

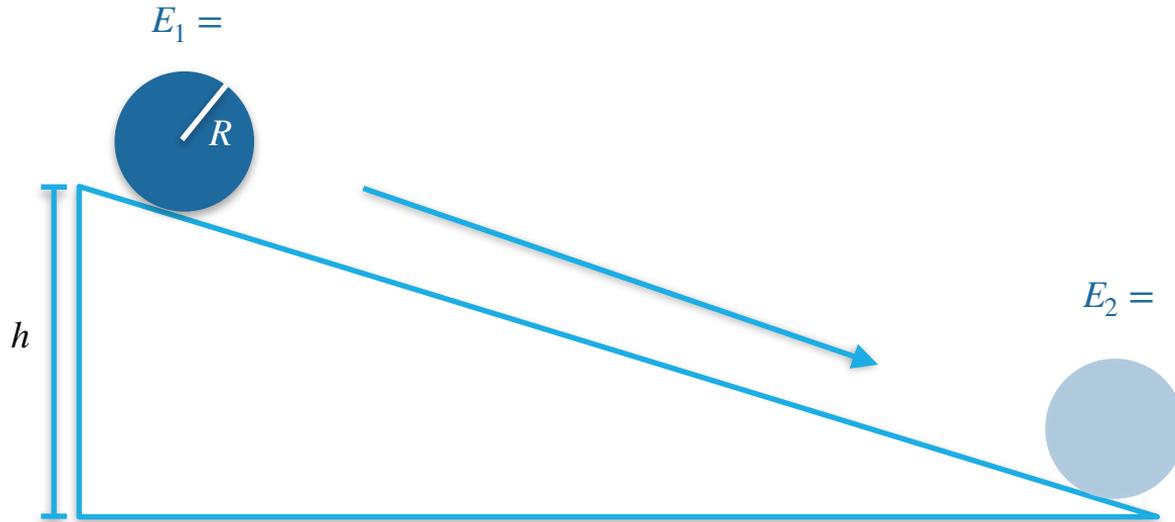
# *Physik II für Medis 2022*

Übungsgruppe

**Stunde 2**



# Rolle auf Rampe



Frage: Geschwindigkeit am Ende der Rampe

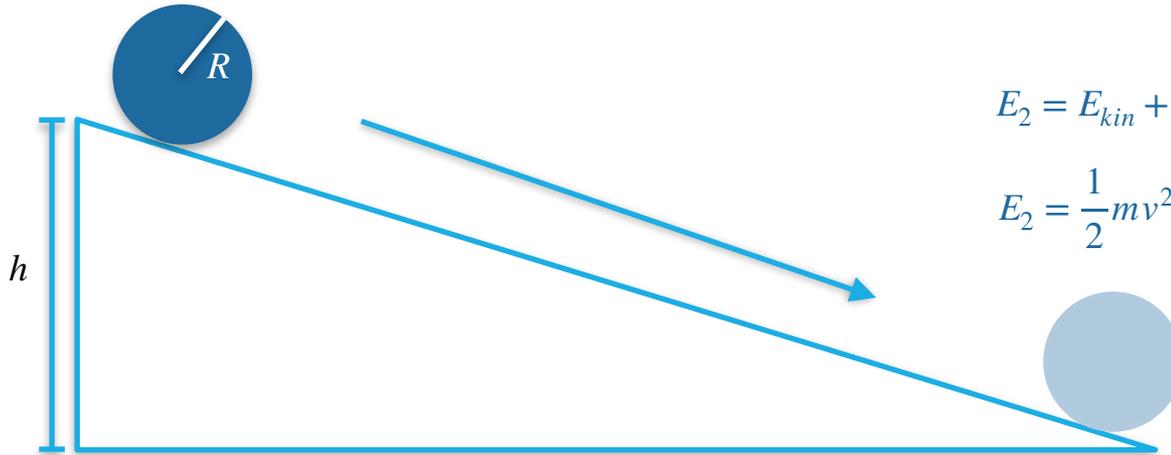
Tipp: Beachte Rotation in der Energieerhaltung!

# Rolle auf Rampe

Frage: Geschwindigkeit am Ende der Rampe

Tipp: Beachte Rotation in der Energieerhaltung!

$$E_1 = mgh \quad (\text{Annahme: } h \gg R)$$



$$E_2 = E_{kin} + E_{rot}$$

setze ein:

$$E_2 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}J\omega^2$$

$$J = \frac{1}{2}mR^2 \quad \omega = \frac{v}{R}$$

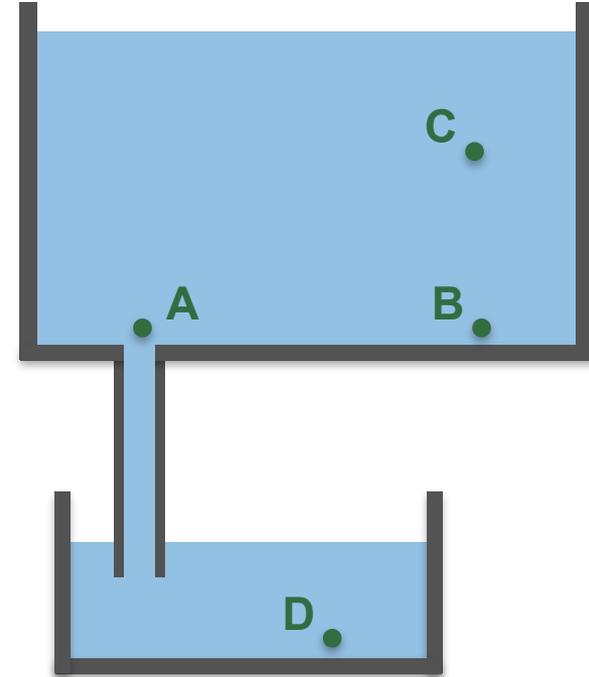
Bei Gleiten fehlt der Rotationsanteil in Energie, deshalb schneller  $E_{kin}$  grösser)

## Intro - Frage

Wasser fließt durch ein Rohr von einem oberen Becken in ein unteres. Das Volumen des oberen Beckens ist so gross, dass sich der Pegelstand durch den Abfluss kaum ändert.

Welche der folgenden Aussagen ist korrekt?

- A) Es ist zu erwarten, dass der Druck bei Punkt A etwas kleiner ist, als der Druck bei Punkt B.
- B) Der höchste Druck herrscht bei Punkt D.
- C) Der vertikale Druckgradient bei Punkt C lässt sich näherungsweise mit  $\frac{dp}{dz} = -gz$  beschreiben.



**Hydrostatischer Druck**

Wiederholung

**Kontinuität**

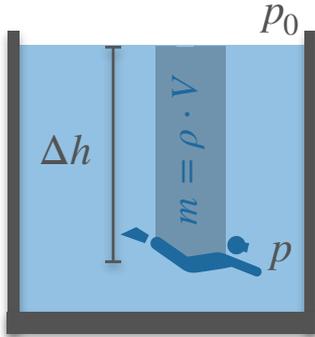
nur kurz

**Themen heute**

**Bernoulli-Gleichung**

Wiederholung

## Hydrostatischer Druck

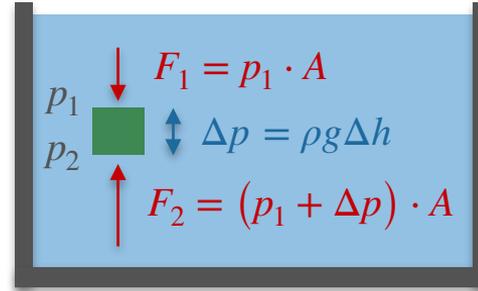


auch:  
"Schweredruck"

$$p = p_0 + \rho g \Delta h$$

*Gewicht der Wassersäule  
verursacht Druck*

## Prinzip von Archimedes: der Auftrieb

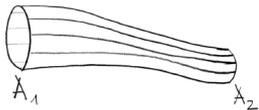


*Auf Körper wirkt Auftriebskraft*

$$F_A = \rho_{H_2O} g V_{body}$$

## Fluide und Strömung

### Kontinuität der Strömung



$$A \cdot v = const$$

"Fluss" bleibt gleich

*Je dichter die Stromlinien, desto schneller*

### Bernoulli-Gleichung

$$p + p_v + p_g = p + \frac{\rho v^2}{2} + \rho g \Delta h = const.$$

Summe aus Umgebungsdruck  $p$ , dynamischem Druck  $p_v$  und hydrostatischem Druck  $p_g$  ist bei stationären Strömungen konstant.

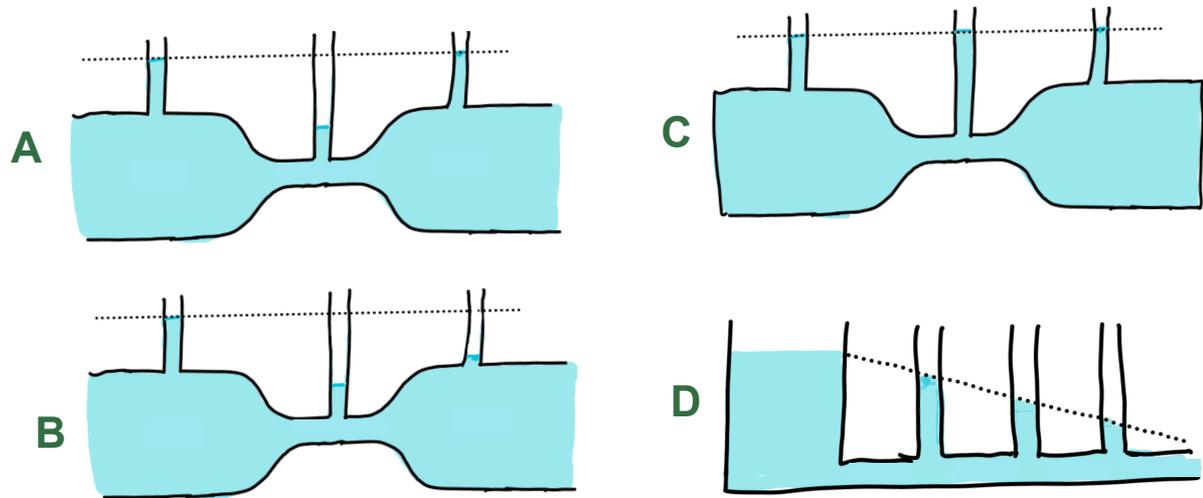
# Puzzle zum Druck mit und ohne Reibung

Keine Strömung

Strömung ohne Reibung

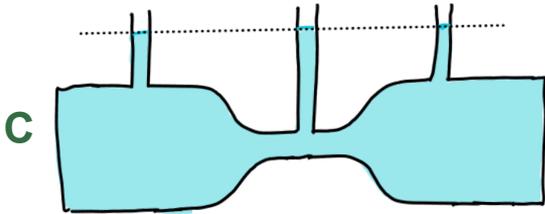
Strömung mit Reibung

Welches Bild passt zu welcher Strömungssituation?



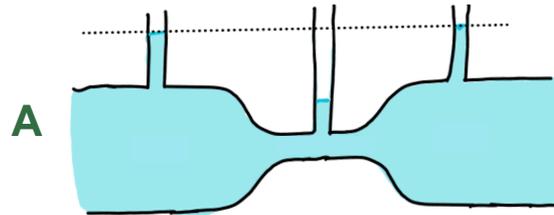
# Puzzle zum Druck mit und ohne Reibung

Keine Strömung



Keine Druckunterschiede  
im Rohr

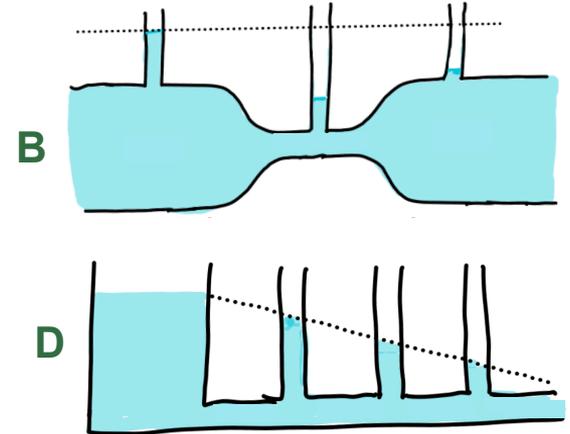
Strömung ohne Reibung



**Kontinuität:**  
Fluss ist schneller an Verengung

**Bernoulli:**  
schnellerer Fluss verursacht  
tieferen Druck

Strömung mit Reibung



**Reibung** im Rohr  
verursacht Druckabfall

# Atmosphäre im hydrostatischen Gleichgewicht - Teil 1

Zur Beschreibung der Druckverhältnisse in der Atmosphäre kann vereinfachend angenommen werden, dass sie aus Schichten von Luft besteht, die unbeweglich übereinander liegen.

**Betrachte ein Luftpaket mit Volumen  $V$  und Dichte  $\rho$ .  
Was ist der Druckunterschied zwischen Ober- und Unterseite des Pakets bei hydrostatischer Schichtung?**

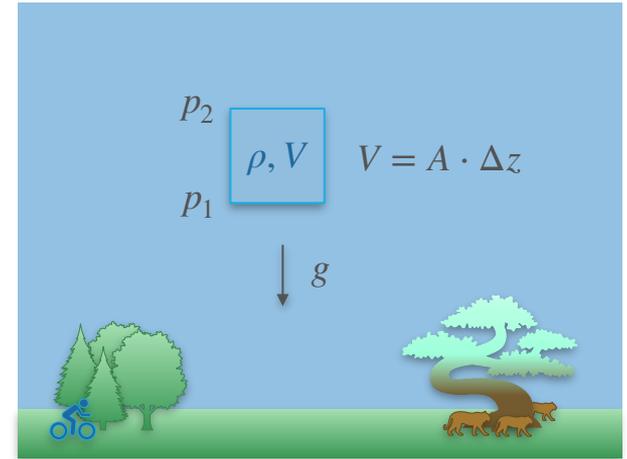
$$\Delta p = p_2 - p_1 =$$

Wiederholung letzte Woche!

**Wie kann die Änderung des Drucks mit der Höhe**

$\frac{dp}{dz}$  **ausgedrückt werden?** Tipp: minimal kleines Luftpaket

$$\frac{dp}{dz} =$$



*Hydrostatische Annahme gilt nur  
näherungsweise unter  
bestimmten Bedingungen*

# Atmosphäre im hydrostatischen Gleichgewicht - Teil 1

Zur Beschreibung der Druckverhältnisse in der Atmosphäre kann vereinfachend angenommen werden, dass sie aus Schichten von Luft besteht, die unbeweglich übereinander liegen.

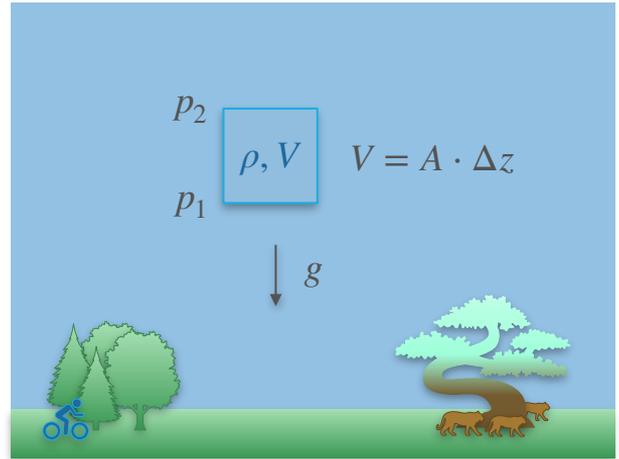
**Betrachte ein Luftpaket mit Volumen  $V$  und Dichte  $\rho$ .  
Was ist der Druckunterschied zwischen Ober- und Unterseite des Pakets bei hydrostatischer Schichtung?**

$$\Delta p = p_2 - p_1 = \rho g \Delta z$$

Wiederholung letzte Woche!

**Wie kann die Änderung des Drucks mit der Höhe  $\frac{dp}{dz}$  ausgedrückt werden?** Tipp: minimal kleines Luftpaket

$$\frac{dp}{dz} = \lim_{\Delta z \rightarrow 0} \frac{\Delta p}{\Delta z} = -\rho g$$



*Hydrostatische Annahme gilt nur näherungsweise unter bestimmten Bedingungen*

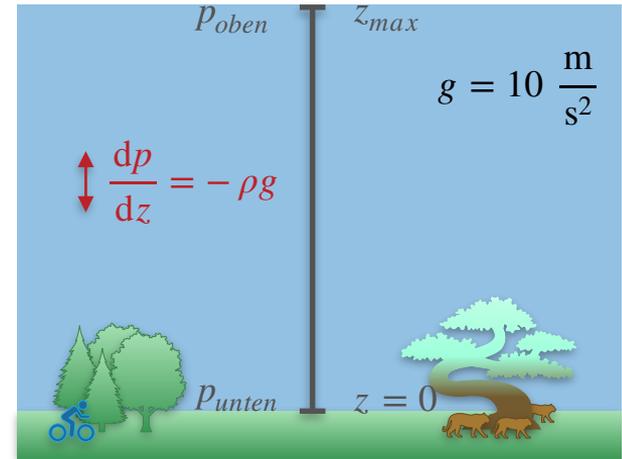
# Atmosphäre im hydrostatischen Gleichgewicht - Teil 2

**Annahme 1: konstante Dichte**  $\rho = 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  (unrealistisch)

Wie hoch ist die Atmosphäre mit dieser Annahme, wenn der Druckunterschied zwischen unten und oben  $p_u - p_o = 10^5 \text{ Pa}$  ist ?

$$dp = -\rho g dz \rightarrow \int_{?}^{?} \dots = - \int_{?}^{?} \dots$$

**Annahme 2: "ideales Gas" - es gilt**  $\rho = \frac{p}{R_s T}$



Wie könnte man nun den Druck in Höhe  $z$  ausrechnen? (nur Rechenweg) Tipp: Trennung der Variablen

$$dp = -\rho g dz = -\frac{p g}{R_s T} dz \rightarrow \int_{?}^{?} \dots = - \int_{?}^{?} \dots$$

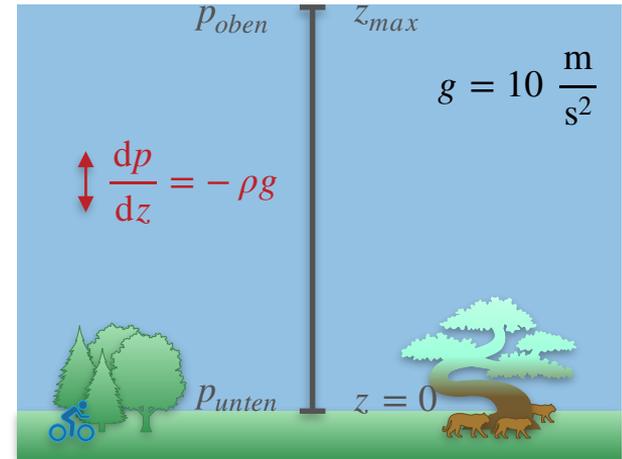
# Atmosphäre im hydrostatischen Gleichgewicht - Teil 2

**Annahme 1: konstante Dichte**  $\rho = 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  (unrealistisch)

Wie hoch ist die Atmosphäre mit dieser Annahme, wenn der Druckunterschied zwischen unten und oben  $p_u - p_o = 10^5 \text{ Pa}$  ist ?

$$dp = -\rho g dz \rightarrow \int_{p_u}^{p_o} dp = - \int_0^{z_{max}} \rho g dz \rightarrow z_{max} = \frac{p_u - p_o}{\rho g} = 10 \text{ km}$$

**Annahme 2: "ideales Gas" - es gilt**  $\rho = \frac{p}{R_s T}$



Wie könnte man nun den Druck in Höhe  $z$  ausrechnen? (nur Rechenweg) Tipp: Trennung der Variablen

$$dp = -\rho g dz = -\frac{p g}{R_s T} dz \rightarrow \int_{p_u}^{p(z)} \frac{1}{p} dp = -\frac{g}{R_s T} \int_0^z dz \rightarrow \ln p(z) - \ln p_u = -\frac{g}{R_s T} z \rightarrow p(z) \sim e^{-\frac{g}{R_s T} z}$$

Hier gibt es keine obere Grenze!

## Intro - Frage

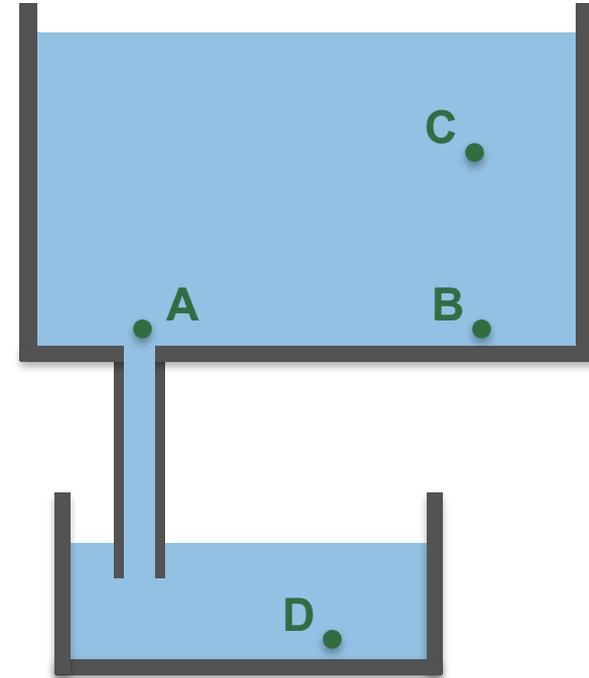
Wasser fließt durch ein Rohr von einem oberen Becken in ein unteres. Das Volumen des oberen Beckens ist so gross, dass sich der Pegelstand durch den Abfluss kaum ändert.

Welche der folgenden Aussagen ist korrekt?

A) Es ist zu erwarten, dass der Druck bei Punkt A etwas kleiner ist, als der Druck bei Punkt B.

B) Der höchste Druck herrscht bei Punkt D.

C) Der vertikale Druckgradient bei Punkt C lässt sich näherungsweise mit  $\frac{dp}{dz} = -gz$  beschreiben.



## Intro - Frage

Wasser fließt durch ein Rohr von einem oberen Becken in ein unteres. Das Volumen des oberen Beckens ist so gross, dass sich der Pegelstand durch den Abfluss kaum ändert.

Welche der folgenden Aussagen ist korrekt?

-  Es ist zu erwarten, dass der Druck bei Punkt A etwas kleiner ist, als der Druck bei Punkt B.

Ja, weil das Wasser bei A schneller fließt, ist der Druck dort kleiner.

- B) Der höchste Druck herrscht bei Punkt D.

Die Wassersäule zwischen D und der Wasseroberfläche ist kleiner als für die anderen Punkte.

- C) Der vertikale Druckgradient bei Punkt C lässt sich näherungsweise mit  $\frac{dp}{dz} = -gz$  beschreiben.

Gradient hängt hier nicht von z ab:  $\frac{dp}{dz} = -\rho g$

