

Druckverluste durch Rohrverzweigungen

Allgemein

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

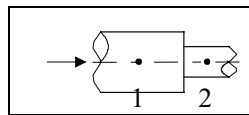
Der Druckverlust durch Einzelwiderstände errechnet sich zu:

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

mit

ζ = ζ -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

Der wichtigste Fall einer Rohrverzweigung ist der rechtwinklige Abzweig von einem durchgehenden Rohr (T-Stück). Seltener kommt ein schiefwinkliger Abzweig vor. Wird der Massenstrom \dot{m} in zwei Teilströme geteilt, spricht man von Stromtrennung; das Zusammenfließen von Teilströmen wird Stromvereinigung genannt.

Bei der Rohrnetzberechnung einer Heizanlage ist es zweckmäßig, die Widerstandszahlen ζ_A und ζ_D der Verzweigungen auf die Geschwindigkeit w_A und w_D in den Teilstrecken zu beziehen. Dann erhält man die Druckverluste aus:

$$\Delta p_A = \zeta_A \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w_A^2 \quad \text{und} \quad \Delta p_D = \zeta_D \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w_D^2$$

Diese werden zu den anderen Druckverlusten in den Teilstrecken hinzugezählt. Alle Druckverluste in einer Teilstrecke (mit konstantem Durchmesser) sind mit derselben Geschwindigkeit errechnet. Dies erleichtert die Weiterrechnung, wenn nachträglich die Rohrweite geändert wird.

T-Stück

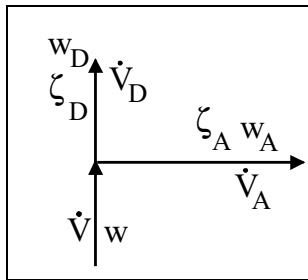


Bild 1: Stromtrennung (Vorlauf)

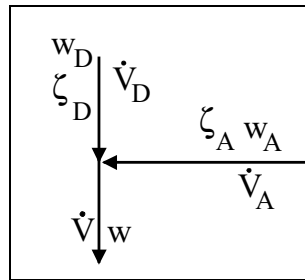


Bild 2: Stromvereinigung (Rücklauf)

ζ_A und ζ_D siehe Anlage 1.

Diametrallauf und Gegenlauf

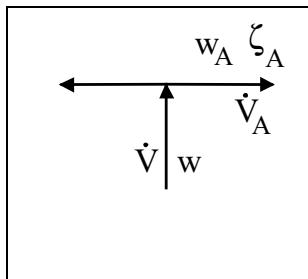


Bild 3: Diametrallauf (Vorlauf)

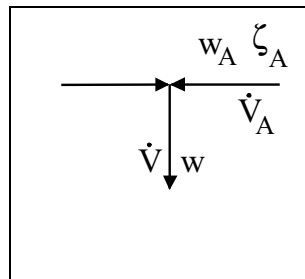


Bild 4: Gegenlauf (Rücklauf)

ζ_A siehe Anlage 1.

In den geradlinigen Teilen einer Rohrverzweigung entstehen Reibungsverluste, die von den jeweiligen Längen, Durchmessern, Rauigkeiten und Strömungsgeschwindigkeiten abhängen. Sie werden von der Widerstandszahl nicht erfasst. Der ζ -Wert berücksichtigt vielmehr die Verluste im Bereich der Verzweigung, die durch Ablösungen, Sekundärströmungen, Geschwindigkeitsänderungen und zusätzliche Reibung infolge erhöhter Turbulenz verursacht sind. Unter Umständen kann in einem der beiden Abzweigströme auch ein Druckanstieg auftreten, wenn nämlich der andere Strom eine Injektorwirkung erzeugt. Bei einem Druckgewinn ist die Widerstandszahl negativ.

Achtung!

In der Literatur gibt es Widerstandszahlen ζ_A und ζ_D in Abhängigkeit vom Geschwindigkeitsverhältnis w_A/w . Sie gelten für gleiche Durchmesser $D_A = D_D = D$ in allen Zweigen und scharfkantigem Anschluss. Die Druckverluste ergeben sich aus:

$$\Delta p_A = \zeta_A \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w^2 \quad \text{und} \quad \Delta p_D = \zeta_D \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w^2$$

mit w als der Geschwindigkeit des Gesamtstromes.

Kreuzstück

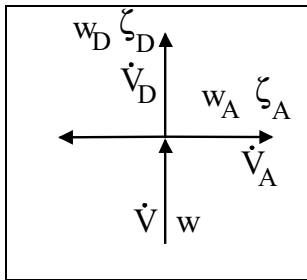


Bild 5: Stromtrennung (Vorlauf)

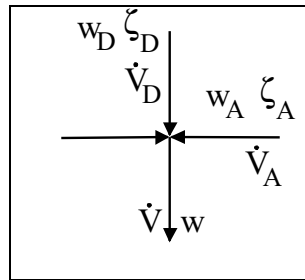


Bild 6: Stromvereinigung (Rücklauf)

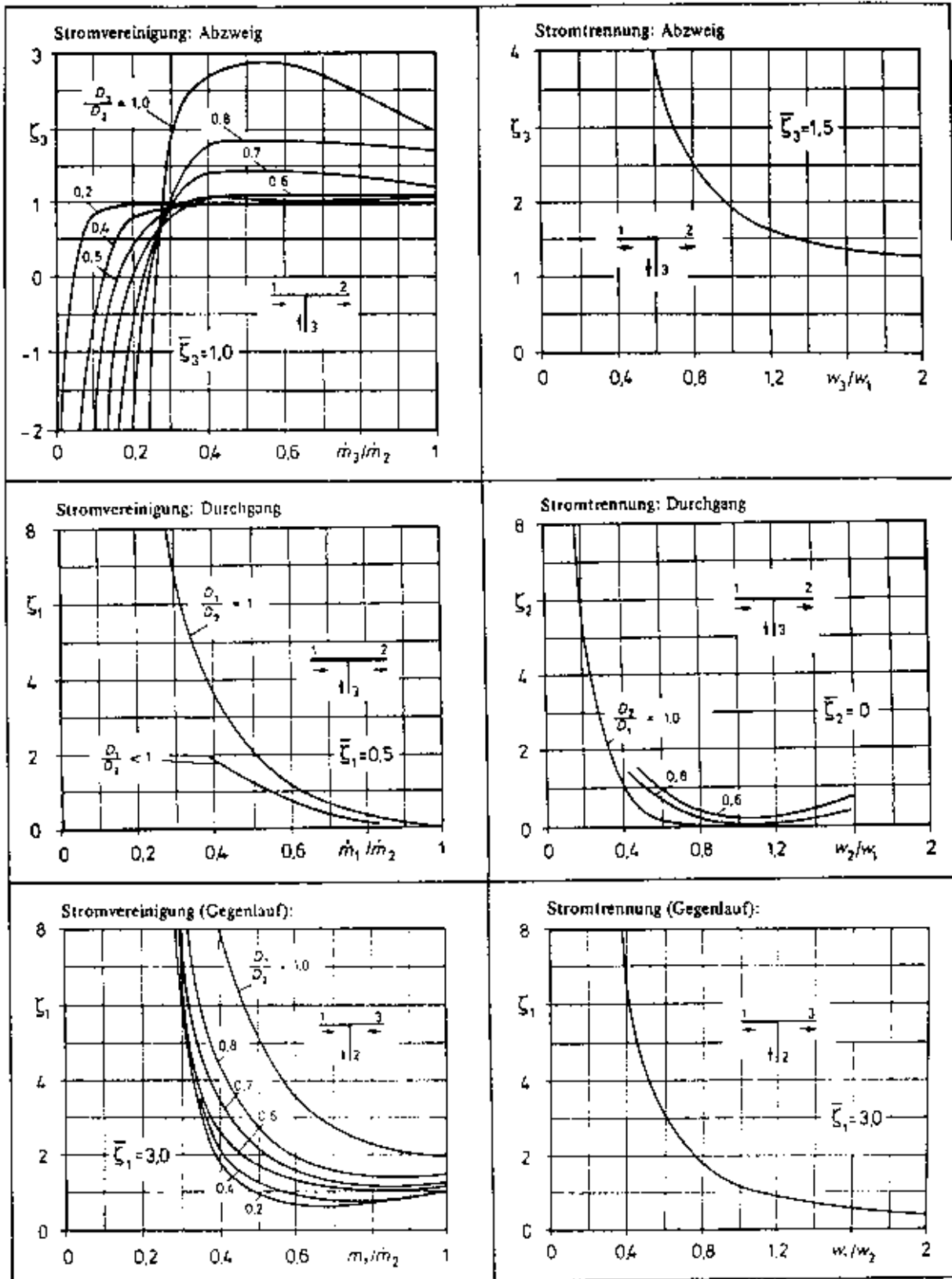
ζ_A und ζ_D siehe Anlage 1.

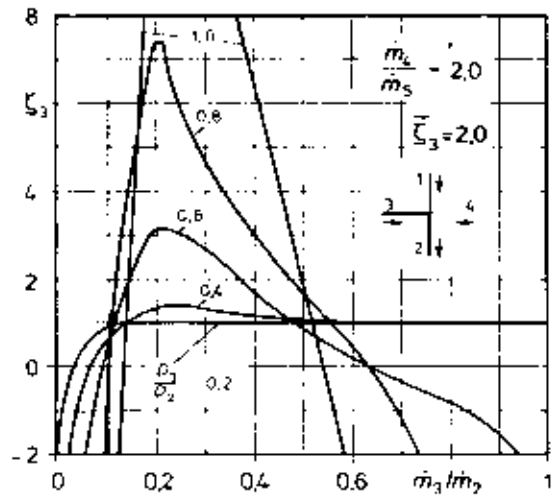
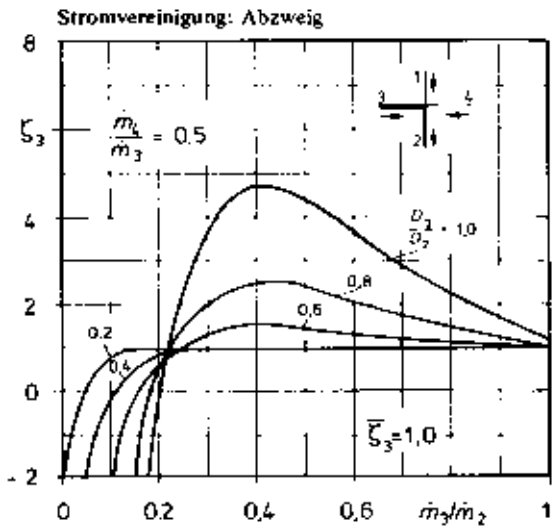
In analogen Fällen des Abzweigs bei Stromvereinigung und Stromtrennung kann man sie mit Hilfe der Gleichung in einen anderen Bezugsquerschnitt umgerechnet werden:

$$\zeta_i = \zeta_k \cdot \left(\frac{w_k}{w_i} \right)^2 = \zeta_k \cdot \left(\frac{D_k}{D_i} \right)^{-4} \cdot \left(\frac{\dot{m}_k}{\dot{m}_i} \right)^2$$

Da bei Heizungsanlagen keine allzu extremen Teilstromverhältnisse vorliegen, wird bei Überschlagsrechnungen mit gemittelten ζ -Werten gearbeitet (im Diagramm jeweils angegeben als $\bar{\zeta}$).

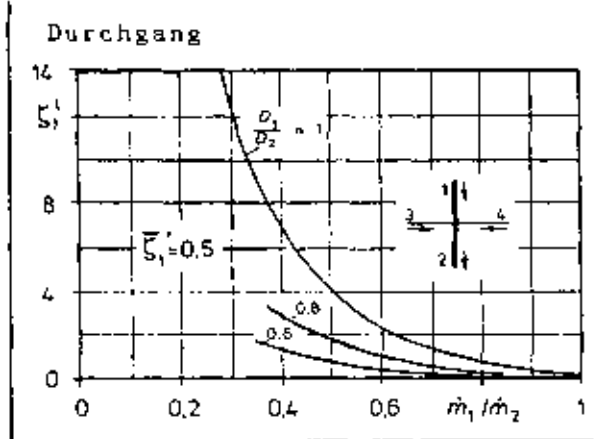
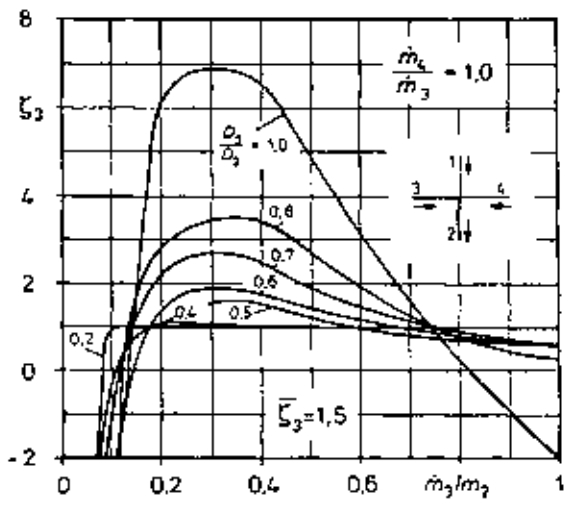
Anlage 1



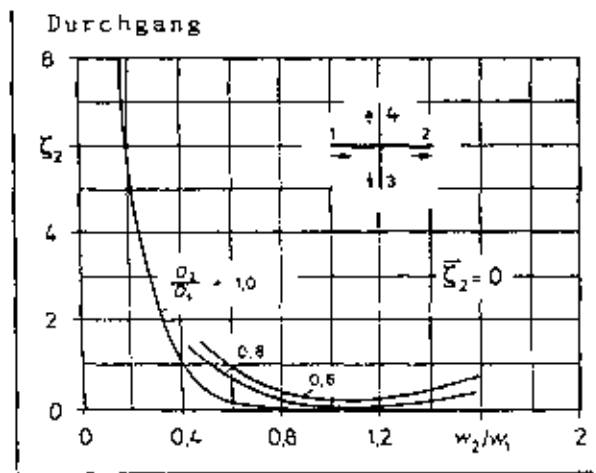
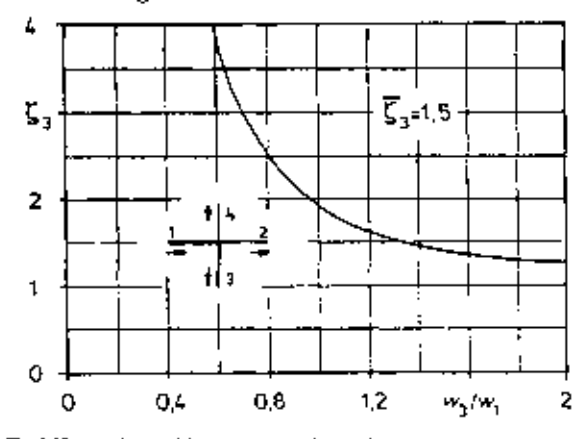


Stromvereinigung:
Abzweig

$\dot{m}_4/\dot{m}_3 = 0,5: \zeta_3 \approx 1,0$
 $\dot{m}_4/\dot{m}_3 = 2,0: \zeta_3 \approx 2,0$



Stromtrennung:
Abzweig



Quelle: Datenpool IfHK, FH Wolfenbüttel