

5.2 Hydrostatik

(21)

Flüssigkeiten: Dichtgepackte Systeme
ohne starre Anordnung der Atome

Näherung: Fl. sind inkompressibel,
kein Widerstand gegen
scherkräfte.

5.2.1 Charakteristische Größen

a] Dichte

$$\rho = \frac{m}{V}$$

H ₂ O	:	1,0 g/cm ³
Öl	:	0,9 g/cm ³
Hg	:	13,6 g/cm ³
Pb	:	11 g/cm ³
Au	:	19 g/cm ³
Pt	:	21 g/cm ³
Os	:	23 g/cm ³

< Erde > $5,5 \text{ g/cm}^3$

Sand $2,5 \text{ g/cm}^3$

Neutronensterne 10^{17} g/cm^3
 $\hat{=}$ Kernmaterie

b] Druck $p := \frac{F}{A}$ für $F \perp A$

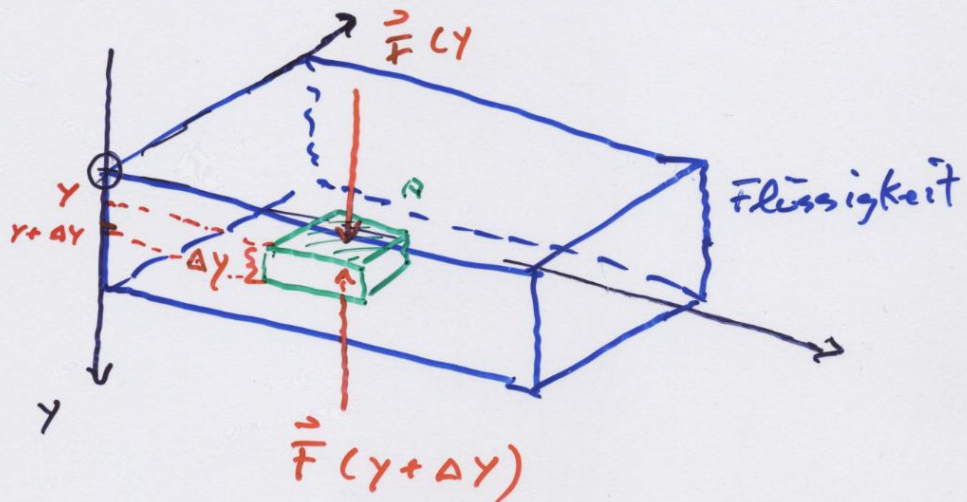
$$[p] = 1 \text{ Pa} \quad \text{Pascal}$$
$$= 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$= 1 \text{ Atm} = 1,01 \cdot 10^5 \text{ p}$$

$$\hat{=} 760 \text{ Torr}$$

$$\hat{=} 760 \text{ mm Hg}$$

5.2.2 Hydrostatischer Druck durch Gravitation



Volumenelement $\begin{cases} \Delta V = A \cdot \Delta y \\ \Delta M = \Delta V \cdot \rho \end{cases}$

$$F(y) = P(y) \cdot A$$

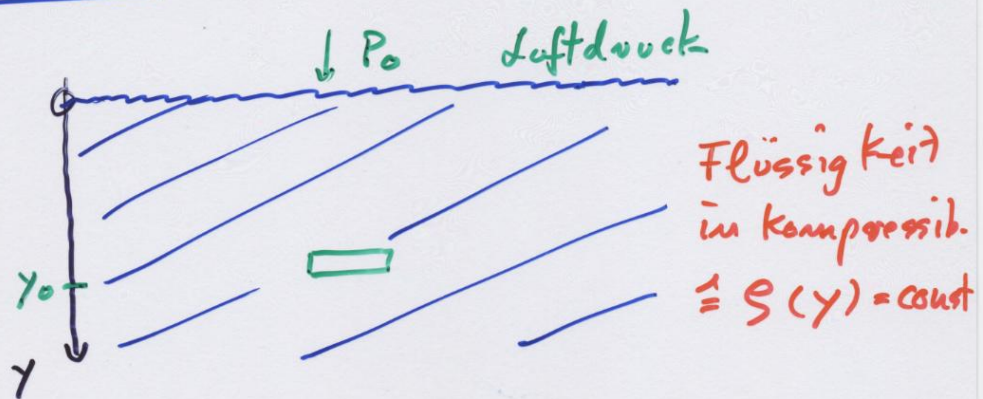
$$F(y + \Delta y) = P(y + \Delta y) \cdot A$$

Newton: $P(y) \cdot A + \Delta M \cdot g - P(y + \Delta y) \cdot A = 0$

$$\text{für } \Delta y \rightarrow \frac{dP}{dy} = \rho \cdot g$$

$$\Rightarrow \text{Gesetz von Pascal: } P(y) = P_0 + \rho \cdot g \cdot y$$

Beispiel : Wassendruck in 60m Tiefe



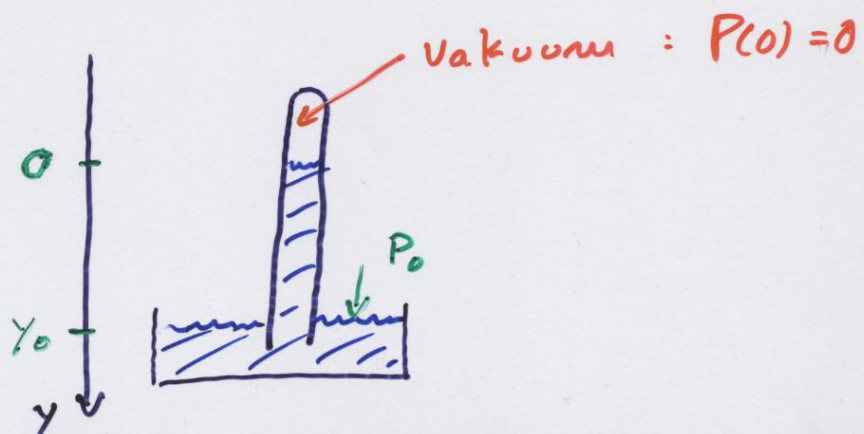
$$P(y_0) = P_0 + \rho \cdot g \cdot y_0$$

$$= 1,01 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} + 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 60 \text{ m}$$

$$= \underline{\underline{6,9 \text{ bar}}}$$

Anwendungen

A] Barometer



$$\gamma = \gamma_0 : P(\gamma_0) = P_0$$

$$= \rho \cdot g \cdot \gamma_0$$

$$\Rightarrow \gamma_0 = \frac{P_0}{\rho \cdot g}$$

Für Quecksilber:

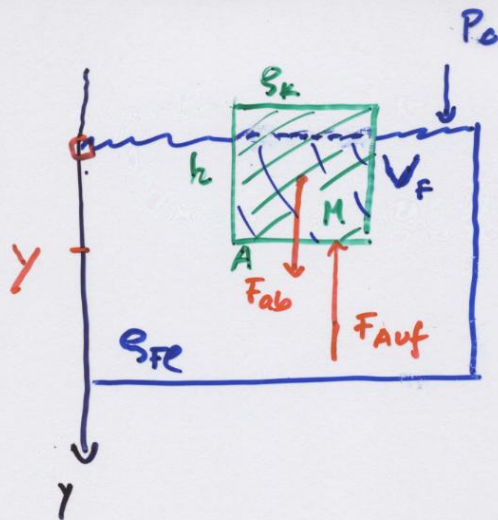
$$\gamma_0 = \frac{1,01 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2}{9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 13,6 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

$$= 0,76 \text{ m}$$

B] Auftrieb

schwimmende oder getauchte Objekte verdrängen Flüssigkeitsvolumen mit ihrem eigenen Vol.

Schwimmen: $V_{\text{Obj}} \cdot \rho_{\text{Obj}} < V_{\text{Fe}} \cdot \rho_{\text{Fe}}$



$$F_{Auf} = P_0 \cdot A + \rho_F \cdot g \cdot A \cdot y$$

$$F_{Ab} = P_0 A + \underbrace{\rho_K \cdot g \cdot h \cdot A}_{M \cdot g}$$

$$F_{Auf} - F_{Ab} = \Delta F = A \cdot g (\rho_F y - \rho_K \cdot h)$$

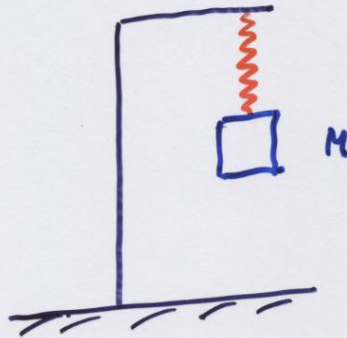
Falls $\Delta F = 0$: Körper treibt in Flüssigkeit

> 0 : Körper treibt nach oben

< 0 : Körper sinkt

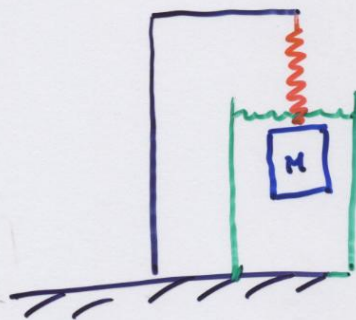
Dichte bestimmung:

A)



$$F_1 = 1,1 \text{ N}$$

B)



$$F_2 = 0,7 \text{ N}$$

$\Rightarrow$ Masse des Steins $\approx 110 \text{ g}$

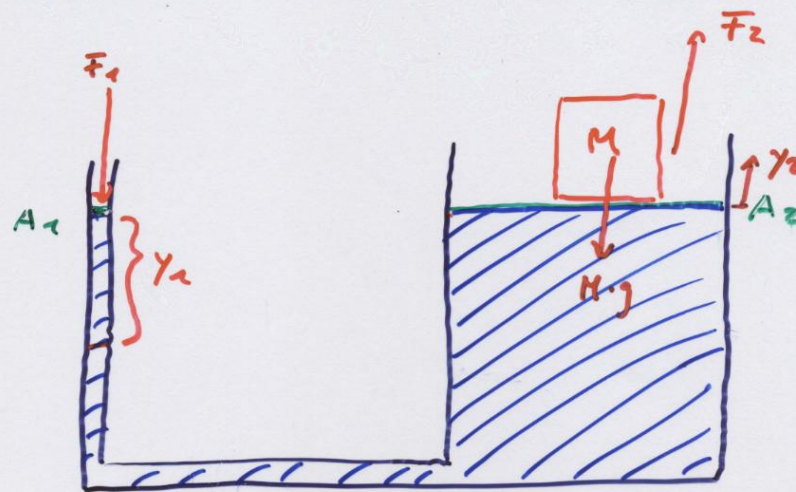
$\Rightarrow$ Masse des H_2O $\approx 40 \text{ g}$

$\Rightarrow$ Volumen des Steins $\approx 40 \text{ cm}^3$

$\rightarrow$ Dichte des Steins $\rho = \frac{110 \text{ g}}{40 \text{ cm}^3}$

$$\rho = 2,75 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

c] Hydraulische Presse



$$P_1 = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} = P_2$$

Für Masse:

$$\begin{aligned} M &= \frac{F_2}{g} = \frac{P_2 \cdot A_2}{g} \\ &= \frac{P_1 \cdot A_1}{g} = \frac{F_1}{g} \cdot \frac{A_2}{A_1} \end{aligned}$$

$$\left(\frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1} \right)$$

Bsp: $A_1 = 1 \text{ cm}^2$
 $A_2 = 100 \text{ cm}^2$

$$\begin{aligned} F_1 &= 100 \text{ N} \Rightarrow M = \frac{100 \text{ N}}{9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \cdot \frac{100 \text{ cm}^2}{1 \text{ cm}^2} \\ &= 1020 \text{ kg} \end{aligned}$$

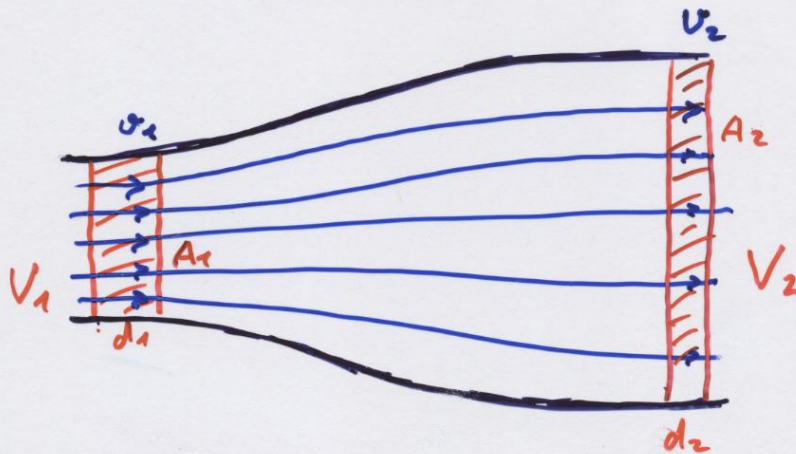
5.2.3 Hydrodynamik

Jede organisierte Bewegung von nicht-festen Vielteilchensystemen wird Fließen genannt und durch Hydrodyn. beschrieben.

1] Allgemeines

Ideale Strömungen:

- Flüssigkeit ist inkompressibel
- " " nicht viskos
(keine Reibung)
- $\rho = \text{const.}$



Durchflossenes Volumen in Δt
ist konstant

$$V_1 = A_1 \cdot d_1 = A_1 \cdot v_1 \cdot \Delta t \quad \rightarrow$$

$$V_2 = A_2 \cdot d_2 = A_2 \cdot v_2 \cdot \Delta t$$

Floß: $\phi = A \cdot v$

$$\phi_1 = A_1 \cdot v_1$$

$$= A_2 \cdot v_2$$

$$= \text{const}$$

$$\phi = A \cdot v = \text{const}$$

Kontinuitätsgleichung