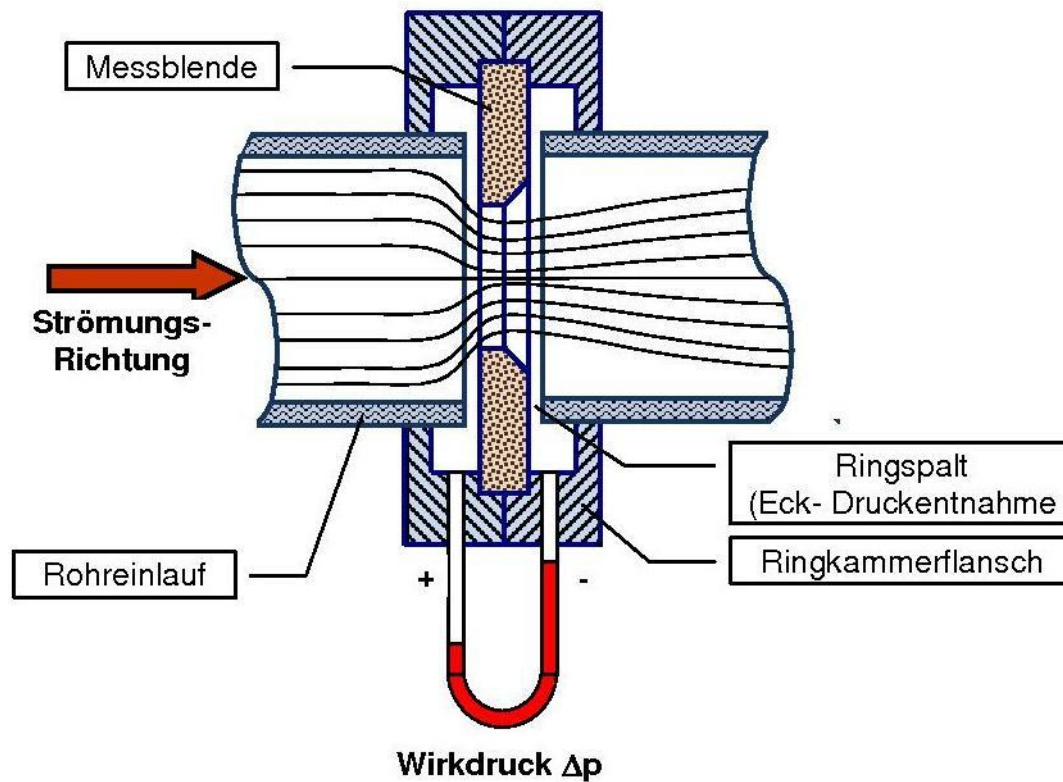


# Bernoulli

# Aufgabe 3: Volumenstrommessung

- 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:
- $d_1 = 0,15 \text{ m}$
- $d_2 = 0,1 \text{ m}$
- $\Delta_{\text{xMF}} = 5 \text{ mm}$
- $\rho_{\text{öl}} = 890 \text{ kg/m}^3$
- $\rho_{\text{MF}} = 12000 \text{ kg/m}^3$
- 
- 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 durch Herleitung über die Bernoulli-Gleichung.

# Lösung Aufgabe 3



Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Messblende>

# Lösung Aufgabe 3

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

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:

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

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

# Lösung Aufgabe 3

$$c_1 = \sqrt{\frac{2 * 12000 \text{ kg/m}^3 * \frac{9,81 \text{ m}}{\text{s}^2} * 0,005 \text{ m}}{890 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * \left( \frac{0,15_1^4}{0,1_2^4} - 1 \right)}}$$

$$C_1 = 0,5706 \text{ m/s}$$

$$\dot{V} = 0,5706 \frac{\text{m}}{\text{s}} * \pi \frac{0,15_1^2}{4}$$

$$\dot{V} = 0,01 \text{ m}^3/\text{s}$$