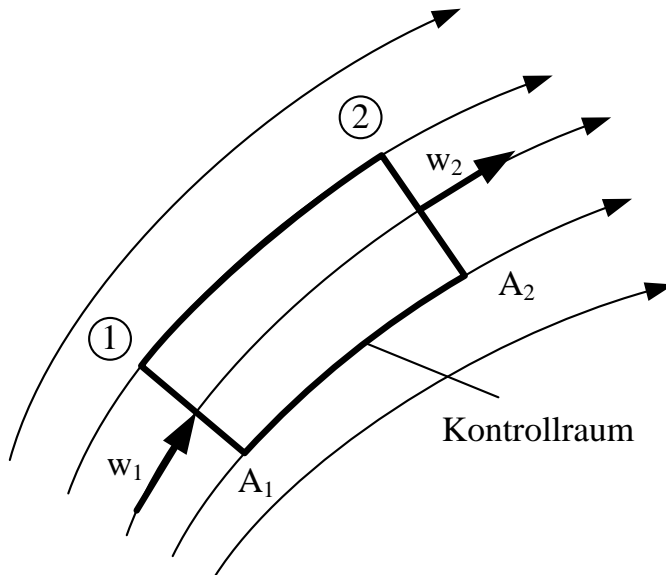


MASSENERHALTUNG (KONTINUITÄTSGLEICHUNG) (INKOMPRESSIBLE, STATIONÄR)



$$Q = w \cdot A = \text{konst.}$$

$A =$ Querschnittsfläche [m²]

$w =$ Geschwindigkeit [m/s]

$Q =$ Volumenstrom [m³/s]

Strömung von ① nach ②:

$$w_1 \cdot A_1 = w_2 \cdot A_2$$

ENERGIEERHALTUNG /ENERGIESATZ (BERNOULLI-GLEICHUNG)

inkompressibel, stationär, **reibungsfrei** und **ohne** Zu- oder Abfuhr mechanischer Arbeit

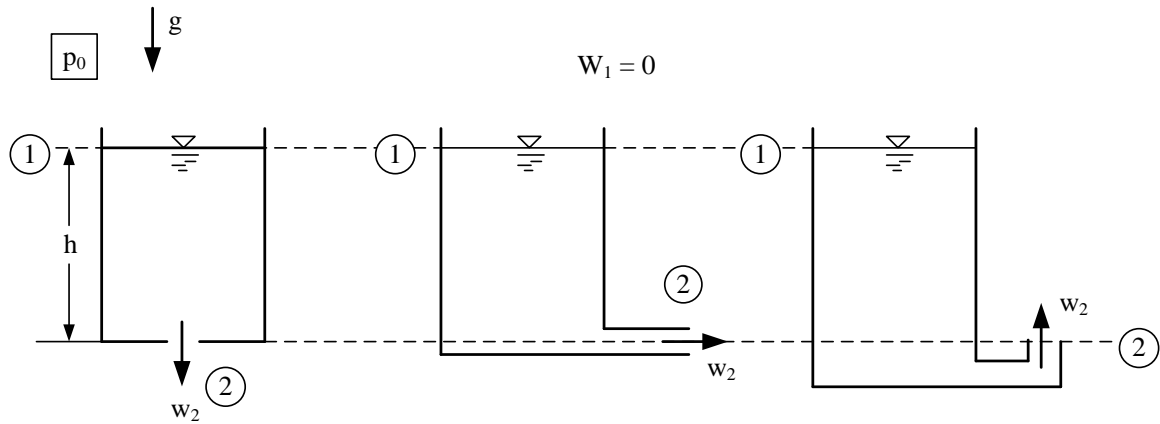
Strömung von ① nach ②:

Energieform:	$\frac{1}{2} w_2^2 + \frac{p_2}{\rho} + g z_2 = \frac{1}{2} w_1^2 + \frac{p_1}{\rho} + g z_1$	[m ² /s ²]
Druckform:	$\frac{\rho}{2} w_2^2 + p_2 + \rho g z_2 = \frac{\rho}{2} w_1^2 + p_1 + \rho g z_1$	[N/m ²]
Höhenform:	$\frac{w_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\rho g} + z_2 = \frac{w_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\rho g} + z_1$	[m]

$\underbrace{\hspace{1.5cm}}_{\text{Geschwindigkeitshöhe}} + \underbrace{\hspace{1.5cm}}_{\text{Druckhöhe}} + \underbrace{\hspace{1.5cm}}_{\text{geodätische Höhe}}$

TORRICELLI AUSFLUSSFORMEL

Reibungsfreier Ausfluss aus einem großen Tank (inkompressibel, reibungsfrei, stationär)



a) Bestimmen Sie für die drei oben gezeigten Fälle die Ausflussgeschwindigkeit w_2 .

Gegeben:

in ①:	A_1	$p_1 = p_0 = p_{\text{atm}}$	z_1
in ②:	A_2	$p_2 = p_0 = p_{\text{atm}}$	z_2

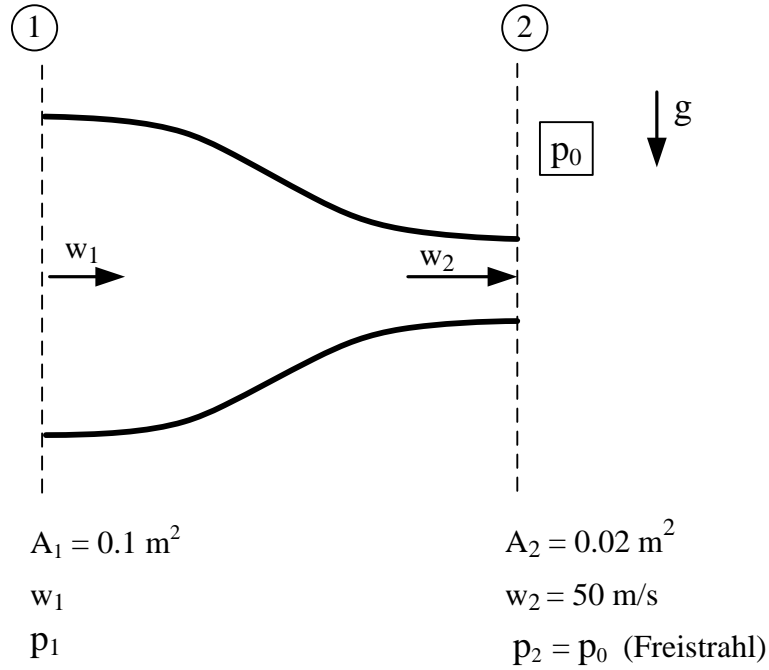
Hinweis:

$A_1 \gg A_2$
 $h = \text{konst.}$
 $w_1 \approx 0$

Ausflussformel nach Torricelli $w_2 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$

STRÖMUNG DURCH EINE DÜSE

(inkompressibel, reibungsfrei, stationär)



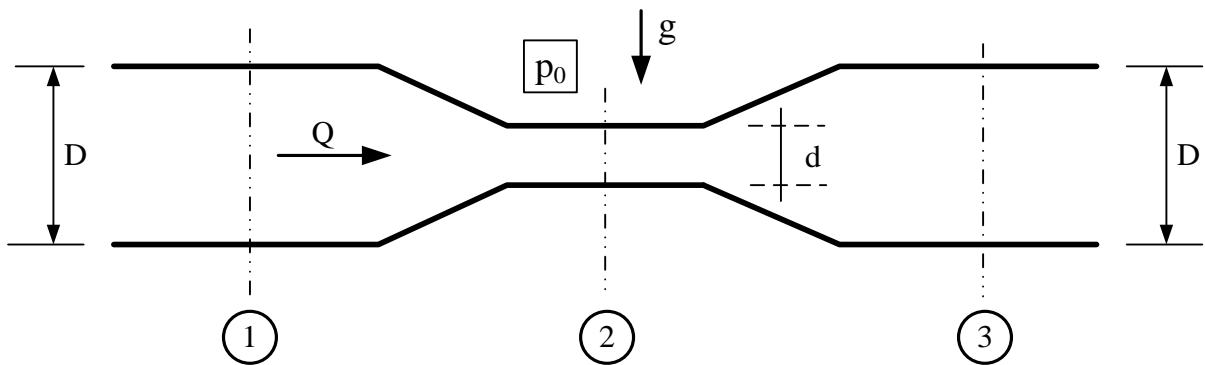
a) Bestimmen Sie die Druckdifferenz $\Delta p = p_1 - p_0$

Gegeben: $A_1 = 0,1 \text{ m}^2$ $A_2 = 0,02 \text{ m}^2$ $w_2 = 50 \text{ m/s}$
 $p_2 = p_0$ $\rho = 1,23 \text{ kg/m}^3$

VENTURI ROHR

(inkompressibel, reibungsfrei, stationär)

In ein Venturi-Rohr fließt Wasser mit einer Geschwindigkeit von $w_1 = 2 \text{ m/s}$ und einem Druck von $p_1 = 150 \text{ kPa}$ ein.



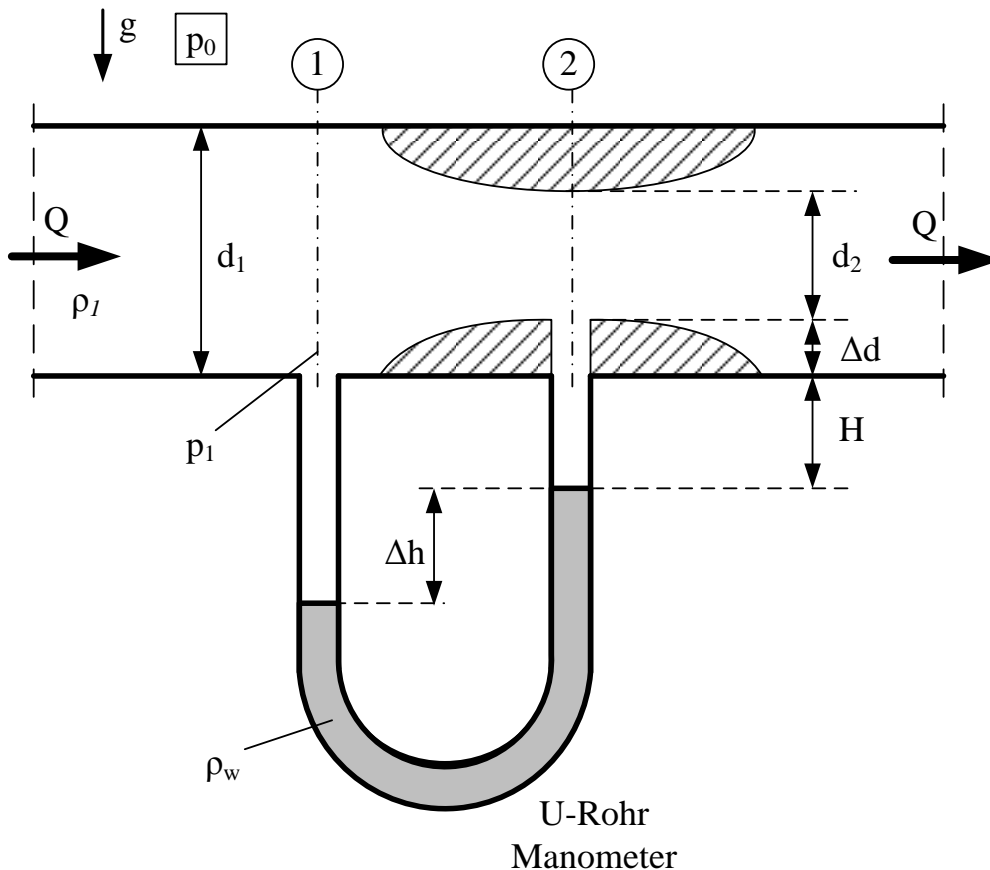
a) Bestimmen Sie den Druck an den Positionen ② und ③.

Gegeben: $D = 6 \text{ cm}$ $d = 3 \text{ cm}$ $w_1 = 2 \text{ m/s}$ $p_1 = 150 \text{ kPa}$
 $\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$ $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ $p_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$

VENTURI-MANOMETER

(inkompressibel, reibungsfrei, stationär)

Durch eine Leitung mit dem Durchmesser d_1 wird Luft mit der Dichte ρ_l und dem Volumenstrom Q transportiert. Ein mit Wasser (Dichte ρ_w) gefülltes Venturi-Manometer wird verwendet um den Volumenstrom zu kontrollieren (siehe Skizze).



- a) Bestimmen Sie das Verhältnis der Kontraktion d_1/d_2 für den Fall, dass am Manometer ein $\Delta h = 100$ mm abgelesen werden kann.

Gegeben: $Q = 10^5 \text{ m}^3/\text{h}$ $d_1 = 1,2 \text{ m}$ $\rho_l = 1,2 \text{ kg/m}^3$ $\Delta h = 100 \text{ mm}$
 $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ $\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$

- Hinweis:
- Reibungs- und verlustfreie Strömung
 - $\rho_l g \Delta h \ll \rho_w g \Delta h$
 - $z = \text{konst.}$ entlang des mittleren Stromfadens (ebenes, horizontales System)

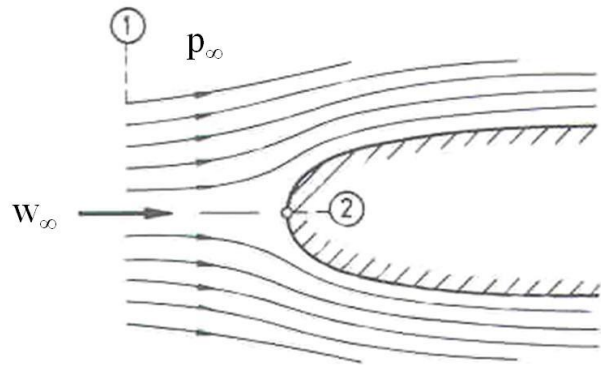
DRUCKMESSINSTRUMENTE

Druck im Staupunkt

Bernoulli (E-Satz): ① \Rightarrow ②

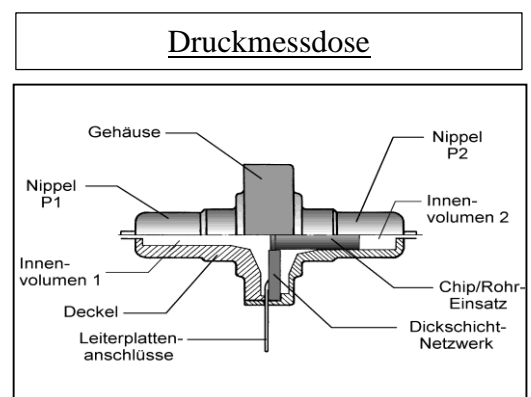
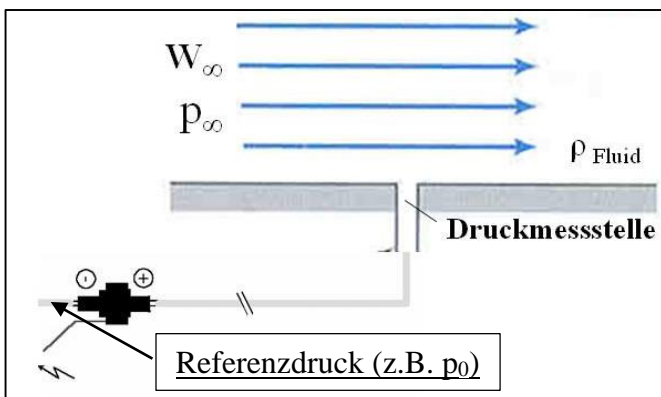
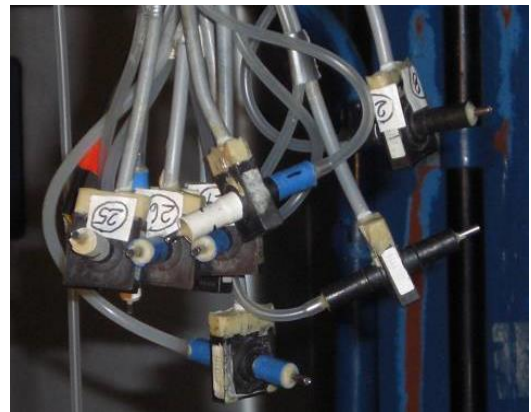
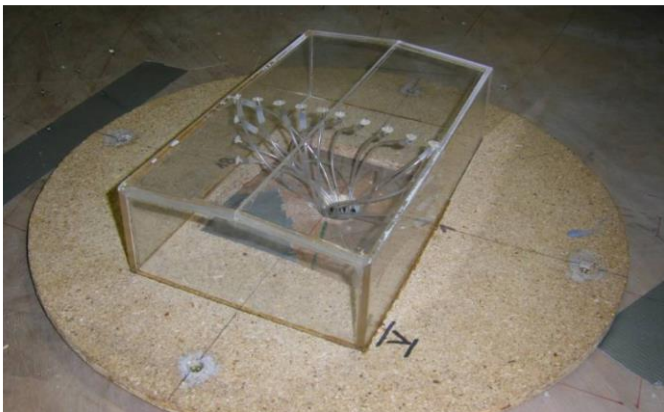
$$\frac{\rho}{2} w_1^2 + p_1 = \frac{\rho}{2} w_2^2 + p_2$$

$$\frac{\rho}{2} w_\infty^2 + p_\infty = 0 + p_2 = p_g$$



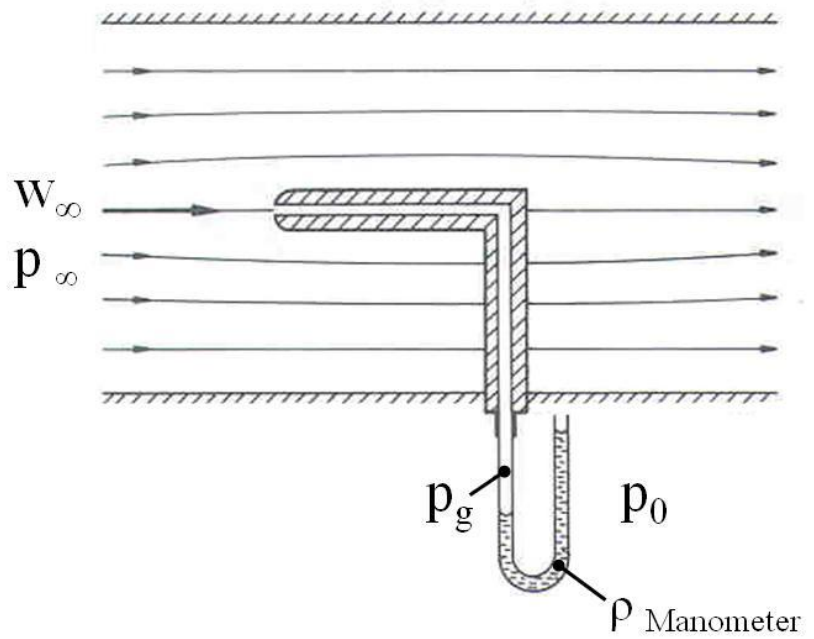
\Rightarrow Druck p_2 im Staupunkt ist gleich dem Gesamtdruck p

DRUCKMESSUNGEN AN MODELLEN IM WINDKANAL



DRUCKMESSINSTRUMENTE

Pitot-Rohr (Messung des Gesamtdruckes)



Prandtl-Rohr (Messung des Differenzdruckes)

