



aerospace  
climate control  
electromechanical  
filtration  
fluid & gas handling  
hydraulics  
pneumatics  
process control  
sealing & shielding



## E0-Rohre für Fittings und Flansche

Industrie- und Mobil-Anwendungen  
Schiffbau- und Offshore-Anwendungen



ENGINEERING YOUR SUCCESS.



### **Zu Ihrer Sicherheit!**

Unter gewissen Umständen können Rohre und Rohranschlüsse extremen Belastungen, wie zum Beispiel Vibrationen und unkontrollierten Druckspitzen, ausgesetzt werden.

Nur durch den Einsatz original von Parker hergestellten Teilen und die Beachtung der folgenden Informationen von Parker können Sie die Zuverlässigkeit und Sicherheit der Produkte und deren Übereinstimmung mit den entsprechenden Normen sicherstellen.

Eine Missachtung dieser Vorschrift kann die funktionelle Sicherheit und Zuverlässigkeit der Produkte maßgeblich negativ beeinflussen, wodurch Personen verletzt werden und Garantieansprüche erlöschen können.

Änderungen möglich

© Urheberrechtlich geschützt 2013, Parker Hannifin Corporation. Alle Rechte vorbehalten.

	Seite
<b>Einleitung</b> .....	04
<b>Technische Eigenschaften, Auslegungsregeln und Normen</b> .....	06
<b>Rohre: Abmessungen und Drucktabellen</b>	
<b>EO-Rohre für Fittings, Industrie- und Mobil-Anwendungen</b>	
EO-Stahlrohre, nahtlos, metrisch, Material E235+N.....	12
EO-Edelstahlrohre, metrisch, Material 316Ti.....	14
EO-Stahlrohre, zöllige Abmessungen, Material E235+N.....	15
<b>Rohre für Leitungssysteme</b>	
EO-Stahlrohre, nahtlos, metrisch, Material E235+N für Schiffbau und Offshore Anwendungen.....	18
EO-Stahlrohre, nahtlos, metrisch, Material E235+N für landbasierte und industrielle Anwendungen.....	19
EO-Stahlrohre, nahtlos, metrisch, Material E355+N für Schiffbau und Offshore Anwendungen.....	20
EO-Stahlrohre, nahtlos, metrisch, Material E355+N für landbasierte und industrielle Anwendungen.....	21
EO-Edelstahlrohre, metrisch, ASTM A269, Material 316L für Schiffbau und Offshore Anwendungen.....	22
EO-Edelstahlrohre, metrisch, ASTM A269, Material 316L für landbasierte und industrielle Anwendungen.....	23
EO-Edelstahlrohre, Scheduled Größen, ASTM A312, Material 316L für Schiffbau und Offshore Anwendungen.....	24

# Rohre für Medien, Hydraulik und Pneumatik Anwendungen

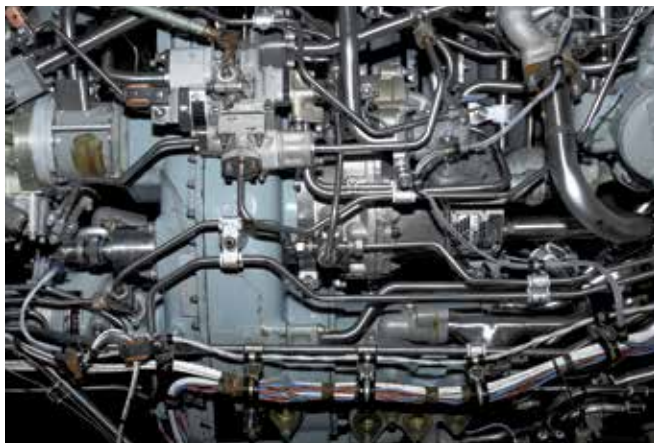
## Die Welt der Rohre

### Volles Rohr bei der Auswahl.

Das Rohrprogramm von Parker Hannifin bietet vielfältige Möglichkeiten für den Einsatz in hydraulischen Anwendungen. Rohre für Fitting- und Flanschsysteme, Rohre für mobile und stationäre Anlagen. Unterschiedliche Dimensionen, Stahl- und Edelstahlwerkstoffe sowie verschiedene Oberflächenausführungen stehen bei der Auswahl zur Verfügung.

### Die Qualität besteht.

Parker Rohre werden für die speziellen Marktanforderungen qualifiziert. Kontinuierliche Tests in Laboren und Prüfstationen gewährleisten die hohe Qualität des Materials. Die Zertifizierung durch unabhängige Zulassungsinstitute wie z.B. ABS, LR oder DNV bestätigt die Einhaltung hoher Standards und gewährleistet somit die Anforderung. Daraus resultieren Zuverlässigkeit und Langlebigkeit der hydraulischen Anwendung.



### Weltweite Verbindungen.

Das Parker Hannifin Rohrlager ermöglicht eine weltweit vernetzte, zeitnahe Versorgung, und das in gleichbleibend hoher Präzision. So können sich auch international aktive Kunden auf uns verlassen. Effizient, umweltfreundlich und terminlich zuverlässig liefern wir in nahezu alle Länder dieser Welt.

### Rund um die Rohre.

In dieser Broschüre ist alles Wissenswerte über Hydraulikleitungsrohre thematisch strukturiert und übersichtlich aufgeführt. Welche Parameter wichtig sind, was für Rohre, Abmessungen und Materialien für welchen Einsatz sinnvoll sind. Bis hin zu den Bestellcodes, und schon kann es losgehen...



### Zertifikate

Auf Anfrage liefern wir alle relevanten Zertifikate für Ihre Märkte. Unsere Lieferanten sind zugelassen z. B. durch ISO 9001, ISO/TS 16949, ISO 14001. Bitte fragen Sie nach Details.



## Complete Piping Solutions und Systemlieferant

# Das Mehr an Leistungen

### **CPS – Complete Piping Solutions.**

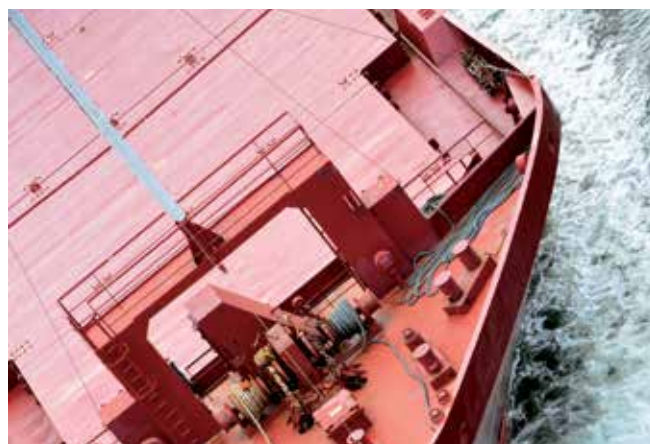
Rohr und gut! Aber es kommt noch besser. Viele Kunden möchten von uns das komplette Programm, und das liefern wir ihnen mit unserem „Complete Piping Solutions“-Konzept weltweit. Beratung, Konstruktion, Produktion, Lieferung und Installation. Diese fünf Stationen gibt es zuverlässig, effektiv und umweltfreundlich aus einer Hand.

Unser ganzheitliches Wissen, Markenprodukte, zeitgemäße Produktion und Montage garantieren durchdachte Komplettlösungen für Hydraulik-Systeme. Auch die Integration in vorhandene Systeme ist möglich. So verhelfen wir unseren Kunden von Anfang an anwenderorientiert zur höchsten Produktivität und Aktualität. Und sie erreichen damit gleichzeitig Zeit- und Kosteneinsparungen.

### **Vorteile als Systemlieferant.**

Parker Hannifin ist der weltweit führende Hersteller in der Antriebs- und Steuerungstechnologie. Das Unternehmen bietet ein Produktportfolio, das in Breite und Tiefe und in der durchgängig gleichbleibenden Qualität beispielhaft ist. Durch ein internationales zur Verfügung stehendes Vertriebsnetz sind die Komponenten schnell lieferbar.

Systemlösungen werden exakt auf die Kundensituation zugeschnitten. Ob DIN oder SAE und überall auf der Welt verfügbar. So passt alles mit System zusammen, und der globalen Planung und Produktion bis ins Detail steht nichts im Weg. Effizient, nachhaltig und fortschrittlich.



## Rohr- und Leitungsspezifikationen

### Empfohlene Stahlrohre und Leitungen

Parker empfiehlt den Einsatz von kaltgezogenen, nahtlosen Hydraulikrohren und Leitungen, entsprechend DIN EN 10305-4, E 355 (St. 52.4 NBK) oder E 235N (St. 37.4 NBK).

- + Präzisionsabmessung/Form
- + Hochdruck geeignet
- + Innen sauber (keine Klassifikation)
- + Ausgezeichnet glatte Oberfläche nach der Rollierbördelung

### Empfohlene Edelstahlrohre und Leitungen

Parker empfiehlt den Einsatz von nahtlosen kaltgezogenen Edelstahlrohren und Leitungen, entsprechend DIN EN 10216-5, ASTM A269/A213, ASTM A312

- + Präzisionsabmessung/Form
- + Hochdruckgeeignet
- + Ausgezeichnet glatte Oberfläche nach der Rollierbördelung

### Geschweißte Rohre und Leitungen

Rohre und Leitungen, entsprechend den oben aufgeführten Spezifikationen, aber geschweißt und kalt nachgezogen anstelle von nahtlos gezogenen, sind in der Regel geeignet. Die Druckleistung könnte auf Grund der Schweißnahtbereiche verringert sein. Die Schweißnahtqualität könnte die Qualität der gerollten Bördelungsoberfläche beeinflussen.

### Warm gewalzte Rohre

Warm gewalzte Rohre werden aus folgenden Gründen nicht empfohlen:

Warm gewalzte Rohre weisen keine Präzisionsabmessungen auf und können in Bearbeitungsmaschinenwerkzeugen rutschen. Die Rohre weisen innen und außen Zunder auf. Der Zunder im Inneren reduziert den Reinheitsgrad der Flüssigkeit. Beim Bördelungsvorgang verunreinigt der Zunder die Bördelwerkzeuge (hoher Reinigungsaufwand) und verursacht eine schlechte Qualität der Bördelungsoberfläche.

**Der erforderliche maximale Arbeitsdruck wird entweder entsprechend DNV, DIN oder ANSI kalkuliert.**

## Werkstoffkennwerte

### 1.0308 (E235/St.35.4) nach DIN EN 10305-4

Zugfestigkeit	min 340 N/mm <sup>2</sup>
Streckgrenze	min 235 N/mm <sup>2</sup>
Schwellfestigkeit	225 N/mm <sup>2</sup> <sup>1)</sup>
Bruchdehnung	min. 25%

### 1.0508 (E355/St.52.4) nach DIN EN 10305-4

Zugfestigkeit	min 490 N/mm <sup>2</sup>
Streckgrenze	min 355 N/mm <sup>2</sup>
Schwellfestigkeit	265 N/mm <sup>2</sup>
Bruchdehnung	min. 22 %

### 1.4571 (316 Ti) cold drawn (CFA) <sup>3)</sup> nach DIN EN 10216-5

Zugfestigkeit	min 500 N/mm <sup>2</sup>
0.2 % Dehngrenze	min 210 N/mm <sup>2</sup>
1 % Dehngrenze	min 245 N/mm <sup>2</sup>
Schwellfestigkeit	220 N/mm <sup>2</sup>
Bruchdehnung	min. 35 %

### 1.4404 (316L) cold drawn (CFA)<sup>3)</sup> nach DIN EN 10216-5

Zugfestigkeit	min 500 N/mm <sup>2</sup>
0.2 % Dehngrenze	min 210 N/mm <sup>2</sup>
1 % Dehngrenze	min 245 N/mm <sup>2</sup>
Bruchdehnung	min. 35 %

### 1.4401 (316) nach DIN EN 10216-5

Zugfestigkeit	min 510 N/mm <sup>2</sup>
0.2 % Dehngrenze	min 205 N/mm <sup>2</sup>
1 % Dehngrenze	min 240 N/mm <sup>2</sup>
Bruchdehnung	min. 40 %

### 1.4301 (304) nach DIN EN 10216-5

Zugfestigkeit	min 500 N/mm <sup>2</sup>
0.2 % Dehngrenze	min 195 N/mm <sup>2</sup>
1 % Dehngrenze	min 230 N/mm <sup>2</sup>
Schwellfestigkeit	195 N/mm <sup>2</sup> <sup>2)</sup>
Bruchdehnung	min. 40 %

### 1.4404 (316L) ASTM A269 / A213

Zugfestigkeit	min 530 N/mm <sup>2</sup>
Streckgrenze	min 276 N/mm <sup>2</sup>
0.2 % Dehngrenze / 1.6 <sup>4)</sup>	172.5 N/mm <sup>2</sup>

### 1.4404 (316L) ASTM A312 / A530

Zugfestigkeit	min 515 N/mm <sup>2</sup>
Streckgrenze	min 234 N/mm <sup>2</sup>
0.2 % Dehngrenze / 1.6 <sup>4)</sup>	146 N/mm <sup>2</sup>

<sup>1)</sup> DIN 2413 Entwurf, Tab. 4

<sup>2)</sup> Rollof/Matek ME Ausg. 14, (keine Normvorgabe)

<sup>3)</sup> Kaltverfestigungserhöhung in Anlehnung an 1.4571

<sup>4)</sup> Nenndruck-Berechnung, basierend auf diesen mechanischen Eigenschaften, erfordern eine Zertifizierung gemäß 3.1 - EN 10204, die die mechanischen Eigenschaften bestätigt.

## Rohrkalkulation für Marine und Offshore nach DNV Richtlinien

Kalkulation des Arbeitsdrucks von Stahl und Edelstahlrohren für den Schiffbau nach DNV Teil 4, Kapitel 6, Teil 6.

$$P = \frac{20 \cdot \sigma_t \cdot e \cdot t_0}{D - t_0}$$

P = zulässiger Arbeitsdruck [bar]  
 $\sigma_t$  = zulässige Beanspruchung [N/mm<sup>2</sup>]  
 kalkuliert vom niedrigeren Wert des:

Edelstahl:  $\sigma_t = \frac{R_m}{2,7}$  or  $\frac{K}{1,6}$       Stahl:  $\sigma_t = \frac{R_m}{2,7}$  or  $\frac{K}{1,8}$

$t_0$  = Rohrwandstärke ohne Aufmaße [mm]

$$t_0 = t_n \cdot a - c - b$$

$t_n$  = Nominale Rohrwandstärke [mm]  
 a = Faktor für Rohrwandstärkenaufmaß [mm]  
 = 0,8 für Rohr-AD 4-5, 0,85 für Rohr-AD 6-8, 0,9 für Rohr-AD >=10  
 = 0,9 für alle Edelstahlrohre  
 b = Biegeaufmaß

$$b = 0,1333 \cdot t_0 \text{ (at } R/D=3) \rightarrow t_0 = \frac{t_n \cdot a - c}{1,1333}$$

c = Korrosionstoleranz, c = 0,3 mm für Hydraulikstahlrohr, c = 0 mm für Edelstahlrohr  
 e = Stärkequotient: Für nahtlose Rohre e = 1  
 D = Rohre-Außendurchmesser [mm]  
 $R_m$  = min. Zugfestigkeit [N/mm<sup>2</sup>]  
 $K$  = min. Dehngrenze oder min 0,2% Beanspruchung [N/mm<sup>2</sup>]

## Rohrkalkulation für Landbasierte- und Industrie-Anwendungen

### DIN 2413 I, nur für statische Belastung

Kalkulation des Arbeitsdrucks für Stahlrohre mit statischer Beanspruchung bis 120°C. Korrosion - zusätzliche Beanspruchungen wurden zur Berechnung des Druckes nicht berücksichtigt. Rohre mit einem Durchmesser von AD/ID >2 sind mit einer dynamischen Beanspruchung nach DIN 2413 III kalkuliert, aber mit K = Streckfestigkeit.

$$P = \frac{20 \cdot K \cdot s \cdot c}{S \cdot D}$$

P = zulässiger Arbeitsdruck [bar]  
 K = Streckfestigkeit [N/mm<sup>2</sup>]  
 s = Rohrwandstärke [mm]  
 c = Faktor für Rohrwandstärkenaufmaß  
 = 0,8 für Rohr-AD 4-5, 0,85 für Rohr-AD 6-8, 0,9 für Rohr-AD 10  
 = 0,9 für alle Edelstahlrohre  
 S = Sicherheitsfaktor = 1,5  
 D = Rohraußendurchmesser [mm]

### DIN 2413 III, für dynamische Belastung

Kalkulation des Arbeitsdrucks von Stahlrohren mit dynamischer Beanspruchung bis 120°C. Korrosion - zusätzliche Beanspruchungen wurden zur Berechnung des Druckes nicht berücksichtigt.

$$P = \frac{20 \cdot K \cdot s \cdot c}{S \cdot (D + s \cdot c)}$$

P = zulässiger Arbeitsdruck [bar]  
 K = Streckfestigkeit [N/mm<sup>2</sup>]  
 s = Rohrwandstärke [mm]  
 c = Faktor für Rohrwandstärkenaufmaß  
 = 0,8 für Rohr-AD 4-5, 0,85 für Rohr-AD 6-8, 0,9 für Rohr-AD 10-80  
 = 0,9 für alle Edelstahlrohre  
 S = Sicherheitsfaktor = 1,5  
 D = Rohraußendurchmesser [mm]

### Berstdruckkalkulation

Kalkulation gemäß Formel nach DIN 24131, ohne Sicherheit

BP = Berstdruck  
 $R_m$  = min. Zugfestigkeit  
 s = Rohrwandstärke  
 c = Faktor für Rohrwandstärkenaufmaß  
 = 0,8 für Rohr-AD 4-5,  
 0,85 für Rohr-AD 6-8,  
 0,9 für Rohr-AD 10  
 0,9 für alle Edelstahlrohre  
 D = Rohraußendurchmesser [mm]




$$BP = \frac{20 \cdot R_m \cdot s \cdot c}{D}$$

## Druckabschläge und Temperaturen

Werkstoffbedingte Druckabschläge gegenüber den Katalogangaben, sind bei erhöhten Temperaturen erforderlich. Verschraubungswerkstoff und Dichtungsmaterial müssen entsprechend der Betriebstemperatur ausgewählt werden.

Der DNV kann je nach Anwendung abweichende Druckabschläge vorschreiben.

Werkstoff	Druckabschläge der zulässigen Betriebstemperaturen in °C														
	-60	-54	-40	-35	-25	+20	+50	+100	+120	+150	+175	+200	+250	+300	+400
<b>Stahl Komponenten</b>			10%			0%			11%	19%					
<b>Stahlrohre</b>			10%			0%			19%		27%				
<b>Edelstahl Komponenten</b>	0%					5%	15%	23%		29%		33%	37%	42%	
<b>Edelstahlrohre</b>	0%					5,5%	11,5%	21,5%		29%		34%			
<b>Dichtungswerkstoff NBR (z. B. Perbunan)</b>															
<b>Dichtungswerkstoff FKM</b>															
<b>Dichtungswerkstoff Polyurethan (P5008)</b>															

	Zulässige Betriebstemperatur
	Zulässige Umgebungstemperatur bei hydraulischer und pneumatischer Anwendung
	Temperatur nicht zulässig

Berechnungsbeispiel:

Temperatur = 200°C

Material = Nichtrostender Stahl

Druckabschlag = 29%

Druckabschlag Rohre = 21,5%

PN Rohr 16x2.5/71. DIN2413 III = 362 bar

Formel:

$$PN_{200^\circ\text{C}} = \frac{400 \text{ bar}}{100\%} \times (100\% - 29\%) = 284 \text{ bar}$$

$$PN_{\text{Rohr } 200^\circ\text{C}} = \frac{362 \text{ bar}}{100\%} \times (100\% - 21,5\%) = 284 \text{ bar}$$

## Strömungsdurchmesser von Rohrleitungen

### Bestimmung der Rohre für Hydraulik-Systeme

Die richtige Rohrauswahl und Verschraubungsart ist entscheidend für einen effizienten und störungsfreien Betrieb eines Hydraulik-Systems. Zur Rohrauswahl gehört die Festlegung des richtigen Werkstoffs und der richtigen Abmessung (Außendurchmesser und Wanddicke).

Die richtige Rohrbestimmung für verschiedene Teile eines Hydrauliksystems führt zu wirtschaftlicher und kostengünstiger Ausführung.

Ein zu kleines Rohr verursacht hohe Strömungsgeschwindigkeiten mit vielen nachteiligen Folgen. In Druckleitungen führt es zu hohen Reibungsverlusten und Turbulenzen, wodurch es zu hohen Druckverlusten und Hitzeentwicklung kommt. Hohe Wärme führt zu höherem Verschleiß in bewegten Teilen und zum schnellen Altern von Dichtungen, also zu verkürzter Lebensdauer. Hohe Wärmeentwicklung bedeutet ebenso Energieverschwendung und folglich geringe Wirtschaftlichkeit. Zu große Rohre führen zu hohen Systemkosten. Folglich ist eine optimale Rohrauswahl sehr wichtig. Nachfolgend ist eine einfache Vorgehensweise zur Rohrbestimmung dargestellt.

### Bestimmung des erforderlichen Durchflussquerschnitts

Nach der Tabelle kann der empfohlene Innendurchmesser für die erforderliche Durchflussmenge des Leitungstyps bestimmt werden.

Die Tabelle basiert auf empfohlenen Durchflussgeschwindigkeiten, die im Schiffbau und der Offshorekonstruktion einheitlich sind.

Druckleitung	- 3	→ 7.2	$\left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$
Rücklaufleitung	- 2	→ 4.5	$\left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$
Saugleitung	- 1	→ 1.8	$\left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$

Vermeiden von Durchflussgeschwindigkeiten > 8 m/s! Die entstehenden Kräfte sind hoch und können die Rohrleitungen zerstören.

Wenn eine andere Durchflussgeschwindigkeit gewünscht wird, kann der erforderliche Innendurchmesser nach folgender Formel berechnet werden.

$$\text{Rohr - I.D. [mm]} = 4,61 \times \sqrt{\frac{\text{Durchflussmenge} \left[ \frac{\text{ltr.}}{\text{min}} \right]}{\text{Durchflussgeschwindigkeit} \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]}}$$

### Bestimmung der erforderlichen Wanddicke

Zur Bestimmung der empfohlenen Rohrwanddicke für den gewünschten Arbeitsdruck und Rohrinne Durchmesser Tabellen im Rohrkapitel beachten. Dazu den max. Arbeitsdruck auswählen, der gleich oder höher ist als der gewünschte Arbeitsdruck.





## Durchflusseigenschaften

Hydraulikanlagen werden meist nur mit einer durch Erfahrungen vorgegebenen Strömungsgeschwindigkeit ausgelegt. Die Druckverluste in den Leitungen werden nicht berücksichtigt oder später in den Probeläufen der Anlage gemessen. Da die Druckverluste überproportional zu den Strömungswiderständen ansteigen, ist es für die optimale Auslegung einer Anlage wichtig, sie schon bei der Planung zu berücksichtigen. Die Berechnung ist nicht so schwierig, wie häufig angenommen wird. Dieser Beitrag soll eine Anleitung dazu geben. Außerdem werden Hinweise dazu gegeben, wie zu hohe Druckverluste vermieden werden können. Denn: Druckverluste bedeuten Leistungsverluste, das Öl erwärmt sich sehr stark, es treten Geräusche auf und evtl. Kavitation in Saugleitungen.

### Medium

Alle Angaben zu den Durchflusswiderständen und dem Verhalten der Strömungen beziehen sich ausschließlich auf Flüssigkeiten. Für gasförmige Medien muss zusätzlich noch die variable Dichte des Gases berücksichtigt werden.

### Einheiten

$c$  = Strömungsgeschwindigkeit  $\left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$

$d$  = Rohrlinnendurchmesser [m]

$L$  = Rohrlänge [m]

$p$  = Druck [Pa], 1 bar = 100000 Pa

$\dot{V}$  = Volumenstrom  $\left[ \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right]$ ,  $1 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 6000 \frac{\text{l}}{\text{min}}$

$\lambda$  = Rohrreibungszahl

$\nu(T)$  = Kinematische Viskosität des Mediums in Abhängigkeit zur Temperatur  $\left[ \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \right]$

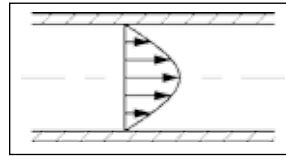
$\rho(T)$  = Dichte des Mediums in Abhängigkeit zur Temperatur  $\left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$

$\zeta$  = Einzelwiderstandsbeiwert

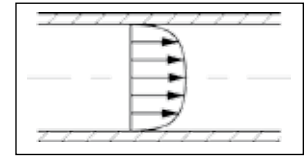
Es wurden nur Grundeinheiten verwendet. Das hat den Vorteil, dass die Formeln keine Korrekturfaktoren enthalten. Es besteht keine Verwechslungsgefahr, dass Werte in der falschen Einheit eingesetzt werden. Wenn Angaben in anderen Einheiten vorliegen, z. B. wird der Volumenstrom häufig in L/min angegeben, ist es ratsam, sie vor Beginn der Rechnung in die Grundeinheiten umzusetzen.

### Druckverluste in Rohrleitungen

Um Druckverluste in Rohrleitungen zu berechnen, muss zuerst abgeschätzt werden, ob laminare oder turbulente Strömung vorhanden ist. Laminare Strömung ist gleichförmig und ohne Verwirbelungen. Bei turbulenter Strömung steigen die Verluste sprunghaft an.



Strömungsprofil bei laminarer Strömung



Strömungsprofil bei turbulenter Strömung

Die Art der Strömung wird durch die Reynoldszahl gekennzeichnet. Bei einer Reynoldszahl größer als 2320 schlägt die Strömung ins Turbulente um. Die Reynoldszahl wird berechnet aus der Formel:

$$Re = \frac{c \cdot d}{\nu(T)}$$

Die Reynoldszahl ist eine dimensionslose Zahl. Die kritische Strömungsgeschwindigkeit, bei der die Strömung umschlägt, wird danach errechnet aus:

$$c_{cr} = 2320 \cdot \frac{\nu(T)}{d} \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

Bei vorgegebenem Volumenstrom kann die Strömungsgeschwindigkeit errechnet werden aus:

$$c = \frac{\dot{V} \cdot 4}{d^2 \cdot \pi} \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

Anschließend kann die Rohrreibungszahl  $\lambda$  errechnet werden. Die Rohrreibungszahl  $\lambda$  ist eine Funktion der Reynoldszahl und ist außerdem von der Rauigkeit der Rohre abhängig. Da in der Hydraulik im allgemeinen von hydraulisch glatten Rohren ausgegangen werden kann, wird die Rohrreibungszahl  $\lambda$  nach folgender Formel errechnet:

$$\text{laminare Strömung, } (Re < 2320): \lambda = \frac{64}{Re}$$

$$\text{turbulente Strömung, } (Re > 2320): \lambda = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{Re}}$$

Abschließend, wenn alle Faktoren bekannt sind, kann der Druckverlust in einer bestimmten Rohrleitung berechnet werden nach der Formel:

$$\Delta p = \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{\rho(T) \cdot c^2}{2} \text{ [Pa]}$$

### Berechnung von Einzelwiderständen

In einer Hydraulikanlage gibt es nicht nur Rohrleitungen, sondern auch Ventile, Rohrverschraubungen, Rohrbögen usw., die Strömungsverluste verursachen. Diese Einzelverluste sind oft sehr viel größer als die Rohrverluste und errechnen sich nach folgender Formel:

$$\Delta p = \zeta \cdot \rho(T) \cdot \frac{c^2}{2} \text{ [Pa]}$$

## Ölfluss und Druckverlust

Alle Kalkulationen basieren auf Rohren nach EN 10305-4, Viskosität 37scst., spezifische Dichte 0,860.  
 Folgende Formel wird verwendet, um andere Rohrgrößen zu bestimmen.

$$\text{Rohr-I.D.} = 4.61 \times \sqrt{\frac{\text{Durchflussmenge ltr./min}}{\text{Durchflussgeschwindigkeit m/s}}}$$

Rohr	Öfluss l/min			Druckverlust im Rohr bar/m		
	1,8 m/s	4,5 m/s	7,2 m/s	1,8 m/s	4,5 m/s	7,2 m/s
6x1,0		3,4	5,4		1,90	4,10
6x1,5		1,9	3,1		2,80	5,90
8x1,0		7,6	12,2		1,10	2,30
8x1,5		5,3	8,5		1,40	3,00
8x2,0		3,4	5,4		1,90	4,10
8x2,5		1,9	3,1		2,80	5,90
10x1,0		13,6	21,7		0,70	1,60
10x1,5		10,4	16,6		0,90	1,90
10x2,0		7,6	12,2		1,10	2,30
10x2,5		5,3	8,5		1,40	3,00
12x1,0		21,2	33,9		0,50	1,20
12x1,5		17,2	27,4		0,60	1,30
12x2,0		13,6	21,7		0,70	1,60
12x2,5		10,4	16,6		0,90	1,90
14x1,5		25,6	41,0		0,50	1,00
14x2,0		21,2	33,9		0,50	1,20
15x1,5		30,5	48,8		0,40	0,90
15x2,0		25,6	41,0		0,50	1,00
16x1,5		35,8	57,3		0,40	0,80
16x2,0		30,5	48,8		0,40	0,09
16x2,5		25,6	41,0		0,50	1,00
16x3,0		21,2	33,9		0,50	1,20
18x1,5		47,6	76,2		0,30	0,70
18x2,0		41,5	66,4		0,30	0,70
20x2,0		54,2	86,7		0,30	0,70
20x2,5		47,6	76,2		0,30	0,70
20x3,0		41,5	66,4		0,30	0,70
20x4,0		30,5	48,8		0,40	0,90
22x1,5		76,4	122,3		0,20	0,50
22x2,0		68,6	109,8		0,20	0,05
22x2,5		61,2	97,9		0,30	0,60
25x2,0		93,4	149,4		0,20	0,40
25x2,5		84,7	135,5		0,20	0,50
25x3,0		76,4	122,3		0,20	0,50
25x4,0		61,2	97,9		3,00	0,06
28x2,0		122,0	195,1		0,20	0,40
28x2,5		112,0	179,2		0,20	0,40
28x3,0		102,5	164,0		0,20	0,40

Rohr	Öfluss l/min			Druckverlust im Rohr bar/m		
	1,8 m/s	4,5 m/s	7,2 m/s	1,8 m/s	4,5 m/s	7,2 m/s
30x2,0		143,1	229,0		0,10	0,30
30x3,0		122,0	195,1		0,10	0,40
30x4,0		102,5	164,0		0,10	0,40
35x2,0	81,4	203,5	325,6	0,024	0,10	0,30
35x3,0		178,1	284,9		0,10	0,30
38x2,5		230,6	368,9		0,10	0,20
38x3,0		216,8	346,9		0,10	0,30
38x4,0		190,6	304,9		0,10	0,30
38x5,0		166,0	265,6		0,10	0,30
42x2,0	122,3	305,8	489,2	0,018	0,09	0,20
42x3,0		274,4	439,1		0,10	0,20
42x4,0		244,8	391,6		0,10	0,20
46x8,5		178,1	284,9		0,06	0,14
50x3,0	164,0	410,0	656,0	0,012	0,07	0,17
50x5,0		338,8	542,1		0,08	0,19
50x6,0		305,8	489,2		0,09	0,19
56x8,5		322,1	515,3		0,09	0,19
60x3,0		617,4	987,9	0,012	0,06	0,13
60x5,0		529,4	847,0		0,06	0,14
65x8,0		508,4	813,4		0,06	0,14
66x8,5		508,4	813,4		0,06	0,14
73x7,0		737,1	1179,3		0,05	0,11
75x3,0		1008,1	1613,0	0,008	0,04	0,09
75x5,0		894,6	1431,4		0,03	0,10
80x10,0		762,3	1219,6		0,05	0,11
90x3,5		1458,7	2333,9	0,006	0,03	0,07
90x5,0		1355,2	2168,3		0,03	0,08
90x9,0		1097,7	1756,3		0,04	0,09
97x12,0		1128,4	1805,4		0,04	0,09
115x4,0		2424,3	3878,8	0,004	0,03	0,05
115x15,0		1529,8	2447,8		0,03	0,07
125x4,0		2898,6	4637,7		0,03	0,05
130x15,0		2117,4	3387,9		0,03	0,06
140x4,5	1453,5	3633,7	5814,0	0,004	0,02	0,04
165x5,0	1931,3	5087,0	7725,0			
220x6,0	3664,5	9160,5	14658,0			
273x6,0	5769,5	14424,0	23079,0			





## **E0-Rohre für Fittings**

Industrie- und Mobil-Anwendungen

ENGINEERING YOUR SUCCESS.

## EO-Rohre für Fittings, Industrie- und Mobil-Anwendungen

### Nahtlose EO-Rohre aus Stahl | Werkstoff E235N (St. 37.4)

Toleranzen nach DIN EN 10305-4

1 Rohre mit einem Durchmesser Verhältnis von AD/ID>2 wurden nach DIN 2413 III berechnet, jedoch wurde beim Festigkeitskennwert K die Streckgrenze eingesetzt.

2 Ermittelt auf Parker Laborprüfständen.

Bestellzeichen		d <sub>a</sub> Außen-Ø (mm)	Toleranz	s Wanddicke (mm)	d <sub>i</sub> Innen-Ø (mm)	1 Berechnungsdruck bar		2 Berstdruck bar	Gewicht kg/m
Phosphatiert und geölt	Cr(VI)- frei					DIN 2413 I ruhend	DIN 2413 III schwellend		
R04X0.5	R04X0.5CF	4	±0,08	0,50	3,0	313	273	1160	0,047
	R04X0.75CF	4		0,75	2,5	470	391	1820	0,063
R04X1	R04X1CF	4		1,00	2,0	627	500	2700	0,074
	R05X1CF	5	±0,08	1,00	3,0	501	416	2120	0,099
R06X1 R06X1.5	R06X0.75CF	6	±0,08	0,75	4,5	333	288	1150	0,103
	R06X1CF	6		1,00	4,0	444	372	1650	0,123
	R06X1.5CF	6		1,50	3,0	666	526	2550	0,166
	R06X2CF	6		2,00	2,0	692	662	>3500	0,197
	R06X2.25CF	6		2,25	1,5	757	725	>3500	0,208
R08X1 R08X1.5 R08X2	R08X1CF	8	±0,08	1,00	6,0	333	288	1175	0,173
	R08X1.5CF	8		1,50	5,0	499	412	1925	0,240
	R08X2CF	8		2,00	4,0	666	526	2500	0,296
	R08X2.5CF	8		2,50	3,0	658	630	2650	0,339
R10X1 R10X1.5 R10X2	R10X1CF	10	±0,08	1,00	8,0	282	248	900	0,222
	R10X1.5CF	10		1,50	7,0	423	357	1450	0,314
	R10X2CF	10		2,00	6,0	564	458	2025	0,395
	R10X2.5CF	10		2,50	5,0	705	551	2675	0,462
	R10X3CF	10		3,00	4,0	666	638	>3500	0,518
R12X1 R12X1.5 R12X2	R12X1CF	12	±0,08	1,00	10,0	235	209	750	0,271
	R12X1.5CF	12		1,50	9,0	353	303	1150	0,388
	R12X2CF	12		2,00	8,0	470	391	1600	0,493
	R12X2.5CF	12		2,50	7,0	588	474	2025	0,586
	R12X3CF	12		3,00	6,0	705	551	2600	0,666
	R12X3.5CF	12		3,50	5,0	651	624		0,734
R14X2  R14X3	R14X1.5CF	14	±0,08	1,50	11,0	302	264	975	0,462
	R14X2CF	14		2,00	10,0	403	342	1325	0,592
	R14X2.5CF	14		2,50	9,0	504	415	1650	0,709
	R14X3CF	14		3,00	8,0	604	485	2200	0,814
		14		3,50	7,0	705	551	2625	0,906
R15X1 R15X1.5 R15X2	R15X1CF	15	±0,08	1,00	13,0	188	170	575	0,345
	R15X1.5CF	15		1,50	12,0	282	248	950	0,499
	R15X2CF	15		2,00	11,0	376	321	1275	0,641
		15		3,00	9,0	564	458	2000	0,888
R16X1.5 R16X2 R16X2.5 R16X3	R16X1.5CF	16	±0,08	1,50	13,0	264	233	850	0,536
	R16X2CF	16		2,00	12,0	353	303	1175	0,691
	R16X2.5CF	16		2,50	11,0	441	370	1500	0,832
	R16X3CF	16		3,00	10,0	529	433	1850	0,962
R18X1 R18X1.5 R18X2 R18X2.5	R18X1CF	18	±0,08	1,00	16,0	157	143	450	0,419
	R18X1.5CF	18		1,50	15,0	235	209	700	0,610
	R18X2CF	18		2,00	14,0	313	273	975	0,789
	R18X2.5CF	18		2,50	13,0	392	333	1300	0,956
	R18X3CF	18		3,00	12,0	470	391	1575	1,111

**Nahtlose E0-Rohre aus Stahl (Fortsetzung) | Werkstoff E235N (St. 37.4)**

Toleranzen nach DIN EN 10305-4

- 1 Rohre mit einem Durchmesser Verhältnis von AD/ID>2 wurden nach DIN 2413 III berechnet, jedoch wurde beim Festigkeitskennwert K die Streckgrenze eingesetzt.  
 2 Ermittelt auf Parker Laborprüfständen.

Bestellzeichen		d <sub>a</sub> Außen-Ø (mm)	Toleranz	s Wanddicke (mm)	d <sub>i</sub> Innen-Ø (mm)	1 Berechnungsdruck bar		2 Berstdruck bar	Gewicht kg/m
Phosphatiert und geölt	Cr(VI)- frei					DIN 2413 I ruhend	DIN 2413 III schwellend		
R20X2 R20X2.5 R20X3	R20X1.5CF	20	±0,08	1,50	17,0	212	190	675	0,684
	R20X2CF	20		2,00	16,0	282	248	900	0,888
	R20X2.5CF	20		2,50	15,0	353	303	1100	1,079
	R20X3CF	20		3,00	14,0	423	357	1400	1,258
	R20X3.5CF	20		3,50	13,0	494	408	1650	1,424
	R20X4CF	20		4,00	12,0	564	458	2000	1,578
R22X1.5 R22X2 R22X2.5	R22X1.5CF	22	±0,08	1,50	19,0	192	173	550	0,758
	R22X2CF	22		2,00	18,0	256	227	775	0,986
	R22X2.5CF	22		2,50	17,0	320	278	1025	1,202
	R22X3CF	22		3,00	16,0	385	328	1175	1,406
R25X2 R25X2.5 R25X3 R25X4 R25X4.5	R25X2CF	25	±0,08	2,00	21,0	226	201	725	1,134
	R25X2.5CF	25		2,50	20,0	282	248	850	1,387
	R25X3CF	25		3,00	19,0	338	292	1025	1,628
	R25X4CF	25		4,00	17,0	451	378	1500	2,072
	R25X4.5CF	25		4,50	16,0	508	418	1625	2,275
R28X1.5 R28X2 R28X2.5 R28X3	R28X1.5CF	28	±0,08	1,50	25,0	151	138	425	0,980
	R28X2CF	28		2,00	24,0	201	181	600	1,282
	R28X2.5CF	28		2,50	23,0	252	223	750	1,572
	R28X3CF	28		3,00	22,0	302	264	900	1,850
R30X2.5 R30X3 R30X4 R30X5	R30X2CF	30	±0,08	2,00	26,0	188	170	575	1,381
	R30X2.5CF	30		2,50	25,0	235	209	725	1,695
	R30X3CF	30		3,00	24,0	282	248	850	1,998
	R30X4CF	30		4,00	22,0	376	321	1175	2,565
	R30X5CF	30		5,00	20,0	470	391	1600	3,083
R35X2 R35X2.5 R35X3	R35X2CF	35	±0,15	2,00	31,0	161	147	450	1,628
	R35X2.5CF	35		2,50	30,0	201	181	600	2,004
	R35X3CF	35		3,00	29,0	242	215	700	2,367
	R35X4CF	35		4,00	27,0	322	280	960	3,058
R38X3 R38X4 R38X5	R38X2.5CF	38	±0,15	2,50	33,0	186	168	550	2,189
	R38X3CF	38		3,00	32,0	223	199	675	2,589
	R38X4CF	38		4,00	30,0	297	260	900	3,354
	R38X5CF	38		5,00	28,0	371	318	1150	4,069
	R38X6CF	38		6,00	26,0	445	373	1425	4,735
	R38X7CF	38		7,00	24,0	519	427	1700	5,352
R42X2 R42X3 R42X4	R42X2CF	42	±0,2	2,00	38,0	134	123	375	1,973
	R42X3CF	42		3,00	36,0	201	181	575	2,885
	R42X4CF	42		4,00	34,0	269	237	850	3,749
R50X6		50	±0,2	6,00	38,0	338	292		6,511
R65X8		65	±0,3	8,00	49,0	347	299		11,246

Oberflächenschutz:

- Rohre mit Innendurchmesser 1,5–5 mm: außen und innen geölt.
- Rohre ab 6 mm Innendurchmesser: außen und innen phosphatiert und geölt.

• Cr(VI)-frei:

Diese Abmessungen sind außen Dickschicht passiviert (Schichtdicke 8–12 µm), innen geölt.

## Nahtlose EO-Rohre aus Edelstahl | Werkstoff-Nr. 1.4571

Toleranzen nach DIN EN 10305-1

1 Rohre mit einem Durchmesser Verhältnis von AD/ID>2 wurden nach DIN 2413 III berechnet, jedoch wurde beim Festigkeitskennwert K die Streckgrenze eingesetzt.

2 Ermittelt auf Parker Laborprüfständen.

Bestellzeichen					1	2	
1.4571	d <sub>a</sub> Außen-Ø (mm)	Toleranz	s Wanddicke (mm)	d <sub>i</sub> Innen-Ø (mm)	1.4571 Berechnungs- druck bar DIN 2413 I	1.4571 Berstdruck bar	Gewicht kg/m
R04X171	4	±0,08	1,0	2	735		0,075
R06X171	6	±0,08	1,0	4	490	1850	0,125
R06X1.571	6	±0,08	1,5	3	735	2900	0,169
R08X171	8	±0,08	1,0	6	368	1300	0,175
R08X1.571	8		1,5	5	551	2050	0,244
R10X171	10		1,0	8	294	950	0,225
R10X1.571	10	±0,08	1,5	7	441	1750	0,319
R10X271	10		2,0	6	588	2400	0,401
R12X171	12		1,0	10	245	850	0,275
R12X1.571	12	±0,08	1,5	9	368	1400	0,394
R12X271	12		2,0	8	490	1900	0,501
R14X1.571	14		1,5	11	315	1200	0,469
R14X271	14	±0,08	2,0	10	420	1550	0,601
R14X2.571	14		2,5	9	525	2100	0,720
R15X171	15		1,0	13	196	675	0,351
R15X1.571	15	±0,08	1,5	12	294	1100	0,507
R15X271	15		2,0	11	392	1400	0,651
R16X1.571	16	±0,08	1,5	13	276	950	0,545
R16X271	16		2,0	12	368	1300	0,701
R16X2.571	16	±0,08	2,5	11	459	1850	0,845
R16X371	16		3,0	10	551	2400	0,977
R18X1.571	18	±0,08	1,5	15	245	800	0,620
R18X271	18		2,0	14	327	1150	0,801
R20X271	20		2,0	16	294	1050	0,901
R20X2.571	20	±0,08	2,5	15	368	1400	1,095
R20X371	20		3,0	14	441	1800	1,277
R22X1.571	22	±0,08	1,5	19	200	650	0,770
R22X271	22		2,0	18	267	900	1,002
R25X2.571	25	±0,08	2,5	20	294	1050	1,408
R25X371	25		3,0	19	353	1275	1,653
R28X1.571	28	±0,08	1,5	25	158	550	0,995
R28X271	28		2,0	24	210	700	1,302
R30X2.571	30	±0,08	2,5	25	245	850	1,722
R30X371	30	±0,08	3,0	24	294	1150	2,028
R30X471	30		4,0	22	392	1500	2,605
R35X271	35	±0,15	2,0	31	168	550	1,653
R38X471	38	±0,15	4,0	30	309	1150	3,405
R42X271	42	±0,2	2,0	38	140	475	2,003
R42X371	42		3,0	36	210	750	2,930

### Nahtlose E0-Rohre aus Stahl | Material Kohlenstoffstahl

Für hydraulische und pneumatische Druckleitungen.  
 SAE J 524. C-Stahl, Oberfläche phosphatiert und geölt.  
 Tests nach ASTM A 179-90 A/ASME SA 179.  
 Geprüft auf Qualität und Dichtheit.

1 Rohre mit einem Durchmesser Verhältnis von AD/ID>2 wurden nach DIN 2413 III berechnet, jedoch wurde beim Festigkeitskennwert K die Streckgrenze eingesetzt.

2 Ermittelt auf Parker Laborprüfständen.

Bestellzeichen (mit Außen-Ø und Wandstärke Zoll)	Rohr-Ø (mm)	Toleranz	Wandstärke (mm)	1 Berechnungsdruck bar		2 Berstdruck bar	Gewicht kg/m
				DIN 2413 I Statisch	DIN 2413 III Dynamisch		
<b>R1/4X0.049</b>	6,35	±0,08	1,24	553	450	–	0,157
<b>R3/8X0.049PHR</b>	9,53	±0,08	1,24	368	316	–	0,254
<b>R3/8X0.065PHR</b>	9,53	±0,08	1,65	489	405	–	0,321
<b>R1/2X0.049PHR</b>	12,70	±0,08	1,24	276	243	–	0,352
<b>R1/2X0.065PHR</b>	12,70	±0,08	1,65	367	314	–	0,450
<b>R5/8X0.083PHR</b>	16,00	±0,08	2,11	374	320	–	0,716
<b>R3/4X0.095PHR</b>	19,05	±0,08	2,41	357	307	–	0,990
<b>R3/4X0.109PHR</b>	19,05	±0,08	2,67	410	347	–	1,112
<b>R1X0.095PHR</b>	25,40	±0,08	2,41	268	236	–	1,368
<b>R1X0.120PHR</b>	25,40	±0,08	3,05	338	292	–	1,680
<b>R11/4X0.120PHR</b>	31,75	±0,08	3,05	271	239	–	2,157
<b>R11/2X0.156PHR</b>	38,10	±0,15	3,96	293	257	–	3,336

