

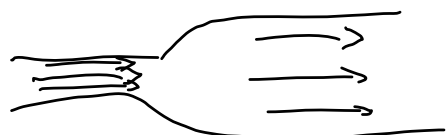


Vorlesungsevaluation

- Zugangsdaten wurden in der Übung verteilt
- Preise unter allen Teilnehmern (nicht nur diese Vorlesung):
 1. Preis: 1 Netbook
 2. Preis: Buchgutschein über 100,- EUR
 3. Preis: Buchgutschein über 50,- EUR
- Gewinne können nur nach Vorlage der **Originalzugangsdaten** und einer **Immatrikulationsbescheinigung** vergeben werden. Promotionsstudierende sind von der Verlosung ausgeschlossen.

Letzte Stunde

Inkompressibel, keine Reibung

- Volumenstrom $I_V = \frac{\Delta V}{\Delta t} = A \cdot v$ 
- Kontinuitätsgleichung: Der Volumenstrom ist in einem Rohr erhalten. $I_V = A \cdot v = \text{konst.}$ 
- Bernoulli-Gleichung (ohne Höhenunterschied)
 - statischer Druck plus Staudruck gleich Gesamtdruck
$$p + \frac{\rho}{2} v^2 = p_g$$


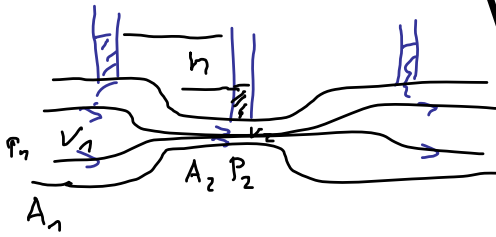
Heute

- zu 8.5 Strömende Flüssigkeiten und Gase

<http://www.ep1.rub.de/lehre/veranstaltungen/ws0910/physikcbg/>

zu 8.5 Strömende Flüssigkeiten und Gase

Venturi-Rohr



Bernoulli-Gleichung

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2)$$

$$P_1 - P_2 = \rho \cdot g \cdot h$$

$$\rho \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2)$$

Kontinuitätsgleichung: $A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$

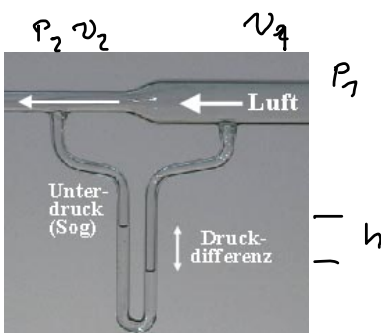
$$v_2 = \frac{A_1}{A_2} \cdot v_1$$

$$\rho \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \rho \left(\frac{A_1^2}{A_2^2} \cdot v_1^2 - v_1^2 \right)$$

$$2 \cdot g \cdot h = \left(\frac{A_1^2}{A_2^2} - 1 \right) \cdot v_1^2$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot h}{\left(\frac{A_1^2}{A_2^2} - 1 \right)}}$$

Venturi-Rohr



$$P_1 - P_2 = \frac{\rho}{2} (v_2^2 - v_1^2)$$

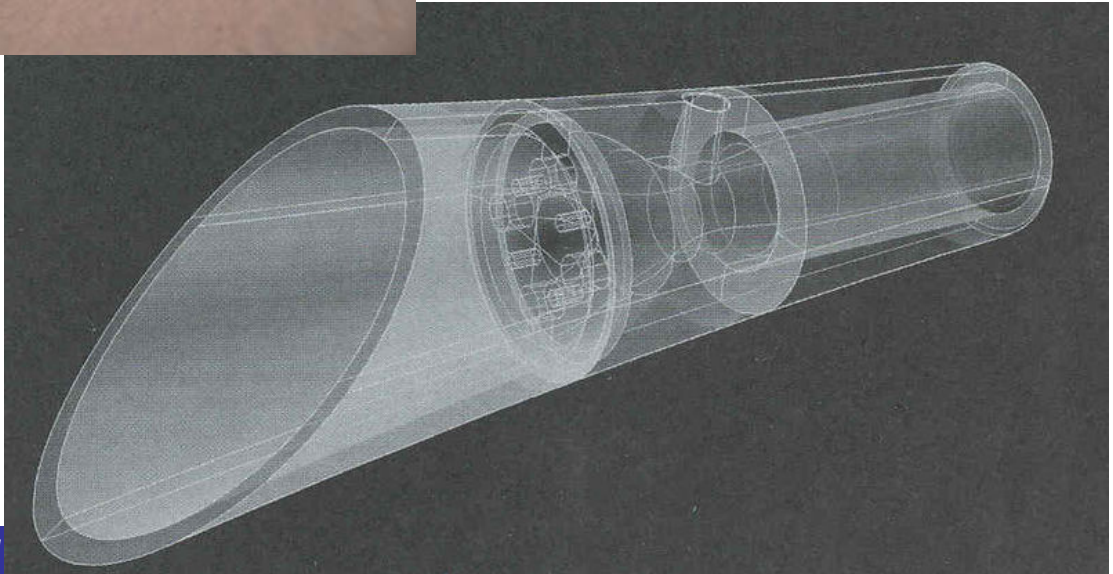
$$I_V = A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

$$P_1 - P_2 = \frac{\rho}{2} I_V^2 \left(\frac{1}{A_2^2} - \frac{1}{A_1^2} \right)$$

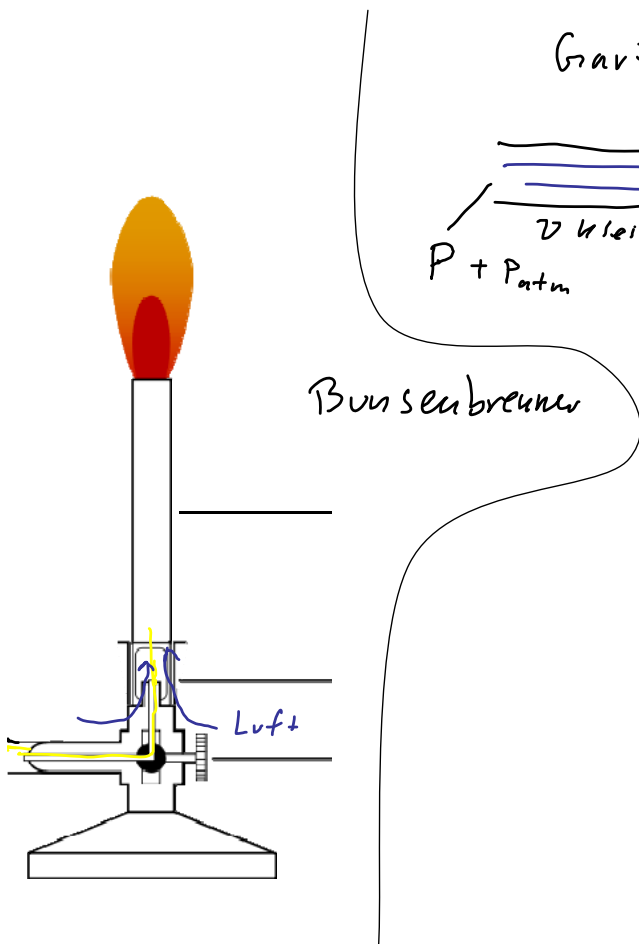
Volumenstrom $I_V = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \sqrt{\frac{2 (P_1 - P_2)}{\rho (A_1^2 - A_2^2)}} \cdot A_1 \cdot A_2$



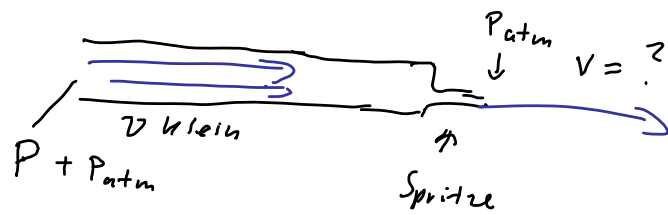
Venturi- Dekantierausguss für Wein



Physik I



Gartenschlauch / Feuerspritze



$$6 \text{ Bar} = 6 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

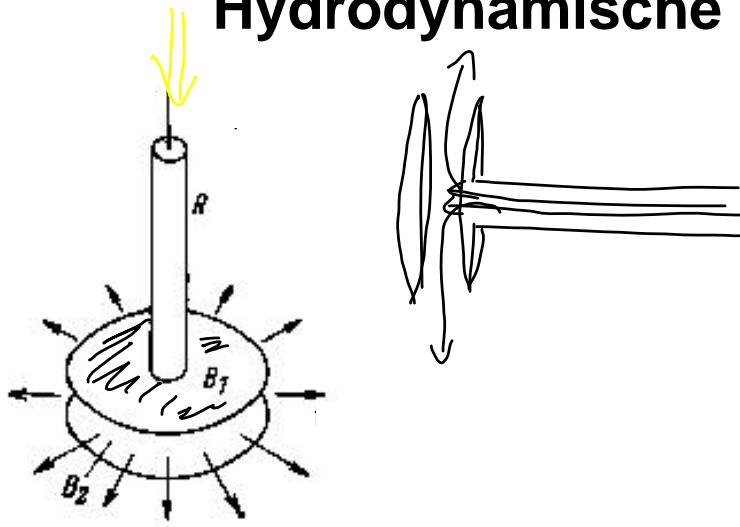
$$S = 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$P = \frac{\rho}{2} v^2$$

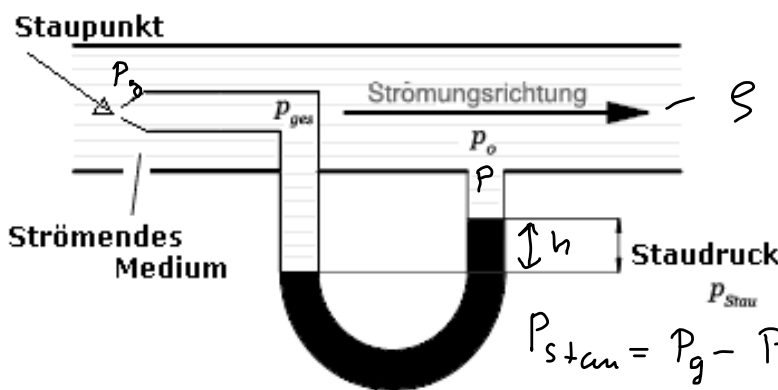
$$v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2 \cdot P}{\rho}}$$

$$\approx 36 \text{ m/s}$$

Hydrodynamische Paradoxon



Prandtl'sches Staurohr



Bernoulli

$$P + \frac{S}{2} v^2 = P_g$$

↑ ↑ ↑

stat. Stau- Gesamt-
Druck druck druck

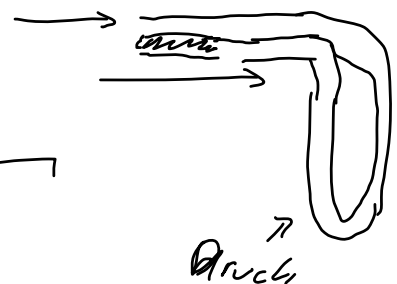
$$P_{\text{stau}} = P_g - P$$

S_M

$$P_g - P = \frac{S}{2} v^2$$

$$S_M \cdot g \cdot h = \frac{S}{2} v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2 S_M \cdot g \cdot h}{S}}$$

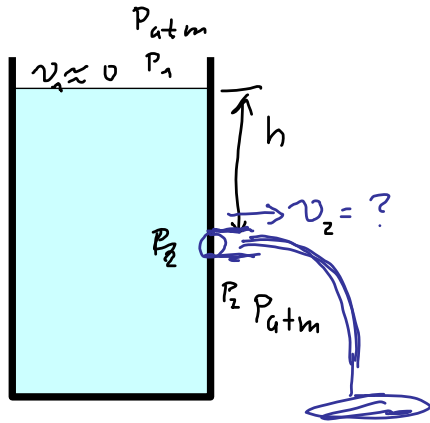


A380



F/0

Bernoulli-Gleichung mit Höhenunterschied



$$P + \frac{\rho}{2} v^2 + \rho \cdot g \cdot h = P_g$$

$$\Delta p = P_2 - P_1 = \frac{1}{2} \rho \Delta v^2 + \rho \cdot g \cdot h$$

$$\Delta p = 0$$

↑
Staudruck

↑
Schwere
druck

$$\rho \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \rho v^2$$

$$\left| \Delta v^2 = v_2^2 - v_1^2 \right.$$

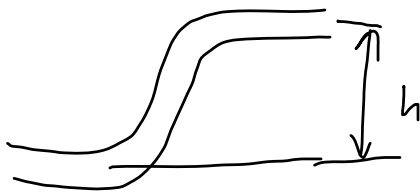
$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Torricellische Ausflussformel

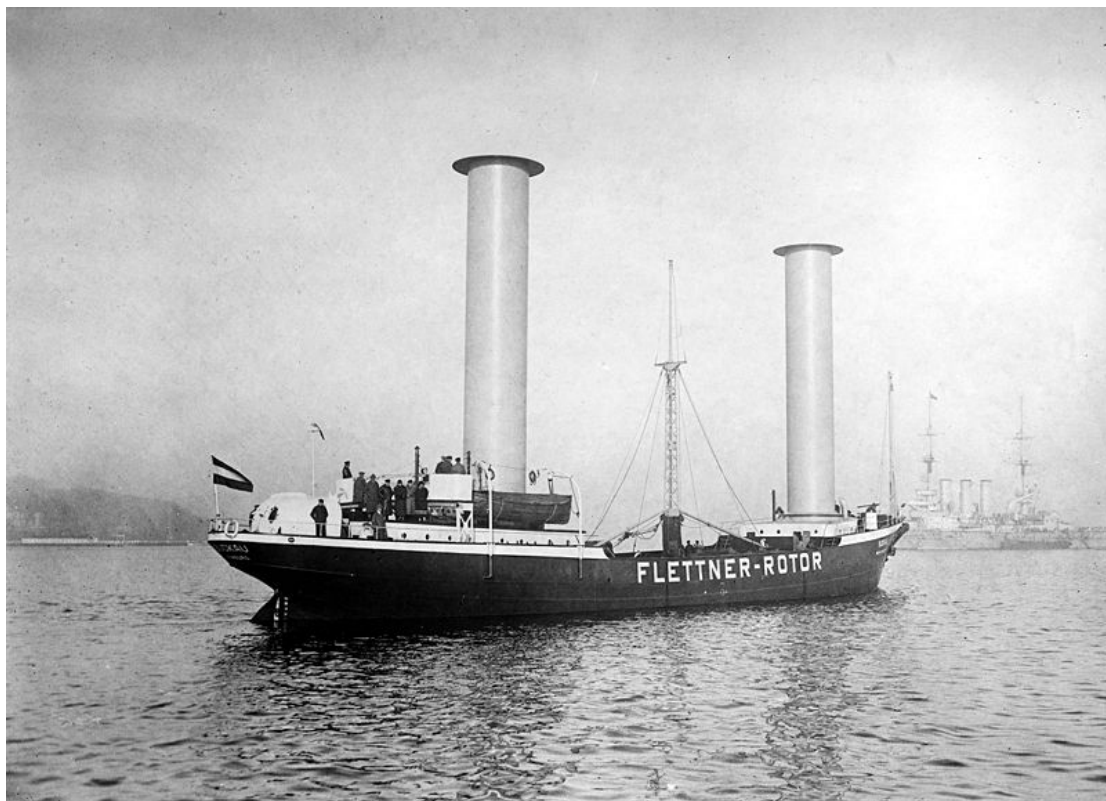
Energie

$$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} m v^2$$

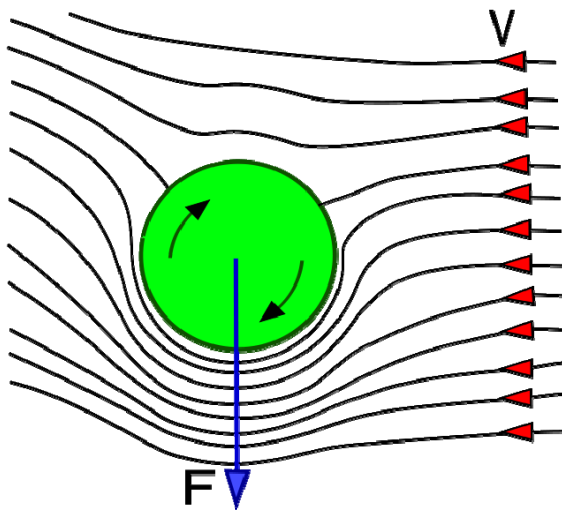
$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$



$$\text{Schwere druck} = \rho \cdot g \cdot h$$



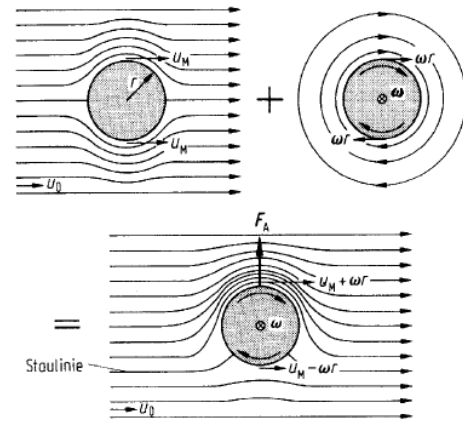
Magnuseffekt



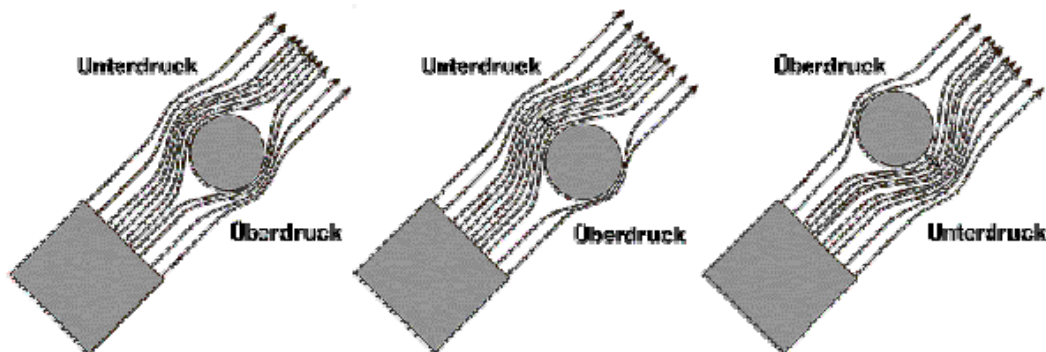
langsame Strömung –
hoher Druck (etwas geringer
als Außendruck)

Schnelle Strömung –
Unterdruck

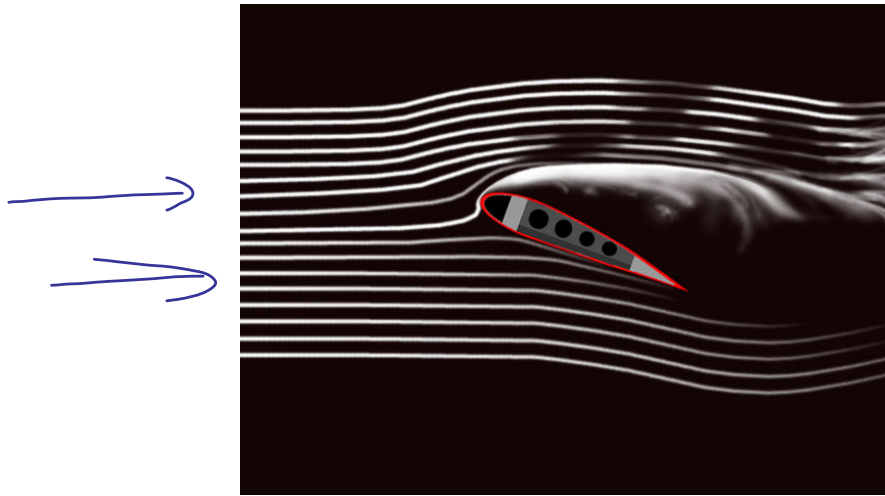
Überlagerung von Strömungen



Ball im Luftstrom



von <http://www.hs-owl.de/physik/experimenta/experimente/ball.html>



Dynamischer
Auftrieb

Zusammenfassung

- Venturi-Effekt: Wenn ein strömendes Fluid eine Engstelle passiert, steigt die Strömungsgeschwindigkeit und der Druck fällt.
- Bernoulli-Gleichung mit Höhenunterschied

$$p + \rho \cdot g \cdot h + \frac{\rho}{2} v^2 = p_g = \text{konst.}$$

(inkompressibel, keine Reibung, keine Turbulenz)