité d'impuretés peuvent être autorisés pour les différents consommateurs, pour d'une part, répondre aux exigences techniques et d'autre part assurer une rentabilité satisfaisante?

Cette question a nécessité de déterminer des classes de qualité et des méthodes de contrôle concernant l'air comprimé.

Ainsi est née la recommandation PNEUROP 611/1984.

PNEUROP = Comité européen des constructeurs de compresseurs, pompes à vide et outils à air comprimé.

La directive PNEUROP englobe l'air comprimé industriel pour des utilisations générales incluant une plage de pression de 1...30 bar. L'air comprimé destiné à la technique médicale et à l'air respiratoire n'est pas pris en considération.

#### Teneur en huile dans les classes de qualité 1–5

La teneur en huile de l'air comprimé résulte de gouttelettes, de l'aérosol et de vapeurs. Même pour les compresseurs à chambres de pression sans huile, elle n'est pas nulle car l'air aspiré peut contenir des traces d'huile.

Les compresseurs à piston avec graissage économique répondent aux exigences de la classe 5. La valeur seuil de la classe 4 est respectée par les compresseurs à injection d'huile, consécutivement à la séparation de l'huile.

Les exigences de qualité des classes 1–3 sont satisfaites par les filtres correspondants.

Dans l'air respiratoire, la teneur en huile doit être limitée. Dans la plupart des pays, elle est fixée à 5 mg/m<sup>3</sup>. Pour l'air respiratoire sous pression, une valeur maximale de 0.3 mg/m<sup>3</sup> est exigée. Il s'agit du seuil à partir duquel une odeur d'huile est perceptible. Les classes de stérilité se subdivisent seulement en stérile ou non stérile.

### Introduzione

Per i sistemi di installazione Optipress con tubi in acciaio inossidabile (1.4520, 1.4521, 1.4401 / 1.4404) e fitting in acciaio inossidabile, nonché Optipress-Therm, esiste una certificazione TÜV.

#### Classi di qualità dell'aria compressa

Quali tipi e quantità di impurità possono essere ammessi per i diversi utenti, da una parte per soddisfare i requisiti tecnici e, dall'altra, per assicurare una soddisfacente economicità?

Questa domanda ha condotto alla necessità di determinare classi di qualità e metodi di esame per l'aria compressa.

Nel 1984 è nata la direttiva PNEUROP 611.

PNEUROP = commissione europea dei produttori di compressori, pompe per vuoto e utensili pneumatici.

La direttiva PNEUROP comprende l'industria dell'aria compressa per applicazioni generali, nel campo di pressione 1...30 bar.

Ne sono escluse l'aria compressa per la tecnica medicinale e l'aria per respirare.

#### Tenore d'olio nelle classi di qualità 1–5

Il tenore d'olio contenuto nell'aria compressa è composto da goccioline, aerosol e vapori.

Anche nei compressori con camera a pressione senza olio non è uguale a zero, perché l'aria d'aspirazione può contenere tracce d'olio.

Compressori a stantuffi con lubrificazione ridotta possono soddisfare i requisiti della classe 5. Il valore soglia della classe 4 è rispettato dai compressori con iniezione d'olio in seguito alla separazione dell'olio. I requisiti concernenti la qualità delle classi 1–3 sono soddisfatti mediante l'impiego di appositi filtri.

Nell'aria per respirare il tenore d'olio deve essere limitato. Nella maggior parte dei paesi è limitato a 5 mg/m<sup>3</sup>. Per l'aria da respirare sotto pressione il valore massimo è limitato a 0.3 mg/m<sup>3</sup>. Si tratta del limite con il quale inizia a sentirsi l'odore dell'olio. Le classi di sterilità comprendono solo sterile o non sterile.

Klasse Classes Categoría	Max. zulässiger Ölgehalt in mg/m <sup>3</sup> Teneur en huile max. admissible en mg/m <sup>3</sup> Tenore d'olio massimo ammissibile in mg/m <sup>3</sup>	Material der Abdichtung Matériau d'étanchéité Materiale dell'impermeabilizzazione
1	0.01	EPDM
2	0.10	
3	1.00	
4	5.00	
5	25.00	HNBR

#### 11.1.3 Dichtungen für flachdichtende Verschraubungen

Für flachdichtende Verschraubungen sind Dichtungen aus NBR (92026) zu verwenden.

#### Etanchéité pour les raccords à joints plats

Pour les raccords à joints plats, utiliser des joints en NBR (92026).

#### Filettature per raccordi filettati con guarnizione piatta

Per i raccordi filettati con guarnizione piatta utilizzare guarnizioni in NBR (92026).

11.1.4 **Luftverbrauch verschiedener Druckluft-Werkzeuge**
















(Druckangaben als Betriebsüberdrücke)

**Consommation d'air de différents outils à air comprimé**

(indications sous forme de surpressions de marche)

**Consumo d'aria di diversi utensili ad aria compressa**

(Indicazioni di pressione come sovrappressione d'esercizio)

Gerät / Appareil / Apparecchio	Grösse / Dimension / Dimensione [mm]	Druck / Pression / Pressione [bar]	Luftverbrauch / Consommation de l'air / Consumazione d'aria [m³/h]
 Farbspritzpistolen Pistolets à peinture Pistole a spruzzo	Wasserfarben und dünne Zaponlacke Peintures à l'eau et fins vernis zapon Colori ad acqua e vernici zapon sottili Düsen/Buse/Ugello Ø 0.5	1.0	2...3
	Nitro- und dünne Kunstharzlacke Vernis nitro et vernis aux résines artificielles Vernici alla nitro e di resina sintetica sottile Düsen/Buse/Ugello Ø 1.5 Düsen/Buse/Ugello Ø 1.8	2.5 3.5	7...9 10...13
	Dicke Nitro- und normale Kunstharzlacke Vernis nitro épais et vernis normaux aux résines artificielles Vernici alla nitro spesse e di resina sintetica normale Düsen/Buse/Ugello Ø 2.0	4.5	11...16
	Leimfarben Peintures à la colle Colori a colla Düsen/Buse/Ugello Ø 3.0	5.0	14...19
 Ausblaspistolen Soufflettes Pistole ad aria compressa	Düsen/Buse/Ugello Ø 1.0		4
	Düsen/Buse/Ugello Ø 1.5	6.0	8
	Düsen/Buse/Ugello Ø 2.0		12
 Sprühpistolen Pistolets à mazout Pistole a spruzzo		3.0	4
 Spannzylinder (einfachwirkend) Mandrins de serrage (action simple) Cilindro di serraggio (effetto semplice)	70 Ø × 100	6.0	0.12 (pro Hub/par course/ per corsa)
	100 Ø × 100	6.0	0.27 (pro Hub/par course/ per corsa)
 Bohrmaschine Perceuses Trapano	Stahl/Acier/Acciaio Ø 4...5	6.0	18...24
 Schlagschrauber Boulonneuses à chocs Avvitatrice a percussione		6.0	15...30
 Flächenschleifer Ponceuses à disque Levigatrice per superfici	Blattgrösse/Dimensions du disque/ Dimensione della lama 300 × 100	6.0	15
 Zwergniethammer Mini chasse-pointes Martello da ribadire piccolo	Alu Ø 3...5	6.0	9...24
	Stahl/Acier/Acciaio Ø 2...3		
 Niet- und Meisselhämmer Chasse-pointes et marteaux Martelli da ribadire e da scalpellino	warm/chaud/caldo Ø 10...19	6.0	26...33
	kalt/froid/freddo Ø 6...8		
 Abklopfer Vibreurs à décaper Martellina		6.0	15
 Kleinhämmer Petits marteaux Piccoli martelli		6.0	6...12
 Aufreishämmer Marteaux-piqueurs Martelli pneumatici		6.0	72...96
 Hefter Agrafeuses Graffatrice		6.0	2
 Nagler Cloueuses Chiodatrice		6.0	21
 Schleifmaschine Ponceuses Levigatrice	Scheibe/Disque/Disco Ø 20...100	6.0	18...72

T02.2018

### 11.1.5 Grundsätzliche Vorgehensweise zur Dimensionierung von Druckluftnetzen



#### **Achtung!**

Druckbeaufschlagte Rohrleitungen unterstehen der Beurteilung nach der Verordnung über die Sicherheit von Druckgeräten (Druckgeräteverordnung, SR 819.121).

### Procédure générale pour le dimensionnement de réseaux d'air comprimé

#### **Attention!**

Les tuyauteries sont soumises à une évaluation, conformément à l'ordonnance sur la sécurité des équipements sous pression (Ordonnance relative aux équipements sous pression, RS 819.121).

### Procedura di massima per il dimensionamento di reti per l'aria compressa

#### **Attenzione!**

Le tubazioni sotto pressione sono sottoposte alla valutazione in base all'ordinanza sulla sicurezza delle attrezzature a pressione (Ordinanza sulle attrezzature a pressione, RS 819.121).

1. Versorgungsüberdruck festlegen

2. Druckluftbedarf feststellen

3. Druckluftverbrauch berechnen

4. Druckverlust berechnen

5. Dimensionierung der Rohrquerschnitte

1. Déterminer la surpression d'alimentation

2. Déterminer les besoins en air comprimé

3. Calculer la consommation d'air comprimé

4. Calculer la perte de charge

5. Dimensionnement des sections de tuyaux

1. Determinare la sovrappressione d'alimentazione

2. Determinare il fabbisogno d'aria compressa

3. Calcolare il consumo d'aria compressa

4. Calcolare la perdita di pressione

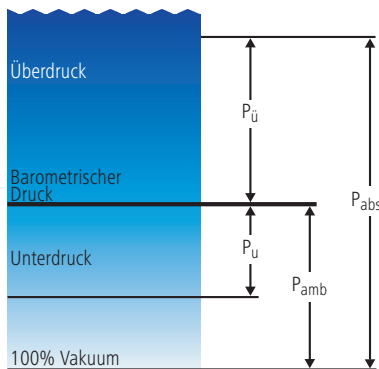
5. Dimensionamento delle sezioni dei tubi

## 11.2 Größenbestimmung der Ventile

### Détermination de la grandeur des réducteurs de pression

### Dimensionamento delle valvole

#### Definitionen



$P_{amb}$ : Der atmosphärische Druck, auch barometrischer Druck genannt, entsteht durch die Gewichtskraft der Lufthülle. Er beträgt auf Meereshöhe 1.01325 bar (=  $101'325 \text{ Pa} = 1.01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ). In der Praxis wird vereinfacht mit  $1 \text{ bar} = 0.1 \text{ MPa}$  gerechnet.

$P_{\bar{u}}$ ,  $P_e$ : Der Überdruck ist der Druck über dem atmosphärischen Druck. In der Praxis wird er meist vereinfacht als «Druck» (ohne den Index «ü») oder als Druckstufen PN angegeben. z.B.: Druck 6 bar = 7 bar  $P_{abs}$

$P_u$ : Der Unterdruck ist immer vom atmosphärischen Druck her gerechnet. z.B.: 0.2 bar  $P_u = 0.8 \text{ bar } P_{abs}$

$P_{abs}$ : Der Absolutdruck ist der Wert von 100% Vakuum bis zum vorherrschenden Druck.

D.h.  $P_{abs}$  ist die Summe von  $P_{amb} + P_{\bar{u}}$  oder bei Unterdruck  $P_{amb} - P_u$ .

z. B.: 0.3 bar  $P_{\bar{u}} = 1.3 \text{ bar } P_{abs}$ , resp.  
0.3 bar  $P_u = 0.7 \text{ bar } P_{abs}$

Nach der praktischen Erfahrung kann für Pressluft über 1 bar  $P_{\bar{u}}$  mit Durchflussgeschwindigkeiten von 10...20 m/s gerechnet werden. Die Größe kann daher leicht aus dem Q-v-Diagramm abgelesen werden.

#### Umrechnung von Betriebs- und Normkubikmeter

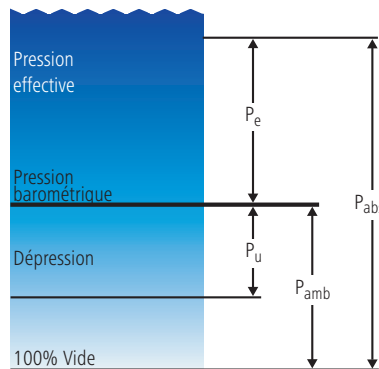
Die Luftmenge Q ist immer in Betriebskubikmeter/Stunde ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) einzusetzen. Betriebskubikmeter sind immer auf den Betriebszustand der Luft in der Leitung hinter dem Druckreduzierventil bezogen.

Die Angaben  $V_{Norm}$  und  $P_{abs \text{ Norm}}$  gelten immer bei barometrischem Druck ( $P_{abs \text{ Norm}} \approx 1 \text{ bar}$ ).

Nach dem Gesetz von Boyle und Mariotte ist bei gleichbleibender Temperatur das Produkt aus Volumen und dem Absolutdruck konstant.

$$V_{Betr} \cdot P_{abs \text{ Betr}} = V_{Norm} \cdot P_{abs \text{ Norm}}$$

#### Définitions



La pression atmosphérique, également appelée pression barométrique, est provoquée par l'effet du poids de l'enveloppe d'air. Elle se monte, au niveau de la mer, à 1.01325 bar (=  $101'325 \text{ Pa} = 1.01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ). En pratique, on simplifie à  $1 \text{ bar} = 0.1 \text{ MPa}$ .

La pression effective est la pression au-dessus de la pression atmosphérique. En pratique, elle est généralement simplifiée en «pression» (sans l'indice e) ou en pression nominale PN. p. ex.: pression de 6 bar = 7 bar  $P_{abs}$

La dépression est toujours calculée à partir de la pression atmosphérique. p. ex.: 0.2 bar  $P_u = 0.8 \text{ bar } P_{abs}$

La pression absolue correspond à la valeur depuis un vide de 100% à la pression en présence.

C'est-à-dire que  $P_{abs}$  est la somme de  $P_{amb} + P_e$  ou en cas de dépression  $P_{amb} - P_u$ .

p. ex.: 0.3 bar  $P_e = 1.3 \text{ bar } P_{abs}$ , resp.  
0.3 bar  $P_u = 0.7 \text{ bar } P_{abs}$

Selon l'expérience pratique, on peut admettre pour l'air comprimé au-dessus de 1 bar  $P_e$  une vitesse de passage située entre 10...20 m/s. La grandeur peut dès lors être déterminée facilement sur le diagramme Q-v.

#### Conversion des mètres cubes d'air comprimés et des mètres cubes d'air atmosphérique

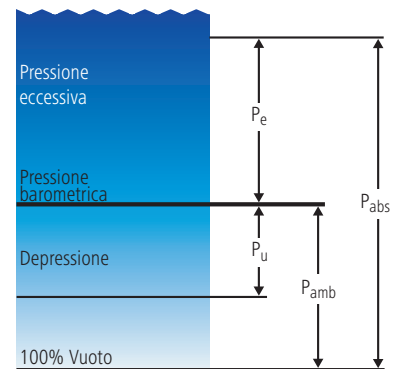
Le débit d'air Q doit toujours être exprimé en mètres cubes/heure comprimés ( $\text{m}^3/\text{h}$ ). Les mètres cubes comprimés se rapportent toujours à ceux de l'air se situant en aval du réducteur de pression.

Les indications  $V_{Norm}$  et  $P_{abs \text{ Norm}}$  s'appliquent toujours pour une pression barométrique ( $P_{abs \text{ Norm}} \approx 1 \text{ bar}$ ).

Selon la loi de Boyle et Mariotte, à température constante, le produit du volume et de la pression absolue reste constant.

$$V_{comprimé} \cdot P_{abs \text{ comprimé}} = V_{normal} \cdot P_{abs \text{ normal}}$$

#### Definizioni



La pressione atmosferica, chiamata anche pressione barometrica, si forma in seguito alla forza esercitata dal peso dell'atmosfera terrestre. Al livello del mare è di 1.01325 bar (=  $101'325 \text{ Pa} = 1.01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ). In pratica si semplifica calcolando con  $1 \text{ bar} = 0.1 \text{ MPa}$ .

La sovrappressione è la pressione superiore alla pressione atmosferica. In pratica viene chiamata semplicemente «pressione» (senza la parte «sovra») o indicata semplicemente come livelli di pressione in PN. ad es.: Pressione 6 bar = 7 bar  $P_{abs}$

La sottopressione viene calcolata sempre in riferimento alla pressione atmosferica. ad es.: 0.2 bar  $P_u = 0.8 \text{ bar } P_{abs}$

La pressione assoluta è il valore intercorrente tra 100% vacuo fino alla pressione effettiva.

Cioè,  $P_{abs}$  è la somma di  $P_{amb} + P_e$  o in caso di depressione  $P_{amb} - P_u$ .

ad es.: 0.3 bar  $P_e = 1.3 \text{ bar } P_{abs}$ , resp.  
0.3 bar  $P_u = 0.7 \text{ bar } P_{abs}$

Secondo l'esperienza pratica, per l'aria compressa di oltre 1 bar  $P_e$  ci si possono attendere velocità di flusso da 10...20 m/s. La dimensione può pertanto essere rilevata con facilità dal diagramma Q-v.

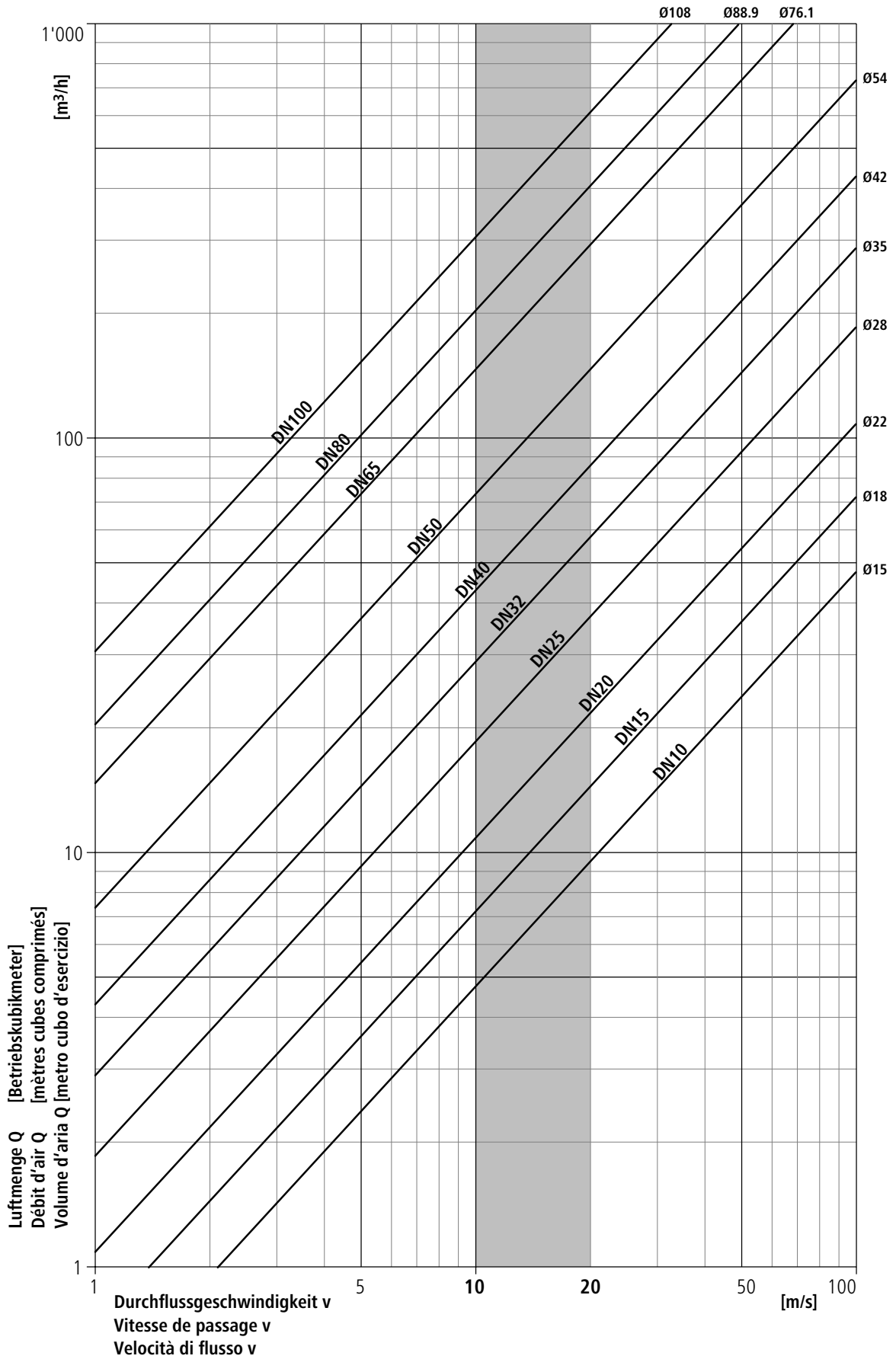
#### Conversione di metro cubo d'esercizio e normal metro cubo

Il volume d'aria Q va sempre indicato come metro cubo d'esercizio/ora ( $\text{m}^3/\text{h}$ ). I metri cubi d'esercizio si riferiscono sempre alle condizioni d'esercizio dell'aria nella condotta dietro il riduttore di pressione.

Le indicazioni  $V_{Norm}$  e  $P_{abs \text{ Norm}}$  valgono sempre per la pressione atmosferica ( $P_{abs \text{ Norm}} \approx 1 \text{ bar}$ ).

Secondo la legge di Boyle e Mariotte, a temperatura invariata il prodotto tra volume e pressione assoluta resta costante.

$$V_{esercizio} \cdot P_{abs \text{ esercizio}} = V_{Norm} \cdot P_{abs \text{ Norm}}$$



T02.2018

### Beispiel 1

Wie gross muss ein Druckreduzierventil gewählt werden, wenn bei einer Einstellung von 8 auf 4 Pa in der Stunde 20 m<sup>3</sup> verbraucht werden?

#### Hinweis:

Das Volumen liegt bereits als Betriebsvolumen vor und muss daher nicht umgerechnet werden.

#### Lösung

Im Bereich der Durchflussgeschwindigkeit bei 10...20 m/s senkrecht nach oben bis zur horizontalen Linie bei Q = 20 m<sup>3</sup>. Im anwendbaren Bereich schneiden sich die Kennlinien von DN 25 und DN 20. Je nach gewählter Dimension ergeben sich unterschiedliche Durchflussgeschwindigkeiten. Bei DN 25 rund 11 m/s und bei DN 20 rund 19 m/s.

#### Hinweis:

Bei der Wahl von DN 15 ergäbe sich eine Durchflussgeschwindigkeit von rund 28 m/s, was neben erhöhten Geräuschen auch grössere Strömungswiderstände zur Folge hätte.

### Beispiel 2

Wie gross muss ein Druckreduzierventil gewählt werden, wenn bei einer Einstellung von 8 auf 4 Pa in der Stunde 50 Normalkubikmeter verbraucht werden?

#### Hinweis:

In einem ersten Schritt ist das Betriebsvolumen zu bestimmen und anschliessend kann die Ventilgrösse ermittelt werden.

#### Lösung

##### 1. Umrechnung in Betriebskubikmeter (m<sup>3</sup>)

Der Druck in der Leitung beträgt nach dem Druckreduzierventil 4 bar (P<sub>v</sub>). Das entspricht 5 bar P<sub>abs</sub>.

$$\begin{aligned} V_{\text{Betr}} &= (V_{\text{Norm}} \cdot P_{\text{abs Norm}}) / P_{\text{abs Betr}} \\ &= (50 \cdot 1) / 5 \\ &= 10 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

##### 2. Bestimmung der Ventilgrösse

Im Bereich der Durchflussgeschwindigkeit bei 10...20 m/s senkrecht nach oben bis zur horizontalen Linie bei Q = 10 m<sup>3</sup>.

Im anwendbaren Bereich schneidet sich einzig die Kennlinie von DN 15 bei einer Durchflussgeschwindigkeit von rund 14 m/s.

### Exemple 1

Quel diamètre de réducteur de pression doit-on choisir pour une consommation de 20 m<sup>3</sup> et un réglage de 8 à 4 Pa?

#### Remarque:

Le volume est déjà disponible sous la forme de volume comprimé et n'a donc pas besoin d'être converti.

#### Solution

Dans la plage de la vitesse de passage avec 10...20 m/s verticalement vers le haut jusqu'à la ligne horizontale avec Q = 20 m<sup>3</sup>. Dans la plage applicable, les courbes de DN 25 et de DN 20 se croisent. En fonction de la dimension choisie, on obtient différentes vitesses de passage. Avec DN 25 environ 11 m/s et avec DN 20 environ 19 m/s.

#### Remarque:

Si l'on choisissait DN 15, on obtiendrait une vitesse de passage d'environ 28 m/s, ce qui entraînerait, outre des bruits accrus, de plus fortes pertes de pression.

### Exemple 2

De quelle grandeur doit-on choisir un réducteur de pression si pour un réglage de 8 à 4 Pa, 50 mètres cubes d'air atmosphérique sont consommés par heure?

#### Remarque:

Dans un premier temps, il convient de déterminer le volume comprimé. On peut alors définir la dimension du réducteur.

#### Solution

##### 1. Conversion en mètres cubes comprimés (m<sup>3</sup>)

La pression dans la conduite se monte après le réducteur de pression à 4 bar (P<sub>v</sub>). Cela correspond à 5 bar P<sub>abs</sub>.

$$\begin{aligned} V_{\text{comprimé}} &= (V_{\text{normal}} \cdot P_{\text{abs normal}}) / P_{\text{abs comprimé}} \\ &= (50 \cdot 1) / 5 \\ &= 10 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

##### 2. Définition de la dimension du réducteur

Dans la plage de la vitesse de passage avec 10...20 m/s verticalement vers le haut jusqu'à la ligne horizontale avec Q = 10 m<sup>3</sup>.

Dans la plage applicable, seule la courbe de DN 15 est croisée avec une vitesse de passage d'environ 14 m/s.

### Esempio 1

Come deve essere dimensionato un riduttore di pressione se in una regolazione da 8 a 4 Pa l'ora vengono consumati 20 m<sup>3</sup>?

#### Nota:

Il volume è già presente come volume d'esercizio e non deve quindi essere convertito.

#### Soluzione

Nel campo della velocità di flusso a 10...20 m/s verticale verso l'alto fino alla linea orizzontale a Q = 20 m<sup>3</sup>. Nel campo applicabile le linee caratteristiche di DN 25 e DN 20 si intersecano. A seconda della dimensione scelta risultano differenti velocità di flusso. A DN 25 circa 11 m/s e a DN 20 circa 19 m/s.

#### Nota:

Con la scelta di DN 15 risulterebbe una velocità di flusso di circa 28 m/s, che avrebbe come conseguenza, oltre a rumori più forti, anche maggiori resistenze al flusso.

### Esempio 2

Come deve essere dimensionato il riduttore di pressione se in una regolazione da 8 a 4 Pa in un'ora vengono consumati 50 metri cubi normali?

#### Nota:

In un primo passo si deve determinare il volume d'esercizio e calcolare la dimensione della valvola.

#### Soluzione

##### 1. Conversione in metri cubi d'esercizio (m<sup>3</sup>)

La pressione nella tubazione dopo la valvola di riduzione della pressione è di 4 bar (P<sub>v</sub>). Ciò corrisponde a 5 bar P<sub>abs</sub>.

$$\begin{aligned} V_{\text{esercizio}} &= (V_{\text{Norm}} \cdot P_{\text{abs Norm}}) / P_{\text{abs esercizio}} \\ &= (50 \cdot 1) / 5 \\ &= 10 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

##### 2. Calcolo della dimensione della valvola

Nel campo della velocità di flusso a 10...20 m/s verticale verso l'alto fino alla linea orizzontale a Q = 10 m<sup>3</sup>.

Nel campo applicabile si ha unicamente l'intersezione della linea caratteristica di DN 15 a una velocità del flusso di circa 14 m/s.



## 11.3 Grössenbestimmung der Rohrquerschnitte

### Détermination de la grandeur des tuyaux

### Dimensionamento dei tubi

#### 11.3.1 Druckverlust

Die nachfolgenden Diagramme zeigen das Rohrreibungsdruckgefälle R, in Abhängigkeit vom Volumenstrom in m<sup>3</sup>/h und der Fließgeschwindigkeit v, unter folgenden Bedingungen:

Medium: Druckluft  
Temperatur: 20 °C  
Oberflächenrauigkeit: 0.0015 mm

#### Perte de charge

Les diagrammes suivants concernent la perte de charge liée à la résistance R des tuyaux, en fonction du débit volumique en m<sup>3</sup>/h et de la vitesse d'écoulement v, dans les conditions suivantes:

Fluide: Air comprimé  
Température: 20 °C  
Rugosité superficielle: 0.0015 mm

#### Perdita di carico

I seguenti diagrammi mostrano il gradiente di pressione causata dall'attrito nel tubo R, in dipendenza del flusso in volume in m<sup>3</sup>/h e della velocità del flusso v, alle seguenti condizioni:

Medio: Aria compressa  
Temperatura: 20 °C  
Ruvidità della superficie: 0.0015 mm

**11.3.2 Druckverlust Edelstahlrohr bei 3 bar**

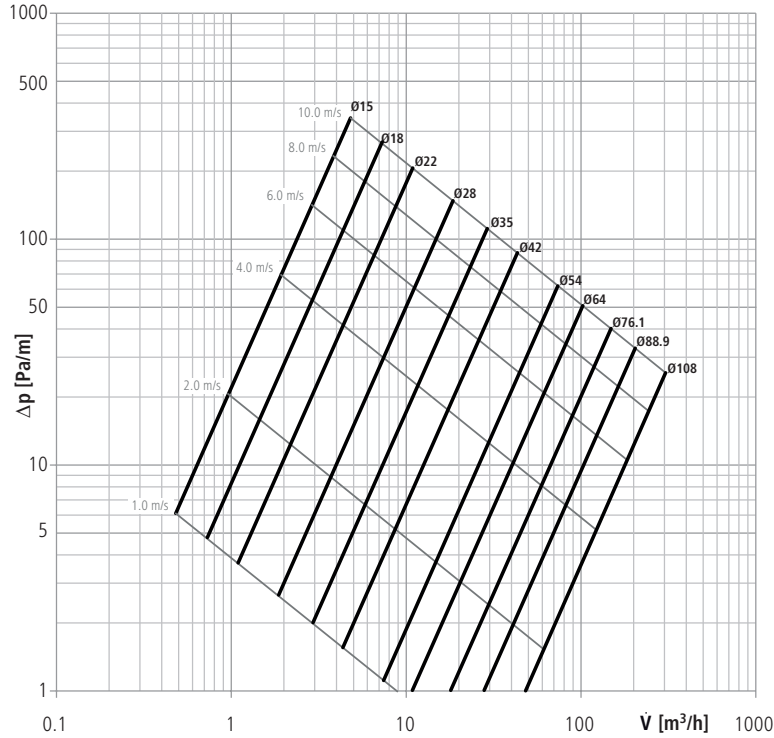
Dichte: 3.577 kg/m<sup>3</sup>  
 Kinematische Viskosität: 5.10 × 10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s

**Pertes de charge du tuyau en acier inoxydable, à 3 bar**

Densité: 3.577 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosité cinématique: 5.10 × 10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s

**Perdita di carico del tubo d'acciaio inossidabile a 3 bar**

Densità: 3.577 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità cinematica: 5.10 × 10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s



**11.3.3 Druckverlust Edelstahlrohr bei 6 bar**

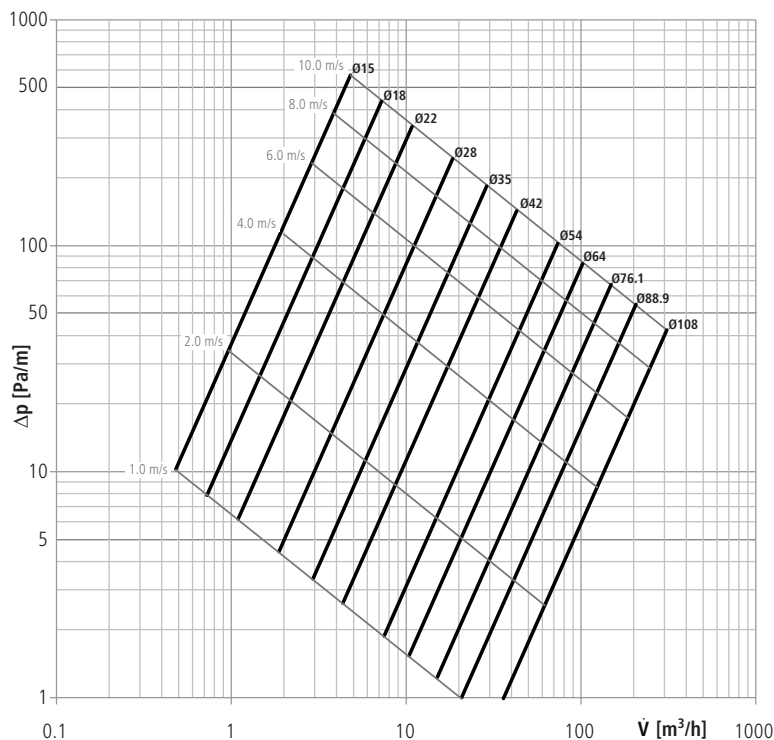
Dichte: 7.158 kg/m<sup>3</sup>  
 Kinematische Viskosität: 2.55 × 10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s

**Pertes de charge du tuyau en acier inoxydable, à 6 bar**

Densité: 7.158 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosité cinématique: 2.55 × 10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s

**Perdita di carico del tubo d'acciaio inossidabile a 6 bar**

Densità: 7.158 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità cinematica: 2.55 × 10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s



**Druckluft  
 Air comprimé  
 Aria compressa**

11.3.4 **Druckverlust Edelstahlrohr bei 9 bar**

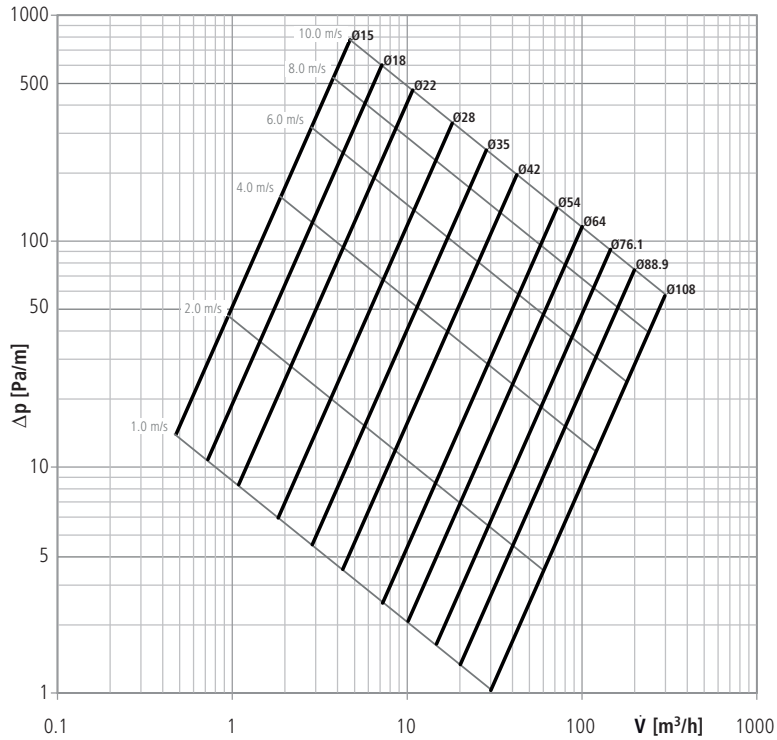
Dichte: 10.738 kg/m<sup>3</sup>  
 Kinematische Viskosität: 1.707 × 10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s

**Pertes de charge du tuyau en acier inoxydable, à 9 bar**

Densité: 10.738 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosité cinématique: 1.707 × 10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s

**Perdita di carico del tubo d'acciaio inossidabile a 9 bar**

Densità: 10.738 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità cinematica: 1.707 × 10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s



11.3.5 **Druckverlust Edelstahlrohr bei 12 bar**

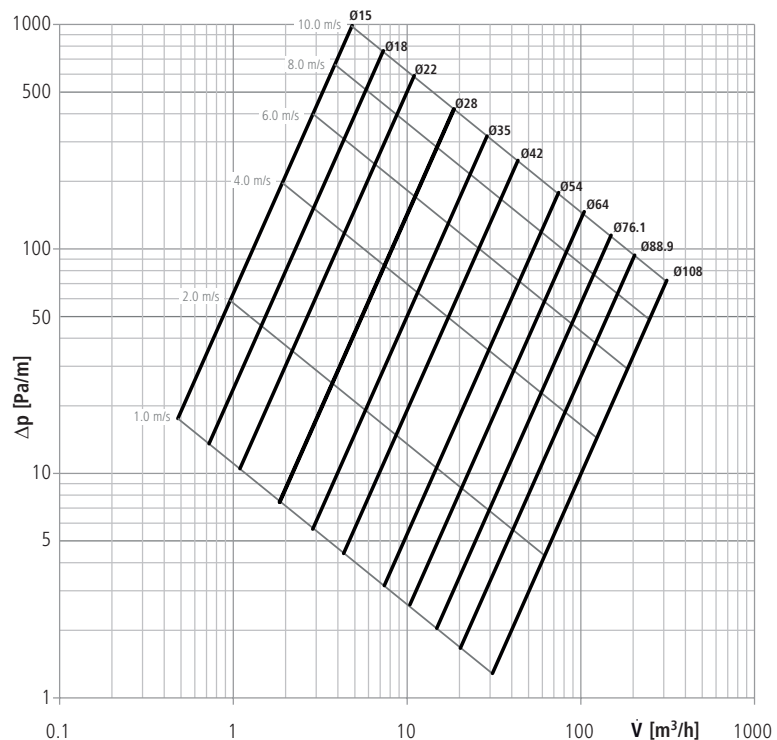
Dichte: 14.333 kg/m<sup>3</sup>  
 Kinematische Viskosität: 1.281 × 10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s

**Pertes de charge du tuyau en acier inoxydable, à 12 bar**

Densité: 14.333 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosité cinématique: 1.281 × 10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s

**Perdita di carico del tubo d'acciaio inossidabile a 12 bar**

Densità: 14.333 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità cinematica: 1.281 × 10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s



**Druckluft**  
**Air comprimé**  
**Aria compressa**

## 11.4 Einsatzbereich

### Domaines d'utilisation

### Campo d'applicazione

#### 11.4.1 Einsatzbereiche von Optipress

#### Domaines d'utilisation Optipress

#### Campo d'applicazione di Optipress

Bei einem Einsatz von Optipress mit verschiedenen Medien sind immer die Komponenten **Fitting / Dichtring / Rohr** auf ihre Eignung zu prüfen. Optipress bietet mit den verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten für viele Anwendungen, unter Berücksichtigung der Beständigkeit, eine wirtschaftliche Lösung.

Medium	Zusatzangaben	Druck	Fitting	Dichtring	Rohrwerkstoff			
					1.4521	1.4520	1.4401 1.4404	C-Stahl
Druckluft Ölkonzentration $\leq 5 \text{ mg/m}^3$ Druckluftklasse 1–4	Dim. 15–54	16 bar	Edelstahl	EPDM	✓	✓	✓	–
	Dim. 64–108	16 bar	Rotguss Stahl verz.	EPDM EPDM	✓ –	✓ –	✓ –	✓ ✓
Druckluft Ölkonzentration 5...25 mg/m <sup>3</sup> Druckluftklasse 5	Dim. 15–54	16 bar	Edelstahl	<b>HNBR</b>	✓	✓	✓	–
	Dim. 64–108	16 bar	Rotguss Stahl verz.	<b>HNBR</b> <b>HNBR</b>	✓ –	✓ –	✓ –	✓ ✓

Pressfittings aus Rotguss und Edelstahl sind mit den System-Edelstahlrohren 1.4401 / 1.4404, 1.4521 und 1.4520 frei kombinier- und austauschbar.

Edelstahl-Fittings dürfen nicht direkt mit unlegierten Stahlrohren verarbeitet werden, und Pressfittings aus unlegiertem Stahl dürfen nicht direkt mit Edelstahlrohren verarbeitet werden.

Kupfer-Fittings dürfen nicht direkt mit einem Edelstahlrohr oder Edelstahl-Pressfittings mit einem Kupferrohr verarbeitet werden.

C-Stahl-Rohre nur für trockene Druckluft verwenden (Korrosion).

L'utilisation d'Optipress avec différents fluides imposent de toujours vérifier la compatibilité des composants **raccord / joint d'étanchéité / tuyau**.

Avec ses nombreuses possibilités de combinaison, Optipress offre une solution économique pour chaque application, ceci dans le respect de la fiabilité.

Fluide	Spécifique	Pression	Raccord	Joint	Qualité tuyau			
					1.4521	1.4520	1.4401 1.4404	Acier au carbone
Air comprimé Concentration en huile $\leq 5 \text{ mg/m}^3$ Air comprimé classe 1–4	Dim. 15–54	16 bar	Acier inox Bronze	EPDM EPDM	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓	– ✓
	Dim. 64–108	16 bar	Acier galv.	EPDM	–	–	–	✓
Air comprimé Concentration en huile 5...25 mg/m <sup>3</sup> Air comprimé classe 5	Dim. 15–54	16 bar	Acier inox Bronze	<b>HNBR</b> <b>HNBR</b>	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓	– ✓
	Dim. 64–108	16 bar	Acier galv.	<b>HNBR</b>	–	–	–	✓

Les raccords à sertir en bronze et en acier inoxydable sont compatibles avec les systèmes de tuyaux en inox 1.4401 / 1.4404, 1.4521 et 1.4520.

Les raccords à sertir en acier inoxydable ne doivent pas être en contact avec des tuyaux en acier au carbone, et également les raccords à sertir en acier au carbone ne doivent pas être en contact avec des tuyaux en acier inoxydable.

La combinaison de raccords à sertir ou tuyaux, cuivre-acier inoxydable, est à proscrire.

Utiliser les tuyaux en acier au carbone uniquement pour de l'air comprimé sec (corrosion).

Nell'impiego di Optipress con diverse sostanze bisogna sempre controllare l'idoneità dei componenti **fitting / anello di tenuta / tubo**.

Con le varie possibilità di combinazione per numerose applicazioni, tenendo conto della resistenza, Optipress offre una soluzione economica.

Sostanza	Indicazioni aggiuntive	Pressione	Fitting	Anello di tenuta	Materiale del tubo			
					1.4521	1.4520	1.4401 1.4404	C-Acciaio
Aria compressa Concentrazione di olio $\leq 5 \text{ mg/m}^3$ Classe di aria compressa 1–4	Dim. 15–54	16 bar	Acciaio inox Bronzo	EPDM EPDM	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓	– ✓
	Dim. 64–108	16 bar	Acciaio zinc.	EPDM	–	–	–	✓
Aria compressa Concentrazione di olio 5...25 mg/m <sup>3</sup> Classe di aria compressa 5	Dim. 15–54	16 bar	Acciaio inox Bronzo	<b>HNBR</b> <b>HNBR</b>	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓	– ✓
	Dim. 64–108	16 bar	Acciaio zinc.	<b>HNBR</b>	–	–	–	✓

I pressfitting in bronzo e acciaio inox sono abbinabili e intercambiabili con i tubi in acciaio inox 1.4401 / 1.4404, 1.4521 e 1.4520.

I pressfitting in acciaio inox non devono essere impiegati direttamente sui tubi in acciaio non legato, così come i pressfitting in acciaio non legato non devono essere impiegati con tubi in acciaio inox.

Nelle installazioni, i pressfitting in rame non devono venire in contatto diretto con i tubi in acciaio inox e i pressfitting in acciaio inox non devono venire in contatto diretto con tubi in rame.

Usare i tubi di acciaio C solo in presenza di aria compressa secca (corrosione).