

MESSEN VON STOFF- UND ENERGIESTRÖMEN

TECHNISCHE DURCHFLUSSMESSUNG - ÜBUNG

Prof. Dr.-Ing. Jens Hesselbach

Wintersemester 2016/2017



Übung

Volumenstrommessung mit dem Wirkdruckverfahren

Aufgabenstellung

- In einem Prüfstand für die Beheizung von Blasfolienextrudern wird der Volumenstrom \dot{V} eines Wärmeträgerfluides (Thermoöl) mit einer Messblende bestimmt. Dazu wird die statische Druckdifferenz zwischen den beiden Querschnitten über ein U-Rohr ermittelt. Es kann von einer verlustfreien Strömung ausgegangen werden.
- Gegeben:
 - $d_1 = 0,15 \text{ m}$
 - $d_2 = 0,1 \text{ m}$
 - $\Delta_{xMF} = 5 \text{ mm}$
 - $\rho_{\text{öl}} = 844 \text{ kg/m}^3$
 - $\rho_{MF} = 12000 \text{ kg/m}^3$

Übung

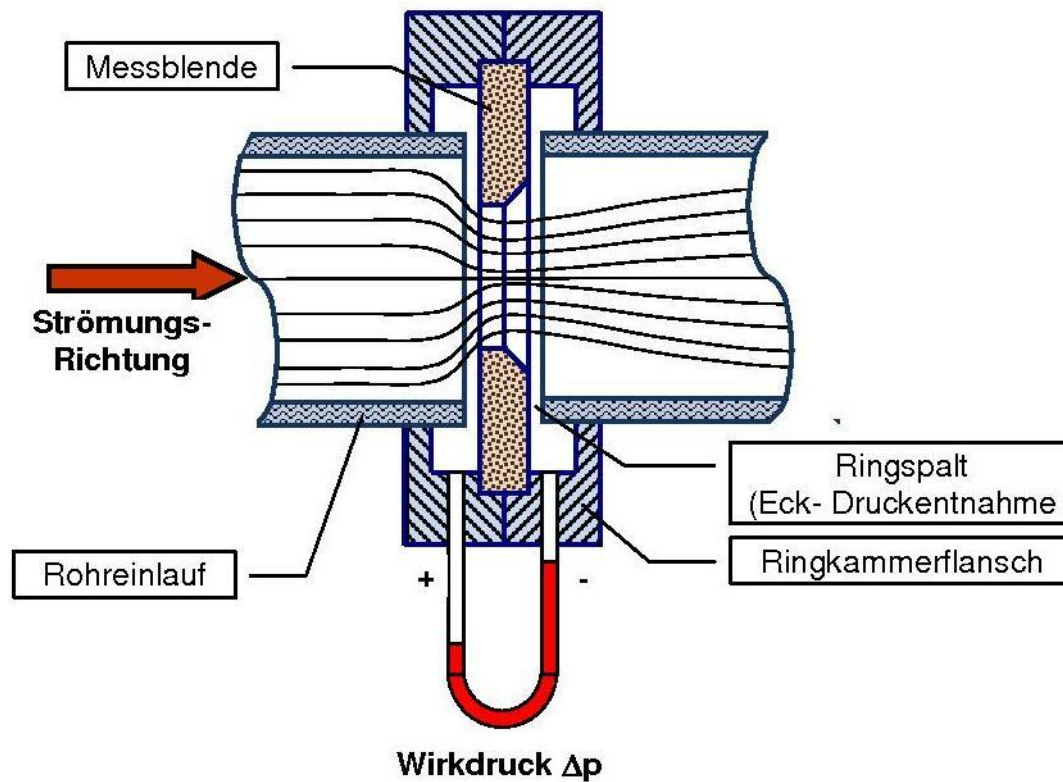
Volumenstrommessung mit dem Wirkdruckverfahren

- **Aufgaben**
- 1. Zeichnen Sie das beschriebene Messverfahren schematisch auf und kennzeichnen Sie die Druckdifferenz qualitativ in dem installierten U-Rohr.
- 2. Berechnen Sie den Volumenstrom \dot{V} für oben gegebene Randbedingungen über Herleitung und Verwendung der Bernoulli-Gleichung (siehe F. 18).

Übung

Volumenstrommessung mit dem Wirkdruckverfahren

- Lösung Aufgabe 1



Übung

Volumenstrommessung mit dem Wirkdruckverfahren

- Lösung Aufgabe 2

$$\frac{1}{2}c_1^2 + gz_1 + \frac{1}{\rho_1}p_1 = \frac{1}{2}c_2^2 + gz_2 + \frac{1}{\rho_2}p_2$$

Mit

$$\begin{aligned}z_1 &= z_2 \\ \rho_1 &= \rho_2 = \rho_{\text{öl}} \\ \frac{p_1 - p_2}{\rho_{\text{öl}}} &= \frac{1}{2}(c_2^2 - c_1^2)\end{aligned}$$

Druckdifferenz aus Hydrostatik:

$$p_1 - p_2 = \rho_{MF}g\Delta_{MF}$$

Kontinuitätsgleichung:

$$\begin{aligned}\rho_{\text{öl}}c_1A_1 &= \rho_{\text{öl}}c_2A_2 \\ c_1A_1 &= c_2A_2 \\ c_2 &= c_1 \frac{A_1}{A_2} = c_1 \frac{d_1^2}{d_2^2}\end{aligned}$$

Quadriert:

$$c_2^2 = c_1^2 \frac{d_1^4}{d_2^4}$$

Einsetzen in Bernoulli:

$$\begin{aligned}\frac{\rho_{MF}g\Delta_{MF}}{\rho_{\text{öl}}} &= \frac{1}{2}\left(c_1^2 \frac{d_1^4}{d_2^4} - c_1^2\right) \\ \frac{\rho_{MF}g\Delta_{MF}}{\rho_{\text{öl}}} &= \frac{c_1^2}{2}\left(\frac{d_1^4}{d_2^4} - 1\right)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}c_1 &= \sqrt{\frac{2\rho_{MF}g\Delta_{MF}}{\rho_{\text{öl}}\left(\frac{d_1^4}{d_2^4} - 1\right)}} \\ \dot{V} &= c_1\pi \frac{d_1^2}{4}\end{aligned}$$

Übung

Volumenstrommessung mit dem Wirkdruckverfahren

- Lösung Aufgabe 2

$$c_1 = \sqrt{\frac{2 * 12000 \frac{kg}{m^3} * 9,81 m/s^2 * 0,005 m}{844 \frac{kg}{m^3} \left(\frac{0,15_1^4}{0,1_2^4} - 1 \right)}}$$

$$c_1 = \sqrt{\frac{1177,2 \frac{kg}{ms^2}}{3428,75 \frac{kg}{m^3}}}$$

$$c_1 = 0,582 \text{ m/s}$$

$$\dot{V} = 0,582 \frac{m}{s} * \pi * \frac{0,15_1^2}{4}$$

$$\dot{V} = 0,01035 \text{ m}^3/\text{s}$$