

•  
•

# DIE BAROMETRISCHE HÖHENFORMEL

WARUM WIRD DIE LUFT “DÜNNER”, DESTO HÖHER MAN STEIGT?

○  
○

# PRINZIP DES LUFTDRUCKS

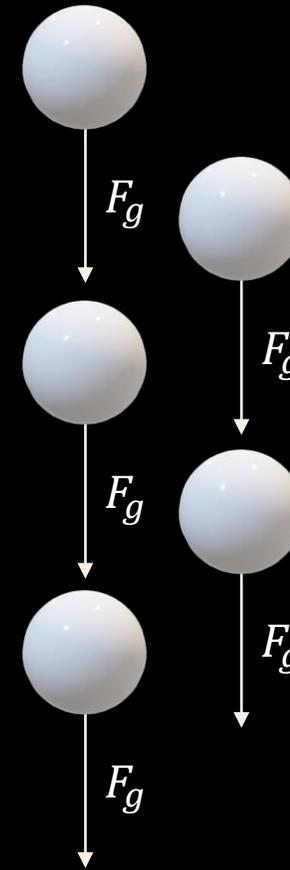
$$P = F \div A$$

$$1\text{N}/\text{m}^2 = 1\text{Pa}$$

$P = \text{Druck}$ ,  $F = \text{Kraft}$ ,  $A = \text{Fläche}$

→ *Druck entspricht "Kraft pro Fläche"*

- 
- Luft besteht aus Molekülen ( $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ )
  - Die Atome dieser Moleküle bestehen aus Protonen, Elektronen und Neutronen
  - Diese Teilchen haben eine Masse
  - Da sie eine Masse haben, wirkt auf sie die Gewichtskraft:  $F = m \cdot g$
  - $F = \text{Kraft}$ ,  $m = \text{Masse}$ ,  $g = \text{Erdbeschleunigung} = 9,81\text{m}/\text{s}^2$
  - Auf Luftmoleküle wirkt die Gewichtskraft, wodurch sie zum Erdmittelpunkt beschleunigt werden
  - Luftdruck entspricht der "Kraft pro Fläche", welche durch Luftmoleküle in der Atmosphäre ausgeübt wird

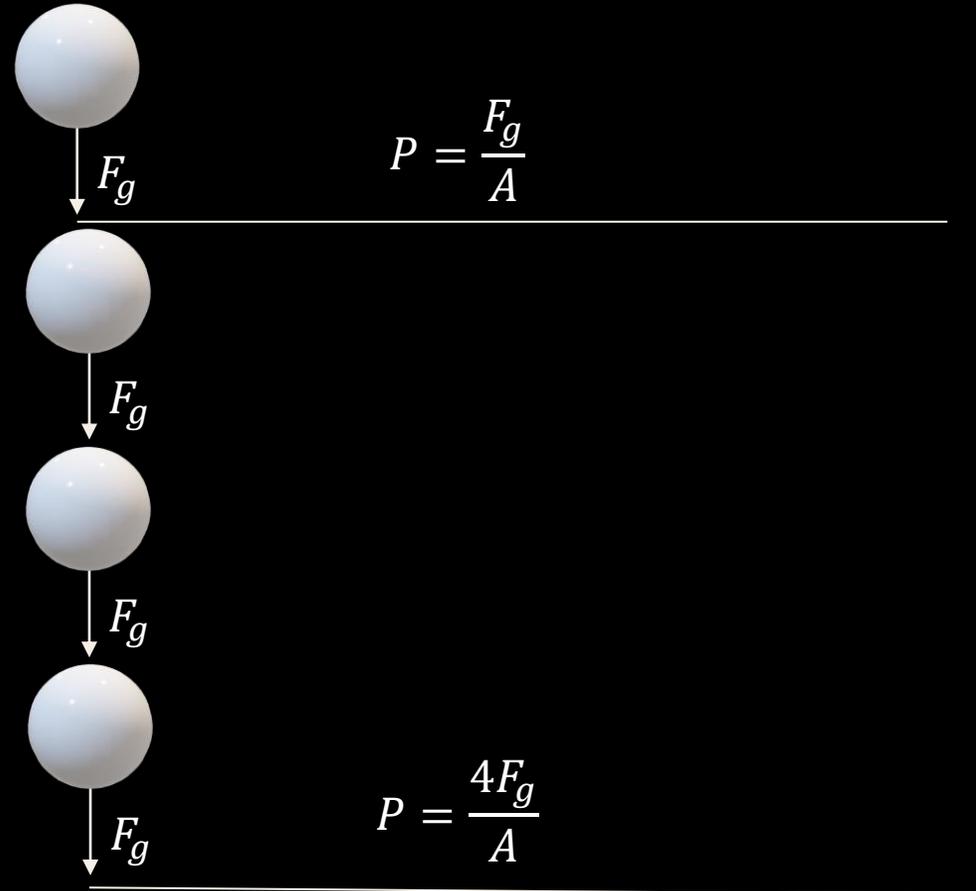


---

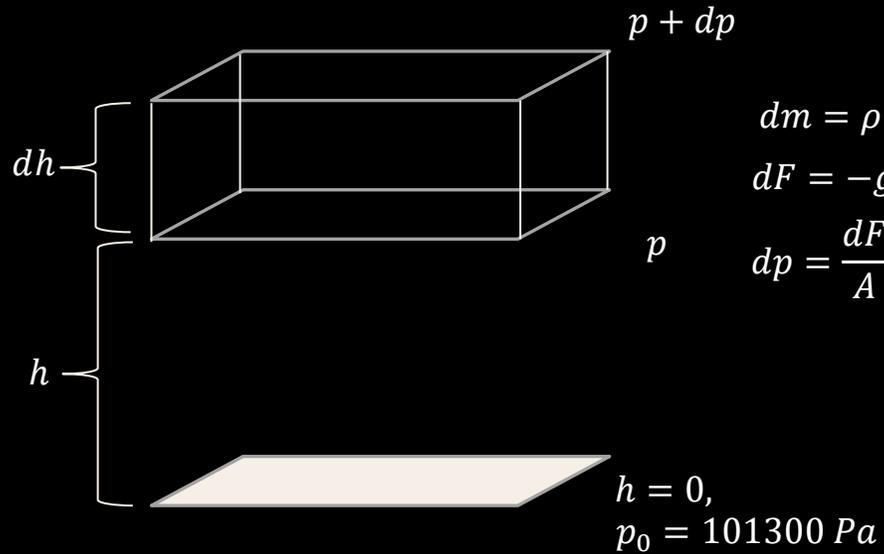
$$P = \frac{\sum F_g}{A} = 101300 \text{ Pa}$$

# ABNAHME DES LUFTDRUCKS

- Desto höher man steigt, desto weniger Luftmoleküle "drücken von oben" wodurch der Druck sinkt
- Mit abnehmenden Druck nimmt auch die Dichte der Luft ab
- $\rho = \frac{m}{V} \rightarrow$  Wenn der Druck sinkt, befinden sich weniger Luftmoleküle im gleichen Volumen und die Dichte sinkt
- Das ist besonders für Bergsteiger Relevant, welche beim Anstieg Sauerstoffflaschen benötigen



# BAROMETRISCHEN HÖHENFORMEL



$$dm = \rho \cdot A \cdot dh$$

$$dF = -g \cdot \rho A dh$$

$$dp = \frac{dF}{A} = -g \cdot \rho dh$$

$$\frac{dp}{dh} = -g\rho \rightarrow \text{Problem: Dichte ist nicht konstant}$$

$$\boxed{pV = nRT} \quad V = \frac{nRT}{p} \quad \frac{V}{m} = \frac{nRT}{pm} \quad \rho = \frac{m}{V} \rightarrow \frac{1}{\rho} = \frac{V}{m}$$

$$\frac{1}{\rho} = \frac{nRT}{pm} \rightarrow \rho = \frac{mp}{nRT} \quad \boxed{M = \frac{m}{n}}$$

$$\rho = \frac{Mp}{RT}$$

$$\frac{dp}{dh} = -\frac{gM}{RT} \cdot p$$

$$\frac{1}{p} \cdot dp = -\frac{gM}{RT} \cdot dh$$

$$\int_{p_0}^p \frac{1}{p} dp = \int_0^h -\frac{gM}{RT} \cdot dh$$

$$\underbrace{\ln p - \ln p_0}_{\ln \frac{p}{p_0}} = -\frac{gM}{RT} \cdot h$$

$$\frac{p}{p_0} = e^{-\frac{gM}{RT} \cdot h}$$

$$p(h) = e^{-\frac{gM}{RT} \cdot h} \cdot p_0$$

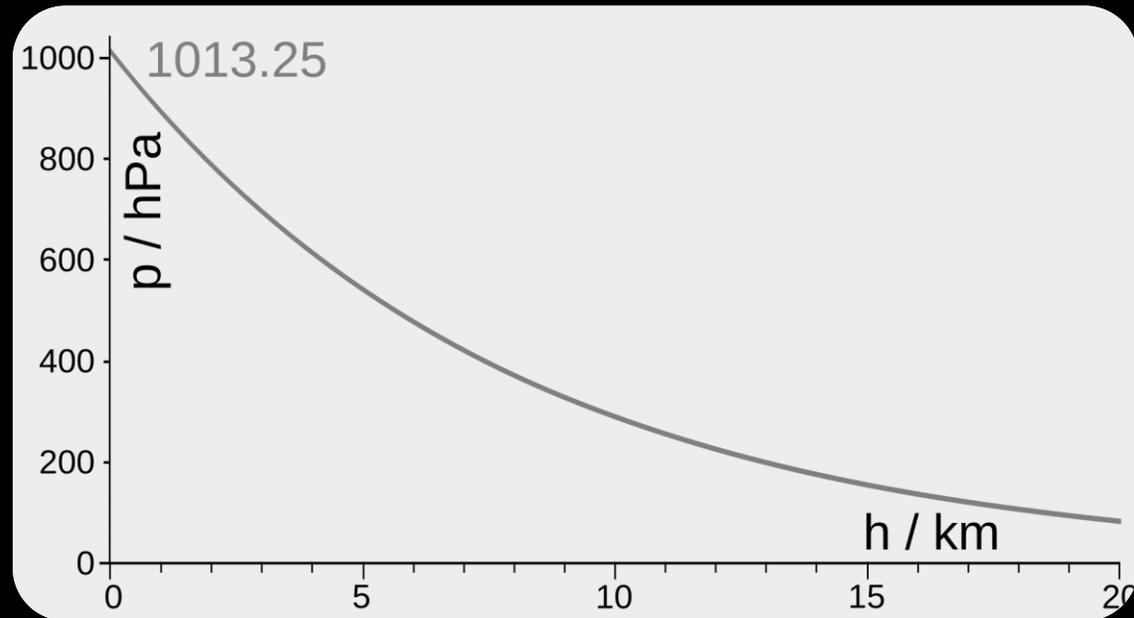
$$H = \frac{RT}{gM} \rightarrow \frac{1}{H} = \frac{gM}{RT}$$

$$\boxed{p(h) = p_0 e^{-\frac{h}{H}}}$$

# BEZUG ZUM PROJEKT

- Desto höher der Ballon steigt, desto niedriger wird der Druck der ihn umgibt
- Es wirkt weniger Kraft auf die Außenwand des Ballons
- Die Heliummoleküle im inneren des Ballons haben mehr Platz, sich auszubreiten
- Dadurch wird die Ballonwand strapaziert und bei einer bestimmten Höhe reißt der Wetterballon

$$p(h) = p_0 e^{-\frac{h}{H}}$$





VIELEN DANK FÜR IHRE  
AUFMERKSAMKEIT

