

ARBEIT UND ENERGIE

Physikalische Größen

Größe	Begriffserläuterung	Formelzeichen	Einheit
Höhe, Strecke, Dehnung/Stauchung	Größe der Ortsänderung in verschiedenen Zusammenhängen	$h, s, \Delta s$	1 m (<i>Meter</i>)
Zeit		t	1 s (<i>Sekunde</i>)
Masse	Ortsunabhängige Eigenschaft eines Körpers	m	1 kg (<i>Kilogramm</i>)
Geschwindigkeit	Verhältnis von zurückgelegter Strecke zur dazu benötigten Zeit (<i>Durchschnittsgeschwindigkeit</i>)	v	$1 \frac{m}{s}$ (<i>Meter pro Sekunde</i>)
Kraft	Statische (Verformung einer Feder) und dynamische (Beschleunigung eines Körpers) Wirkung	F	1 N (<i>Newton</i>)
Energie	Fähigkeit eines Körpers Arbeit zu verrichten	E	$1 \text{ J (Joule)} = 1 \text{ kg} \frac{m}{s^2} = 1 \text{ Nm}$
Federhärte	Verhältnis von Änderung der Länge einer elastischen Feder und dazu benötigter Kraft	D	$1 \frac{N}{m}$ (<i>Newton pro Meter</i>)

Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen

Größen	Formelzusammenhang	In Worten
Gewichtskraft, Höhe der Lage, Energie eines Körpers	$E_H = E_{pot} = F_G \cdot h = m \cdot g \cdot h$	Das Produkt von Gewichtskraft und Höhe der Lage eines Körpers gibt die Größe seiner potentiellen Energie/Höhenenergie/Lagenergie an. <i>(Nulllage ist geeignet wählbar.)</i>
Masse, Geschwindigkeit, Energie eines Körpers	$E_{kin} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$	Das Produkt von Masse und Quadrat der Geschwindigkeit eines Körpers gibt die Größe seiner kinetischen Energie/Bewegungsenergie an.
Federhärte, Ausdehnung, Energieinhalt einer Feder	$E_{Spann} = \frac{1}{2} D \cdot s^2$	Das Produkt von Masse und Quadrat der Ausdehnung einer elastischen Feder gibt die Größe der in ihr gespeicherten Spannenergie an.
Arbeit, Energie	$W = \Delta E$	Die bei einem Körper z. B. durch Kräfte hervorgerufene Energieänderung wird als Arbeit bezeichnet.
Kraft, Weg, Arbeit	$W = F \cdot \Delta s$	Das Produkt von wirkender Kraft und Strecke entlang derer diese Kraft wirkt gibt die hierbei geleistete Arbeit an. (ACHTUNG: <i>Die Kraft muss konstant sein und in Richtung der Streckenänderung wirken.)</i>
Gewichtskraft, Höhenunterschied, Arbeit	$W_{Hub} = m \cdot g \cdot \Delta h$	Das Produkt von Gewichtskraft und Höhen unterschied beim Anheben eines Körpers gibt die Größe der hierbei geleisteten Hubarbeit an. <i>(Nulllage ist geeignet wählbar.)</i>
Masse, Geschwindigkeitsunterschied, Arbeit	$W_B = \frac{1}{2} m \cdot (v_2^2 - v_1^2) = \frac{1}{2} m \cdot \Delta(v^2)$	Das Produkt von Masse und Unterschied des Geschwindigkeits quadrats beim Beschleunigen eines Körpers gibt die Größe der hierbei geleisteten Beschleunigungsarbeit an.
Federhärte, Ausdehnung, Arbeit	$W_{Sp} = \frac{1}{2} D \cdot (s_2^2 - s_1^2) = \frac{1}{2} D \cdot \Delta(s^2)$	Das Produkt von Federhärte und Unterschied des Ausdehnungs quadrats beim Dehnen einer elastischen Feder gibt die Größe der hierbei geleisteten Spannarbeit an.

Weitere wichtige Grundlagen und Phänomene

- Energie kann von einem Körper auf einen anderen übertragen werden und sich von einer Form in eine andere umwandeln. Hierbei wird Arbeit verrichtet
- Mechanische Energieformen
 - potentielle Energie/Höhenenergie/Lageenergie
 - kinetische Energie/Bewegungsenergie
 - Spannenergie
- Zugehörige Arbeitsformen
 - Hubarbeit
 - Beschleunigungsarbeit
 - Spannarbeit
- **Energieerhaltungssatz**

*Ohne Eingriff von außen ändert sich die Gesamtenergie eines abgeschlossenen Systems nicht.
Energie kann im System weder erzeugt noch vernichtet werden.*
- Mechanische Kraftwandler
 - Flaschenzug
 - Schiefe Ebene
- **„Goldene Regel der Mechanik“**

Was man beim Einsatz eines Kraftwandlers an Kraft einspart, muss man an Weg zusätzlich aufwenden und umgekehrt.

LEISTUNG UND WIRKUNGSGRAD

Physikalische Größen

Größe	Begriffserläuterung	Formelzeichen	Einheit
Leistung	Verhältnis von geleisteter Arbeit zur dazu benötigten Zeit	P	1 W (Watt) = 1 $\frac{J}{s}$
Wirkungsgrad	Verhältnis von genutzter zu aufgewendeter Arbeit	η	Einheitenfrei

Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen

Größen	Formelzusammenhang	In Worten
Arbeit, Zeit, Leistung	$P = \frac{W}{t} = \frac{\Delta E}{\Delta t}$	Das Verhältnis von geleisteter Arbeit (überwundenem Energieunterschied) zur dazu benötigten Zeit gibt die Größe der hierbei aufgebrauchten Leistung an.
Genutzte Arbeit, aufgewendete Arbeit	$\eta = \frac{W_{genutzt}}{W_{aufgewandt}} = \frac{E_{Nutz}}{E_{Gesamt}}$	Das Verhältnis von genutzter zu aufgewendeter Arbeit gibt den einheitenfreien Wirkungsgrad η eines Vorgangs an. Dieser ist in der Regel ein Zahlenwert zwischen 0 und 1, der oft in % angegeben wird. Aufgrund von Reibung gilt bei mechanischen Prozessen stets: $\eta < 100\%$

WÄRMELEHRE

Physikalische Größen

Größe	Begriffserläuterung	Formelzeichen	Einheit
Innere Energie	Die innere Energie eines Körpers setzt sich zusammen aus potentieller Energie (wegen der Kräfte zwischen den Teilchen) und kinetischer Energie (wegen der Bewegung der Teilchen) seiner Teilchen.	E_i	1 J (<i>Joule</i>)
Wärme	Wärme stellt eine Form der inneren Energie dar	Q	1 J (<i>Joule</i>)
Temperatur, Temperaturunterschied	Die Temperatur eines Körpers ist ein Maß für die mittlere kinetische Energie seiner Teilchen. Der Nullpunkt der Kelvinskala liegt bei etwa -273°C .	T, $\Delta\vartheta$	1 K (<i>Kelvin</i>)
Temperatur	Beschreibung des Wärmezustands eines Körpers	ϑ	1 $^{\circ}\text{C}$ (<i>Grad Celsius</i>)

Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen

Größen	Formelzusammenhang	In Worten
Masse, Temperaturänderung, Energieänderung	$\Delta E_i = c \cdot m \cdot \Delta\vartheta = c \cdot m \cdot \Delta T$	Das Produkt von spezifischer Wärmekapazität c (materialabhängig), Masse und Temperaturänderung eines Körpers gibt die Größe seiner inneren Energie an. (<i>Grundgleichung der Wärmelehre</i>)
Längenänderung, Temperaturänderung	$\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta\vartheta$	Das Produkt von Ausdehnungskoeffizient α (materialabhängig), Anfangslänge und Temperaturänderung gibt die Längenänderung beim Erwärmen bzw. Abkühlen eines Körpers an.
Volumenänderung, Temperaturänderung	$\Delta V = \alpha \cdot V_0 \cdot \Delta\vartheta$	Das Produkt von Ausdehnungskoeffizient α (materialabhängig), Anfangsvolumen und Temperaturänderung gibt die Volumenänderung beim Erwärmen bzw. Abkühlen eines Körpers an.

Weitere wichtige Grundlagen und Phänomene

- **Teilchenmodell**

- Jeder Körper ist aus kleinsten Teilchen aufgebaut.
- Diese kleinsten Teilchen sind in ständiger ungeordneter Bewegung (*Brownsche Molekularbewegung*).
- Die innere Energie eines Körpers setzt sich zusammen aus potentieller Energie (wegen der Kräfte zwischen den Teilchen) und kinetischer Energie (wegen der Bewegung der Teilchen) seiner Teilchen.
- Je höher die mittlere kinetische Energie der Teilchen des Körpers ist, umso höher ist die Temperatur des Körpers.
- Beim absoluten Temperaturnullpunkt (etwa bei -273°C) wäre die kinetische Energie der Teilchen gleich null. Dies ist der Nullpunkt der Kelvinskala.
- Die meisten Stoffe dehnen sich beim Erwärmen aus und ziehen sich beim Abkühlen zusammen. Eine Ausnahme ist Wasser, das bei 4°C seine größte Dichte (die meiste Masse pro Volumen) besitzt (**Anomalie des Wassers**).
- Materie kann in den Aggregatzuständen fest, flüssig und gasförmig (je nach der Beweglichkeit ihrer Teilchen) vorkommen.
- Zum Schmelzen eines Feststoffes bzw. zum Verdampfen einer Flüssigkeitsmenge muss die Schmelzwärme Q_S bzw. die Verdampfungswärme Q_V zugeführt werden.
- Beim Erstarren bzw. Kondensieren wird die gleiche Energiemenge wieder abgegeben, die beim Schmelzen bzw. Verdampfen zugeführt wurde.
- Beim Schmelzen bzw. Sieden verändert sich die **Temperatur** eines Stoffes nicht.
- Phasenübergängen werden in $\mathcal{A}(t)$ - bzw. $\mathcal{A}(\Delta E)$ -Diagrammen dargestellt.

- **Wärme und Wärmeübertragung**

- Innere Energie E_i kann in Form von Wärme Q zwischen zwei Körpern übertragen werden: $\Delta E_i = Q$
- Nur der Transport von einem Körper höherer Temperatur auf einen Körper mit niedriger Temperatur läuft von alleine ab.
- Wärmeübertragung erfolgt durch **Wärmeleitung**, **Wärmeströmung** und **Wärmestrahlung**

- **Allgemeiner Energieerhaltungssatz**

Die Summe aus Wärme und Arbeit ist gleich der Summe der Änderungen von innerer und mechanischer Energie.

$$Q + W = \Delta E_i + \Delta E_{\text{mech.}}$$

- **Reversibilität natürlicher Vorgänge**

Vorgänge in der Natur laufen irreversibel ab. Dabei wird ein Teil der Energie in innere Energie umgewandelt, die nicht mehr vollständig in mechanische oder elektrische Energie (technisch leicht nutzbare Energieformen) zurückverwandelt werden kann. Man nennt dies **Energieentwertung**. Vollständig umkehrbare Vorgänge heißen **reversibel**, solche kommen in der Natur aufgrund von Reibung höchstens nur näherungsweise vor.

ELEKTRIZITÄTSLEHRE

Physikalische Größen

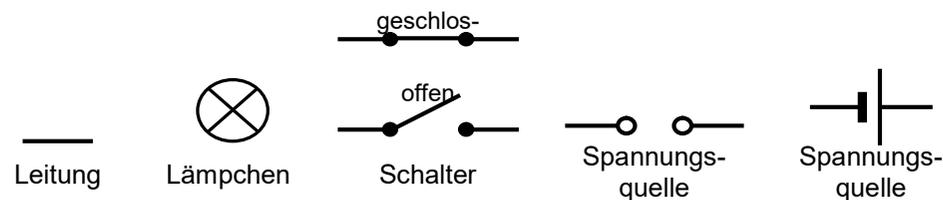
Größe	Begriffserläuterung	Formelzeichen	Einheit
Elektrischer Strom	Menge der pro Zeiteinheit an einer bestimmten Stelle eines Stromkreises vorbei fließenden Ladung	I	1 A (<i>Ampere</i>)
Ladung	Ladungen sind Vielfache der Elementarladung $e = 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. e entspricht der Ladung eines Elektrons (negativ) bzw. eines Protons (positiv).	Q	1 C (<i>Coulomb</i>) = 1 As
Elektrische Spannung	Ursache jedes elektrischen Stromflusses; Spannung gibt die potentielle Energie pro Ladung an	U	1 V (<i>Volt</i>)
Widerstand	Verhältnis der angelegten Spannung zur Stärke des fließenden Stroms	Ω	1 Ω (<i>Ohm</i>)
Energie		E_{el}	1 J (<i>Joule</i>) = 1 VAs
Leistung		P_{el}	1 W (<i>Watt</i>) = 1 VA

Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen

Größen	Formelzusammenhang	In Worten
Ladung, Stromstärke	$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{N \cdot e}{\Delta t}$	Die Stromstärke ist ein Maß für die Ladungsmenge, die pro Zeiteinheit an einer bestimmten Stelle eines Stromkreises vorbei fließt.
Ladung, Energie, Spannung	$U = \frac{E_{pot}}{Q}$	Die elektrische Spannung ist das Verhältnis von potentieller Energie (auf Grund der Ladungen) und der Menge der vorhandenen elektrischen Ladung.
Spannung, Stromstärke, Widerstand	$R = \frac{U}{I}$	Der elektrische Widerstand gibt an, wie hoch die Spannung sein muss, um einen Strom bestimmter Stärke durch einen Stromkreis fließen zu lassen.
Elektrische Energie	$E_{el} = U \cdot I \cdot t$	Wenn bei einer bestimmten Spannung ein Strom einer bestimmten Stärke für eine bestimmte Zeit fließt, wird elektrische Energie transportiert, deren Größe dem Produkt der genannten elektrischen Größen entspricht.
Elektrische Leistung	$P_{el} = U \cdot I$	Wenn bei einer bestimmten Spannung ein Strom einer bestimmten fließt, wird eine elektrische Leistung produziert, deren Größe dem Produkt der genannten elektrischen Größen entspricht.

Weitere wichtige Grundlagen und Phänomene

- Stromfluss bedeutet bewegte elektrische Ladung
- Bei Stromfluss in Metallen bewegen sich frei bewegliche Leitungselektronen vom Minuspol der Stromquelle zum Pluspol.
- Beachte die **technische** Stromrichtung von + nach – (Vereinbarung).
- Schaltbilder von Stromkreisen mit Verbrauchern werden mit Hilfe der bekannten Symbole angefertigt.



- Schaltung von Stromstärke- und Spannungsmessgeräten
- Bei hintereinandergeschalteten Spannungsquellen ist die Gesamtspannung gleich der Summe der Einzelspannungen.

- Der Widerstand eines Stoffes ist in der Regel abhängig von seiner Temperatur.
- Kennlinie elektrischer Leiter werden in $I(U)$ -Diagrammen dargestellt.
- Berechnung des Gesamtwiderstands R zweier Widerstände R_1 und R_2 :

Reihenschaltung: $R_{\text{ges}} = R_1 + R_2$ Parallelschaltung: $\frac{1}{R_{\text{ges}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$