

# Elektrizitätslehre

## Ladung, Stromstärke, Spannung

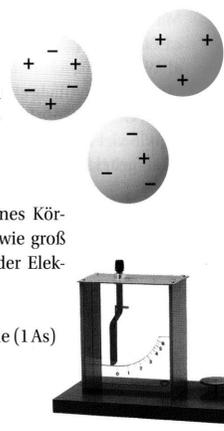
**Ladung eines Körpers bzw. eines Teilchens**

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

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

Einheiten: 1 Coulomb (1 C)  
1 Amperesekunde (1 As)  
1 C = 1 As

Die Ladung eines Elektrons wird als **Elementarladung**  $e$  bezeichnet.  
Es gilt:  
 $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$



## Widerstände in Stromkreisen

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

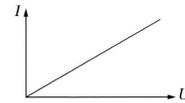
$$I \sim U$$

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

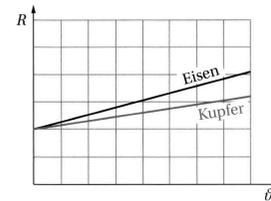
Der **elektrische Widerstand** eines Bauteils kann berechnet werden mit der Gleichung:

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

### Kennlinie



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

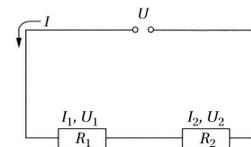


Widerstände können in Stromkreisen in Reihe oder parallel zueinander geschaltet werden.

### Art der Schaltung

#### Reihenschaltung (unverzweigter Stromkreis)

Schaltplan



Stromstärke  $I$

$$I = I_1 = I_2 = \dots$$

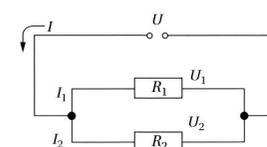
Spannung  $U$

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

Widerstand  $R$

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

#### Parallelschaltung (verzweigter Stromkreis)



$$I = I_1 + I_2 + \dots$$

$$U = U_1 = U_2 = \dots$$

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

## Elektrische Energie und elektrische Leistung

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 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:

$$P = U \cdot I$$

$$\text{Einheiten: } 1 \text{ W} = 1 \text{ V} \cdot 1 \text{ A}$$



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

## Stromstärke $I$

gibt an, wie viel Ladung in der Zeiteinheit durch einen Leiterquerschnitt transportiert wird.

Einheiten: 1 Ampere (1 A)  
1 mA, 1  $\mu$ A  
1 A = 1000 mA  
1 mA = 1000  $\mu$ A

Messgerät: Stromstärkemesser (Amperemeter)

## Spannung $U$

gibt an, wie stark der Antrieb des elektrischen Stroms ist.

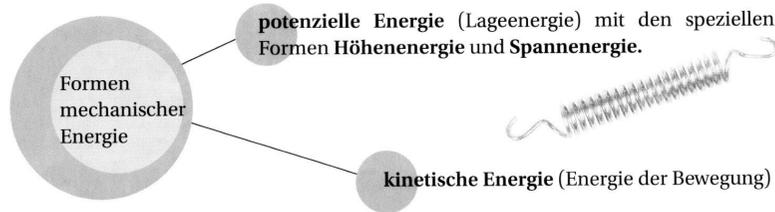
Einheiten: 1 Volt (1 V)  
1 mV, 1 kV  
1 V = 1000 mV  
1 kV = 1000 V

Messgerät: Spannungsmesser (Voltmeter)

Für  $I = \text{konstant}$  gilt:  $I = \frac{Q}{t}$

# Energie

## Energieformen in der Mechanik



### Höhenenergie $E_H$

Die Höhenenergie eines Körpers ist umso größer,

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

$$E_H = m \cdot g \cdot h$$

Eine Verdopplung der Höhe führt zu einer Verdopplung der Höhenenergie.

### Spannenergie $E_{\text{spann}}$

Die Spannenergie einer elastischen Feder ist umso größer,

- je mehr die Feder gestaucht oder gedehnt wird und
- je größer die Federkonstante der Feder ist.

### kinetische Energie $E_{\text{kin}}$

Die kinetische Energie eines Körpers ist umso größer,

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

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

Eine Verdopplung der Geschwindigkeit führt zu einer Vervierfachung der kinetischen Energie.



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

In einem System, in dem nur mechanische Vorgänge ablaufen und die Reibung vernachlässigt werden kann, gilt der **Energieerhaltungssatz** in folgender Form:

In einem abgeschlossenen System ist die mechanische Energie konstant. Es erfolgen nur Umwandlungen von einer in andere Energieformen.

$$E_H + E_{\text{Sp}} + E_{\text{kin}} = \text{konstant} \quad \text{oder} \quad \Delta E_{\text{mech}} = 0$$

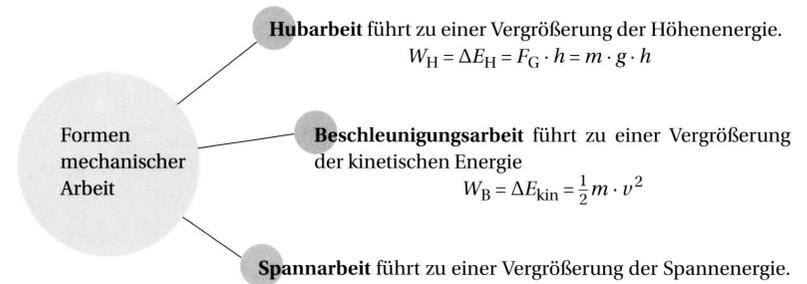
## Energie, mechanische Arbeit und Leistung

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

$$W = \Delta E \quad \text{Einheiten: } 1 \text{ J} = 1 \text{ Nm} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$$

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

$$W = F \cdot s \quad F \text{ wirkende Kraft} \quad s \text{ zurückgelegter Weg}$$



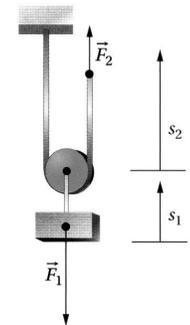
**Hubarbeit** führt zu einer Vergrößerung der Höhenenergie.  
 $W_H = \Delta E_H = F_G \cdot h = m \cdot g \cdot h$

**Beschleunigungsarbeit** führt zu einer Vergrößerung der kinetischen Energie  
 $W_B = \Delta E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$

**Spannarbeit** führt zu einer Vergrößerung der Spannenergie.

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

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**  $\eta$  einer Anordnung gibt an, welcher Anteil der zugeführten Energie in nutzbringende Energie umgewandelt wird.

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