

Die Energie als Erhaltungsgröße

Kraftwandler

Ein Kraftwandler ist eine mechanische Anordnung, die eine Kraft wirken lässt, welche größer ist als die Kraft, die aufgewendet wird (oder umgekehrt).

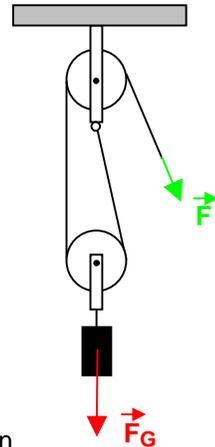
Beispiel: Flaschenzug

Aufgewendete Kraft F

Gewichtskraft (lose Rollen plus Last) F_G

Anzahl der losen Rollen n

Dann gilt
$$F = \frac{F_G}{2 \cdot n}$$



Weitere Beispiele: Schiefe Ebene, Hebel, Rollen

Die goldene Regel der Mechanik

Je kleiner die aufgewendete Kraft, desto größer der benötigte Weg.

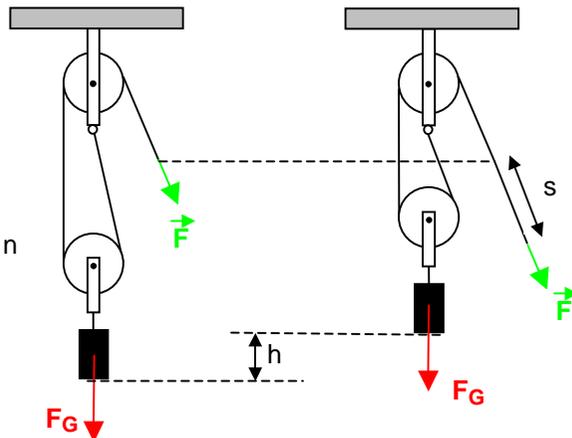
Beispiel: Flaschenzug

Hubstrecke h

Zugstrecke s

Anzahl der losen Rollen n

Dann gilt: $s = 2 \cdot n \cdot h$

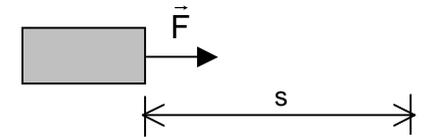


Beachte: Die goldene Regel der Mechanik gilt für alle Kraftwandler!

Die mechanische Arbeit

Arbeit = Kraft · Weg

$$W = F \cdot s$$



Formelzeichen: W Einheit: $1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} = 1 \text{ Nm} = 1 \text{ J}$ Joule („dschul“)

Beachte: s ist die Wegstrecke, in deren Richtung die Kraft \vec{F} zeigt.

Die mechanische Energie

Energie ist die physikalische Größe, die ein Körper besitzt, wenn er verformen oder erwärmen oder Licht aussenden oder mechanische Arbeit verrichten kann.

Energie ist gespeicherte Arbeit!

Formelzeichen: E Einheit: 1 J

Formen mechanischer Energie

• **Kinetische Energie**

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

• **Höhenenergie**

$$E_h = m \cdot g \cdot h$$

• **Spannenergie**

$$E_{\text{sp}} = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2$$

D : Federkonstante
 s : Dehnung der Feder

Der Energieerhaltungssatz der Mechanik

In einem System, in welches nicht eingegriffen wird (abgeschlossenes System) ist die Summe über alle mechanischen Energieformen zu jedem Zeitpunkt konstant:

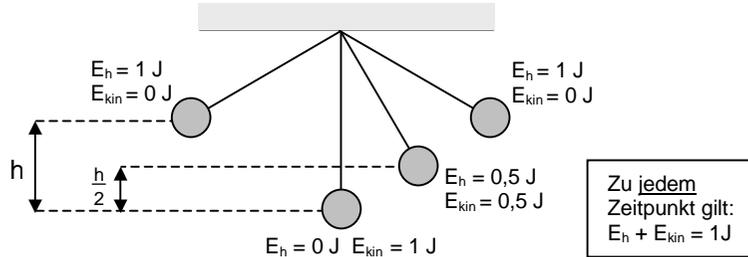
$$E_{\text{ges}} = E_{\text{kin}} + E_h + E_{\text{sp}} = \text{konstant}$$

Beachte: Die Reibung wird hierbei vernachlässigt!

Umwandlungen mechanischer Energie

Die einzelnen mechanischen Energieformen können sich ineinander umwandeln, ihre Summe ist jedoch immer die gleiche.

Beispiel: Fadenpendel ohne Reibung (m=100g; h=1m)



Weitere Beispiele: Freier Fall, Würfe, schiefe Ebene, Federpendel

Der Wirkungsgrad

Wirkungsgrad $\eta = \text{genutzte Energie} / \text{aufgebrachte Energie}$

$$\eta = \frac{E_{\text{nutz}}}{E_{\text{aufg}}}$$

Es gilt immer: $\eta < 100\%$ Reibung ist in echt nie vernachlässigbar!
 Perpetuum mobile: Maschine mit $\eta \geq 100\%$ Unmöglich!

Die mechanische Leistung

Leistung = umgesetzte Energie / benötigte Zeitdauer

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

Formelzeichen: P Einheit: $1 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 1 \text{ W Watt}$

Aufbau der Materie und Wärmelehre

Das Teilchenmodell der Materie

Die Materie ist aus kleinsten Teilchen aufgebaut.

Beispiele: Ein Eisenblock besteht aus Eisenatomen,
 Wasser besteht aus H₂O-Molekülen
 Sauerstoffgas besteht aus O₂- Molekülen

Materie kann in drei verschiedenen **Aggregatzuständen** vorliegen:

Festkörper	Flüssigkeit	Gas
Die Teilchen sind ortsfest	Die Teilchen sind verschiebbar	Die Teilchen sind frei

Die Temperatur

Die Temperatur ϑ ist ein Maß für die mittlere kinetische Energie der Teilchen.

- Die **Celsius-Temperaturskala** ist festgelegt durch
 1. Den Gefrierpunkt von Wasser: 0 °C
 2. Den Siedepunkt von Wasser: 100 °C
- **Absoluter Temperaturnullpunkt:** -273,15 °C

Bei dieser Temperatur beträgt die kinetische Energie aller Teilchen gleich 0 J. Es gibt keine niedrigere Temperatur.

Innere Energie

Die Innere Energie E_i eines Körpers ist die Summe der Energien aller Teilchen aus denen der Körper besteht.

Erster Hauptsatz der Wärmelehre

Um die innere Energie eines Körpers zu erhöhen, kann man entweder mechanische Arbeit W an ihm verrichten oder ihm Wärme Q übertragen (oder beides).

$$\Delta E_i = W + Q$$

Merke: Die Wärme Q ist eine Energieform! (Einheit: 1 J)

Beispiel: Eine Heizplatte überträgt einem Kochtopf Wärme, verrichtet jedoch keine mechanische Arbeit an diesem.

Grundgleichung der Wärmelehre

Wird einem Körper Wärme zugeführt und ändert sich dabei sein Aggregatzustand nicht, so führt dies zu einer Temperaturerhöhung des Körpers.

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta\vartheta$$

m : Masse des Körpers $\Delta\vartheta$: Temperaturänderung

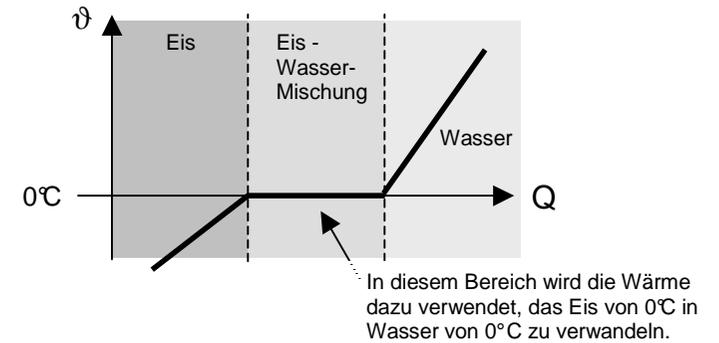
c : Spezifische Wärmekapazität (Materialkonstante, Einheit: $\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$)

Beachte: Wasser hat eine sehr hohe spezifische Wärmekapazität!

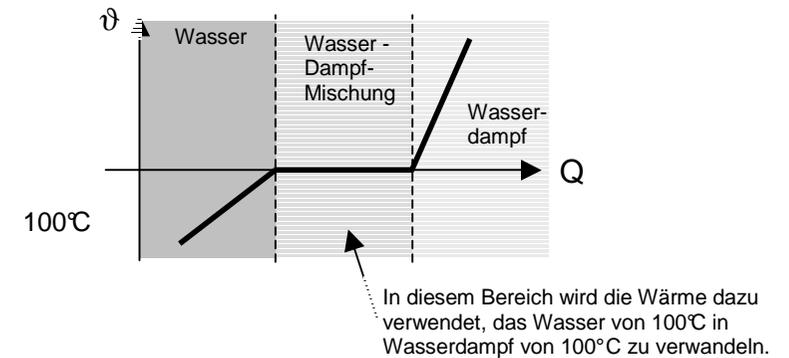
$$c_{\text{Wasser}} = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Übergänge zwischen Aggregatzuständen

- Schmelzen und Erstarren

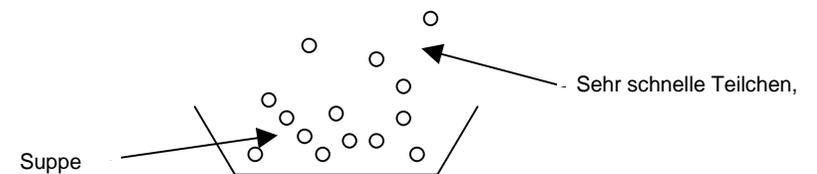


- Sieden und Kondensieren:



- Verdunsten

Unter Verdunstung versteht man den Übergang vom flüssigen in den gasförmigen Zustand bei einer Temperatur unterhalb der Siedetemperatur.



Erklärung: Bei jeder Temperatur gibt es in der Flüssigkeit auch einige schnelle Teilchen, die entkommen und von einem Luftstoß weggeblasen werden können. Hierbei fällt auch die Temperatur der Flüssigkeit. Nach einiger Zeit sind alle Teilchen entkommen, die Flüssigkeit ist verdunstet.

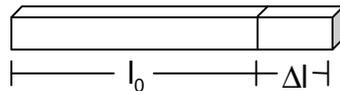
Änderung bei Temperaturänderung

- Längenänderung fester Körper:

$$\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta \vartheta$$

- α : Längenausdehnungskoeffizient (Materialkonstante ohne Einheit)

$\Delta \vartheta$: Temperaturänderung



- Volumenänderung von Stoffen:

$$\Delta V = \gamma \cdot V_0 \cdot \Delta \vartheta$$

γ : Volumenausdehnungskoeffizient (Materialkonstante o. Einheit)

- Anomalie des Wassers:

Im Gegensatz zu den meisten anderen Stoffen nimmt das Volumen einer Wassermenge wieder zu, wenn die Temperatur unter 4°C sinkt.

Elektrische Energie

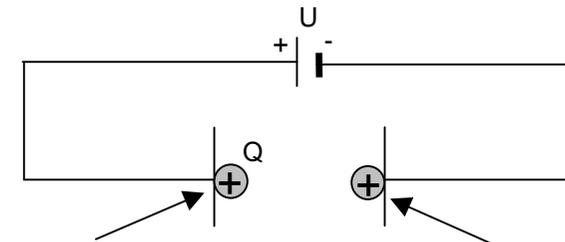
Die Elementarladung

Die kleinste (stabile) elektrische Ladung ist die Ladung e eines Elektrons

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Die Elektrische Spannung

Wird eine Ladungsmenge Q durch eine Spannung U beschleunigt, so erhält sie hierbei einen Zuwachs an kinetischer Energie von ΔE . Der Energiezuwachs ist umso größer, je mehr Ladung Q bewegt wird und je stärker die angelegte Spannung U ist.



Hier hat die Elektrische Ladung noch keine kinetische Energie

Hier hat die Elektrische Ladung die kinetische Energie $E_{kin} = Q \cdot U$

Für die elektrische Spannung U gilt also:
$$U = \frac{\Delta E}{Q}$$

Das Ohmsche Gesetz

Für Metalle bei $\vartheta = \text{konstant}$ gilt:

$$R = \frac{U}{I} = \text{konstant}$$

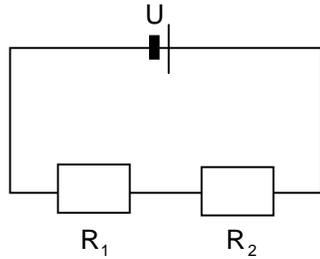
U : Elektrische Spannung

I : Elektrische Stromstärke

R : Elektrischer Widerstand

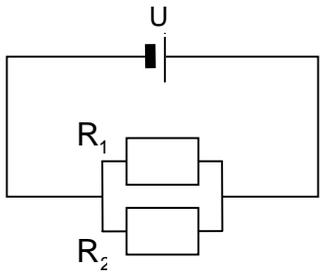
Serien- und Parallelschaltung

• Serienschaltung



Stromstärke: $I = I_1 = I_2$
 Spannung: $U = U_1 + U_2$
 Widerstand: $R_{ges} = R_1 + R_2$

• Parallelschaltung:

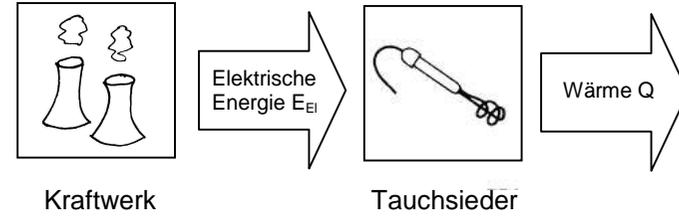


Stromstärke $I_{ges} = I_1 + I_2$
 Spannung $U = U_1 = U_2$
 Widerstand $\frac{1}{R_{ges}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

Umwandlung elektrischer Energie

Elektrische Energie kann in andere Energieformen umgewandelt werden.

Beispiel:



Die elektrische Leistung

Die elektrische Leistung P gibt an, wie viel elektrische Energie ΔE in der Zeit t in andere Energieformen umgewandelt wird.

$$P = \frac{\Delta E}{t}$$

$$P = U \cdot I$$

Einheit: $1V \cdot 1A = 1VA = 1 \frac{J}{s} = 1W$