

Physik für Biologen und Zahnmediziner

Kapitel 7: Hydrostatik

Dr. Daniel Bick



Universität Hamburg
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

29. November 2017

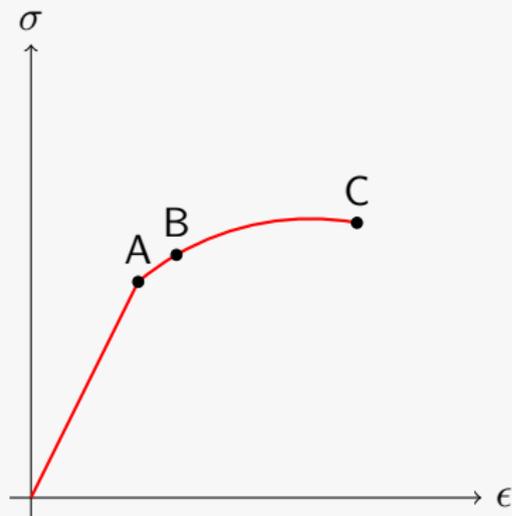
- 1 Mechanik deformierbarer Körper
 - Wiederholung: Verformung
 - Hydrostatik

- Verhältnis der ziehenden Kraft zur Querschnittsfläche:
Spannung

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

- Relative Längenänderung:
Dehnung

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l}$$



A Proportionalitätsgrenze

B Elastizitätsgrenze

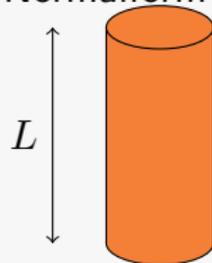
C Reißpunkt

- Bei parallel zu einer Fläche ansetzenden Kräften gilt

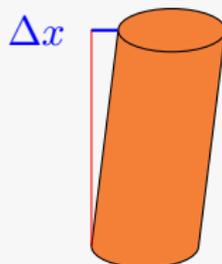
$$\frac{F}{A} = G \frac{\Delta x}{L}$$

- Scherung: Kraft im Mittelpunkt \rightarrow Verkippen
- Torsion: Kraft erzeugt Drehmoment \rightarrow Rotation
- G wird Scher-(/Schub-) oder Torsionsmodul genannt

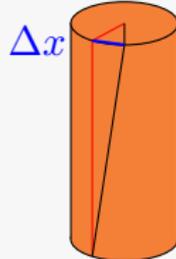
Normalform



Scherung



Torsion



- Eine Kraft F , die senkrecht auf eine Fläche A ausgeübt wird, erzeugt einen Druck p

SI Einheit:

$$[p] = \frac{[F]}{[A]} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \text{Pa}$$

Weitere Einheiten

- 1 bar = 100000 Pa = 1000 hPa
- 1 Torr = 1 mmHg = ca. 133,3 Pa (→Blutdruck)
- 1 mWs (Meter Wassersäule) = 0,1 at = 9,80665 kPa
- 1 atm (Physik. Atmosphäre) = 760 Torr = 101325 Pa = 1013,25 hPa
- 1 psi=6894,757293168 Pa

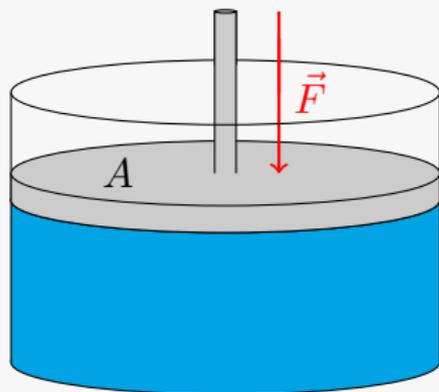
- Wird auf ein Gas oder eine Flüssigkeit ein Druck ausgeübt, so ändert sich das Volumen

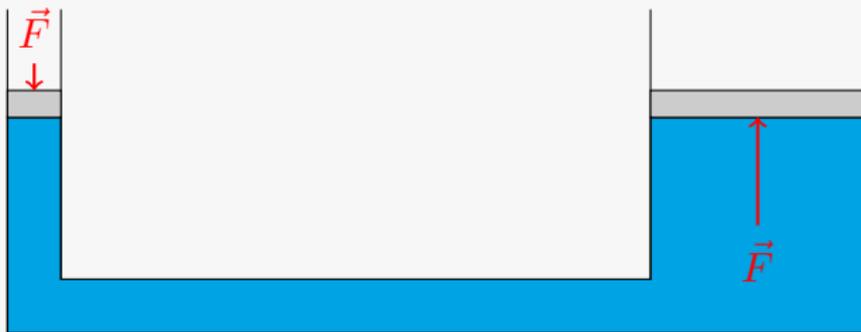
Aluminium	$\kappa = 1.34 \cdot 10^{-11} \text{m}^2 \text{N}^{-1}$
-----------	---

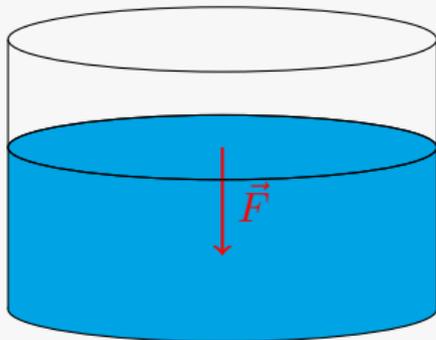
Wasser	$\kappa = 4.7 \cdot 10^{-10} \text{m}^2 \text{N}^{-1}$
--------	--

Ideales Gas	$\kappa = \frac{1}{P} \approx 10^{-5} \text{m}^2 \text{N}^{-1}$
-------------	---

- Die Lehre von ruhenden Flüssigkeiten
- Betrachtet wird eine ideale Flüssigkeit:
 - Inkompressibel
 - Keine innere Reibung (Viskosität)
 - Keine Oberflächenspannung
 - Eigene Masse wird zunächst ignoriert



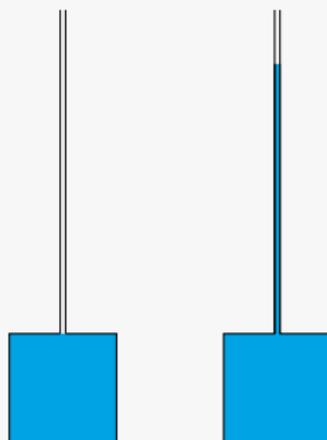




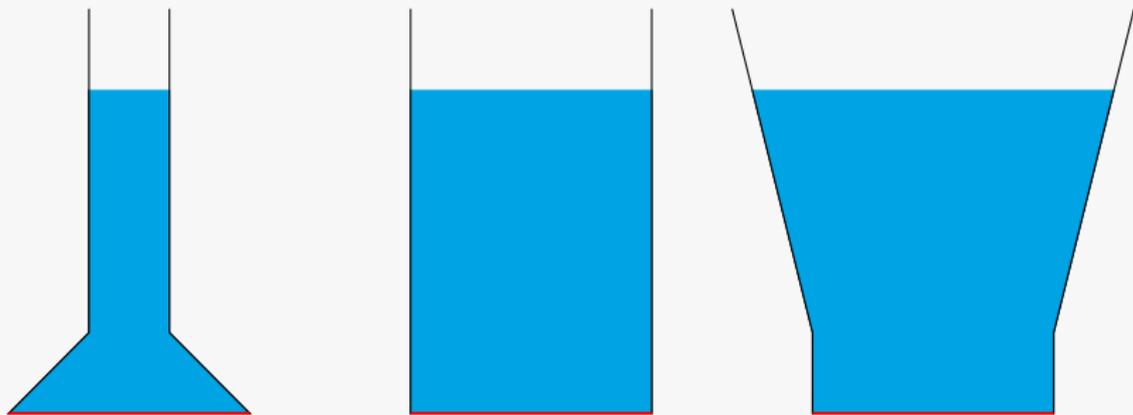
Der Schweredruck ist unabhängig von der Form des Gefäßes und hängt nur von h ab.

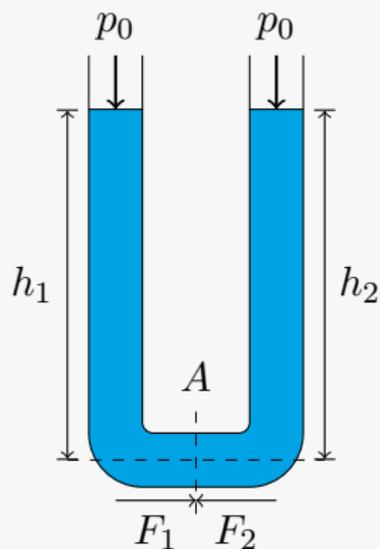
Beispiel: Würfel mit dünnem Rohr

- 1 m^3 Würfel voll mit Wasser
- Druck am Boden p_1
- Fülle Rohr bis $h = 10 \text{ m}$
- Druck am Boden ?

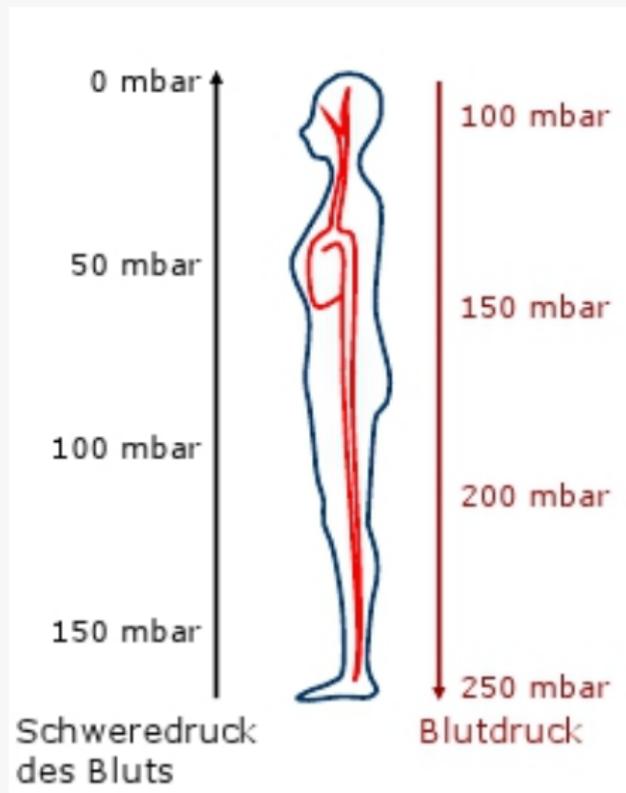


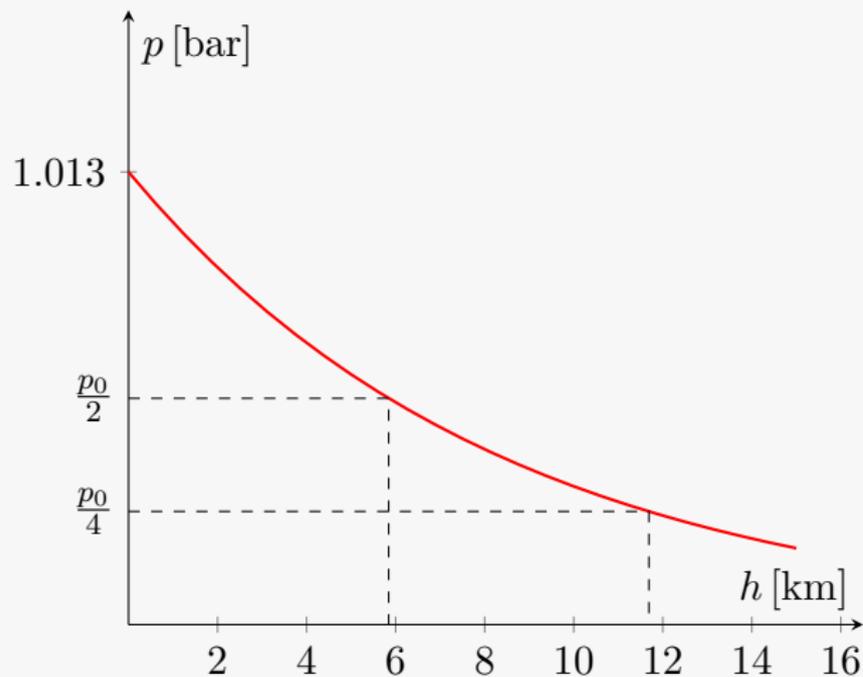
- Gefäße haben alle die selbe Grundfläche

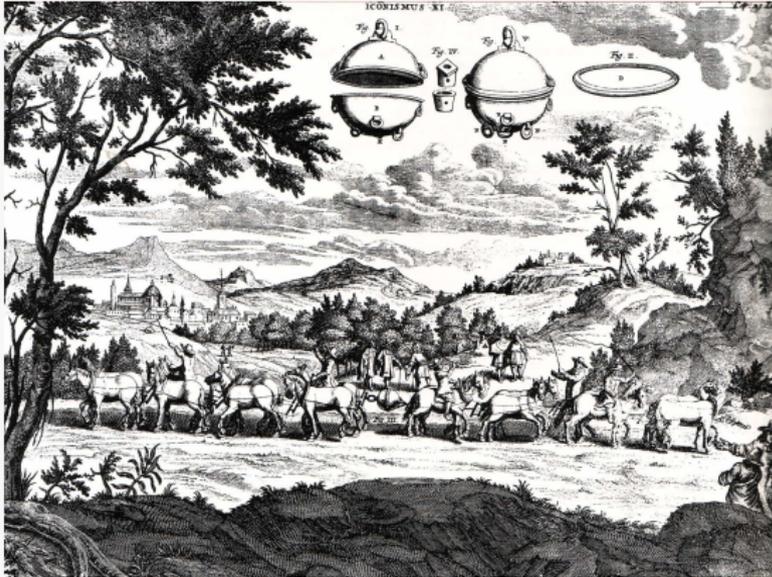


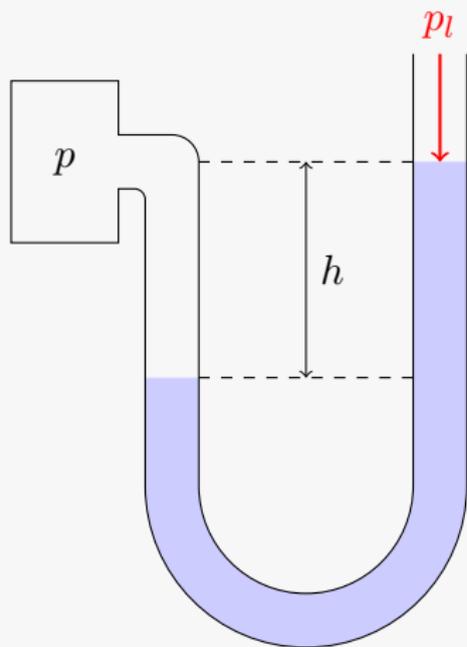


- Druck ist allseitig \rightarrow An jeder Stelle in den Röhren ist der Druck von oben gleich dem von unten bzw. der von links gleich dem von rechts.
- Bei Gleichgewicht gilt also am untersten Verbindungspunkt:

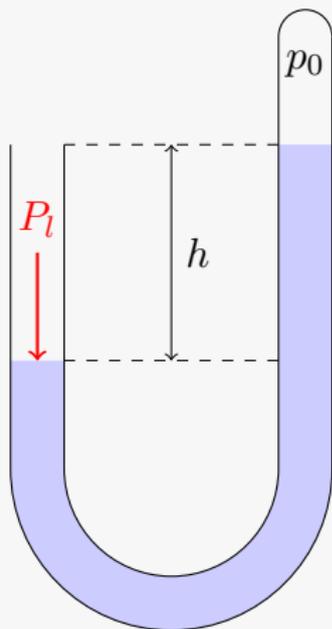




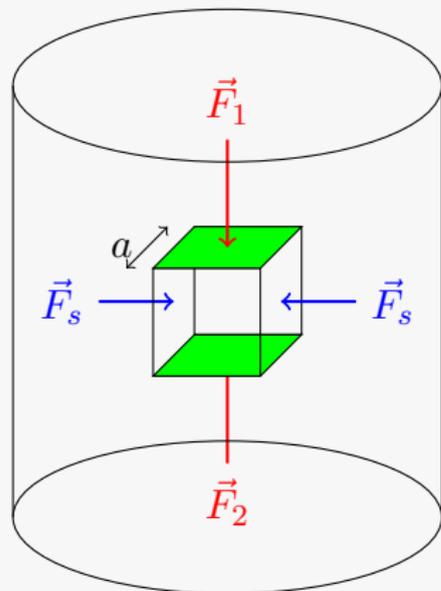




- Flüssigkeitsmanometer
- Druckmessung bei Gasen
- Z.B. mit Quecksilber gefüllt
- Druck für jeden Füllstand konstant



- Geschlossenes Flüssigkeitsmanometer
- Oberes Ende eines Schenkels evakuiert
 $\Rightarrow p_0 = 0$



- Seitliche Kräfte kompensieren sich

Kraft auf obere Fläche

Kraft auf untere Fläche

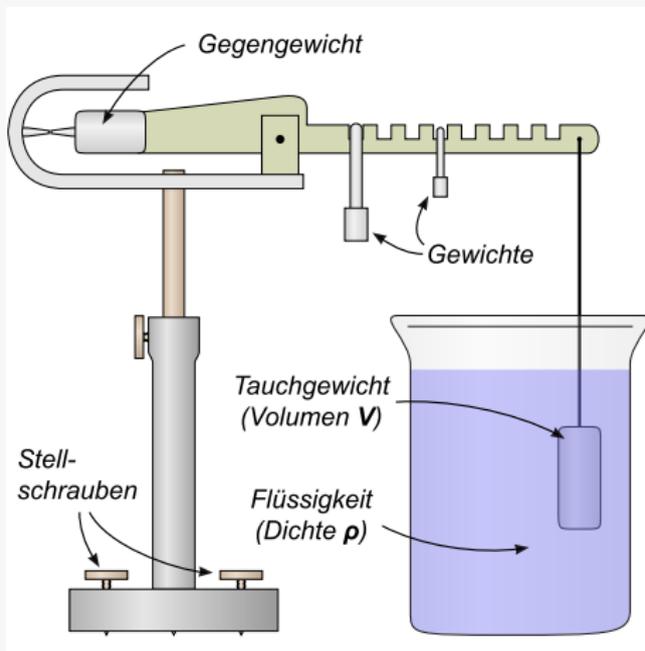
Resultierende Kraft

- Dichte des Körpers $>$ als Dichte der Flüssigkeit
 - Körper sinkt
- Dichte des Körpers = der Dichte der Flüssigkeit
 - Körper schwebt
- Dichte des Körpers $<$ als Dichte der Flüssigkeit
 - Körper steigt

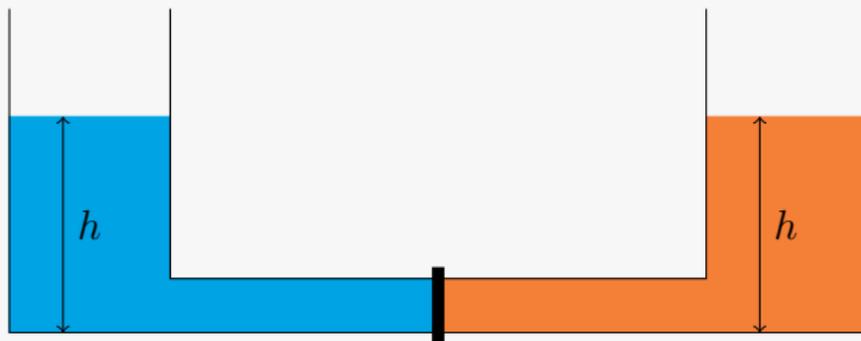
Eintauchtiefe

Ein Körper taucht so weit in eine Flüssigkeit ein, bis das verdrängte Volumen seine Gewichtskraft kompensiert.

- Körper: Volumen V_K , Dichte ρ_K
- Flüssigkeit: Dichte $\rho_{Fl} > \rho_K$
- Volumenanteil ΔV der eintaucht?



- Rohre mit unterschiedlichen Flüssigkeiten (unterschiedliche Dichten)
- Unterschiedlicher Schweredruck bei gleicher Höhe $\rho_1 h g \neq \rho_2 h g$



Dichtebestimmung von Flüssigkeiten

- Rohre mit unterschiedlichen Flüssigkeiten (unterschiedliche Dichten)
- Unterschiedlicher Schweredruck bei gleicher Höhe $\rho_1 h g \neq \rho_2 h g$

