



Werknorm
Factory Standard
Kaltbiegen/Kaltbiegen von Rohren
Ausgabe 04/2018

Inhalt

1. Zweck
2. Anwendungsbereich
3. Begriffe
4. Baumasse
5. Beigeradien
6. Biegewinkel
7. Ovalität
8. Wanddicken
9. Wellenbildung
10. Oberflächen

1. Zweck

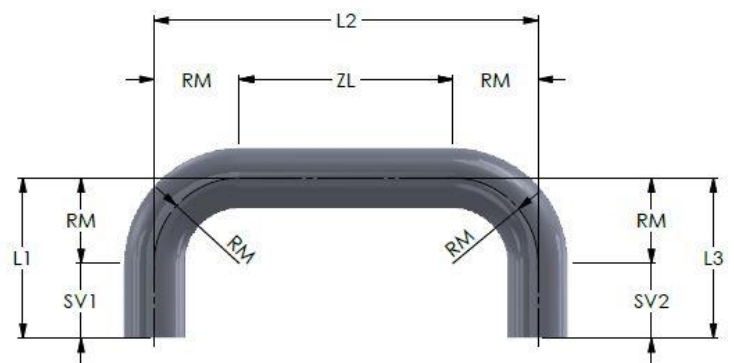
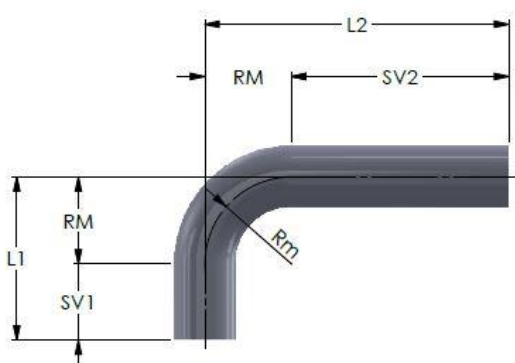
Es soll sichergestellt werden, dass Rohrbiegeteile, die nicht nach amtlichen Normen, Kundenvorschriften oder nach sonstigen Toleranzvorgaben bestellt werden, innerhalb Toleranzgrenzen gefertigt werden und somit eine einheitliche Qualität aufweisen.

2. Anwendungsbereich

Diese Werksnorm gilt für Rohrbiegeteile, für die in der Auftragsvereinbarung keine oder unvollständige Vorschriften über einzuhaltende Toleranzen festgelegt wurden.

3. Begriffe

- Rm = mittlerer Biegeradius
SV = gerade Schenkelverlängerung
ZL = gerade Zwischenlänge
L = Rm + SV bzw. Rm + ZL + Rm





4. Bauteilabmessungen

Die aufgeführten Toleranzen gelten für die Baumasse „L“. Alle Maßangaben in mm.

<u>Sollmaß</u> von bis	≤ 50	51 100	101 250	251 500	501 1.000	1.001 3.000	≥ 3.001
<u>Toleranz</u>	± 1,0	± 1,5	± 2,0	± 3,0	± 4,0	± 6,0	± 8,0

5. Biegeradien

Die aufgeführten Toleranzen gelten für das Maß „Rm“ (mittlerer Biegeradius). Maßangaben bis Sollmaß „1.000“ in mm, darüber in %.

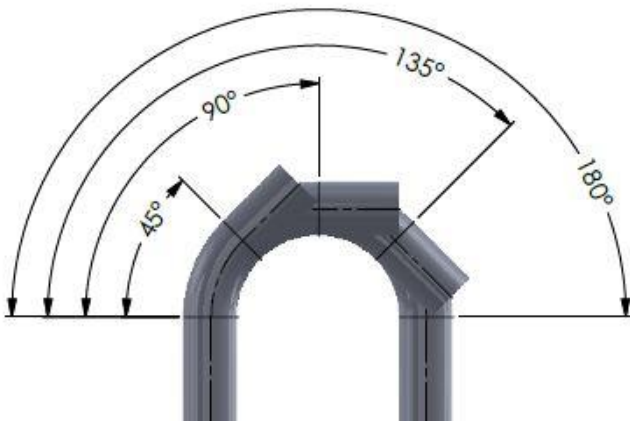
5.1 Rohrbogen

<u>Sollmaß</u> von bis	≤ 50	51 100	101 250	251 500	501 1.000	≥ 1.001
<u>Winkel</u> ≤ 90°	± 1,5	± 2,0	± 3,0	± 4,0	± 5,0	± 2 %
<u>Winkel</u> ≤ 91°	± 2,0	± 3,0	± 5,0	± 5,0	± 20,0	± 4 %

5.2 Rohrschlangen

<u>Sollmaß</u> von bis	≤ 30	31 315	316 1.000	1.001 2.000	2.001 4.000	4.001 8.000	≥ 8.001
<u>Toleranz</u>	± 1,0	± 2,0	± 3,0	± 4,0	± 6,0	± 8,0	± 10,0

6. Biegewinkel



Die Winkeltoleranz für Rohrbiegeteile beträgt je nach Genauigkeitsgrad wie folgt:

- Genauigkeitsgrad **f**: ± 0,5°
- Genauigkeitsgrad **m**: ± 1,0°
- Genauigkeitsgrad **g**: ± 2,0

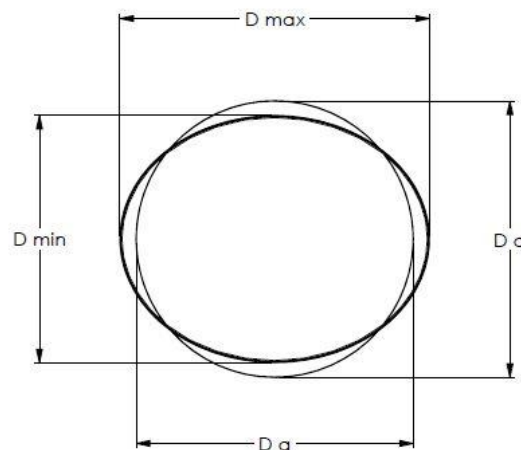
Ohne gesonderte Vereinbarung gilt Genauigkeitsgrad **m** (±1,0°)



7. Ovalität

Wenn keine gesonderten Vereinbarungen getroffen wurden, gelten folgende Rundheitstoleranzen
Im Biegebereich (Bogenkörper, außen):

zuverlässige Ovalität:	wenn:
$Ov_{zul} = \frac{20}{R_m / D_a}$	$R_m \leq 4x D_a$ jedoch max. 10 %
	$R_m > 4x D_a$ jedoch max. 5 %



Die Unrundheit (in %) wird nach DIN EN 10253 wie folgt berechnet:

$$Ov = 100(D_{max} - D_{min}) / D_a$$

- Ov = gemessene Ovalität
- Ov_{zul} = zulässige Ovalität
- R_m = mittlerer Biegeradius

- D_a = Nenn-Außendurchmesser
- D_{max} = größter gemessener Außen-Ø
- D_{min} = kleinster gemessener Außen-Ø

8. Wanddicken

Abhängig vom Fertigungsverfahren, dem Rohrwerkstoff sowie dem Verhältnis von Rohrdurchmesser/Einsatzrohrwanddicke zum Biegeradius tritt beim Biegen der Rohre eine mehr oder weniger starke Verschwächung der Rohrbogenaußenwand (Biegezugzone) ein:

Bei kaltverformten Rohrbiegeteilen mit $R_m > 2 \times D$ errechnet sich die mindest-erzielbare Restwanddicke (s_{min}) an der Bogenaußenseite (Biegezugzone) wie folgt:

$$s_{min} = (s-w) \times \left(1 - \frac{1}{2 + (4R_m/D_a)} \right) - 10 \%$$

- w = zulässige Wanddickenverschwächung des (geraden) Einsatzrohres nach Norm
- s = Nenn-Wanddicke
- s_{min} = mindest-erzielbare Restwanddicke in der Biegezugzone

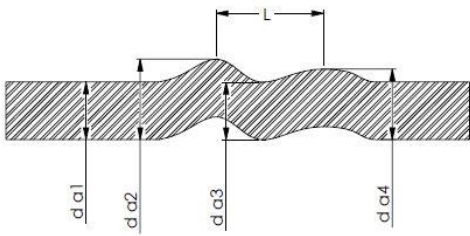


Die so ermittelten Werte sind unverbindlich und dienen nur der Orientierung. Bei der Anwendung spezieller Biegeverfahren (insbesondere zur Herstellung dünnwandiger Bogen) können wesentlich größere Wanddickenverschwächungen (bis zu ~ 40 % der Einsatzrohrwanddicke) auftreten.

Wanddickentoleranzen sind in jedem Fall auftragsbezogen gesondert zu vereinbaren!

9. Wellenbildung

Wellenbildung in der Biegedruckzone (Bogeninnenseite) lässt sich aufgrund eines ungünstigen Radius-/ Wanddickenverhältnisses, Werkstoffeigenschaften oder anderen Gründen nicht immer vermeiden. In Anlehnung an EN 10253 ist Wellenbildung innerhalb folgender Grenzen zulässig:

	<p>Flache Wellen sind zulässig. Die mittlere Wellenhöhe h_m darf 3 % von d_{a1} oder aber 25mm nicht überschreiten, es gilt der jeweils kleinere Wert</p> $h_m = \frac{d_{a2} + d_{a4}}{2} - d_{a3}$ <p>wobei $L \geq 15 \times h_m$</p>
--	---

10. Oberflächen

Verfahrensbedingte leichte Bearbeitungsspuren wie Ziehriefen in Längs- und Querrichtung, sowie mehr oder weniger tiefe, sichtbare Rillen und Abdrücke durch Biege- und Spannwerkzeuge sind zulässig und werden, wenn nicht gesondert vereinbart, nicht nachgearbeitet.

Leichter Flugrost, der bereits den Einsatzrohren anhaftet, oder durch Lagerung entsteht bzw. leichte Verzunderung bei Warmverformung, werden, wenn nicht gesondert vereinbart, nicht entfernt.

Edelstahlrohre werden u. U. mit C-Stahl-Werkzeugen gebogen. Leichte Beschädigungen der Oberfläche, verbunden mit ferritischen Einschlüssen im Material können nicht ausgeschlossen werden. Die Rohrbiegeteile werden von uns, wenn nicht anders vereinbart, nicht nachgebeizt.

Bei Dornbiegearbeiten werden zur Schmierung Schmiermittel auf Pflanzenöl-, Mineralöl- oder Seifenbasis verwendet. Die Rohrbiegeteile werden vorgereinigt, sind aber nicht absolut fett- und ziehmittelfrei.