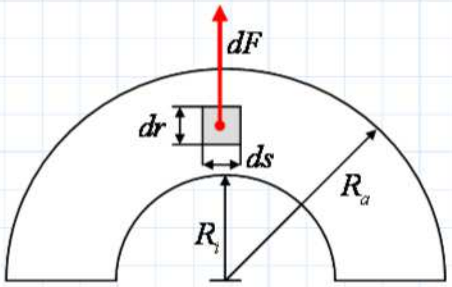
Druckänderung durch Radialkräfte



Volumenstrom	$Q_P := 48 \cdot \frac{L}{min}$
Krümmungsradius des Rohres	$R := 25 \cdot mm$
Rohrdurchmesser	$d := 10 \cdot mm$
Dichte Wasser bei 10 bar und 25 °C	$\rho_W := 997.47 \cdot \frac{kg}{m^3}$
kinematische Viskosität bei 10 bar und 25°C	$\upsilon_W := 0.8925 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{m^2}{s}$

Herleitung

Radialkraft

$$dF = r \cdot \omega^2 \cdot dm$$

$$dm = \rho_W \cdot dr \cdot ds \cdot db$$

$$\omega^2 = \frac{v^2}{r^2}$$

$$dF = \rho_W \cdot dr \cdot ds \cdot db \cdot \frac{v^2}{r}$$

Gleichgewicht

$$dF_p = (p + dp) \cdot ds \cdot db - p \cdot ds \cdot db$$

$$dF_p = dp \cdot ds \cdot db$$

$$dF = dF_p$$

$$\rho_W \cdot dr \cdot ds \cdot db \cdot \frac{v^2}{r} = dp \cdot ds \cdot db$$

Dgl. Trennung der Variablen

$$dp = \rho_W \cdot \frac{v^2}{r} \cdot dr$$

Berechnung

Rohr Querschnittsfläche $A_R := \frac{\pi}{4} \cdot d^2$

mittlere Strömungsgeschwindigkeit $v_m := \frac{Q_P}{A_R}$ $v_m = 10.186 \, \frac{m}{s}$

turbulente Strömung !
(Re=2550) $Re := \frac{v_m \cdot d}{\upsilon_W}$ $Re = 114.128 \cdot 10^3$

Verwendung einer mittleren Geschwindigkeit und eines mittleren Radius

geg. aus Aufgabenstellung $v_m := 8 \cdot \frac{m}{s}$

$$v \cdot r = v_m \cdot r_m$$

$$v = \frac{v_m \cdot r_m}{r}$$

$$dp = \rho_W \cdot \left(v_m \cdot r_m\right)^2 \cdot \frac{1}{r^3} \cdot dr$$

Integration $$\Delta p = \rho_W \cdot \left(v_m \cdot r_m\right)^2 \cdot \int_{R_i}^{R_a} \frac{1}{r^3} \, \mathrm{d}r$$

$$r_m := R$$

$$R_i := r_m - \frac{d}{2} \qquad R_a := r_m + \frac{d}{2}$$

Lösung $$\Delta p := \rho_W \cdot \left(v_m \cdot r_m\right)^2 \cdot \left(-\left(\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{R_a^{\,2}}\right) + \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{R_i^{\,2}}\right)\right)$$

Druckdifferenz zwischen Innen- und Außenseite $\Delta p = \left(277.075 \cdot 10^{-3}\right) \, bar$