

**I. Mechanik**

**1. Mechanische Energieformen**

Man unterscheidet:

- Potenzielle Energie mit den Energieformen

**Höhenenergie** (Lageenergie)  $E_{pot} = mgh$  und **Spannenergie**  $E_{sp} = \frac{1}{2}Ds^2$

Fallbeschleunigung (Ortsfaktor):  $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$

Einheit:  $[E] = 1 J$  (Joule)

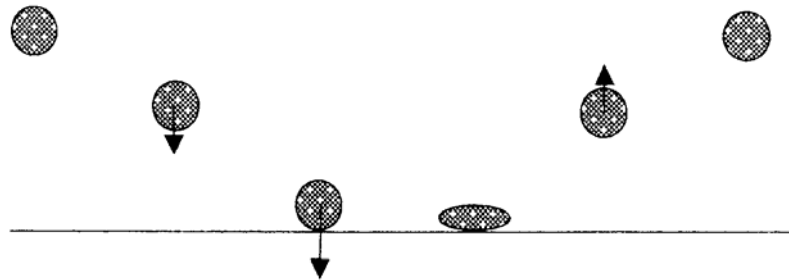
Wichtige Umrechnung:  $1J = 1Nm = 1 \frac{kg \cdot m^2}{s^2}$  bzw.  $1N = 1 \frac{kg \cdot m}{s^2}$

- **kinetische Energie** (Bewegungsenergie)  $E_{kin} = \frac{1}{2}mv^2$

Für die Energieumwandlungen gilt der **Energieerhaltungssatz**:

In einem abgeschlossenen System bleibt die Gesamtenergie konstant ( $E_{vorher} = E_{nachher}$ )  
bzw. die abgegebene Energie ist gleich der zugeführten Energie: ( $E_{ab} = E_{zu}$ ).

**Beispiel:** Energieumwandlungen beim springenden Ball:



$E_{pot}$	am größten	wird kleiner	0	0	wird größer	...
$E_{kin}$	0	wird größer	am größten	0	wird kleiner	0
$E_{sp}$	0	0	0	am größten	0	0

**2. Arbeit**

Wirkt auf einen Körper eine Kraft längs eines Weges, so ändert sich die Energie. Die dadurch bewirkte Energiedifferenz heißt **Arbeit W**.

$W = \Delta E$

Ist die Kraft konstant, so gilt:

Arbeit ist Kraft (in Wegrichtung) mal Weg.

$W = F \cdot s$ , wenn  $\vec{F} \parallel \vec{s}$

Einheit:  $[W] = 1 Nm = 1 J$

### 3. Formen mechanischer Arbeit

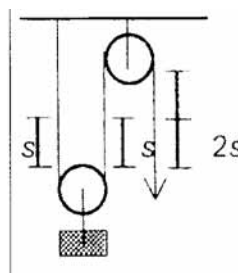
- Hubarbeit	$W_{Hub} = \Delta E_{pot} = mg\Delta h$
- Beschleunigungsarbeit	$W_B = \Delta E_{kin} = \frac{1}{2}m(v_{nach}^2 - v_{vor}^2)$
- Spannarbeit	$W_{Sp} = \Delta E_{Sp} = \frac{1}{2}D(s_{nach}^2 - s_{vor}^2)$
- Reibungsarbeit	$W_{Reib} = F_{Reib} \cdot s$

**Goldene Regel** der Mechanik:

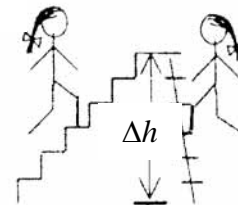
Die Arbeit, also das Produkt aus Kraft (in Wegrichtung) und Weg bleibt stets gleich.

**Beispiele zur „Goldenen Regel“:**

- a) Flaschenzug  
Bei einem Kraftwandler bringt eine  $F_{Zug} = 1/2 F_G$ , Zugweg = 2·Hubweg  
„Was man an Kraft spart, muss man an Weg zusetzen.“



$$W_{Hub} = F_G \cdot \Delta h$$



ig mit sich:

- b) Treppensteigen

Die Hubarbeit ist nur abhängig vom Höhenunterschied  $\Delta h$  und nicht vom zurückgelegten Weg.

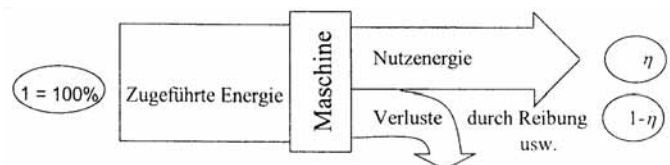
### 4. Leistung und Wirkungsgrad

Leistung ist Arbeit pro Zeit.  $P = \frac{W}{t}$

Einheit: [ P ] =  $1 \frac{J}{s} = 1 \text{ W (Watt)}$

**Wirkungsgrad**

$$\eta = \frac{E_{Nutzen}}{E_{Aufwand}} = \frac{W_N}{W_A} = \frac{P_N}{P_A}$$



Bei realen Maschinen ist  $E_A > E_N$ , also  $\eta < 1$ .

## II. Wärmelehre

### 1. Teilchenmodell und innere Energie

Alle Stoffe bestehen aus Teilchen, die sich in ständiger ungeordneter Bewegung befinden (**Brownsche Bewegung**).

Die **innere Energie** eines Körpers besteht aus der Summe aller kinetischen Energien seiner Teilchen und aus der Summe aller potenziellen Energien, die die Teilchen aufgrund gegenseitiger Anziehung haben.

Das **Volumen** fester, flüssiger und gasförmiger Körper ist temperaturabhängig.

**Anomalie des Wassers**

Wasser hat bei  $4^{\circ}\text{C}$  seine größte Dichte, d.h. es nimmt bei  $4^{\circ}\text{C}$  sein geringstes Volumen ein.

## 2. Temperatur

Je größer die mittlere kinetische Energie der Teilchen eines Körpers ist, desto größer ist seine Temperatur.

### Celsius und Kelvinskala

Tiefste Temperatur :  $0 \text{ K} \hat{=} -273 \text{ }^\circ\text{C}$

Bei 0K ist die mittlere kinetische Energie der Teilchen 0.

## 3. Innere Energie, Aggregatzustände

Eine Zunahme der inneren Energie kann die Temperatur erhöhen oder den Aggregatzustand ändern.

### Aggregatzustände und Umwandlungsenergien

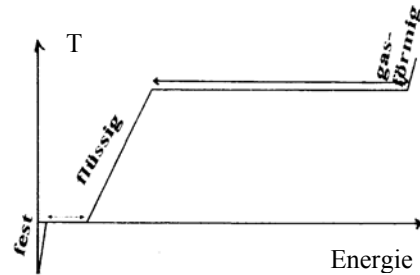
Übergang fest  $\rightarrow$  flüssig: Schmelzen

Übergang flüssig  $\rightarrow$  fest: Erstarren

Übergang flüssig  $\rightarrow$  gasförmig: Verdampfen

Übergang gasförmig  $\rightarrow$  flüssig: Kondensieren

Zum Schmelzen bzw. Verdampfen eines Stoffes ist Schmelz- bzw. Verdampfungsenergie notwendig, beim Erstarren bzw. Kondensieren wird die jeweilige Energie wieder frei.



## 4. Definition der Wärme

Die Wärme  $Q$  gibt an, wie viel innere Energie von einem Körper auf einen anderen übertragen wird.

Es gilt:  $Q = \Delta E_i$ .

## III. Elektrizitätslehre

### 1. Ladung

Körper können positiv ( **Elektronenmangel** ) oder negativ ( **Elektronenüberschuss** ) geladen sein.

Gleichnamige Ladungen stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an.

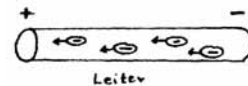
Atome bestehen aus einem positiv geladenem Kern und negativ geladener Elektronenhülle. Der Atomdurchmesser ist von der Größenordnungen  $10^{-10}\text{m}$ .

Der elektrische Strom in metallischen Leitern entsteht durch die Bewegung freier Elektronen.

Der Betrag der Ladung eines Elektrons bzw. eines Protons ist die

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

Die **technische Stromrichtung** ist von + nach -, die Bewegung der Elektronen im Leiter von - nach +.



Einheit der Ladung:  $[Q] = 1\text{C} = 1\text{As}$ .

### 2. Strom, Spannung, Widerstand

Die **Stromstärke**  $I$  gibt an, welche Ladung  $\Delta Q$  in einer bestimmten Zeit  $\Delta t$  durch einen

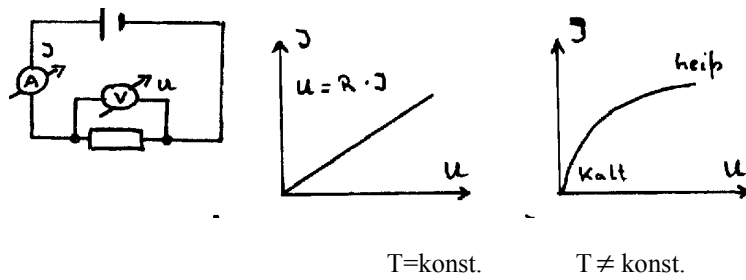
Leiterquerschnitt transportiert wird:  $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ .

Definition des **Widerstandes**  $R$ :  $R = \frac{U}{I}$

**Gesetz von Ohm:**  $U \sim I$  in Metallen bei konstanter Temperatur  $T$ .

Amperemeter werden in Reihe, Voltmeter parallel geschaltet.

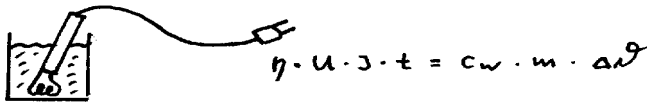
**Beispiel:** U-I-Kennlinien von Leitern



**3. Elektrische Arbeit und Leistung**

$W = U \cdot I \cdot t$  und  $P = U \cdot I$  mit  $[W] = 1 \text{ J} = 1 \text{ Ws}$ ;  $1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$ ;

**Beispiel:** Bestimmung des Wirkungsgrads  $\eta$  bei Erhitzen von Wasser.  
Gemessen wird U, I (bzw. P), die Masse des Wassers und die Temperaturänderung.  $\eta$  ergibt sich dann aus der untenstehenden Gleichung



**4. Elektrische Schaltungen**

Reihenschaltung	Parallelschaltung
$U = U_1 + U_2$ und $I = I_1 = I_2$ , $R_{\text{ers}} = R_1 + R_2$	$U_1 = U_2$ ; $I = I_1 + I_2$ ; $\frac{1}{R_{\text{ers}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

**IV. Häufig verwendete Vorsilben von Einheiten**

Name	Symbol	Beispiel	Name	Symbol	Beispiel
Nano	n	1nm = 10 <sup>-9</sup> m	Hekto	h	1hPa = 10 <sup>2</sup> Pa
Mikro	μ	1μm = 10 <sup>-6</sup> m	Kilo	k	1kN = 10 <sup>3</sup> N
Milli	m	1mg = 10 <sup>-3</sup> g	Mega	M	1MW = 10 <sup>6</sup> W
Dezi	d	1dm = 10 <sup>-1</sup> m			