



EDELSTAHL / STAINLESS STEEL
VERBINDUNGSTECHNIK
FLUID CONNECTORS

Rohr und Rohrbogen Tube and Tube Bends



16



ROHR UND ROHRBOGEN TUBE AND TUBE BENDS

Produktgruppen	Product-Groups	Seite / Page
Generelle Empfehlungen für Rohre und Rohrbogen	General Recommendation for Tubes and Tube Bends	16.2-16.4
NRB - Nahtlose - Rohrbogen - 90° NRB - 90°	NRB - Seamless - Tube - Bends - 90° NRB - 90°	16.5



GENERELLE EMPFEHLUNG FÜR ROHRE UND ROHRBOGEN

GENERAL RECOMMENDATION FOR TUBES AND TUBE BENDS



1. Nahtlos, kaltgezogene Rohre

Werkstoffnummer	Ausführungsart	Prüfbescheinigung	Max. Härte	Toleranz	Oberfläche
1.4571 (AISI316Ti)	Nahtlos kaltgezogen, zunderfrei, wärmebehandelt entspricht DIN EN 10216- 5, CFA	Prüfklasse 1 gem. DIN EN 10216-5, Prüfzeugnis EN10204-3.1 / 2.2	90 HRB ⁽¹⁾	DIN EN 10305-1	blank
1.4541 (AISI321)					
1.4404 (AISI316L)					
1.4401 (AISI316)					

2. Geschweißte Rohre

Werkstoffnummer	Ausführungsart	Prüfbescheinigung	Max. Härte	Toleranz	Oberfläche
1.4571 (AISI316Ti)	Geschweißt, kaltgezogen, lösungsgeglüht und zunderfrei entsprechend DIN EN 10217-7, WCR	Prüfkategorie TC1 gem. DIN EN 10217-7, Prüfzeugnis EN 10204 – 3.1	90 HRB ⁽¹⁾	EN ISO 1127 D4/T3 ⁽²⁾	Metallisch blank
1.4404 (AISI316L)					
1.4401 (AISI316)					

⁽¹⁾Falls möglich sollten Rohren mit max. 85 HRB eingesetzt werden

⁽²⁾Für Schneidringverbindungen ist diese Toleranz nicht empfohlen. Es sollten Rohre mit Toleranzen nach DIN EN 10305-1 eingesetzt werden. Sind aufgrund der Wanddicke Verstärkungshülsen erforderlich (s. PH Katalog, Seiten 1.13 – 1.14), müssen Rohre mit Toleranzen nach DIN EN 10305-1 verwendet werden. Wir empfehlen, die Rohre nach Außen- und Innendurchmesser zu bestellen

3. Empfohlene Biegeradien

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

4. Schweißneigung und Schweißbarkeit

Rohre aus Werkstoff 1.4571 und 1.4541 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 weitgehende laminare Strömung anzustreben.

Der Übergang von der laminaren zur turbulenten Strömung, die einen erhöhten Durchflußwiderstand bringt, wird allgemein durch die Reynolds-Zahl $Re \geq 2320$ 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 $Re \geq 2320$ und die Rohrinnefläche als "technisch glatt" voraus, so lassen sich die Grenzgengeschwindigkeiten w_{krit} bzw. die Grenzvolumenströme v_{krit} , bei denen der Übergang von der laminaren zur turbulenten Strömung erfolgt, nach den folgenden Formeln abschätzen:

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

$$v_{crit.} = 0.109 \cdot d_i \cdot v \text{ [l/min]}$$

d_i = Innen - Ø in mm

v = kinematische Viskosität in mm^2/s

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

1. Laminarer Bereich:

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

2. Turbulenter Bereich:

$$\rho_V = \frac{0.281 \cdot w^{1.75} \cdot v^{0.25} \cdot \rho}{d_i^{4.75} \cdot 10^3} = \frac{59 \cdot v^{1.75} \cdot v^{0.25} \cdot \rho}{d_i^{4.75} \cdot 10^3} \text{ [bar/1 m]}$$

w = Strömungsgeschwindigkeit in m/s;

v = kinematische Viskosität in mm^2/s ;

v = Volumenstrom in l/min;

ρ = Dichte des Mediums in kg/m^3 ;

d_i = Rohrinne Durchmesser in mm.

Detaillierte Berechnungen des Durchflußwiderstandes setzen eine genaue Kenntnis des Rohrleitungssystems und der Betriebsbedingungen voraus. Weitergehende Berechnungsmethoden sind der einschlägigen Literatur zu entnehmen.

1. Seamless, cold drawn tubes

Steel Type	Conditions	Tests and Certificates	Max. Hardness	Tolerances	Surface
1.4571 (AISI316Ti)	Seamless, cold drawn, free of scale, heat-treated in accordance with DIN EN 10216-5, CFA	Test class 1 according to DIN EN 10216-5, Certificate according to EN10204-3.1 / 2.2	90 HRB ⁽¹⁾	DIN EN 10305-1	plain
1.4541 (AISI321)					
1.4404 (AISI316L)					
1.4401 (AISI316)					

2. Welded tubes

Steel Type	Conditions	Tests and Certificates	Max. Hardness	Tolerances	Surface
1.4571 (AISI316Ti)	Welded, cold-drawn, solution-annealed and scale-free according to DIN EN 10217-7, WCR	Test category TC1 acc. DIN EN 10217-7, Test certificate EN10204 – 3.1	90 HRB ⁽¹⁾	EN ISO 1127 D4/T3 ⁽²⁾	Metallically bright
1.4404 (AISI316L)					
1.4401 (AISI316)					

⁽¹⁾ Tubes with max. 85 HRB should be used

⁽²⁾ These tolerances are not recommended for cutting ring connections. Tubes with tolerances acc. to DIN EN 10305-1 should be used. If reinforcement sleeves are required due to the wall thickness (see catalogue, pages 1.13 - 1.14), tubes with tolerances according to DIN EN 10305-1 shall be used. We recommend ordering the tubes according to outer and inner diameter

3. Recommended bend radius

A bend radius of 3 x the external tube diameter is recommended for cold bending of tubes with tube benders or by hand.

4. Welding suitability and weld ability

Tubes made of 1.4571 and 1.4541 (stainless) are suitable for arc welding. The welding filler should be selected in accordance with DIN EN 1600 and DIN EN 12072 part 1 taking into account the type of application and the welding technique.

5. Approximate calculation of the flow resistance in straight tube lines

The flow resistance and thus the tube line efficiency is influenced by the tube inside diameter, the volume flow (measured or calculated) and the properties of the medium. Laminar flow should be considered in order to keep losses in the system down to a minimum.

The transition from laminar to turbulent flow, which brings an increase in the flow resistance, is generally defined by the Reynolds number $Re \geq 2320$. Since the transition can not be pinpointed exactly the transition range can only be determined by measuring. If for simplified calculation transition at $Re \geq 2320$ and a "technically smooth" tube inner surface are assumed, the limit speeds w_{crit} and the laminar to turbulent flow volume flow v_{crit} . When transition takes place, can be estimated according to the following formulas:

$$w_{crit} = \frac{2,32 \cdot v}{d_i} \quad [\text{m/s}]$$

$$v_{crit} = 0,109 \cdot d_i \cdot v \quad [\text{l/min}]$$

d_i = tube bore - Ø in mm

v = kinematic viscosity in mm^2/s

For approximate calculation of the pressure drop in bar/1 m tube length, the following formulas can be used:

1. Laminar range:

$$\rho_V = \frac{0,32 \cdot w \cdot v \cdot \rho}{d_i^2 \cdot 10^3} = \frac{6,79 \cdot v \cdot v \cdot \rho}{d_i^4 \cdot 10^3} \quad [\text{bar/1 m}]$$

2. Turbulent range:

$$\rho_V = \frac{0,281 \cdot w^{1,75} \cdot v^{0,25} \cdot \rho}{d_i^{1,25} \cdot 10^3}$$

$$= \frac{59 \cdot v^{1,75} \cdot v^{0,25} \cdot \rho}{d_i^{4,75} \cdot 10^3} \quad [\text{bar/1 m}]$$

w = flow speed in m/s;
 v = kinematic viscosity in mm^2/s ;
 v = volume flow in l/min;
 ρ = density of the medium in kg/m^3 ;
 d_i = pipe internal diameter in mm.

Detailed calculations of the flow resistance require an exact knowledge of the tube line system and the operating conditions. Refer to the relevant literature for other methods of calculations.

GENERELLE EMPFEHLUNG FÜR ROHRE UND ROHRBOGEN

GENERAL RECOMMENDATION FOR TUBES AND TUBE BENDS



EDELSTAHL / STAINLESS STEEL
VERBINDUNGSTECHNIK
FLUID CONNECTORS

Rohr A.D. Tube O.D. D = mm	Toleranzen * Tolerances ø mm	Wanddicke Wall Thickness W = mm	Rohr I.D. Tube I.D. mm	Berechnungsdruck** Design Pressure DIN 2413-I / bar	Berstdruck** Burst Pressure bar	Gewicht** Weight kg/m
4	+/- 0,08	1,0	2	600	3850	0,075
6	+/- 0,08	1,0	4	426	2340	0,125
8	+/- 0,08	1,0	6	368	1660	0,175
8	+/- 0,08	1,5	5	472	2800	0,244
10	+/- 0,08	1,0	8	294	1290	0,225
10	+/- 0,08	1,5	7	389	1930	0,319
10	+/- 0,08	2,0	6	498	3100	0,401
12	+/- 0,08	1,0	10	245	1220	0,275
12	+/- 0,08	1,5	9	368	1580	0,394
12	+/- 0,08	2,0	8	426	2380	0,501
14	+/- 0,08	2,0	10	420	2180	0,601
15	+/- 0,08	1,0	13	196	860	0,351
15	+/- 0,08	1,5	12	294	1140	0,507
15	+/- 0,08	2,0	11	392	1750	0,651
16	+/- 0,08	2,0	12	368	1800	0,701
16	+/- 0,08	2,5	11	403	2120	0,845
16	+/- 0,08	3,0	10	472	2800	0,977
18	+/- 0,08	1,5	15	245	1050	0,620
18	+/- 0,08	2,0	14	327	1520	0,801
20	+/- 0,08	2,0	16	294	1250	0,901
20	+/- 0,08	2,5	15	368	1550	1,095
20	+/- 0,08	3,0	14	389	1960	1,277
22	+/- 0,08	2,0	18	267	1020	1,002
22	+/- 0,08	3,0	16			
25	+/- 0,08	2,5	20	294	1190	1,408
25	+/- 0,08	3,0	19	353	1520	1,653
28	+/- 0,08	2,0	24	210	880	1,302
28	+/- 0,08	3,0	22			
30	+/- 0,08	3,0	24	294	1140	2,028
30	+/- 0,08	4,0	22	392	1650	2,605
35	+/- 0,15	2,0	31	168	670	1,653
35	+/- 0,15	5,0	25			
38	+/- 0,15	4,0	30	309	1240	3,405
38	+/- 0,15	5,0	28			
42	+/- 0,2	2,0	38	140	520	2,003
42	+/- 0,2	3,0	36	210	860	2,930
50	+/- 0,2	5,0	40			

* Toleranzen nach DIN EN 10305-1

** Berechnung für nahtlose Rohre aus 1.4571 | AISI 316 Ti

* Tolerances according DIN EN 10305-1

** Calculation for seamless tubes in material 1.4571 | AISI 316 Ti

Nahtlose Rohre

Toleranzen nach DIN EN 10305-1

1.4571 = AISI 316 ti

Zulässiger Temperaturbereich und werkstoffbedingte Druckabschläge gegenüber den Berechnungsdrücken bei erhöhten Temperaturen entsprechen dem Abfall der 1% Dehngrenze (DIN EN 10216-5). Siehe Rubrik 1.4

Druckabschläge.

Seamless Tubes

Tolerances DIN EN 10305-1

1.4571 = AISI 316 ti

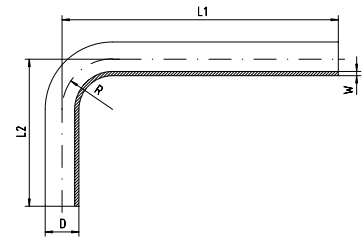
Permissible temperature range and required pressure reductions compared to calculation pressures for higher temperatures correspond to the decrease of 1% proof stress (DIN EN 10216-5). See chapter 1.4 pressure reductions.

Zwischenwerte sind zu interpolieren.

Intermediate values are to be interpolated.

Werkstoff: 1.4571

Material: 1.4571



Rohr A.D. Tube O.D.	Wandstärke Wall Thick- ness	Rohr I.D. Tube I.D.	Biegeradius Bend Radius	Ca. Maße Approx. Dimensions		Bemerkungen Notes	Bestellzeichen Order-Code
D	W		R	L1	L2		
16	2,0	12	24	230,0	70,0		NRB-16x2
18	1,5	15	30	236,0	71,0		NRB-18x1,5
18	2,0	14	30	236,0	71,0		NRB-18x2
20	2,0	16	33	236,0	81,0		NRB-20x2
20	2,5	15	33	236,0	81,0		NRB-20x2,5
22	2,0	18	33	238,0	78,0		NRB-22x2
22	3,0	16	33	238,0	78,0		NRB-22x3
25	2,5	20	42	244,0	94,0		NRB-25x2,5
25	3,0	19	42	244,0	94,0		NRB-25x3
28	2,0	24	42	248,0	98,0		NRB-28x2
28	3,0	22	42	248,0	98,0		NRB-28x3
30	3,0	24	50	250,0	110,0		NRB-30x3
30	4,0	22	50	250,0	110,0		NRB-30x4
35	2,0	31	53	260,0	125,0		NRB-35x2
35	5,0	25	53	260,0	125,0		NRB-35x5
38	4,0	30	60	265,0	140,0		NRB-38x4
38	5,0	28	60	265,0	140,0		NRB-38x5
42	3,0	36	65	280,0	165,0		NRB-42x3
50	5,0	40	75	310,0	310,0		NRB-50x5

