# *Physik II für Medis 2022*

**Übungsgruppe**

## Stunde 13

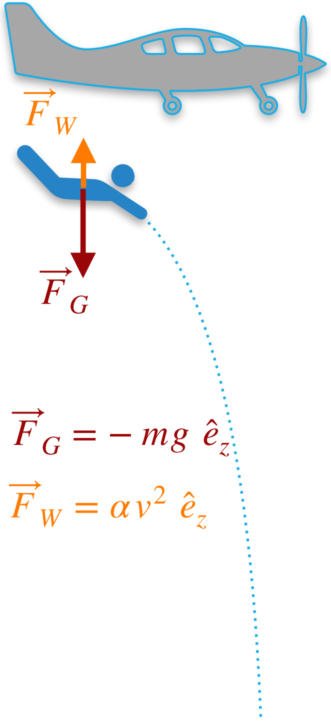
# Plan für heute

## Highlights aus Physik I + II

## Montagsmaler

# Highlights aus Physik I + II

# Newton’sche Bewegungsgleichung




$$\vec{F}_G = -mg\ \hat{e}_z$$

$$\vec{F}_W = \alpha v^2\ \hat{e}_z$$

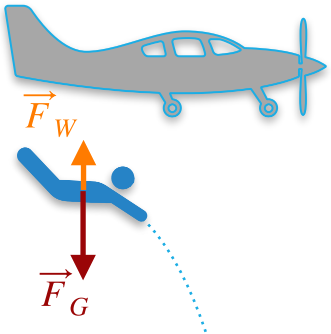
**Wie sieht die Newton’sche Bewegungsgleichung für den Skydiver aus?**

**A)** $m\ddot{z} = -mg + \alpha\dot{z}^2$

**B)** $mg = \alpha\dot{z}^2$

**C)** $z(t) = z_{max} - \dfrac{gt^2}{2}$

# Newton’sche Bewegungsgleichung




$\vec{F}_G = -mg\ \hat{e}_z$

$\vec{F}_W = \alpha v^2\ \hat{e}_z$

**Wie sieht die Newton’sche Bewegungsgleichung für den Skydiver aus?**

$m\ddot{z} = -mg + \alpha\dot{z}^2$

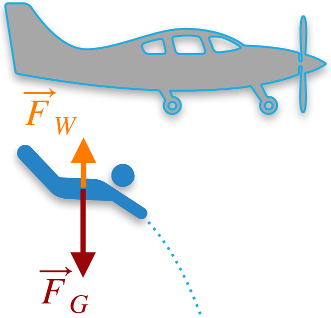
**B)** $mg = \alpha\dot{z}^2$

Das gilt nur speziell im Kräftegleichgewicht, wenn $m\ddot{z} = 0$

**C)** $z(t) = z_{max} - \frac{gt^2}{2}$

Das ist die Entwicklung von z(t) ohne Widerstandskraft. Ist Lösung einer Bewegungsgleichung, aber keine Bewegungsgleichung!

# Newton'sche Bewegungsgleichung




$\vec{F}_G = -mg\ \hat{e}_z$

$\vec{F}_W = \alpha v^2\ \hat{e}_z$

$m\ddot{z} = -mg + \alpha\dot{z}^2$

**Was passiert nach längerer Zeit im freien Fall?**

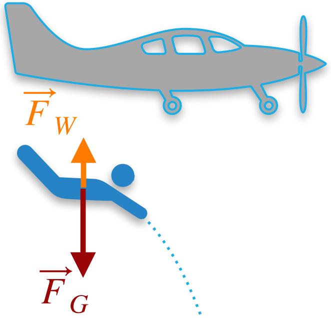
**A) Der Skydiver wird langsamer, weil er durch den Luftwiderstand abgebremst wird.**

**B) Der Skydiver wird immer schneller, weil die Gravitation ihn beschleunigt.**

**C) Der Skydiver erreicht die konstante Geschwindigkeit** $v_{max} = \sqrt{\frac{mg}{a}}$

**D) Der Skydiver hat nach Zeit t die Geschwindigkeit** $v(t) = v_0 + gt$

# Newton’sche Bewegungsgleichung




$$\vec{F}_G = -mg\ \hat{e}_z$$

$$\vec{F}_W = \alpha v^2\ \hat{e}_z$$

$$m\ddot{z} = -mg + \alpha\dot{z}^2$$

**Was passiert nach längerer Zeit im freien Fall?**

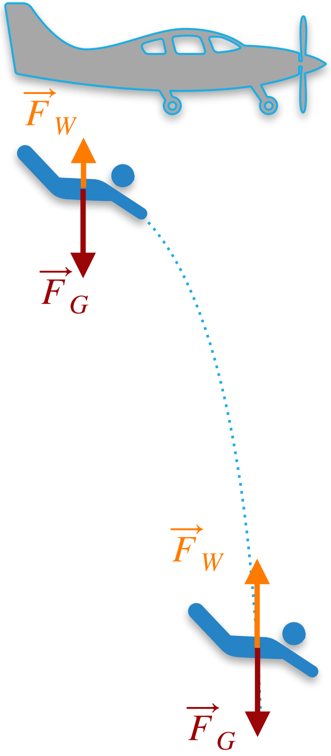
**A) Der Skydiver wird langsamer, weil er durch den Luftwiderstand abgebremst wird.**

**B) Der Skydiver wird immer schneller, weil die Gravitation ihn beschleunigt.**

**Der Skydiver erreicht die konstante Geschwindigkeit** $v_{max} = \sqrt{\dfrac{mg}{a}}$

**D) Der Skydiver hat nach Zeit t die Geschwindigkeit** $v(t) = v_0 + gt$

# Kräftegleichgewicht und Grenzgeschwindigkeit




**A) beschleunigter Fall**

$\vec{F}_W$ wächst mit zunehmender Geschwindigkeit

**B) dynamisches KGG**

$$v = const.$$

**Kräfte auf Skydiver:**

$\vec{F}_G = -mg\,\hat{e}_z$ und Luftwiderstand: $\vec{F}_W = \alpha v^2\,\hat{e}_z$

**Bewegungsgleichung in z-Richtung:**

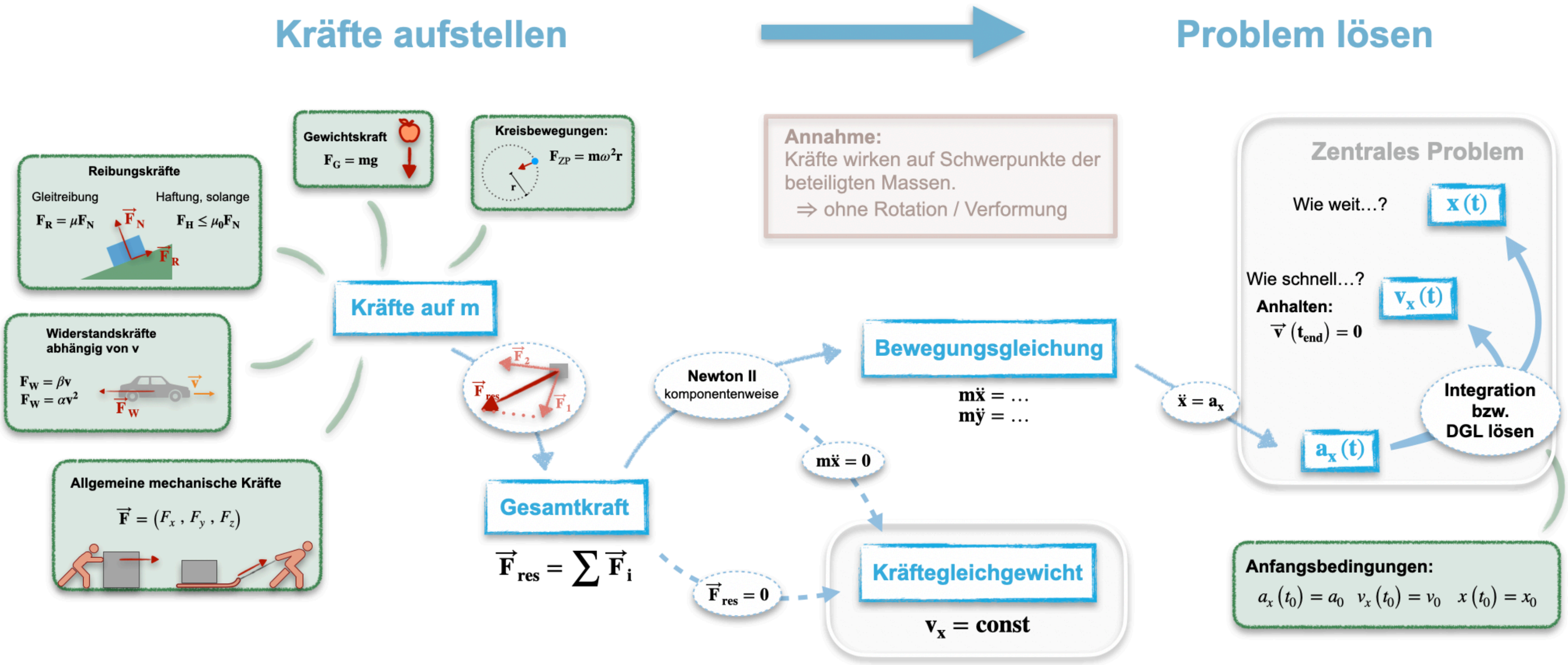
$$m\ddot{z} = -mg + \alpha\dot{z}^2$$ DGL!

**Abkürzung für Grenzgeschwindigkeit**

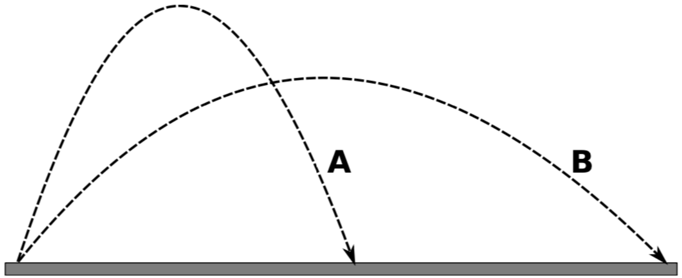
$$m\ddot{z} = 0 \qquad \rightarrow v^2 = \frac{mg}{\alpha}$$

*Signalwörter:* **"maximale Geschwindigkeit"** **"für grosse Zeiten"** **"im Gleichgewicht"**

# Probleme lösen mit Newton II



# Schräger Wurf



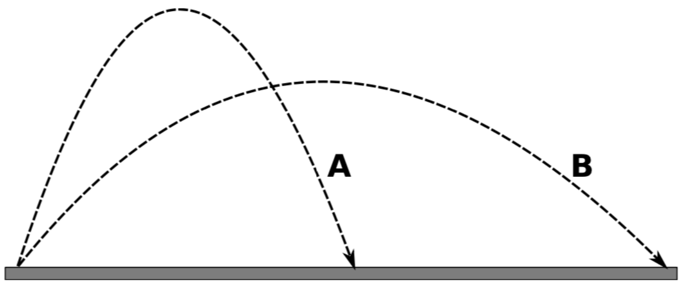

Zwei Bälle werden mit der gleichen Geschwindigkeit $v_0$ vom gleichen Ort aus geworfen. Man vernachlässigt eventuelle Reibungseffekte. Welcher der Bälle erreicht den Boden zuerst?

1. Ball A.
2. Ball B.
3. Beide erreichen den Boden gleichzeitig.
4. Kann man mit diesen Informationen nicht sagen.

# Schräger Wurf

Zwei Bälle werden mit der gleichen Geschwindigkeit $v_0$ vom gleichen Ort aus geworfen. Man vernachlässigt eventuelle Reibungseffekte. Welcher der Bälle erreicht den Boden zuerst?

1. Ball A.
2. Ball B.
3. Beide erreichen den Boden gleichzeitig.
4. Kann man mit diesen Informationen nicht sagen.



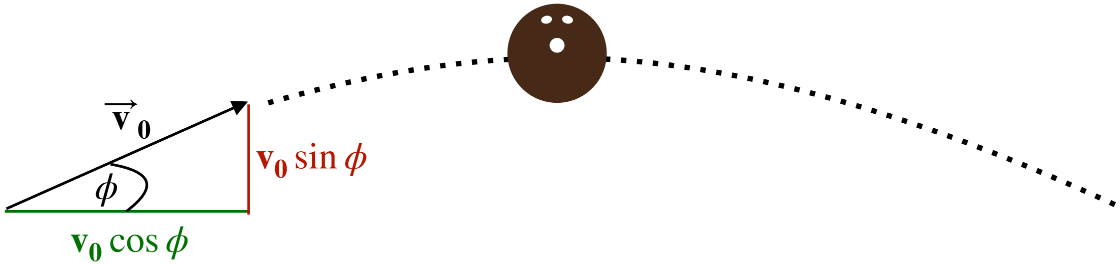

**Antwort: 2. Ball B erreicht den Boden zuerst.**

Die Zeit, welche der Ball in der Luft verbringt hat einen direkten Zusammenhang zur Höhe, welcher er erreicht. Der Ball ist doppelt so lange in der Luft wie er benötigt um seine maximale Höhe zu erreichen. Bei der maximalen Höhe gilt, dass die vertikale Komponente der Anfangsgeschwindigkeit auf Null abgefallen ist.

$$v_{0,y} - gt = 0 \;\Rightarrow t_{\text{hmax}} = \frac{v_{0,y}}{g}$$

Da zu Beginn die vertikale Geschwindigkeitskomponente von Ball A grösser ist als diejenige von Ball B, verbringt Ball A mehr Zeit in der Luft.

# Schräger Wurf




| | Horizontale Bewegung | Vertikaler Wurf |
|---|---|---|
| **Anfangsbedingungen:** | $x_0 = 0$<br>$v_x = v_0 \cos\phi$ | $y_0 = 0$<br>$v_y = v_0 \sin\phi$ |
| **Konstante Beschleunigung:** | $a_x = 0$ | $a_y = -g$ |
| **Zweifache Integration:** | $x(t) = v_0 \cos\phi \cdot t$ | $y(t) = v_0 \sin\phi \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$ |

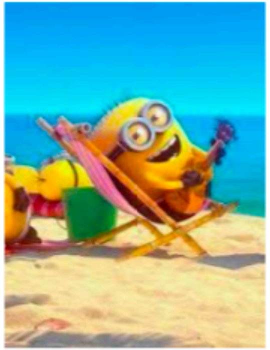
# Stösse

Es ist ein schöner Tag, ich sitze im Liegestuhl auf der Veranda und geniesse das Leben. Leider habe ich vergessen die Veranda-Türe zu schliessen (Fliegen und so...). Ich habe absolut keine Lust aufzustehen und glücklicherweise habe ich 2 Bälle neben mir liegen: 1) ein perfekt klebriger Ball, 2) ein perfekt elastischer Flummi. Beide haben dieselbe Masse. Welchen sollte ich werfen, damit die Tür sicher zugeht?

a) Den klebrigen Ball.
b) Den elastischen Flummi.
c) Ist egal.

ENGAGING PHYSICS TUTORING EPT

# Stösse



Es ist ein schöner Tag, ich sitze im Liegestuhl auf der Veranda und geniesse das Leben. Leider habe ich vergessen die Veranda-Türe zu schliessen (Fliegen und so...). Ich habe absolut keine Lust aufzustehen und glücklicherweise habe ich 2 Bälle neben mir liegen: 1) ein perfekt klebriger Ball, 2) ein perfekt elastischer Flummi. Beide haben dieselbe Masse. Welchen sollte ich werfen, damit die Tür sicher zugeht?

a) Den klebrigen Ball.
b) Den elastischen Flummi.
c) Ist egal.

Der maximale Impulsübertrag des klebrigen Balles ist $\Delta p = p_{Ball}$. Der maximale Impulsübertrag des Flummis ist allerdings $|\Delta p| = 2p_{Ball}$ weil er ja nicht nur gestoppt wird, sondern mit $\vec{p}'_{Ball} = -\vec{p}_{Ball}$ von der Tür zurückkommt.
Der Flummi ist also die bessere Wahl.

ENGAGING PHYSICS TUTORING EPT

# Rechnen mit Stössen

## Situation bevor Stoss

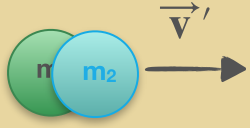

*Stelle Gesamtimpuls auf*

## voll elastisch


- *Kombiniere Impuls- und Energieerhaltung*

$$\sum_i \vec{p}_i = \sum_i \vec{p}\,'_i \qquad \sum_i E_i = \sum_i E'_i$$

## voll inelastisch



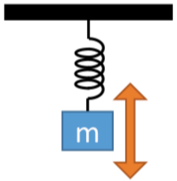

- *Erhalte Geschwindigkeit aus Impulserhaltung*

$$\sum_i \vec{p}_i = \sum_i \vec{p}\,'_i$$

- *Energie* $\Delta U$ *geht in Verformung!*

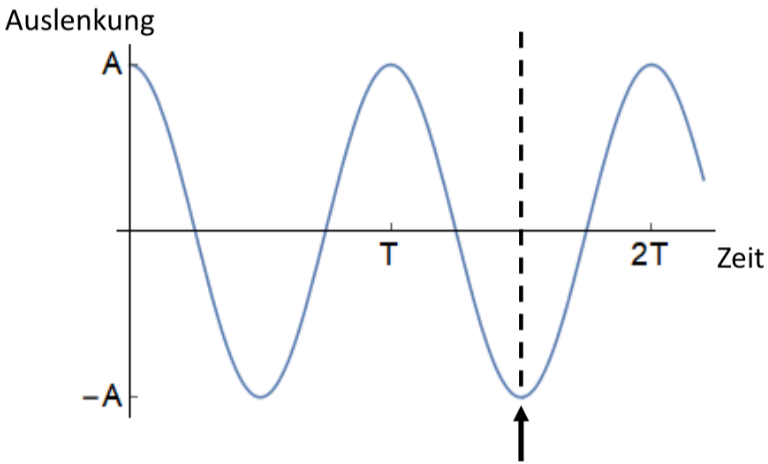
$$\Delta U = \sum_i E_i - \sum_i E'_i$$

# Schwingungen




Eine Masse schwingt an einem Federpendel. Die Geschwindigkeit ist $v_x$ und die Feder übt eine Kraft $F_x$ aus. Am Zeitpunkt des Pfeiles gilt:

a) $v_x > 0$ und $F_x > 0$
b) $v_x < 0$ und $F_x = 0$
c) $v_x = 0$ und $F_x = 0$
d) $v_x = 0$ und $F_x > 0$

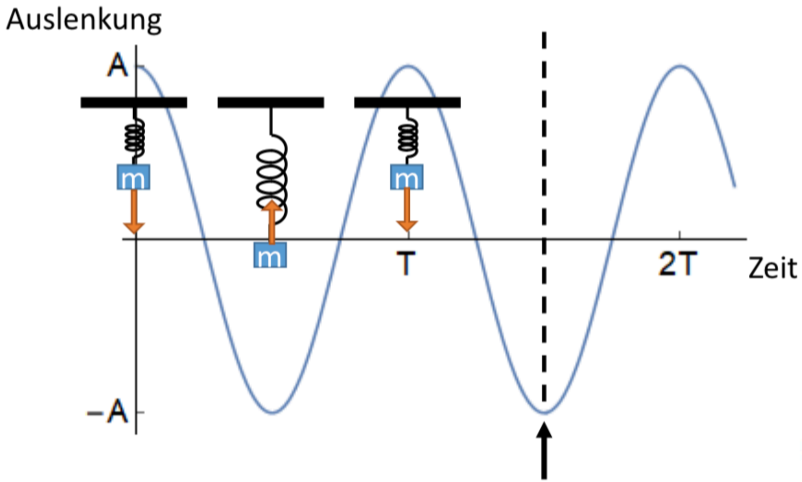


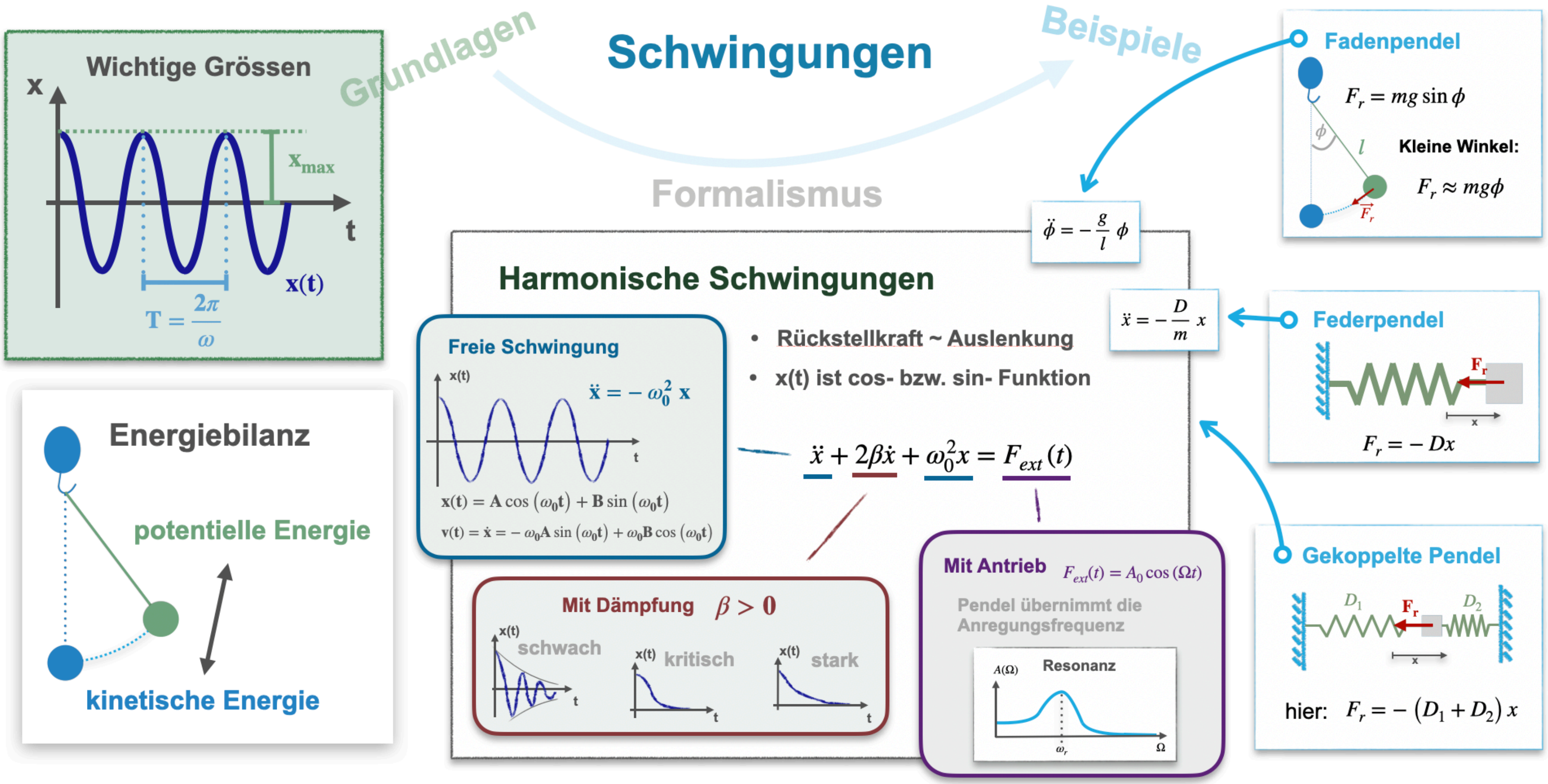
# Schwingungen

Die Geschwindigkeit muss = 0 sein, da der Pfeil am Umkehrpunkt der Schwingung ist. Die Feder zieht die Masse wieder nach oben (die Auslenkung steigt), d.h. Die Kraft muss in positive Richtung zeigen.

Eine Masse schwingt an einem Federpendel. Die Geschwindigkeit ist $v_x$ und die Feder übt eine Kraft $F_x$ aus. Am Zeitpunkt des Pfeiles gilt:

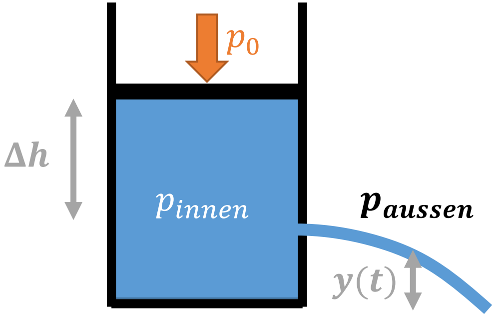
a) $v_x > 0$ und $F_x > 0$
b) $v_x < 0$ und $F_x = 0$
c) $v_x = 0$ und $F_x = 0$
d) $v_x = 0$ und $F_x > 0$





Schwingungen
Grundlagen
Formalismus
Beispiele
Wichtige Grössen
x
t
$x_{max}$
$x(t)$
$T = \frac{2\pi}{\omega}$
Energiebilanz
potentielle Energie
kinetische Energie
Harmonische Schwingungen
Freie Schwingung
$\ddot{x} = -\omega_0^2 x$
$x(t) = A\cos(\omega_0 t) + B\sin(\omega_0 t)$
$v(t) = \dot{x} = -\omega_0 A\sin(\omega_0 t) + \omega_0 B\cos(\omega_0 t)$
• Rückstellkraft ~ Auslenkung
• x(t) ist cos- bzw. sin- Funktion
$\ddot{x} + 2\beta\dot{x} + \omega_0^2 x = F_{ext}(t)$
Mit Dämpfung $\beta > 0$
schwach
kritisch
stark
Mit Antrieb $F_{ext}(t) = A_0\cos(\Omega t)$
Pendel übernimmt die Anregungsfrequenz
Resonanz
$A(\Omega)$
$\omega_r$
$\Omega$
$\ddot{\phi} = -\frac{g}{l}\phi$
Fadenpendel
$F_r = mg\sin\phi$
Kleine Winkel:
$F_r \approx mg\phi$
$\ddot{x} = -\frac{D}{m}x$
Federpendel
$F_r = -Dx$
Gekoppelte Pendel
$D_1$
$D_2$
hier: $F_r = -(D_1 + D_2)x$

# Druck und Flüssigkeiten




Im Gefäss ein Loch und das Wasser spritzt heraus.

Wie lauten die Formeln für den Wasser-Druck im Gefäss und aussen?

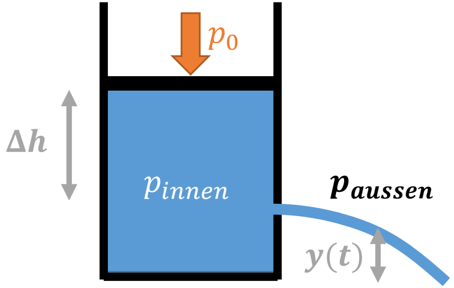
a) $\mathrm{p_{innen}} = \rho g \Delta h \qquad \mathrm{p_{aussen}} = \frac{mv^2}{2}$

b) $\mathrm{p_{innen}} = p_0 + \rho g \Delta h \qquad \mathrm{p_{aussen}} = p_0 + \frac{\rho v^2}{2}$

c) $\mathrm{p_{innen}} = p_0 + mg\Delta h \qquad \mathrm{p_{aussen}} = p_0 + \rho g y(t) + \frac{\rho v^2}{2}$

d) $\mathrm{p_{innen}} = p_0 \qquad \mathrm{p_{aussen}} = 0$

# Druck und Flüssigkeiten




Im Gefäss ein Loch und das Wasser spritzt heraus.

Wie lauten die Formeln für den Wasser-Druck im Gefäss und aussen?

a) $\mathrm{p_{innen}} = \rho g \Delta h$ $\qquad$ $\mathrm{p_{aussen}} = \frac{mv^2}{2}$

b) $\mathrm{p_{innen}} = p_0 + \rho g \Delta h$ $\qquad$ $\mathrm{p_{aussen}} = p_0 + \frac{\rho v^2}{2}$

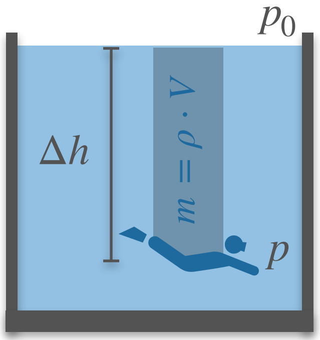
c) $\mathrm{p_{innen}} = p_0 + mg\Delta h$ $\qquad$ $\mathrm{p_{aussen}} = p_0 + \rho g y(t) + \frac{\rho v^2}{2}$

d) $\mathrm{p_{innen}} = p_0$ $\qquad$ $\mathrm{p_{aussen}} = 0$

a) und c) haben die falschen Einheiten!
d) nicht, weil $p_{aussen} \neq 0$ und bei $p_{innen}$ auch der Schweredruck mitgerechnet werden muss!

# Fluide und Strömung

## Hydrostatischer Druck

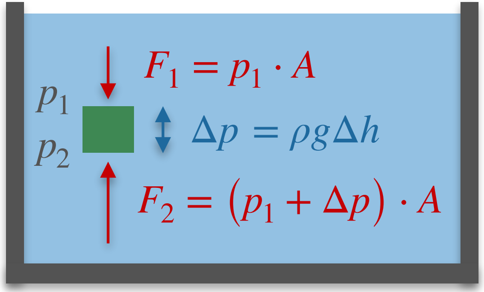



auch:
"Schweredruck"

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

*Gewicht der Wassersäule verursacht Druck*

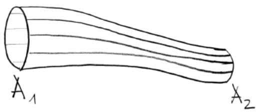
## Prinzip von Archimedes: der Auftrieb




*Auf Körper wirkt Auftriebskraft*

$$F_A = \rho_{H_2 0}\ g\ V_{body}$$

## Kontinuität der Strömung




$$A \cdot v = const$$

"Fluss" bleibt gleich

*Je dichter die Stromlinien, desto schneller*

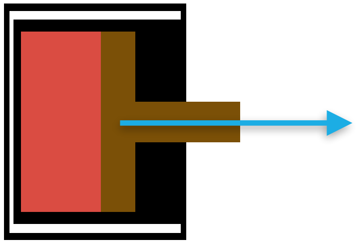
## Bernoulli-Gleichung

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

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

# Thermodynamische Prozesse

**Ein ideales Gas dehnt sich im abgebildeten Volumen aus und drückt dabei den abgebildeten Kolben nach aussen.**
**Im p-V Diagramm sieht der folgt das Gas der rot eingezeichneten Funktion.**
**Welche Aussagen stimmen?**



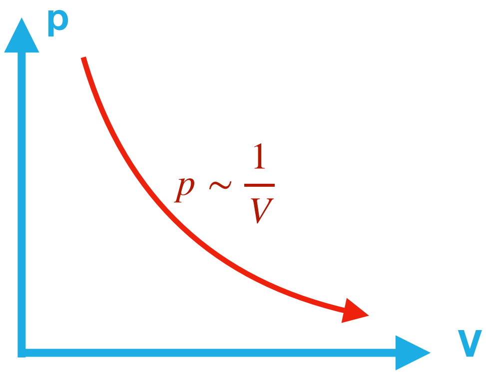
A) Das Gas kühlt sich bei der Ausdehnung ab.

B) Wärme aus der Umgebung wird in Volumenarbeit umgewandelt.

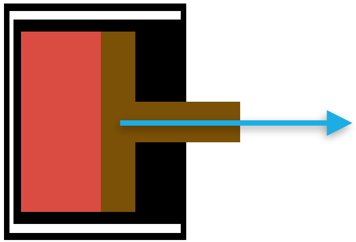
C) Es handelt sich um einen adiabatischen Prozess.

D) Es handelt sich um einen Isobaren Prozess.

E) Die Temperatur des Gases bleibt während des Prozesses gleich.



# Thermodynamische Prozesse



**Ein ideales Gas dehnt sich im abgebildeten Volumen aus und drückt dabei den abgebildeten Kolben nach aussen.**
**Im p-V Diagramm sieht der folgt das Gas der rot eingezeichneten Funktion.**
**Welche Aussagen stimmen?**

Innere Energie / Temperatur bleiben gleich

A) **Das Gas kühlt sich bei der Ausdehnung ab.**

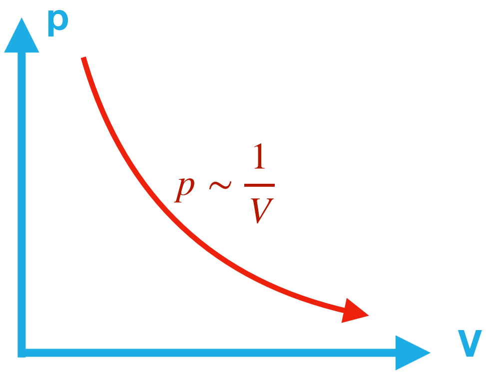
 **Wärme aus der Umgebung wird in Volumenarbeit umgewandelt.**

C) **Es handelt sich um einen adiabatischen Prozess.**

Isothermer Prozess!

D) **Es handelt sich um einen Isobaren Prozess.**

 **Die Temperatur des Gases bleibt während des Prozesses gleich.**



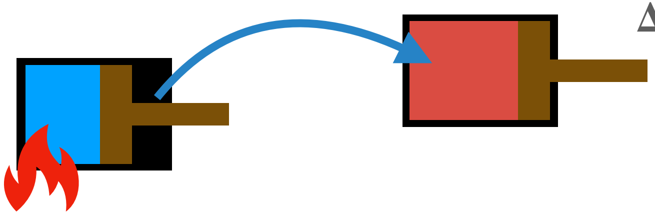
# Prozesse im PV - Diagramm

## Isobar:

$p = \text{konst}.$

$V \sim T$

Isobare Expansion:



$\Delta U > 0$

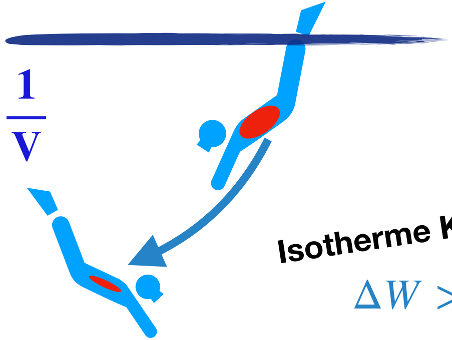
$\Delta Q > 0$

$\Delta W < 0$

## Isotherm:

$T = \text{konst}.$ "Wärmebad"

$p \sim \frac{1}{V}$



$\Delta U = 0$

$\Delta Q = -\Delta W$

Isotherme Kompression:

$\Delta W > 0$

$\Delta Q < 0$

$$pV = nRT$$

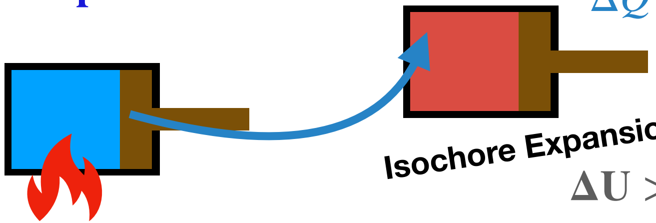
## Isochor:

$V = \text{konst}.$

$p \sim T$

$\Delta W = 0$

$\Delta Q = \Delta U$



Isochore Expansion:

$\Delta U > 0$

## Adiabatisch:

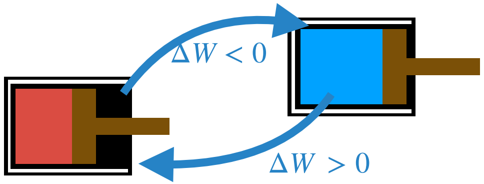
$\Delta Q = 0 \quad \Rightarrow \Delta U = \Delta W$

$pV^{\gamma} = \text{const}.$

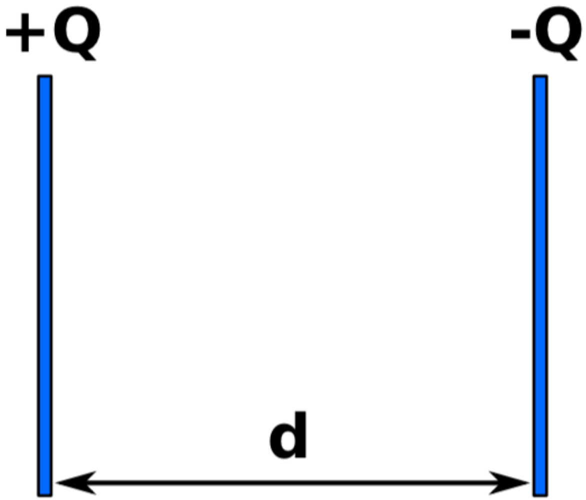
*Achtung:*

*$pV = nRT$ gilt auch,*

*aber $T \neq const.$*



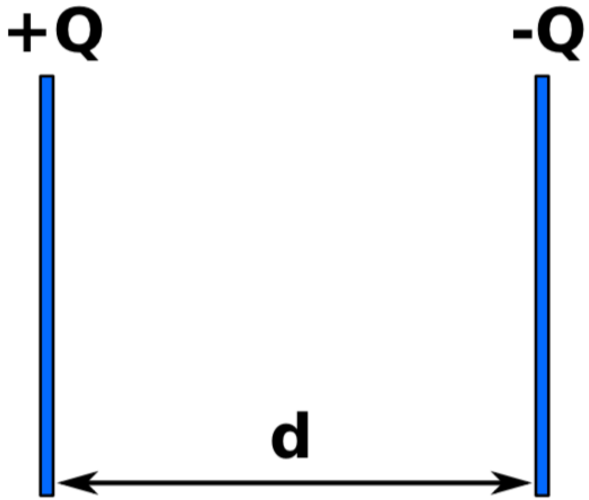
# Elektrostatisches Potential und E-Feld




Zwei grosse leitende Platten im Abstand $d$ tragen die gleiche Ladung unterschiedlichen Vorzeichens. Wie ändert sich die Potentialdifferenz $\Delta\phi$ zwischen den Platten, wenn der Abstand auf $2d$ erhöht wird?

1. $\Delta\phi$ wird grösser.
2. $\Delta\phi$ bleibt gleich.
3. $\Delta\phi$ wird kleiner.
4. 2. oder 3. : kommt darauf an wie $\Delta\phi$ berechnet wird.

# Elektrostatisches Potential und E-Feld




Zwei grosse leitende Platten im Abstand $d$ tragen die gleiche Ladung unterschiedlichen Vorzeichens. Wie ändert sich die Potentialdifferenz $\Delta\phi$ zwischen den Platten, wenn der Abstand auf $2d$ erhöht wird?

$\Delta\phi$ wird grösser.

2. $\Delta\phi$ bleibt gleich.
3. $\Delta\phi$ wird kleiner.
4. 2. oder 3. : kommt darauf an wie $\Delta\phi$ berechnet wird.

$$\boxed{\Delta\phi = E \cdot d}$$

# Das elektrische Potential

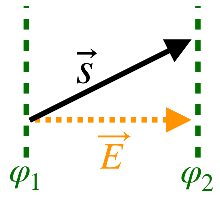
**Idee: Anstelle von Feldstärke ordne jedem Punkt eine "Höhe" (= Potential) zu!**

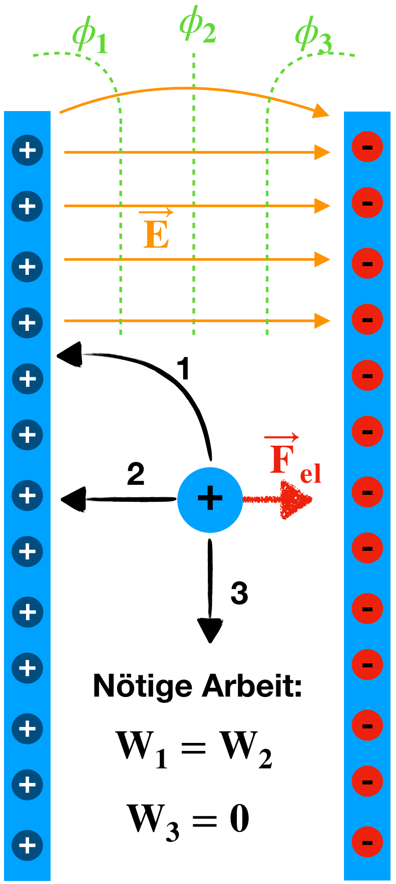
- Arbeit ist "Kraft mal Weg"

$$\mathbf{W = -F_{el} \cdot s = -q \cdot E \cdot s \quad \equiv \Delta\varphi}$$

- aber: Nur E-Feld parallel zum Weg interessant

$$\Delta\varphi = -\vec{\mathbf{E}} \cdot \vec{\mathbf{s}}$$



# Montagsmaler

# Schräger Wurf

# Bewegungsgleichung

# Isobare Expansion

# E-Feld

# Lorentzkraft

# Schweredruck / Hydrostatischer Druck

# Kreisprozess

# (Harmonischer) Oszillator

# Magnetischer Fluss

# Elektrischer Widerstand

# Ideales Gas

# Drehmoment

# Induktion

# Elektrisches Potential