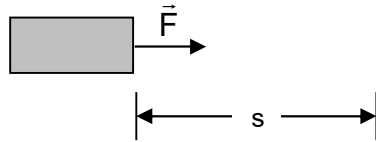


## Die Energie als Erhaltungsgröße

### Die mechanische Arbeit

Arbeit = Kraft · Weg

$$W = F \cdot s$$



Formelzeichen: W Einheit: 1 N · 1 m = 1 Nm = 1 J Joule („dschul“)

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

### Die mechanische Leistung

Leistung = verrichtete Arbeit / benötigte Zeitdauer

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

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

### 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

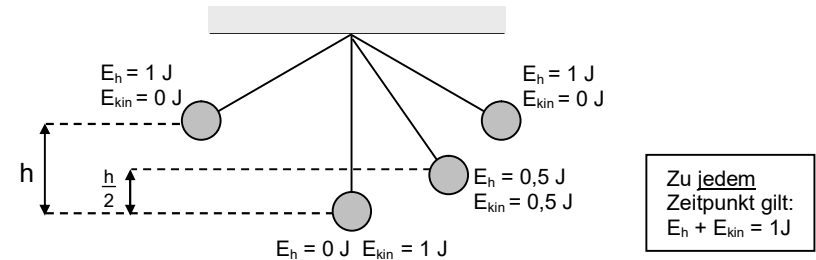
### Der Energieerhaltungssatz der Mechanik

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

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

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  $\eta$  = genutzte Energie / aufgebrauchte Energie

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

Es gilt immer:  $\eta < 100 \%$  (Es gibt immer Verluste!)

Perpetuum mobile: Unmögliche Maschine mit  $\eta \geq 100 \%$

### Die elektrische Ladung

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

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

Jede elektrische Ladung  $Q$  ist ein ganzzahliges Vielfaches der Elementarladung

$$Q = N \cdot e$$

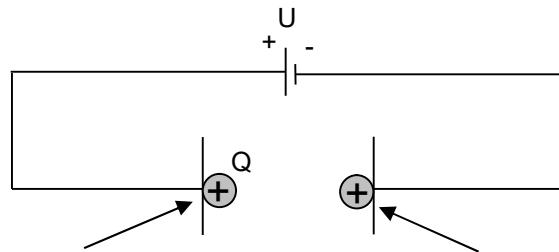
### Die elektrische Stromstärke

Elektrische Stromstärke = geflossene Ladung/ benötigte Zeitdauer

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

Formelzeichen:  $I$       Einheit:  $1 \frac{\text{C}}{\text{s}} = 1 \text{ A Ampère}$

### Die elektrische Spannung



Hier hat die Elektrische Ladung  $Q$  noch eine hohe potentielle Energie

Hier hat die Elektrische Ladung  $Q$  ihre potentielle Energie bereits verloren

Für die Spannung  $U$  gilt:

$$\Delta E_{\text{pot}} = Q \cdot U \quad \text{bzw.} \quad U = \frac{\Delta E_{\text{pot}}}{Q}$$

### Die elektrische Leistung

Die elektrische Leistung  $P$  gibt an, wie viel elektrische Energie  $\Delta E$  in der Zeit  $\Delta t$  verbraucht wird.

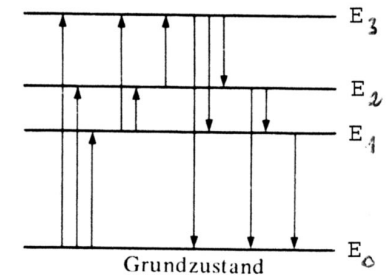
$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

$$P = U \cdot I$$

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

## Atome

- Die Elektronen in der Atomhülle befinden sich auf diskreten Energieniveaus.
- Übergänge zwischen unterschiedlichen Energieniveaus  $E_0, E_1, \dots$  („Quantensprünge“) sind mit Energieänderungen verbunden. Bei diesen Energieänderungen werden Lichtquanten (Photonen) ausgesendet (emittiert) oder aufgenommen (absorbiert).
- Zerlegt man das Licht verschiedener Lichtquellen mittels Prisma oder Gitter, so erhält man Emissionsspektren. Selbstleuchtende feste oder flüssige Körper senden kontinuierliche Spektren, glühende Gase oder Dämpfe charakteristische Linienspektren aus.
- Sichtbares Licht:  $1,6 \text{ eV (rot)} < E_{\text{Photon}} < 3,3 \text{ eV (violett)}$
- Infrarotes Licht (IR):  $E_{\text{Photon}} < 1,6 \text{ eV}$
- Ultraviolettes Licht (UV):  $E_{\text{Photon}} > 3,3 \text{ eV}$
- Die Atmosphäre absorbiert einen Großteil der von der Sonne eingestrahnten Strahlung.
- Von der Erde ausgesandte Strahlung (IR) wird von den klimawirksamen Gasen der Atmosphäre absorbiert.
- Klimawirksame Gase sind: Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ), Methan ( $\text{CH}_4$ ), Lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ), Ozon ( $\text{O}_3$ ), Wasserdampf ( $\text{H}_2\text{O}$ )



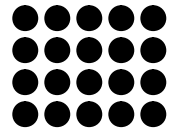
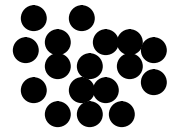
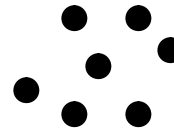
## Wärmelehre

### Das Teilchenmodell der Materie

Die Materie ist aus kleinsten Teilchen aufgebaut.

Beispiele: Ein Eisenblock besteht aus Eisenatomen,  
Wasser besteht aus H<sub>2</sub>O-Molekülen  
Sauerstoffgas besteht aus O<sub>2</sub>- 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 ist ein Maß für die mittlere kinetische Energie der Teilchen.

- Die **Celsius-Temperaturskala** ( $\vartheta$ ) ist festgelegt durch
  1. Den Gefrierpunkt von Wasser: 0 °C
  2. Den Siedepunkt von Wasser: 100 °C
- Die **absolute Temperatur** (T) ist festgelegt durch den absoluten Temperaturnullpunkt -273,15 °C

Bei dieser Temperatur beträgt die kinetische Energie aller Teilchen 0 J. Es gibt keine niedrigere Temperatur.  
Bsp.: T=20 K entspricht  $\vartheta = -253,15$  °C

### 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.

Wärme kann übertragen werden durch

- **Wärmeleitung, Wärmeströmung oder Wärmestrahlung**

### 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

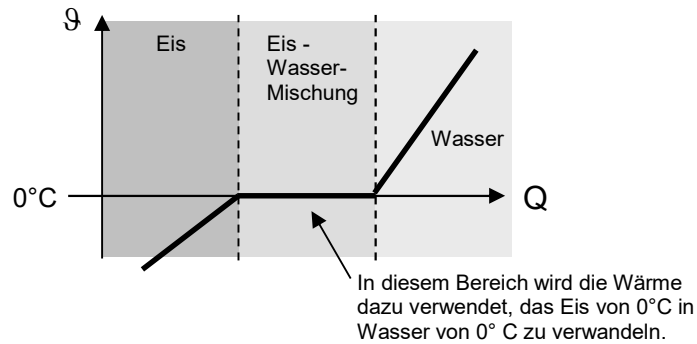
c: Spezifische Wärmekapazität (Materialkonstante, Einheit:  $\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{°C}}$ )

Beachte: Wasser hat eine sehr hohe spezifische Wärmekapazität!

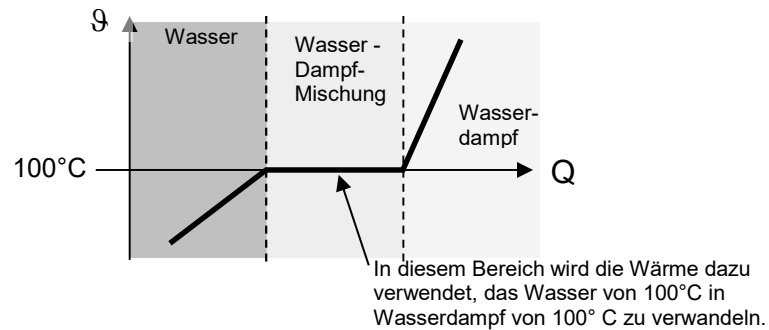
$$c_{\text{Wasser}} = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{°C}}$$

## Übergänge zwischen Aggregatzuständen

- Schmelzen und Erstarren



- Sieden und Kondensieren:



## Druck

Die physikalische Größe Druck  $p$  ist der Quotient aus der Kraft  $F$  und dem Flächeninhalt  $A$  der Fläche, auf welche die Kraft senkrecht wirkt:

$$p = \frac{F}{A}$$

Formelzeichen:  $p$       Einheit:  $1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1 \text{ Pa Pascal}$

Für Gase gilt:

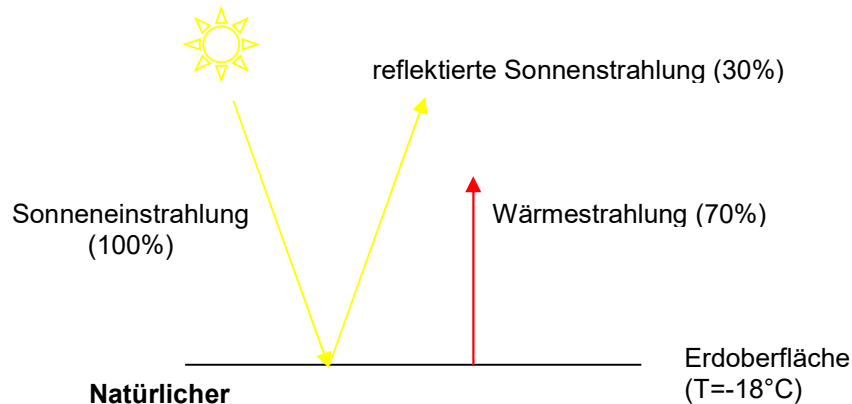
- Bei konstantem Volumen ist der Druck direkt proportional zur Temperatur.
- Bei konstanter Temperatur ist der Druck indirekt proportional zum Volumen.
- Bei konstantem Druck ist das Volumen direkt proportional zur Temperatur.

## Klima

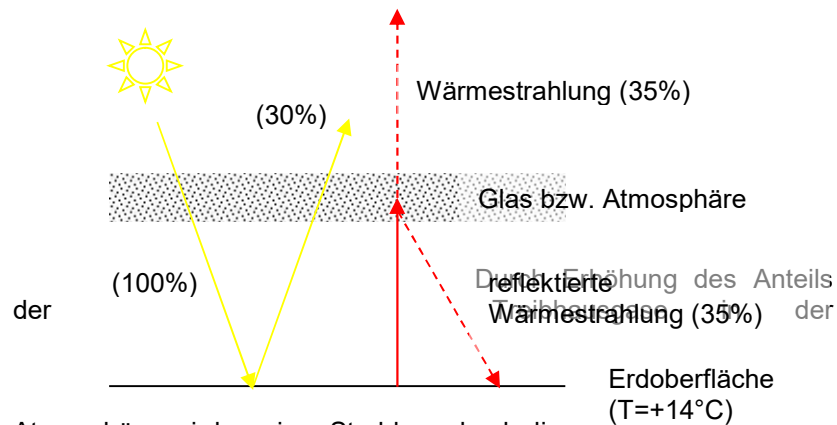
**Klima:** Entwicklung des Wetters über einen längeren Zeitraum (mindestens 30 Jahre)

### Treibhauseffekt

**Ohne Atmosphäre:**



**Natürlicher Treibhauseffekt:**



Atmosphäre, wird weniger Strahlung durch die Atmosphäre in den interstellaren Raum abgegeben.

Die globale Durchschnittstemperatur T steigt auf über +14°C (**menschengemachter bzw. anthropogener Treibhauseffekt**).

### Folgen des Klimawandels

- Abschmelzen von Gletschern und Polareis
- Anstieg des Meeresspiegels
- Wetterextreme
- Verschiebung der Klimazonen
- Tier- und Pflanzensterben
- Versauerung der Ozeane