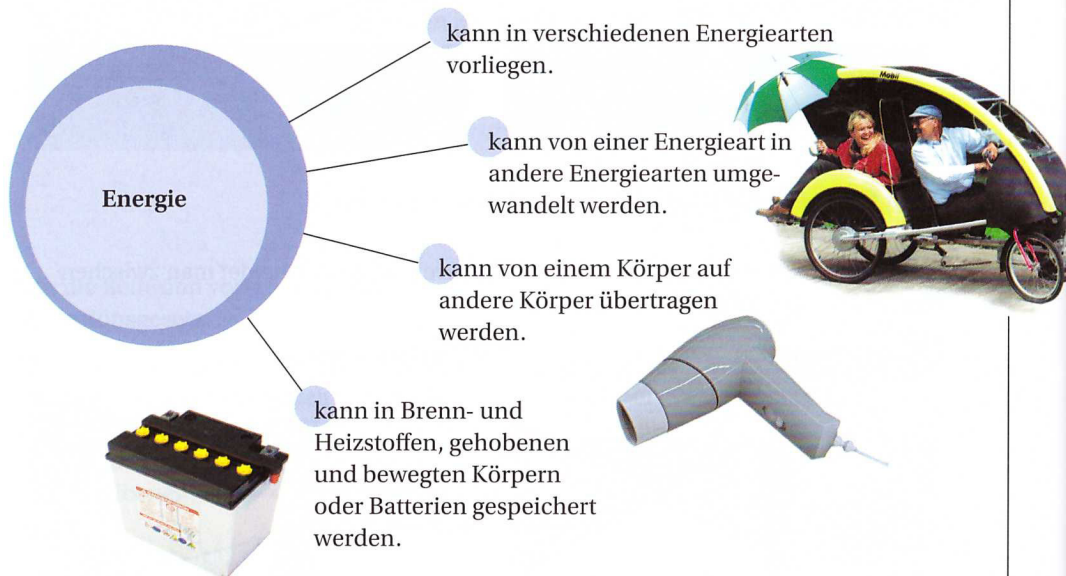


Energie und Energiearten

Energie ist eine physikalische Größe. Mit Energie können Körper bewegt, verformt, erwärmt oder zur Aussendung von Licht gebracht werden.

Formelzeichen: E

Einheit: ein Joule (1 J)



Ganz gleich, in welchen Arten die Energie vorliegt und wie oft sie in andere Arten umgewandelt wird, es gilt stets der **Energieerhaltungssatz**.

In einem abgeschlossenen System ist die Summe aller Energien konstant. Die Gesamtenergie bleibt erhalten. Energie kann weder erzeugt noch vernichtet werden.

$$E_{\text{ges}} = E_1 + E_2 + E_3 + \dots = \text{konstant}$$

Geräten, Anlagen und Lebewesen wird Energie zugeführt. Es erfolgen **Energieumwandlungen**, wobei immer nur ein Teil der zugeführten Energie genutzt wird. Der andere Teil wird an die Umgebung abgegeben und verliert dadurch für uns an Wert. Der Physiker sagt: Die Energie wird entwertet.

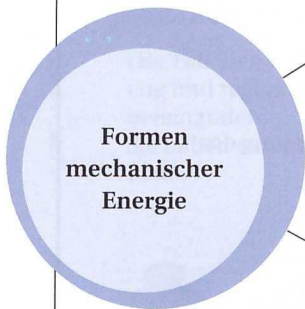
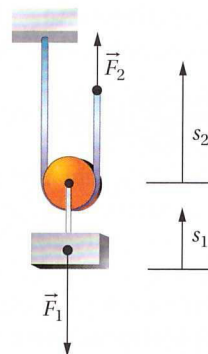
Energieformen in der Mechanik

Für alle **Kraftwandler** (Rollen, Flaschenzüge, Hebel, schiefe Ebenen) gilt die **Goldene Regel der Mechanik**.

Was man an Kraft spart, muss man an Weg zusetzen.

Bei Vernachlässigung der Reibung und der Gewichtskraft loser Rollen gilt:

$$F \sim \frac{1}{s} \quad \text{oder} \quad F_1 \cdot s_1 = F_2 \cdot s_2$$



Höhenenergie E_h , die ein Körper aufgrund seiner Lage hat

Kinetische Energie E_{kin} , die ein Körper aufgrund seiner Bewegung hat

Spannenergie E_{sp} , die ein Körper aufgrund seiner Verformung hat

Höhenenergie E_h

Die Höhenenergie eines Körpers ist umso größer,

- je schwerer der Körper ist und
- je höher er sich über dem Nullniveau befindet.

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

Kinetische Energie E_{kin}

Die kinetische Energie eines Körpers ist umso größer,

- je schneller sich der Körper bewegt und
- je größer seine Masse ist.

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

Spannenergie E_{sp}

Die Spannenergie einer elastischen Feder ist umso größer,

- je stärker die Feder gestaucht oder gedehnt wird und
- je „kräftiger“ die Feder selbst ist.

Für die Einheiten der Energie gilt: $1 \text{ J} = 1 \text{ Nm} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$

Gehen in einem abgeschlossenen System nur mechanische Vorgänge vor sich und ist die Reibung vernachlässigbar, dann gilt:

$$E_h + E_{kin} + E_{sp} = \text{konstant} \quad \text{oder} \quad \Delta E_{\text{mech}} = 0$$

Mechanische Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad

Wird an einem abgeschlossenen System oder von einem solchen System mechanische Arbeit W verrichtet, so verändert sich die Energie E des Systems. Es gilt:

$$W = \Delta E$$

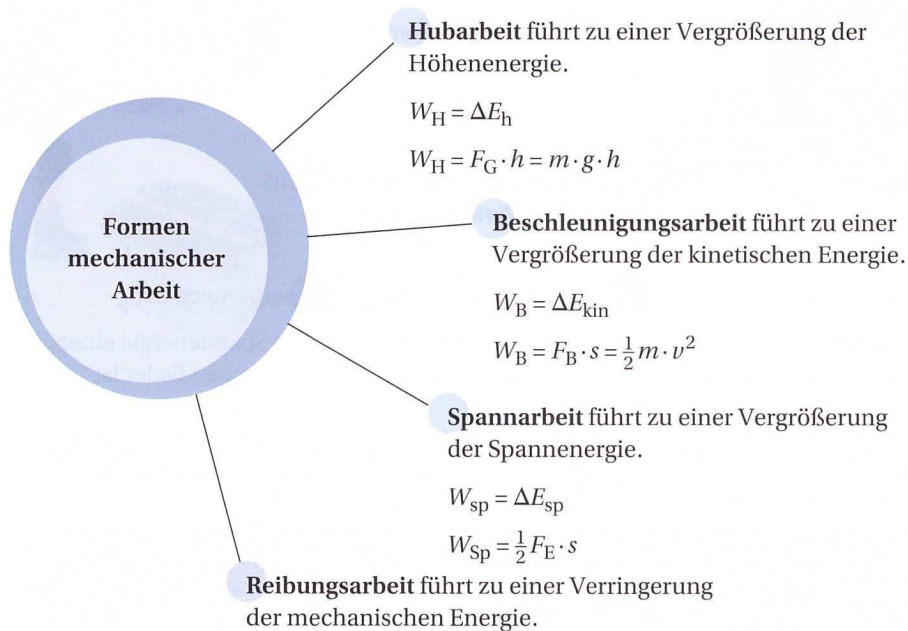
Einheiten für Arbeit und Energie: $1 \text{ J} = 1 \text{ Nm} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$

Die verrichtete Arbeit ist somit ein Maß für die Energie, die einem System zugeführt oder von ihm abgegeben wird.

Unter der Bedingung, dass die Kraft konstant ist und in Richtung des Wegs wirkt, gilt für die mechanische Arbeit:

$$W = F \cdot s$$

F wirkende Kraft
 s zurückgelegter Weg



Die mechanische **Leistung** P gibt an, wie schnell mechanische Arbeit verrichtet wird.

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

Einheiten: $1 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3} = 1 \text{ W}$

Der **Wirkungsgrad** η einer Anordnung gibt an, welcher Anteil der zugeführten Energie E_{zu} in nutzbringende Energie E_{nutz} umgewandelt wird.

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

Aufbau der Materie

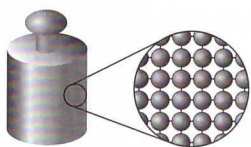
Alle Körper bestehen aus Stoffen. Ihr Aufbau lässt sich mit dem **Teilchenmodell** beschreiben:

- Alle Stoffe bestehen aus Teilchen.
- Die Teilchen der Stoffe befinden sich in ständiger, unregelmäßiger Bewegung.
- Zwischen den Teilchen wirken Kräfte.

Körper können sich in verschiedenen **Aggregatzuständen** befinden. Die Unterschiede zwischen den Aggregatzuständen und die Änderung von Aggregatzuständen lassen sich mit dem **Teilchenmodell** erklären.

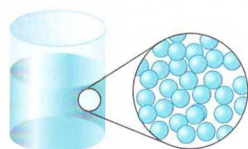
Feste Körper

Die Teilchen liegen sehr eng und regelmäßig beieinander. Sie haben einen festen Platz.



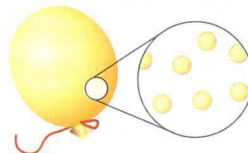
Flüssigkeiten

Die Teilchen liegen dicht beieinander, haben aber keinen festen Platz. Sie sind zwar gegeneinander verschiebbar, aber ihr Abstand bleibt gleich.



Gase

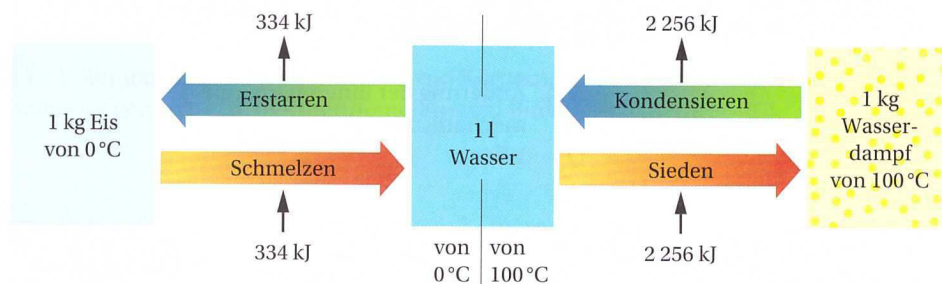
Der Abstand der Teilchen ist größer als bei festen Körpern und Flüssigkeiten. Die Teilchen haben keinen festen Platz.



Die **Temperatur** ist ein Maß für die mittlere kinetische Energie der Teilchen. Die Temperatur, bei der die kinetische Energie der Teilchen null wird, ist die tiefstmögliche Temperatur.

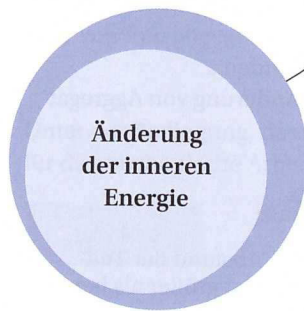
Dieser absolute Temperaturnullpunkt hat den Wert $-273,15\text{ °C} = 0\text{ K}$.

Zufuhr oder Abgabe von Energie kann zu Aggregatzustandsveränderungen führen. Für Wasser gelten folgende Werte[⊕]:



Innere Energie

Alle Körper bestehen aus Stoffen, die Stoffe aus Teilchen. Diese Teilchen besitzen potenzielle und kinetische Energie. Die insgesamt in einem Körper enthaltene Energie wird **innere Energie** genannt. Jede Temperatur- und Aggregatzustandsänderung eines Körpers ist mit der Änderung seiner inneren Energie verbunden.



Mechanische Arbeit W kann zu einer Änderung der inneren Energie E_i eines Körpers führen. Reibungsarbeit bewirkt eine Vergrößerung der inneren Energie E_i . Es gilt:

$$W = \Delta E_i$$

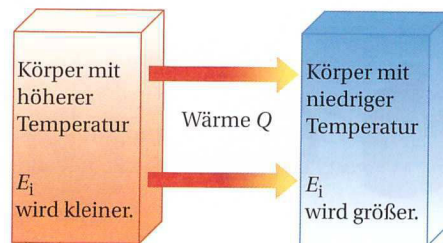
Wird einem Körper **Wärme** Q zugeführt oder von ihm abgegeben, so ändert sich mit der Temperatur seine innere Energie E_i . Es gilt:

$$Q = \Delta E_i$$

Die **Wärme** Q gibt an, wie viel innere Energie von einem Körper höherer Temperatur auf einen Körper niedrigerer Temperatur übertragen wird.

Die Einheiten von Wärme und Energie sind:

$$1 \text{ J} = 1 \text{ Nm} = \frac{1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$$



Wärme kann durch **Wärmeleitung**, **Wärmeströmung** oder **Wärmestrahlung** von einem Körper auf einen anderen übertragen werden.

Der Zusammenhang zwischen innerer Energie, Wärme und Arbeit wird im **1. Hauptsatz der Wärmelehre** erfasst:

Bei einem Körper ist die Änderung der inneren Energie verbunden mit der Zufuhr oder Abgabe von Wärme und dem Verrichten mechanischer Arbeit.

$$\Delta E_i = W + Q$$

ΔE_i Änderung der inneren Energie

W mechanische Arbeit

Q Wärme

Beim Erwärmen oder Abkühlen von Körpern (ohne Aggregatzustandsänderung) gilt die **Grundgleichung der Wärmelehre**:

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

Volumenänderung bei Temperaturänderung

Wenn sich die Temperatur eines Körpers ändert, so ändert sich in der Regel auch das Volumen bzw. die Länge des Körpers.

Temperaturänderung führt zu

Längenänderung fester Körper

Die Längenänderung ist umso größer,
 • je größer die Ausgangslänge l_0 ist und
 • je größer die Temperaturänderung $\Delta\vartheta$ ist.
 Sie ist auch vom Stoff abhängig.

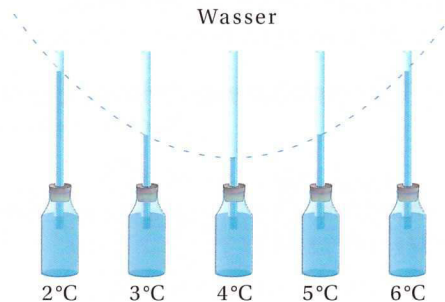
Volumenänderung von Flüssigkeiten.

Bei Flüssigkeiten ist die Volumenänderung umso größer,
 • je größer das Ausgangsvolumen V_0 ist und
 • je größer die Temperaturänderung $\Delta\vartheta$ ist.
 Sie ist auch vom Stoff abhängig.

Alle Gase dehnen sich bei gleichem Ausgangsvolumen und gleicher Temperaturänderung näherungsweise gleich stark aus.
 In abgeschlossenen Gasen erhöht sich bei Temperaturerhöhung der Druck.

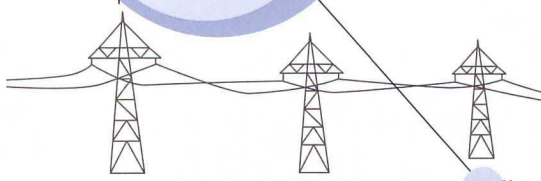
Für fast alle Stoffe gilt:
 Bei Temperaturerhöhung dehnen sie sich aus, bei Temperaturverringering ziehen sie sich zusammen.

Wasser ist im Temperaturbereich zwischen $0\text{ }^\circ\text{C}$ und $4\text{ }^\circ\text{C}$ eine Ausnahme (Anomalie des Wassers). Es hat bei $4\text{ }^\circ\text{C}$ sein kleinstes Volumen.



Die Volumen- bzw. Längenänderung von Körpern bei Temperaturänderung wird teilweise genutzt, z. B. bei Thermometern und Bimetallschaltern.

Die Volumen- bzw. Längenänderung von Körpern ist manchmal unerwünscht und muss beachtet werden, z. B. beim Tanken, bei Brücken oder bei Hochspannungsleitungen.



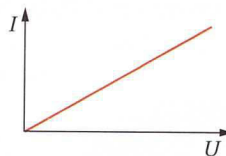
Widerstände in einfachen Stromkreisen

Für metallische Leiter gilt bei $\vartheta = \text{konstant}$ das **ohmsche Gesetz**, das sich in folgenden Formen darstellen lässt:

$$I \sim U$$

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

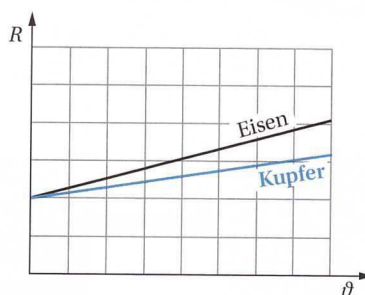
Kennlinie



Der **elektrische Widerstand** eines Bauteils kann berechnet werden mit der Gleichung:

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

Bei den meisten Metallen erhöht sich mit steigender Temperatur ihr elektrischer Widerstand. Eine Ausnahme sind spezielle Legierungen, z. B. Konstantan.

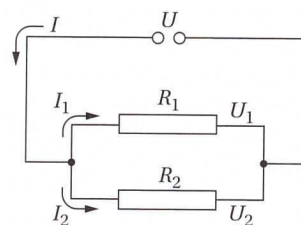
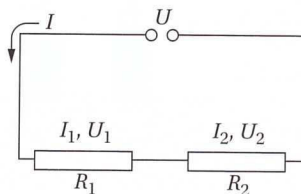


Widerstände können in Stromkreisen in Reihe oder parallel zueinander geschaltet werden.

Art der Schaltung Reihenschaltung
(unverzweigter Stromkreis)

Parallelschaltung
(verzweigter Stromkreis)

Schaltplan



Stromstärke I $I = I_1 = I_2 = \dots$

$I = I_1 + I_2 + \dots$

Spannung U $U = U_1 + U_2 + \dots$

$U = U_1 = U_2 = \dots$

Widerstand R $R = R_1 + R_2 + \dots$

$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$

Elektrische Energie und Leistung

Ladung eines Körpers bzw. eines Teilchens

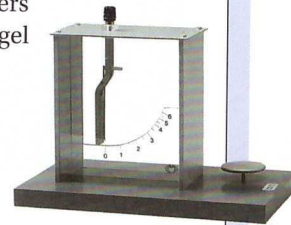
Körper bzw. Teilchen können elektrisch neutral, positiv geladen oder negativ geladen sein.

Die elektrische Ladung Q eines Körpers gibt an, wie groß der Elektronenmangel oder der Elektronenüberschuss ist.

Einheiten: ein Coulomb (1 C)
 $1\text{ C} = 1\text{ As}$

Die Ladung eines Elektrons wird als **Elementarladung** e bezeichnet.

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



Für den Zusammenhang zwischen Ladung Q , Stromstärke I und Zeit t gilt:

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

(für $I = \text{konstant}$)

Die **elektrische Energie** ist die Fähigkeit des elektrischen Stroms, Arbeit zu verrichten, Wärme abzugeben oder Licht auszusenden.

Die **elektrische Leistung** gibt an, wie viel elektrische Energie in jeder Sekunde in andere Energiearten umgewandelt wird.

Die elektrische Energie E

Einheiten: 1 Joule (1 J)
 1 Wattsekunde (1 Ws)
 1 Kilowattstunde (1 kWh)

Möglichkeit der Messung:



Die elektrische Leistung P

Einheiten: 1 Watt (1 W)
 1 Kilowatt (1 kW)
 1 Megawatt (1 MW)

Berechnungsmöglichkeit:

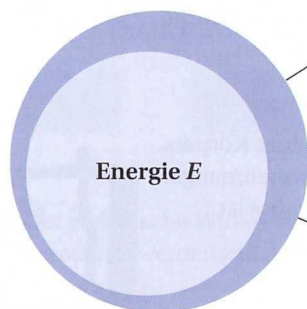
$$P = U \cdot I$$

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

$$E = U \cdot I \cdot t$$

Die genutzte elektrische Energie kann mit einem **Elektrizitätszähler** gemessen werden.

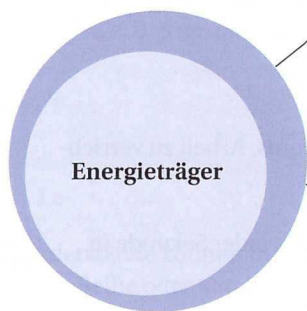
Einblicke in die Energieversorgung



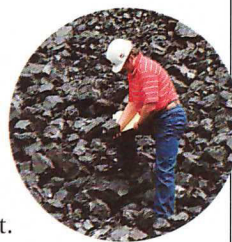
ist eine physikalische Größe. Mit Energie können Körper bewegt, verformt, erwärmt oder zur Aussendung von Licht gebracht werden.

ist für eine moderne Gesellschaft lebenswichtig. Energie muss ständig in ausreichendem Umfang und stabil zur Verfügung stehen.

kann aus verschiedenen Energieträgern gewonnen werden. Für alle dabei auftretenden Energieumwandlungen gilt der Energieerhaltungssatz:
 $E_{\text{gesamt}} = \text{konstant}$



nicht erneuerbare Energieträger
 (Steinkohle, Braunkohle, Erdöl, Erdgas, Uran).
 Die Ressourcen an nicht erneuerbaren Energieträgern sind begrenzt. Ihr Abbau beeinflusst die Umwelt.



erneuerbare Energieträger
 (Wind, Wasser, Sonnenenergie, Biomasse, Biogas, Erdwärme, Gezeiten).
 Die Möglichkeiten ihrer Nutzung hängen von natürlichen Gegebenheiten ab und sind ebenfalls begrenzt.



muss verantwortungsbewusst erfolgen, weil uns nur begrenzte Ressourcen zur Verfügung stehen. Zum sparsamen und rationellen Umgang mit Energie kann jeder Einzelne seinen Beitrag leisten.

ist mit einer Beeinflussung unserer Umwelt verbunden. Der Abbau von Kohle oder der Bau von Windkraftanlagen führt zu einer Veränderung des Landschaftsbildes.

Das Verbrennen von Kohle, Heizöl, Erdgas oder Kraftstoffen ist mit dem Ausstoß von Schadstoffen verbunden, leistet einen Beitrag zur Luftverschmutzung und verstärkt den zusätzlichen Treibhauseffekt.