

Angaben zu EO-Rohren

1. Stahlsorten, mechanische Eigenschaften, Ausführungsart

EO-Stahlrohre

Stahlsorte	Zugfestigkeit Rm	Streckgrenze ReH	Bruchdehnung A5 (längs)	Ausführungsart
Feinkorn Güte E235N nach EN 10305-4 (St. 37.4 gemäß DIN 1630/DIN 2391, alte Bezeichnung)	340 N/mm ² min. 49.000 lb/in ²	235 N/mm ² min. 34.000 lb/in ²	25% min.	Nahtlos kaltgezogen, blank gegläht, DIN EN 10305-1 und 4

EO-Rohre aus nichtrostenden Stählen

Stahlsorte	Zugfestigkeit Rm	1% Dehngrenze	Bruchdehnung A5 (längs)	Ausführungsart
Werkstoff Nr. 1.4571 X6CrNiMoTi17122	500 N/mm ² min. 72.500 lb/in ²	245 N/mm ² min. 35.500 lb/in ²	35% min.	Nahtlos kaltgezogen, zunderfrei, wärmebehandelt, entspr. DIN EN 10216-5 Tab. 6

2. Prüfungen und Bescheinigungen

Alle Rohre werden einer zerstörungsfreien Dichtigkeitsprüfung unterzogen und zum Nachweis entsprechend gekennzeichnet. Die Kennzeichnung ersetzt ein Werkzeugeignis DIN EN 10204-2.2. Für Rohre aus 1.4571 gilt Prüfklasse 1 DIN EN 10216-5 Tabelle 7.

3. Empfohlene Biegeradien

Für das Kaltbiegen von Rohren mit Biegevorrichtungen oder von Hand wird ein Biegeradius von 3× Rohraußendurchmesser empfohlen.

4. Schweißignung und Schweißbarkeit

Rohre aus E235N sind nach den bekannten Verfahren gut schweißbar. Rohre aus Werkstoff 1.4571 sind für die Lichtbogenschweißung geeignet. Der erforderliche Schweißzusatz ist nach DIN EN 1600 und DIN EN 12072 Teil 1 unter Berücksichtigung des Verwendungszwecks und des Schweißverfahrens auszuwählen.

5. Näherungsweise Berechnung des Durchflusswiderstandes gerader Rohrleitungen

Der Durchflusswiderstand und damit der Rohrleitungswirkungsgrad wird durch den Rohrinne Durchmesser, den Volumenstrom (gemessen oder berechnet) sowie durch die Eigenschaften des Mediums beeinflusst. Um möglichst geringe Verluste im Rohrleitungssystem zu haben, ist weitgehendst laminare Strömung anzustreben.

Der Übergang von der laminaren zur turbulenten Strömung, die einen erhöhten Durchflusswiderstand bringt, wird allgemein durch die Reynolds-Zahl Re 2320 definiert. Da der Übergang nicht scharf abgegrenzt ist, kann der Übergangsbereich praktisch nur messtechnisch erfasst werden. Setzt man für eine vereinfachte Berechnung den Übergang bei Re 2320 und die Rohrinnefläche als „technisch glatt“ voraus, so lassen sich die Grenzgeschwindigkeiten w_{krit} bzw. die Grenzvolumenströme \dot{V}_{krit} , bei denen der Übergang von der

laminaren zur turbulenten Strömung erfolgt, nach den folgenden Formeln abschätzen:

$$w_{crit} = \frac{2.32 \cdot \nu}{d_i} \quad [\text{m/s}]$$

$$q_{v, crit} = 0.109 \cdot d_i \cdot \nu \quad [\text{l/min}]$$

$$d_i = \text{Innen-}\varnothing \text{ in mm}$$

$$\nu = \text{kinematische Viskosität in mm}^2/\text{s}$$

Zur näherungsweisen Berechnung des Druckabfalls in bar/1 m Rohrlänge können die nachfolgenden Formeln herangezogen werden:

1. Laminarer Bereich:

$$p_v = \frac{0.32 \cdot w \cdot \nu \cdot \rho}{d_i^2 \cdot 10^3} = \frac{6.79 \cdot q_v \cdot \nu \cdot \rho}{d_i^4 \cdot 10^3} \quad [\text{bar/1 m}]$$

2. Turbulenter Bereich:

$$p_v = \frac{0.281 \cdot w^{1.75} \cdot \nu^{0.25} \cdot \rho}{d_i^{1.25} \cdot 10^3} = \frac{59 \cdot q_v^{1.75} \cdot \nu^{0.25} \cdot \rho}{d_i^{4.75} \cdot 10^3} \quad [\text{bar/1 m}]$$

w = Strömungsgeschwindigkeit in m/s; ν = kinemat. Viskosität in mm²/s; q_v = Volumenstrom in l/min.; ρ = Dichte des Mediums in kg/m³; d_i = Rohrinne Durchmesser in mm. Detailliertere Berechnungen des Durchflusswiderstands setzen eine genaue Kenntnis des Rohrleitungssystems und der Betriebsbedingungen voraus. Weitergehende Berechnungsmethoden sind der einschlägigen Literatur zu entnehmen.

S

Rohr- und Leitungsspezifikationen

Empfohlene Stahlrohre und Leitungen

Parker empfiehlt den Einsatz von nahtlos kaltgezogenen und normalgeglühten (Abkürzung +N) Hydraulikleitungsrohren und Leitungen, entsprechend: DIN-EN 10305 (alt DIN 2391) und ISO 3304
 Für die Montage von Stahlverschraubungen werden Stahlrohre aus den Werkstoffen E235 (ST37.4 +N) und E355 (ST52.4 +N) empfohlen.

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

Empfohlene Edelstahlrohre und Leitungen

Parker empfiehlt den Einsatz von nahtlos gezogenen EO-Präzisionsedelstahlrohr, entsprechend: DIN EN 10216-5, ASTM A269/A213, ASTM A312.

EO-Präzisionsedelstahlrohr erfüllt und übertrifft diese Normen. Die Toleranzen der Rohraußendurchmesser und Wanddicken sind noch enger um ein sicheres Zusammenspiel mit unseren Verbindungssystemen zu gewährleisten.

Für die Montage von Edelstahlverschraubungen werden EO-Präzisionsedelstahlrohre aus den Werkstoffen 316 Ti und 316L empfohlen.

- | | |
|----------------------------|---|
| + Präzisionsabmessung/Form | + Ausgezeichnet glatte
Oberfläche nach der
Rollierbördelung |
| + Hochdruck geeignet | |

Geschweißte Rohre und Leitungen

Rohre und Leitungen, entsprechend den unten 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. Zu dem könnte die Schweißnahtqualität 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 entsprechend DIN oder DNV kalkuliert.

Werkstoffkennwerte

E235+N / St.37.4 (1.0308) nach DIN EN 10305-4

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

E355+N / St.52.4 (1.0580) nach DIN EN 10305-4

Zugfestigkeit	min 490 N/mm ²
Streckgrenze	min 355 N/mm ²
Schwellfestigkeit	265 N/mm ² ²⁾
Bruchdehnung	min. 22 %

316Ti (1.4571) kaltgezogen (CFA) nach DIN EN 10216-5

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

316L (1.4404) kaltgezogen (CFA)³⁾ nach DIN EN 10216-5

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

316L (1.4404) nach ASTM A269 / A213

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

316L (1.4404) nach ASTM A312 / A530

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

¹⁾ DIN 2413, 6.331

²⁾ Keine Normvorgabe, Erfahrungswert

³⁾ Kaltverfestigungserhöhung in Anlehnung an 1.4571

⁴⁾ Nennndruck-Berechnung, basierend auf diesen mechanischen Eigenschaften, erfordern eine Zertifizierung gemäß 3.1 - EN 10204, die die mechanischen Eigenschaften bestätigt.

Rohrkalkulation für Industrie- und Mobil-Anwendungen nach DIN Richtlinien

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.

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

- P = zulässiger Betriebsdruck [bar]
 K = Streckgrenze [N/mm²]
 s = Rohrwanddicke [mm]
 c = Zuschlag für Wanddickenunterschreitung
 = 0.8 für Rohr-AD 4-5
 = 0.85 für Rohr-AD 6-8
 = 0.9 ab 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.

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

- P = zulässiger Betriebsdruck [bar]
 K = Schwellfestigkeit [N/mm²]
 s = Rohrwanddicke [mm]
 c = Zuschlag für Wanddickenunterschreitung
 = 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 / Safety factor = 1.5
 D = Rohraußendurchmesser [mm]

Berstdruckkalkulation

Kalkulation statischer Berstdrücke für nahtlose Rohre nach Faupel-von-Mises.

$$BP = R_{p0.2} * 10 \frac{2}{\sqrt{3}} \ln \frac{D}{d} * \left(2 - \frac{R_{p0.2}}{R_m}\right)$$

- BP = Min. statischer Berstdruck [bar]
 R_m = Zugfestigkeit [N/mm²]
 R_{p0.2} = 0.2 Dehngrenze, Streckgrenze [N/mm²]
 D = Rohraußendurchmesser [mm]
 d = Rohrinne Durchmesser [mm]

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.

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

Berechnung des Berstdruckes

$$BP = \frac{20 * R_m * t_n * a}{D - t_n * a}$$

- P = zulässiger Betriebsdruck [bar]
 BP = Annähernder Berstdruck [bar]
 σ_t = zulässige Beanspruchung [N/mm²]
 kalkuliert vom niedrigeren Wert des:

- Edelstahl: Stahl:
 σ_t = $\frac{R_m}{2.7}$ oder $\frac{K}{1.6}$ σ_t = $\frac{R_m}{2.7}$ oder $\frac{K}{1.8}$

t₀ = Rohrwandstärke ohne Aufmaße [mm]

$$t_0 = t_n * a - c - b$$

- t_n = Nominale Rohrwandstärke [mm]
 a = Zuschlag für Wanddickenunterschreitung
 = 0,8 für Rohr-AD 4-5, 0,85 für Rohr-AD 6-8, 0,9 für Rohr-AD >=10
 = 0.875 für Schedule Pipes
 = 0.9 für alle Edelstahlrohre
 b = Biegeaufmaß

$$b = \frac{1}{2.5} * \frac{D}{R} * t_0$$

$$b = 0.1333 * t_0 \text{ (bei } R/D=3) \rightarrow t_0 = \frac{t_n * a - c}{1.1333}$$

- c = Korrosionszuschlag, c = 0.3 mm für Hydraulikstahlrohr, c = 0 mm für Edelstahlrohr
 e = Stärkequotient: Für nahtlose Rohre e = 1
 D = Rohr-Außendurchmesser [mm]
 R_m = min. Zugfestigkeit [N/mm²]
 K = min. Streckgrenze oder min 0.2% Dehngrenze [N/mm²]

S

Rohre/Rohrbogen

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
Stahl Komponenten			10%			0%			11%		19%				
Stahlrohre			10%			0%			19%		27%				
Edelstahl Komponenten	0%					5%	15%	23%		29%		33%	37%	42%	
Edelstahlrohre	0%					5.5%	11.5%	21.5%		29%		34%			
Dichtungswerkstoff NBR (z. B. Perbunan)															
Dichtungswerkstoff FKM															
Dichtungswerkstoff Polyurethan (P5008)															

	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

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

$$d = \text{Rohrinnendurchmesser [m]}$$

$$L = \text{Rohrlänge [m]}$$

$$p = \text{Druck [Pa]}, 1 \text{ bar} = 100000 \text{ Pa}$$

$$\dot{V} = \text{Volumenstrom} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right], 1 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 60000 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

$$\lambda = \text{Rohrreibungszahl}$$

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

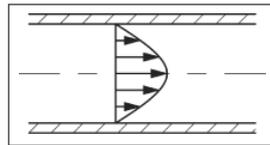
$$\rho(T) = \text{Dichte des Mediums in Abhängigkeit zur Temperatur} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

$$\zeta = \text{Einzelwiderstandsbeiwert}$$

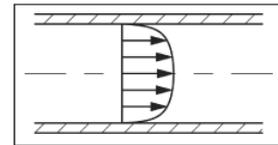
Es wurden nur Grundeinheiten verwendet. Das hat den Vorteil, dass die Formeln keine Korrekturfaktoren enthalten. Es besteht keine Verwechslungsgefahr, dass Werte in der falschen Einheit eingesetzt werden. Wenn Angaben in anderen Einheiten vorliegen, z. B. wird der Volumenstrom häufig in L/min angegeben, 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 umschlagen kann, 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 λ errechnet werden. Die Rohrreibungszahl λ 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 λ 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:

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


Nahtlose EO-Rohre aus Edelstahl | Material 316Ti (1.4571)

Nach DIN EN 10216-5, DIN EN 10305-1

1. DIN 2413 I: 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. () = Berstdruckkalkulation (B.D.) nach Faupel-von-Mises

Material 316Ti (1.4571)	d _a Außen-Ø (mm)	Außen-Ø Toleranz (mm)	s Wanddicke (mm)	d _i Innen-Ø (mm)	Berechnungsdruck		2 Berstdruck bar	Gewicht kg/m
					1 DIN 2413 I ruhend PN bar	DIN 2413 III schwellend PN bar		
					Bestellzeichen			
R04X171	04	±0.08	1.0	2.0	735	539	(2961)	0.075
R06X171	06		1.0	4.0	490	383	1850	0.125
R06X1.571	06	±0.08	1.5	3.0	735	539	2900	0.169
R08X171	08		1.0	6.0	368	297	1300	0.175
R08X1.571	08	±0.08	1.5	5.0	551	424	2050	0.244
R10X171	10		1.0	8.0	294	242	950	0.225
R10X1.571	10	±0.08	1.5	7.0	441	349	1750	0.319
R10X271	10		2.0	6.0	588	447	2400	0.401
R12X171	12		1.0	10.0	245	205	850	0.275
R12X1.571	12	±0.08	1.5	9.0	368	297	1400	0.394
R12X271	12		2.0	8.0	490	383	1900	0.501
R14X1.571	14		1.5	11.0	315	258	1200	0.469
R14X271	14	±0.08	2.0	10.0	420	334	1550	0.601
R14X2.571	14		2.5	9.0	525	406	2100	0.720
R15X171	15		1.0	13.0	196	166	675	0.351
R15X1.571	15	±0.08	1.5	12.0	294	242	1100	0.507
R15X271	15		2.0	11.0	392	314	1400	0.651
R16X1.571	16		1.5	13.0	276	228	950	0.545
R16X271	16	±0.08	2.0	12.0	368	297	1300	0.701
R16X2.571	16		2.5	11.0	459	362	1850	0.845
R16X371	16		3.0	10.0	551	424	2400	0.977
R18X1.571	18		1.5	15.0	245	205	800	0.620
R18X271	18	±0.08	2.0	14.0	327	267	1150	0.801
R20X271	20		2.0	16.0	294	242	1050	0.901
R20X2.571	20	±0.08	2.5	15.0	368	297	1400	1.095
R20X371	20		3.0	14.0	441	349	1800	1.277
R22X1.571	22		1.5	19.0	200	170	650	0.770
R22X271	22	±0.08	2.0	18.0	267	222	900	1.002
R25X271	25		2.0	21.0	235	197	763	1.152
R25X2.571	25	±0.08	2.5	20.0	294	242	1050	1.408
R25X371	25		3.0	19.0	353	286	1275	1.653
R28X1.571	28		1.5	25.0	158	135	550	0.995
R28X271	28	±0.08	2.0	24.0	210	177	700	1.302
R28X2.571	28		2.5	23.0	263	218	(840)	1.596
R30X2.571	30		2.5	25.0	245	205	850	1.722
R30X371	30	±0.08	3.0	24.0	294	242	1150	2.028
R30X471	30		4.0	22.0	392	314	1500	2.605
R35X271	35		2.0	31.0	168	143	550	1.653
R35X2.571	35	±0.15	2.5	30.0	210	177	(659)	2.035
R35X371	35		3.0	29.0	252	210	(803)	2.404
R38X2.571	38		2.5	33.0	193	164	628	2.222
R38X471	38	±0.15	4.0	30.0	309	254	1150	3.405
R42X271	42		2.0	38.0	140	121	475	2.003
R42X371	42	±0.20	3.0	36.0	210	177	750	2.930


Weitere Abmessungen auf Anfrage!

Rohre/Rohrbogen
Nahtlose EO-Rohre aus Edelstahl | Material 316L (1.4404)

Nach ASTM A269/A213, DIN EN 10305-4

1. DIN 2413 I statischer Druck (PN) geeignet für Rohre inklusive Herstellungstoleranzen
2. Berstdruckkalkulation (B.D.) nach Faupel-von-Mises

Material 316L (1.4404)	d _a Außen-Ø (mm)	Außen-Ø Toleranz (mm)	s Wanddicke (mm)	d _i Innen-Ø (mm)	1 Berechnungsdruck		2 Berstdruck bar	Gewicht kg/m	
					DIN 2413 I ruhend PN bar	DIN 2413 III schwellend PN bar			
Oberfläche									
gebeizt	blankgeglüht								
Bestellzeichen									
	R04X1-316BA	04	±0.08	1.0	2.0	735	539	2961	0.075
	R06X1-316BA	06	±0.08	1.0	4.0	490	383	1732	0.125
	R06X1.5-316BA	06	±0.08	1.5	3.0	735	539	2961	0.169
	R08X1-316BA	08	±0.08	1.0	6.0	368	297	1229	0.175
	R10X1-316BA	10	±0.08	1.0	8.0	294	242	953	0.225
	R10X1.5-316BA	10	±0.08	1.5	7.0	441	349	1524	0.319
	R10X2-316BA	10	±0.08	2.0	6.0	588	447	2182	0.401
	R12X1-316BA	12	±0.08	1.0	10.0	245	205	779	0.275
	R12X1.5-316BA	12	±0.08	1.5	9.0	368	297	1229	0.394
	R12X2-316BA	12	±0.08	2.0	8.0	490	383	1732	0.501
	R15X1.5-316BA	15	±0.08	1.5	12.0	294	242	953	0.507
R16X2-316		16	±0.08	2.0	12.0	368	297	1229	0.701
R16X2.5-316		16	±0.08	2.5	11.0	459	362	1601	0.845
R18X1.5-316		18	±0.08	1.5	15.0	245	205	779	0.620
R18X2-316		18	±0.08	2.0	14.0	327	267	1074	0.801
R20X2-316		20	±0.08	2.0	16.0	294	242	953	0.901
R20X2.5-316		20	±0.08	2.5	15.0	368	297	1229	1.096
R22X2-316		22	±0.08	2.0	18.0	267	222	857	1.002
R25X2-316		25	±0.08	2.0	21.0	235	197	745	1.152
R25X2.5-316		25	±0.08	2.5	20.0	294	242	953	1.409
R25X3-316		25	±0.08	3.0	19.0	353	286	1172	1.653
R28X2-316		28	±0.08	2.0	24.0	210	177	659	1.302
R30X2.5-316		30	±0.08	2.5	25.0	245	205	779	1.722
R30X3-316		30	±0.08	3.0	24.0	294	242	953	2.028
R35X3-316		35	±0.15	3.0	29.0	252	210	803	2.404
R38X3-316		38	±0.15	3.0	32.0	232	195	734	2.629
R38X4-316		38	±0.15	4.0	30.0	309	254	1010	3.405
R38X5-316		38	±0.15	5.0	28.0	387	311	1305	4.132
R38X6-316		38	±0.15	6.0	26.0	464	365	1621	4.808
R42X3-316		42	±0.20	3.0	36.0	210	177	659	2.930

Weitere Abmessungen auf Anfrage!


Nahtlose EO-Rohre aus Edelstahl | Material 316L (1.4404)

Nach DIN EN 10216-5, DIN EN 10305-1

1. DIN 2413 I: Rohre mit einem Durchmesser Verhältnis von AD/ID>2 wurden nach DIN 2413 III berechnet, jedoch wurde beim Festigkeitskennwert K die Streckgrenze eingesetzt.
2. Berstdruckkalkulation (B.D.) nach Faupel-von-Mises

Material 316 L (1.4404)	d _a Außen-Ø (mm)		s Wanddicke		d Innen-Ø (mm)	1 Berechnungsdruck		2 Berstdruck bar	Gewicht kg/m
						DIN 2413 I ruhend PN bar	DIN 2413 III schwellend PN bar		
	Oberfläche blankgeglüht	Zoll	mm	Zoll	mm				
Bestellzeichen									
R1/8X0.028TP316/L	1/8	3.18	0.028	0.71	1.76	659	492	2538	0.044
R3/16X0.035TP316/L	3/16	4.76	0.035	0.89	2.98	549	422	1996	0.086
R1/4X0.035TP316/L	1/4	6.35	0.035	0.89	4.57	412	328	1403	0.122
R1/4X0.049TP316/L			0.049	1.24	3.87	576	440	2126	0.159
R1/4X0.065TP316/L			0.065	1.65	3.05	619	556	3135	0.194
R3/8X0.035TP316/L	3/8	9.53	0.035	0.89	7.75	274	227	883	0.193
R3/8X0.049TP316/L			0.049	1.24	7.05	384	309	1294	0.257
R3/8X0.065TP316/L			0.065	1.65	6.23	510	396	1818	0.326
R1/2X0.035TP316/L	1/2	12.70	0.035	0.89	10.92	206	174	644	0.263
R1/2X0.049TP316/L			0.049	1.24	10.22	288	238	932	0.356
R1/2X0.065TP316/L			0.065	1.65	9.40	382	307	1286	0.457
R1/2X0.083TP316/L			0.083	2.11	8.48	488	381	1724	0.560
R5/8X0.049TP316/L	5/8	15.88	0.049	1.24	13.40	230	193	729	0.455
R5/8X0.065TP316/L			0.065	1.65	12.58	306	251	996	0.588
R3/4X0.049TP316/L	3/4	19.05	0.049	1.24	16.57	192	163	598	0.553
R3/4X0.065TP316/L			0.065	1.65	15.75	255	212	813	0.719
R3/4X0.083TP316/L			0.083	2.11	14.83	325	266	1069	0.895
R3/4X0.095TP316/L			0.095	2.41	14.23	372	300	1248	1.004
R3/4X0.109TP316/L			0.109	2.77	13.51	427	339	1467	1.129
R1X0.065TP316/L	1	25.40	0.065	1.65	22.10	191	162	595	0.981
R1X0.083TP316/L			0.083	2.11	21.18	244	204	775	1.231
R1X0.095TP316/L			0.095	2.41	20.58	279	231	900	1.387
R1X0.126TP316/L			0.126	3.20	19.00	370	299	1240	1.779

S
Weitere Abmessungen auf Anfrage!
