



# Merkblatt

## Ermittlung von Druckverlusten

### Berechnung des Gesamt-Druckverlusts

Der Gesamt-Druckverluste einer Rohrleitung setzt sich aus den linearen Druckverlusten des Rohrs ( $\Delta p_r$ ), aus Druckverlusten von Formstücken ( $\Delta p_f$ ), aus Druckverlusten von Armaturen ( $\Delta p_v$ ) und aus Druckdifferenzen von Höhenunterschieden ( $\Delta p_{geo}$ ) zusammen.

$$\Delta p = \Delta p_r + \Delta p_f + \Delta p_v + \Delta p_{geo}$$

### $\Delta p_r$ linearen Druckverlusten des Rohrs

Kann als Grobkalkulation aus dem Nomogramm von Anlage 3.7.1 entnommen werden oder ist bzgl. höherer Genauigkeit mit nachfolgender Formel zu berechnen.

$$\Delta p_r = \lambda \cdot \frac{L}{d_i} \cdot \frac{\rho \cdot 10^{-5}}{2} \cdot v^2$$

Nähere Details zu den Grundlagen und zu den Rahmenbedingungen der einzelnen Kennwerte entnehmen Sie der SVGW W4 Teil5 Themenblatt 11.

$\Delta p_r$  Druckverlust der geraden Rohrleitung [bar]

$\lambda$  Rohrreibungszahl

Ermittlung aus Nomogramm SVGW W4 Teil 5 Themenblatt 11 Abb.1 mit einer Rauheit  $k = 0.0014 \cdot 10^{-3}$  m für PE

der Berechnung der Reynolds-Zahl  $Re = \frac{v \cdot d_i}{V_{kin}}$

wobei  $V_{kin}$  für Wasser bei 20°C =  $10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s

L Länge der geraden Rohrstrecke [m]

$d_i$  Innendurchmesser des Rohrs [mm]

$\rho$  Dichte des Durchflussmediums [kg/m<sup>3</sup>] (Wasser = 1000 kg/m<sup>3</sup>; Gas = 0.776 kg/m<sup>3</sup>)

v Fließgeschwindigkeit [m/s]

Wasser: Haupt- und Transportleitungen  $\leq 1.5$  m/s

Versorgungsleitungen  $\leq 2.0$  m/s

Brandfall  $\leq 3.5$  m/s

Gas: 10-30 m/s

## Korrekturfaktoren für die Dichte von Gas

Einfluss der Temperatur auf die Dichte (Temperaturfaktor  $f_t$ )

| Temperatur | 0°C  | 5°C  | 10°C | 15°C | 20°C | 25°C |
|------------|------|------|------|------|------|------|
| $f_t$      | 0.96 | 0.98 | 1.00 | 1.02 | 1.04 | 1.06 |

Einfluss der Höhe über Meer auf die Dichte (Temperaturfaktor  $f_h$ )

| Höhe (m ü. M.) | 0    | 250  | 500  | 750  | 1000 | 1250 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|
| $f_h$          | 0.94 | 0.97 | 1.00 | 1.03 | 1.06 | 1.09 |

Der Einfluss von Temperatur (0° bis 40°C) und der Höhe über Meer auf die Dichte von Wasser kann vernachlässigt werden.

 **$\Delta p_f$  Druckverlusten von Formstücken**

$$\Delta p_f = \sum \zeta \cdot \frac{v^2}{2 \cdot 10^5} \cdot \rho$$

 $\Delta p_f$  Druckverlust aller Formstücke [bar] $\sum \zeta$  Summe aller Einzelverluste $\rho$  Dichte des Durchflussmediums [kg/m<sup>3</sup>] $v$  Fließgeschwindigkeit [m/s]Widerstandsbeiwerte von Formstücken (Quelle DVS 2210)

## Bögen

| Bogen | Biegeradius R | Widerstandsbeiwert $\zeta$ |
|-------|---------------|----------------------------|
| 90°   | 1.0 x $d_n$   | 0.51                       |
|       | 1.5 x $d_n$   | 0.41                       |
|       | 2.0 x $d_n$   | 0.34                       |
|       | 4.0 x $d_n$   | 0.23                       |
| 45°   | 1.0 x $d_n$   | 0.34                       |
|       | 1.5 x $d_n$   | 0.27                       |
|       | 2.0 x $d_n$   | 0.20                       |
|       | 4.0 x $d_n$   | 0.15                       |

## Winkel

| Winkel | Widerstandsbeiwert $\zeta$ |
|--------|----------------------------|
| 90°    | 1.2                        |
| 45°    | 0.3                        |
| 30°    | 0.14                       |
| 20°    | 0.05                       |
| 10°    | 0.04                       |

## Verbindungen

An geraden Verbindungsstellen von Kunststoffrohrsystemen (Stumpf- oder Elektroschweißungen) kann ein Widerstandsbeiwert von  $\zeta = 0.1$  zugrunde gelegt werden. (DVS 2210-1)

T-Stücke

- mit Stromvereinigung ( $Q_s = Q_a + Q_z$ )

| Kenngrösse $V_z/V_s$ | Widerstandsbeiwert $\zeta$ |           |
|----------------------|----------------------------|-----------|
|                      | $\zeta_z$                  | $\zeta_d$ |
| 0.0                  | -1.20                      | 0.06      |
| 0.2                  | -0.40                      | 0.20      |
| 0.4                  | 0.10                       | 0.30      |
| 0.6                  | 0.50                       | 0.40      |
| 0.8                  | 0.70                       | 0.50      |
| 1.0                  | 0.90                       | 0.60      |

- mit Stromtrennung ( $Q_s = Q_a + Q_d$ )

| Kenngrösse $Q_a/Q_s$ | Widerstandsbeiwert $\zeta$ |           |
|----------------------|----------------------------|-----------|
|                      | $\zeta_a$                  | $\zeta_d$ |
| 0.0                  | 0.97                       | 0.10      |
| 0.2                  | 0.90                       | -0.10     |
| 0.4                  | 0.90                       | -0.05     |
| 0.6                  | 0.97                       | 0.10      |
| 0.8                  | 1.10                       | 0.20      |
| 1.0                  | 1.30                       | 0.35      |

- $Q_a$  abgehender Volumenstrom
- $Q_d$  durchgehender Volumenstrom
- $Q_s$  gesamter Volumenstrom
- $Q_z$  hinzukommender Volumenstrom

Positive  $\zeta$  -Werte Druckabfall  
 Negative  $\zeta$  -Werte Druckanstieg

Konzentrische Reduktionen

- Erweiterung

| Kenngrösse $d_{n2}/ d_{n1}$ | Widerstandsbeiwert $\zeta$ |                     |                     |
|-----------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|
|                             | $\alpha = 4-8^\circ$       | $\alpha = 16^\circ$ | $\alpha = 24^\circ$ |
| 1.2                         | 0.10                       | 0.15                | 0.20                |
| 1.4                         | 0.20                       | 0.30                | 0.50                |
| 1.6                         | 0.50                       | 0.80                | 1.50                |
| 1.8                         | 1.20                       | 1.80                | 3.00                |
| 2.0                         | 1.90                       | 3.10                | 5.30                |

- Verengung

| Kenngrösse $d_{n2}/ d_{n1}$ | Widerstandsbeiwert $\zeta$ |                    |                     |
|-----------------------------|----------------------------|--------------------|---------------------|
|                             | $\alpha = 4^\circ$         | $\alpha = 8^\circ$ | $\alpha = 20^\circ$ |
| 1.2                         | 0.046                      | 0.023              | 0.010               |
| 1.4                         | 0.067                      | 0.033              | 0.013               |
| 1.6                         | 0.076                      | 0.038              | 0.015               |
| 1.8                         | 0.031                      | 0.041              | 0.016               |
| 2.0                         | 0.034                      | 0.042              | 0.017               |

- $d_{n1}$  in Fliessrichtung betrachtet erster Durchmesser
- $d_{n2}$  in Fliessrichtung betrachtet zweiter Durchmesser
- $\alpha$  Winkel der Reduktion

**$\Delta p_f$  Druckverlusten von Armaturen**

$$\Delta p_v = \left( \frac{Q}{k_v} \right)^2 \cdot \frac{\rho}{1000}$$

- $\Delta p_v$  Druckverlust der Armatur [bar]  
Q Durchflussmenge [m<sup>3</sup>/h]  
 $\rho$  Dichte des Durchflussmediums [kg/m<sup>3</sup>]  
v Kennwert der Armatur [m<sup>3</sup>/h]

Bei Fragen und Unklarheiten steht der VKR jederzeit gerne zur Verfügung.

Aarau, November 2016 PS/mg