

Druckverluste durch Richtungsänderungen

Berechnung mit Hilfe von ζ -Werten

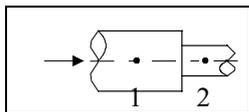
Einzelwiderstände wie Ventile, Heizkessel, Heizkörper, Rohrbögen und Rohrverzweigungen usw. erzeugen durch Veränderung der Strömung ebenfalls einen Druckverlust, der überwunden werden muss. Der Druckverlust durch Einzelwiderstände errechnet sich zu:

$$\Delta p_E = \zeta \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w^2$$

mit

$\zeta = \zeta$ -Wert, Widerstandsbeiwert, Druckverlustzahl

ζ -Werte können im allgemeinen nur experimentell ermittelt werden. Daher sind in der Literatur auch unterschiedliche ζ -Werte für den gleichen Einzelwiderstand zu finden. Bei der Druckverlustberechnung muss die Geschwindigkeit w und der ζ -Wert auf den gleichen Punkt bezogen werden.



$$\Delta p_{VE} = \zeta_1 \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w_1^2 = \zeta_2 \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w_2^2$$

$$\zeta_1 = \zeta_2 \cdot \left(\frac{w_2}{w_1} \right)^2$$

Spezieller Fall - Richtungsänderung

Die Verluste in einem Rohrbogen (Krümmer) entstehen vor allem durch Ablösungen. Diese treten an der Außenkrümmung (in der ersten Hälfte des Bogens) und - besonders - an der Innenkrümmung (in der zweiten Hälfte) auf. Der Ablösungsverlust ist um so kleiner, je größer das Krümmungsverhältnis r/d und je kleiner der Umlenkungswinkel δ sind. Durch die Fliehkraft werden radiale Sekundärströmungen hervorgerufen, die sich der axialen Strömung überlagern.

Für die Widerstandszahl gilt

$$\zeta = f(r/d, \delta) \quad \text{siehe Bild 1}$$

Zur Berücksichtigung der Wandreibung muss der Strömungsweg des Rohrbogens in die Rohrlänge l aufgenommen werden.

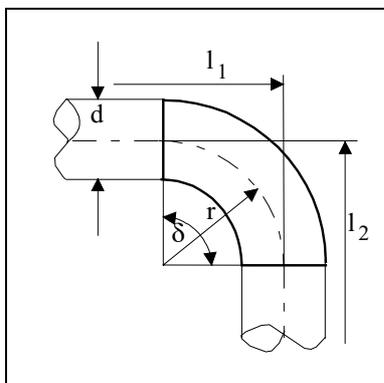


Bild 1: Rohrbogen

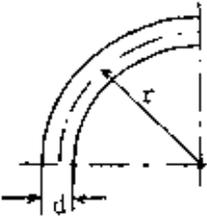
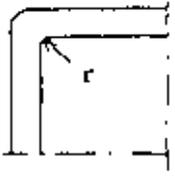
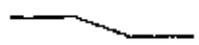
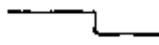
Bogen mit $\delta < 90^\circ$

Annähernd gilt $\zeta_\delta = \zeta_{90^\circ} \cdot \frac{\delta}{90^\circ}$

Bogen aus mehreren 90° -Bogen zusammengesetzt

Annähernd gilt $\zeta = \sum \zeta_{90^\circ}$

Anlage 1

	<u>Bogen 90°:</u>				
	r/d	1	2	3	4
	ζ	0,5	0,35	0,3	0,3
		$\zeta_{45} \approx 0,65 \zeta_{90}$; $\zeta_{180} \approx 1,2 \zeta_{90}$			
	<u>Knie 90°, $r/d < 0,5$:</u>				
	DN	10 u. 15	20 u. 25	≥ 32	
	ζ	2,0	1,5	1,0	
<u>Lyrabogen</u> glatt: $\zeta = 0,75$; gefaltet! $\zeta = 1,5$					
<u>Ausbiegestück:</u>					
		$\zeta = 0,5$			$\zeta = 3,0$

Widerstandszahlen für Richtungsänderungen