

# Klassische Physik 1

Johannes Blümer

WS 2014/15

V23 22.1.15

KIT-Centrum Elementarteilchen- und Astroteilchenphysik KCETA



## 1. Einführung

- 1.1. Was ist Physik?
- 1.2. Physikalische Größen und Einheiten
- 1.3. Messungen, Datenauswertung, Fehler

## 2. Klassische Mechanik

- 2.1. Kinematik der Massenpunkte
- 2.2. Dynamik der Massenpunkte
- 2.3. Systeme von Massenpunkten
- 2.4. Rotation

## 3. Gravitation

- 3.1. Gravitationsgesetz
- 3.2. Feld und Potential

## 3.3. Planetenbahnen: Kepler

## 3.4. Massenverteilungen

## 3.5. Dunkle Materie

## 4. Relativistische Mechanik

### 4.1. Bezugssysteme und Transformationen

### 4.2. Spezielle Relativitätstheorie

### 4.3. Relativistische Kinematik

### 4.4. Elemente der Allg. Rel. Theorie

## 5. ~~Feste Körper und Flüssigkeiten~~

### 5.1. Feste Körper

### 5.2. Hydrostatik und Hydrodynamik

*gase*

## 6. Schwingungen und Wellen

### 6.1. Schwingungen

### 6.2. Wellen

# Zusammenfassung v22

## Spezielle Relativitätstheorie:

E1  $c = \text{konst}$

E2 ~~7~~ ausgezeichneten Inertialsysteme

$\Rightarrow$  Lorentz-Transformation, relativistische Dynamik inkl.

$$"E = mc^2"$$

## Allg. Relativitätstheorie:

träge Masse = schwere Masse

Bezugssystem im Schwerfeld  $\hat{=}$  beschleunigtes B. system

$\Rightarrow$  Lichtablenkung, Periheldrehung, Zeitablauf, Schwarze Löcher, Gravitationswellen

wdh...

Spannung :  $\sigma = F/A$  Zug- oder Druckspannung

Druck :  $P = F/A$   $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$

$$\rho = m/V ; \rho(\vec{r}) = dm(\vec{r})/dV$$

Dichte von festen bezieht sich auf definierte Werte von Druck & Temperatur

Werte: bei  $T = 0^\circ\text{C}$  und  $P = 1 \text{ atm} = 101 \text{ kPa}$

$\text{H}_2$  :  $0.09 \text{ kg/m}^3$  Luft:  $1.3 \text{ kg/m}^3$

Versuch: 6g im flaskkolben

Torsionsversuche

$\rho \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

Benzin 0.7

Wasser 1.0

"Erde" 5.5

Gold 19.3

Kompression von Körpern:

Kompressionsmodul  $K = - \frac{P}{\Delta V/V}$   $\leftarrow$  Druck [von allen Seiten]

Kompressibilität  $\alpha = 1/K$

$-\frac{\Delta V}{V} = \alpha P$

relative Volumenänderung

Feste deformierbare Körper

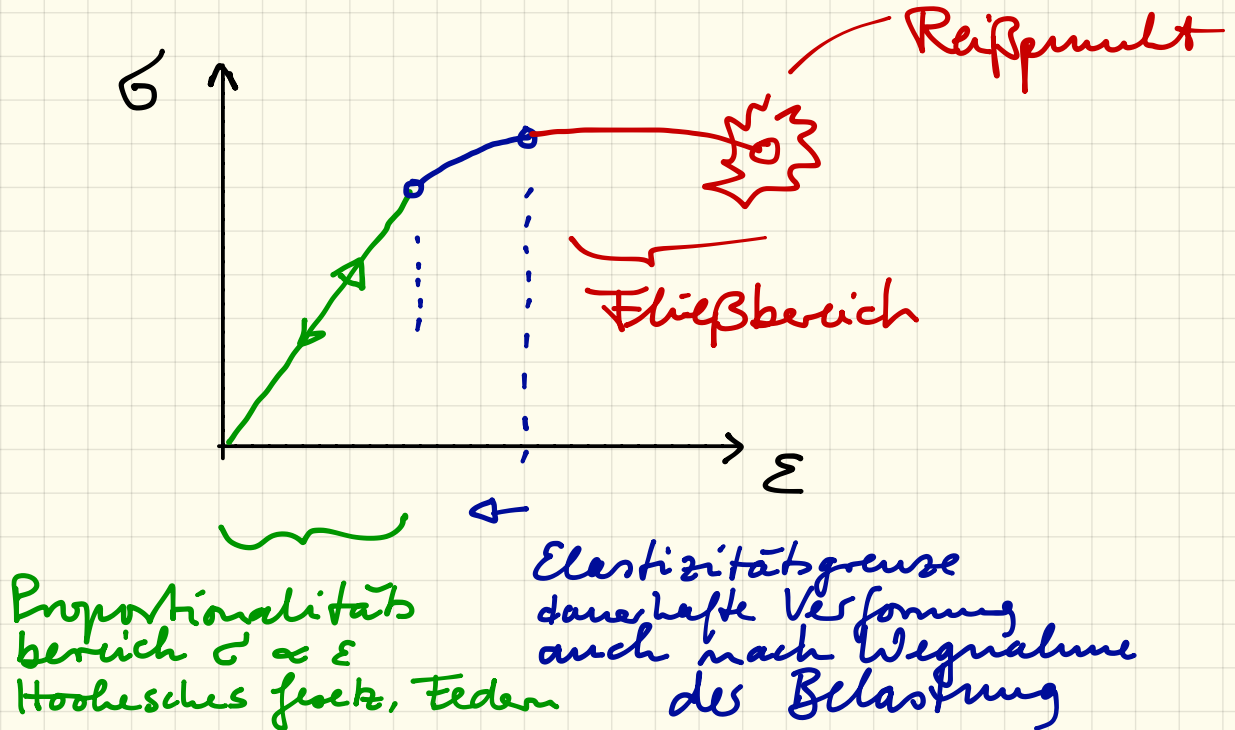
"Dehnung" = rel. Längenänderung

$$\epsilon = \Delta l / l$$

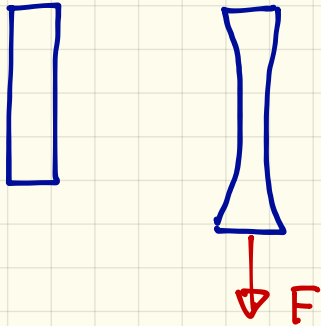
Elastizitätsmodul  $E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{F/A}{\Delta l/l}$

Spannung als Funktion der Dehnung  
messen...

Typ. Verhalten von Metall:



Zugspannung: Dehnung in Kraftrichtung  
& Kontraktion quer dazu  
→ Volumen bleibt konstant



Kraft parallel zur Oberfläche: → Scherung

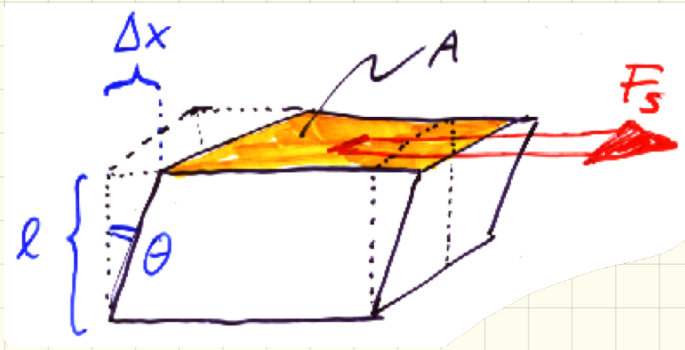
Buch, Schwamm ...  

Scherung  $\gamma = \frac{\Delta x}{l} = \tan \theta$

Scherspannung  $\tau = \frac{F_s}{A}$

Schubmodul (Torsions-)

$$G = \frac{\tau}{\gamma} = \frac{F_s/A}{\Delta x/l} = \frac{F_s/A}{\tan \theta}$$

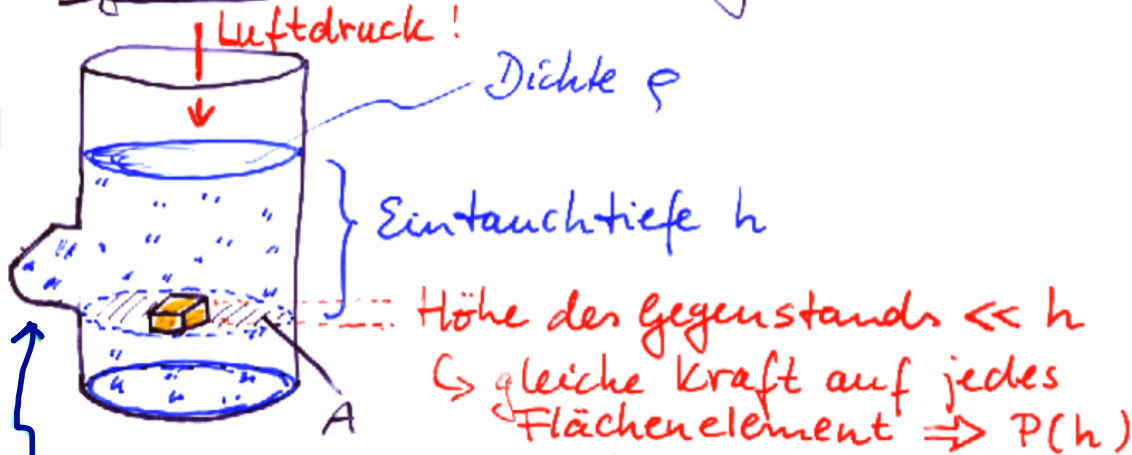


|       | $E [GNm^{-2}]$ | $G$ | $K$ |
|-------|----------------|-----|-----|
| Al    | 70             | 30  | 70  |
| Beton | 23             | —   | —   |
| Blei  | 16             | 6   | 7.7 |
| Stahl | 200            | 84  | 160 |



# Hydrostatik

## Hydrostat. Druck in Flüssigkeiten



Flüssigkeiten  
 $G = 0$   
 $\Rightarrow$  Anpassung  
an Formen

### "Hydrostatik"

$\hookrightarrow$  alle Flüssigkeiten, feste :  $G = 0$   
Anpassung an beliebige Formen

Druck wird erzeugt durch die Flüssigkeitssäule  
die über der Fläche  $A$  steht

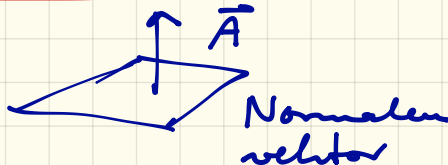
$$F_G = m \cdot g = \rho V g = \rho A h g$$

↳ Druck  $P = \frac{F_G}{A} = \rho h g$  Druck in Eintauchtiefe  $h$

↓  
Luftdruck berücksichtigen  $P(h) = P_0 + \rho h g$

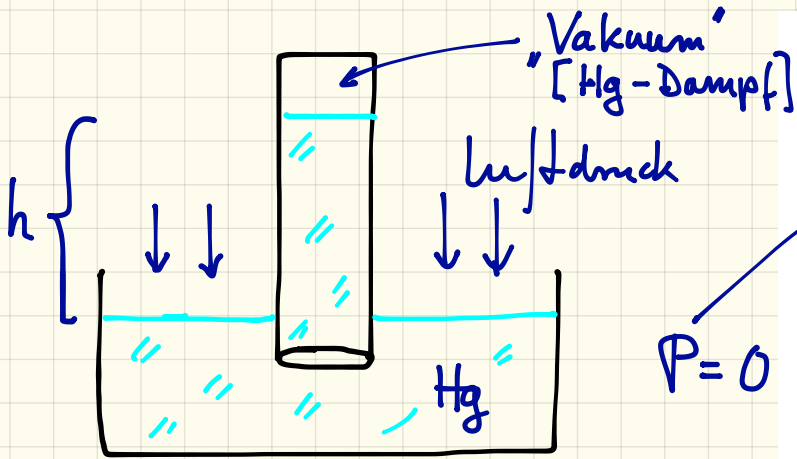
Druck ist ein Skalar

$$\vec{F} = P \cdot \vec{A}$$



↑  
Druck an/auf der  
Oberfläche

wirkt in gleicher  
Stärke in alle  
Richtungen



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

geschlossenes Manometer →

$$P = \rho h g \text{ Absolutdruck}$$

offenes Manometer  
Überdruck  $P_1 \Rightarrow$

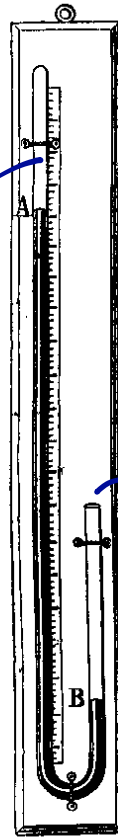
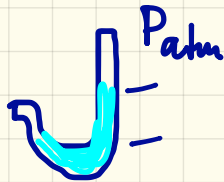


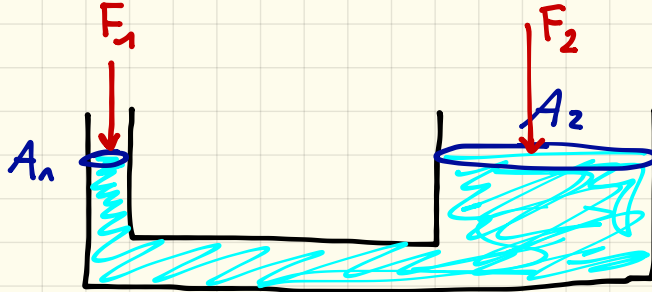
Fig. 280. — Baromètre à siphon ordinaire.



Toricelli  
Barometer 1643

Blaise Pascal  
'Luftdruck' 1648

"Hydraulik aller AA"



$$A_2 > A_1$$

gleicher Druck :  $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$

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

Kraftverstärkung im  
Verhältnis der Flächen!

## Winzerlatein ...



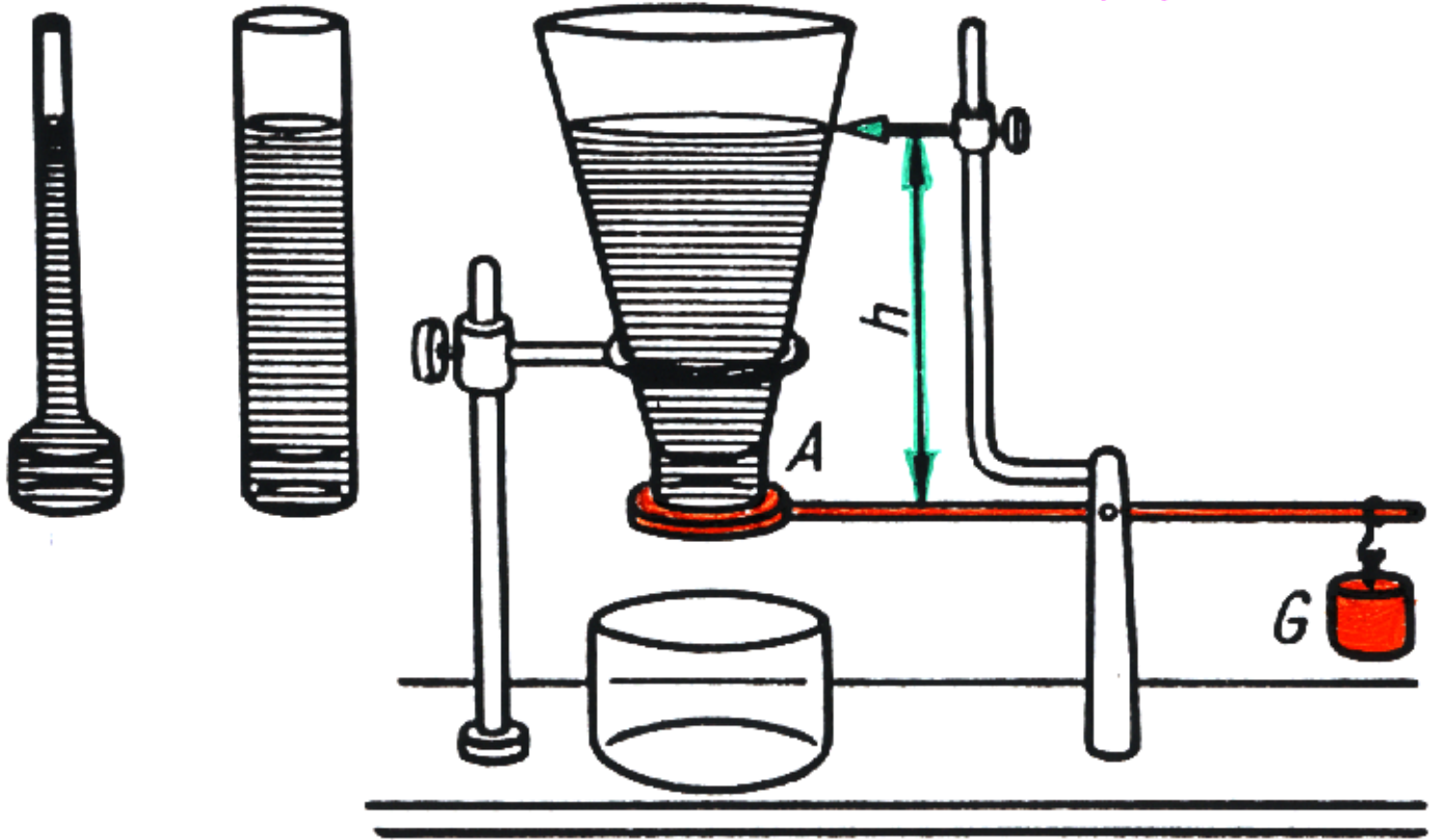
- B**edächtig löst Eric Rodez den Draht, der den Korken der Flasche festhält. Das Etikett weist den Flascheninhalt als eine „Cuvée des Grands Vintages“ aus. Beim Lösen des Korkens hält der Winzer die Flasche schräg. Das ist wichtig, denn die Kohlensäure drückt immer nach oben. Wird die Flasche schräg gehalten, geht die Kraft auf die Flaschenwand. Langsam bewegt Rodez den Korken. Der Überdruck entweicht mit leisem Zischen. Liebevoll säubert der 36jährige den Flaschenhals, dann schenkt er ein.
- 



Bereits in der fünften Generation baut die Familie Rodez in Ambonnay Champagnerweine an. Auf seinen sechs Hektar,

[Mainzer AZ 13.04.96]

„Hydrostatisches Paradoxon“: Kraft auf Verschlusskappe hängt nur von der Füllhöhe, aber nicht von der Gefäßform abhängig



"Tipler's Taucher"

Atemnot bei  
 $t > 45 \text{ cm}$  !





## Archimedes' principle

