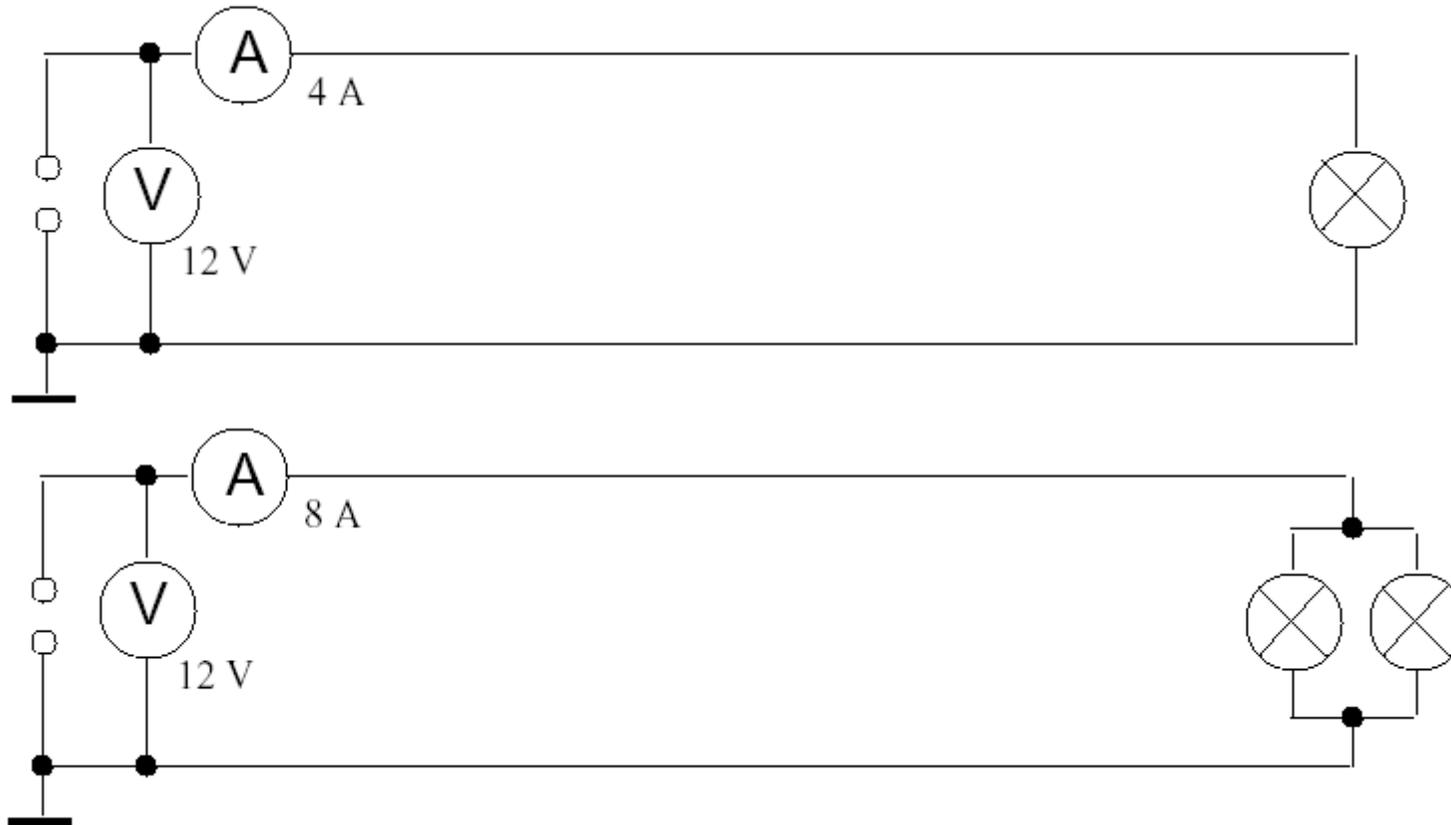


Energie und elektrische Ladung, Entropie, Impuls

Vorbemerkungen

- Energiestromstärke $P = \frac{E}{t}$ $W = \frac{J}{s}$

$P - I$ - Zusammenhang

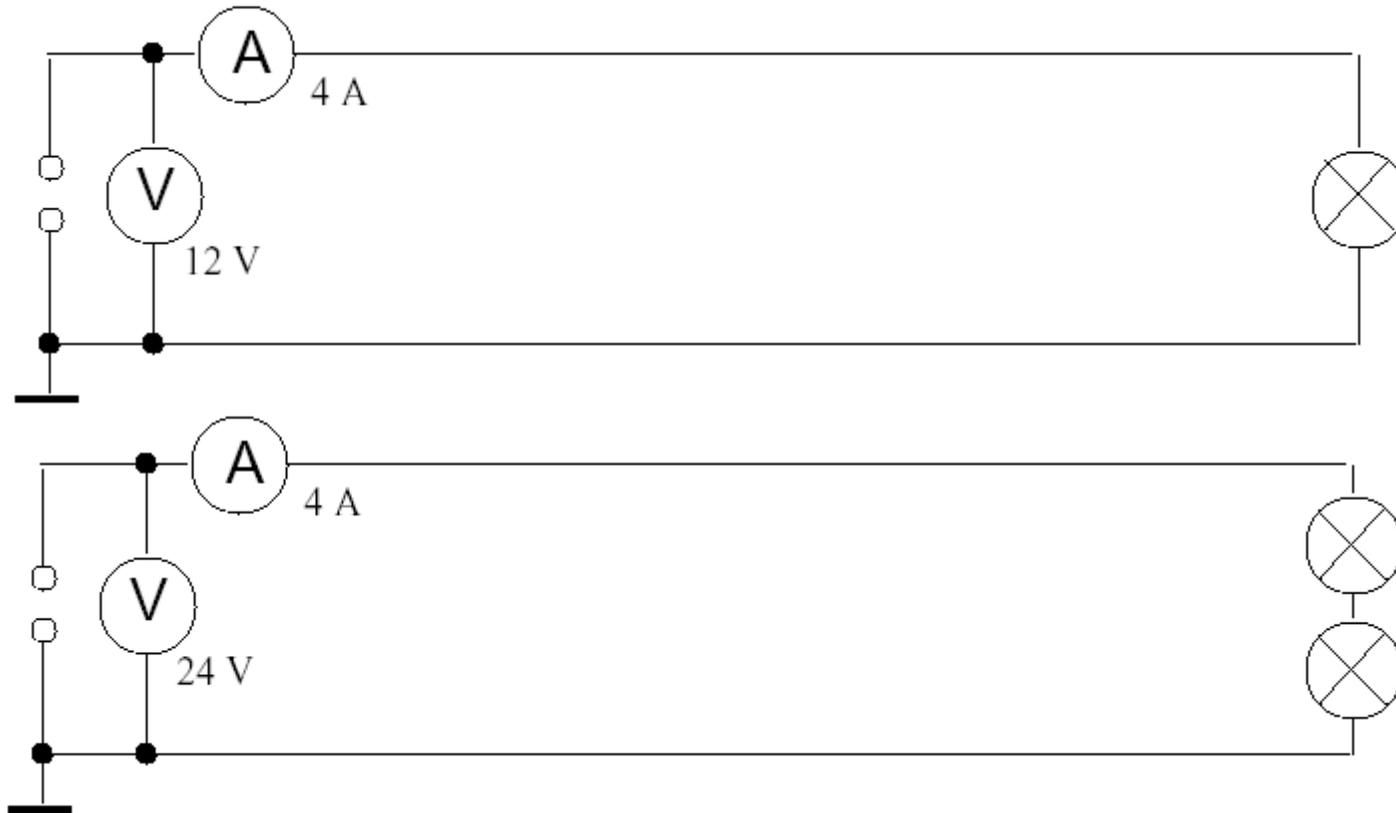


$$P \sim I$$

$$U = const.$$

Karlsruhe Juli 2007

$P - U -$ Zusammenhang



$$P \sim U$$

$$I = \text{const.}$$

Karlsruhe Juli 2007

Energie und elektrische Ladung

Energie und Entropie

Energie und Impuls

$P - U - I$ - Zusammenhang

$$P \sim I$$

$$U = \text{const.}$$

$$P \sim U$$

$$I = \text{const.}$$

$$P \sim U \cdot I$$

$$P = k \cdot U \cdot I$$

$$P = U \cdot I$$

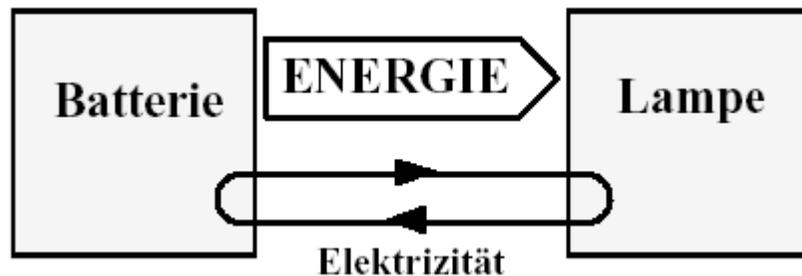
Überträgt man Energie mit dem Energieträger Elektrizität, so ist die Energiestromstärke proportional zur Stärke des elektrischen Stroms in den Leitungen und zur Spannung zwischen den Leitungen.

Energie und elektrische Ladung

Energie und Entropie

Energie und Impuls

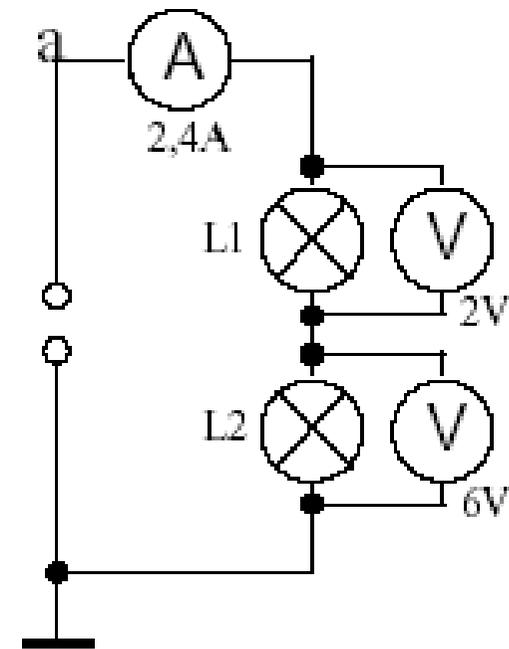
Die Rolle der Potenzialdifferenz $U = \varphi_2 - \varphi_1$



Die Potenzialdifferenz (Spannung) zwischen den beiden Leitungen gibt an, wie stark der Elektrizitätsstrom mit Energie beladen ist.

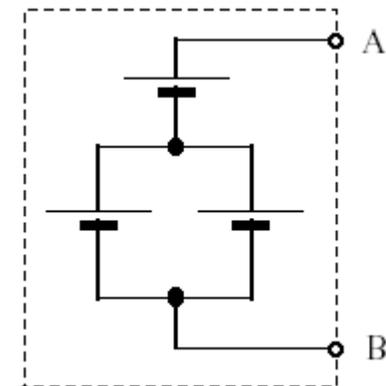
Schülerübungen 1

1. Eine Autoscheinwerferlampe ist an die 12V-Batterie des Autos angeschlossen. Es fließt ein elektrischer Strom von 3,75 A. Wie stark ist der Energiestrom, der von der Batterie zur Lampe fließt?
2. Auf einer Autoblinkerlampe steht "12 V/21 W". Wie stark ist der elektrische Strom, wenn die Lampe leuchtet?
3. Abb. rechts zeigt zwei Lampen, die an ein Netzgerät angeschlossen sind. Berechne aus den Werten, die die drei Messinstrumente anzeigen.
 - (a) die Stärke des Energiestroms, der aus der Energiequelle herauskommt;
 - (b) die Stärke des Energiestroms, der zu Lampe L1 fließt;
 - (c) die Stärke des Energiestroms, der zu Lampe L2 fließt.



Schülerübungen 2

4. Zwei parallel geschaltete Motoren werden von einer 12V-Batterie versorgt. Durch Motor 1 fließt ein elektrischer Strom von 2 A, durch Motor 2 fließt ein Strom von 3 A.
- (a) Wieviel Energie gibt die Batterie pro Sekunde ab?
(b) Wie stark ist der Energiestrom, der in Motor 1 hineinfließt, und wie stark ist der, der in Motor 2 hineinfließt?
5. Eine 12V-Batterie und eine 9V-Batterie werden hintereinander geschaltet. Ein Elektromotor wird angeschlossen. Es fließt ein elektrischer Strom von 1,5 A. Wie stark ist der Energiestrom, der zum Motor fließt? Wie viel J gibt die 12V-Batterie pro Sekunde ab, wie viel die 9V-Batterie?
6. Drei Monozellen sind so zu einer Energiequelle zusammengebaut, wie es Abb. rechts zeigt. Welche Spannung liegt zwischen A und B? Mit den Anschlüssen A und B ist ein Energieverbraucher verbunden. Es fließt ein elektrischer Strom von 10 mA. Welche der drei Zellen wird zuerst leer? Wie viel Joule gibt die Quelle pro Sekunde ab? Wie viel geben die drei Monozellen einzeln pro Sekunde ab?

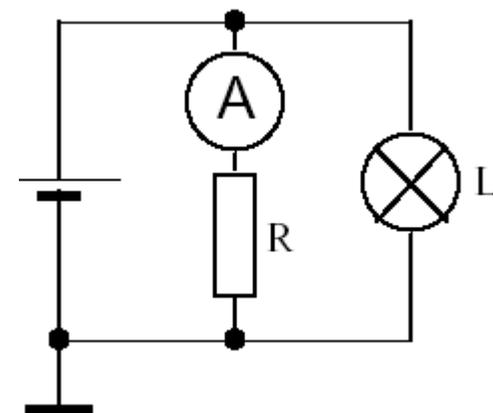


Schülerübungen 3

7. Ein Transistorradio hat als Energiequelle drei hintereinandergeschaltete Monozellen. Wenn das Radio läuft, fließt im Durchschnitt ein elektrischer Strom von 60 mA. Jede Monozelle hat einen Energieinhalt von 20 kJ.
- (a) Wie stark ist der Energiestrom, der aus den Batterien fließt?
- (b) Wie lange läuft das Radio mit einem Satz Batterien?
8. Stelle den Energieverbrauch der verschiedensten elektrischen Geräte in Eurem Haus in einer Liste zusammen. Bei welchen Geräten ist das Energiesparen besonders lohnend?
9. An ein 80V-Netzgerät ist ein 2kW-Widerstand angeschlossen. Wie stark ist der elektrische Strom, der durch den Widerstand fließt? Wie stark ist der Energiestrom, der zum Widerstand fließt?

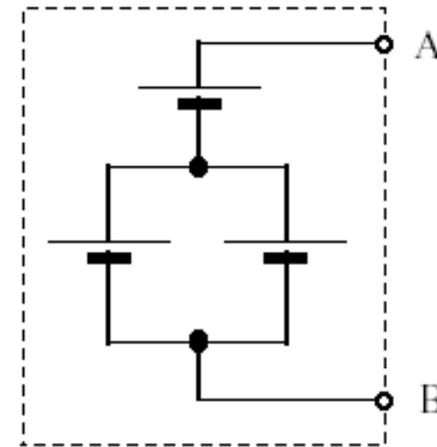
10. Der Widerstand R in Abb. 17.5 hat einen Wert von 2 W. Das Amperemeter zeigt 10 A an. In das Lämpchen L fließt ein Energiestrom von 100 W.

- (a) Wie groß ist die von der Batterie erzeugte Spannung?
- (b) Wie stark ist der elektrische Strom, der durch das Lämpchen fließt?
- (c) Wie stark ist der elektrische Strom, der durch die Batterie fließt?



Übungsaufgabe

Drei Monozellen sind so zu einer Energiequelle zusammengebaut, wie es Abb. rechts zeigt. Welche Spannung liegt zwischen A und B? Mit den Anschlüssen A und B ist ein Energieverbraucher verbunden. Es fließt ein elektrischer Strom von 10 mA. Welche der drei Zellen wird zuerst leer? Wie viel Joule gibt die Quelle pro Sekunde ab? Wie viel geben die drei Monozellen einzeln pro Sekunde ab?



$$U_{AB} = 3 \text{ V}$$

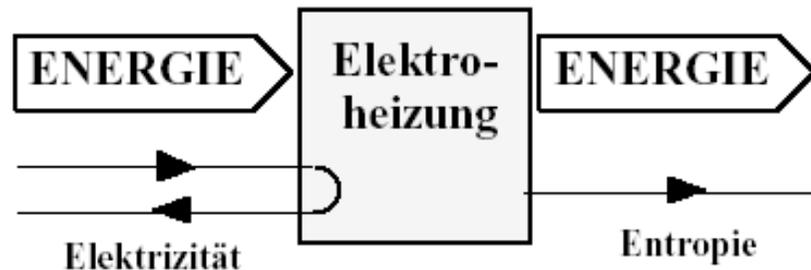
Die obere Zelle wird doppelt so schnell leer wie die beiden unteren.

Gesamte Quelle: $P = 3 \text{ V} \times 10 \text{ mA} = 30 \text{ mW}$

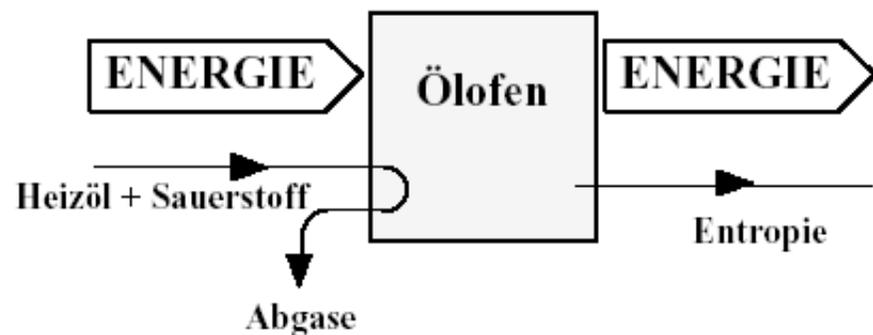
Obere Monozelle: $P = 1,5 \text{ V} \times 10 \text{ mA} = 15 \text{ mW}$

Jede der beiden unteren Monozellen: $P = 1,5 \text{ V} \times 5 \text{ mA} = 7,5 \text{ mW}$

Elektroheizung - Ölheizung



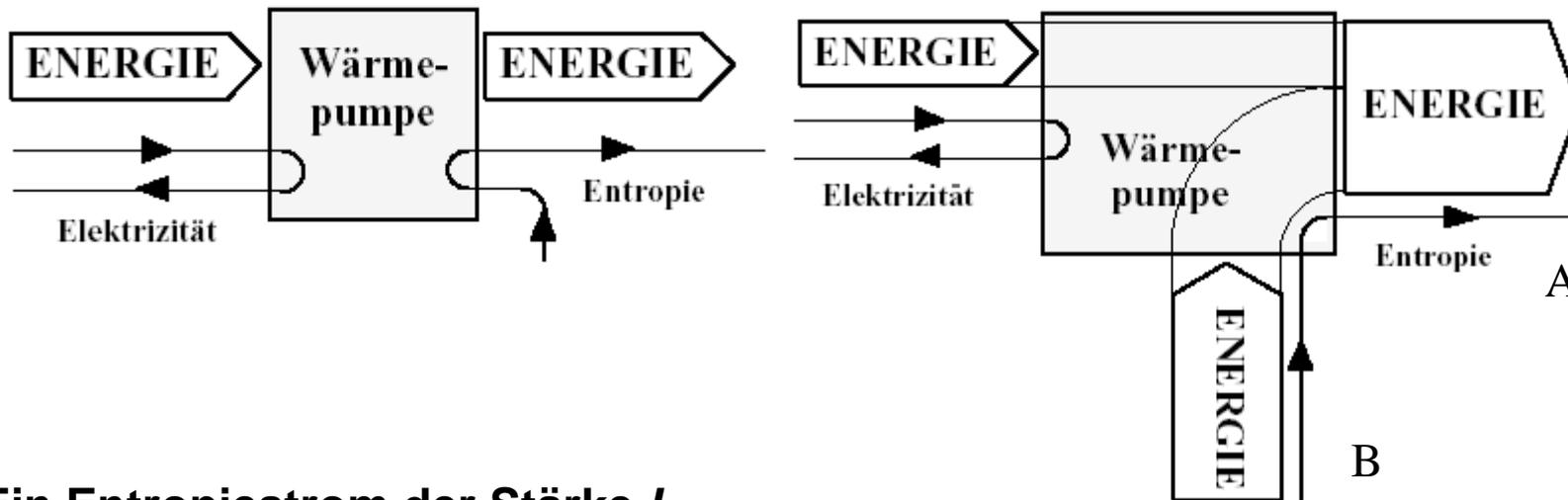
In der Elektroheizung wird die Energie auf neu erzeugte Entropie umgeladen.



Beim Abladen der Energie verwandeln sich Heizöl und Sauerstoff in Abgase. Die Energie verlässt den Ofen mit der bei der Verbrennung erzeugten Entropie.

$$P \sim I_S$$

Wärmepumpe



Ein Entropiestrom der Stärke I_S trägt einen Energiestrom der Stärke $T \cdot I_S$.

Die (absolute) Temperatur gibt an, wie stark ein Entropiestrom mit Energie beladen ist.

$$\left. \begin{aligned} P_B &= T_B \cdot I_S \\ P_A &= T_A \cdot I_S \end{aligned} \right\} P = (T_A - T_B) I_S$$

Erstes Résumé

$$P = (T_A - T_B) I_S$$

$$P = (\varphi_A - \varphi_B) I_Q$$

Antriebsgröße = Beladungsgröße

Warum geht $P = T I_S$?

Und warum geht $P = \varphi I_Q$ nicht?

Übungsaufgabe (Beispiel)

- (a) Ein Haus wird mit einer Wärmepumpe geheizt. Die Außentemperatur beträgt 0 °C , die Temperatur im Haus 25 °C . Die Wärmepumpe fördert 30 Ct/s . Wie hoch ist ihr Energieverbrauch?
- (b) Dasselbe Haus wird mit einer gewöhnlichen Elektroheizung geheizt, d. h. die 30 Ct/s werden nicht von draußen hineingepumpt, sondern im Haus erzeugt. Wie hoch ist der Energieverbrauch?

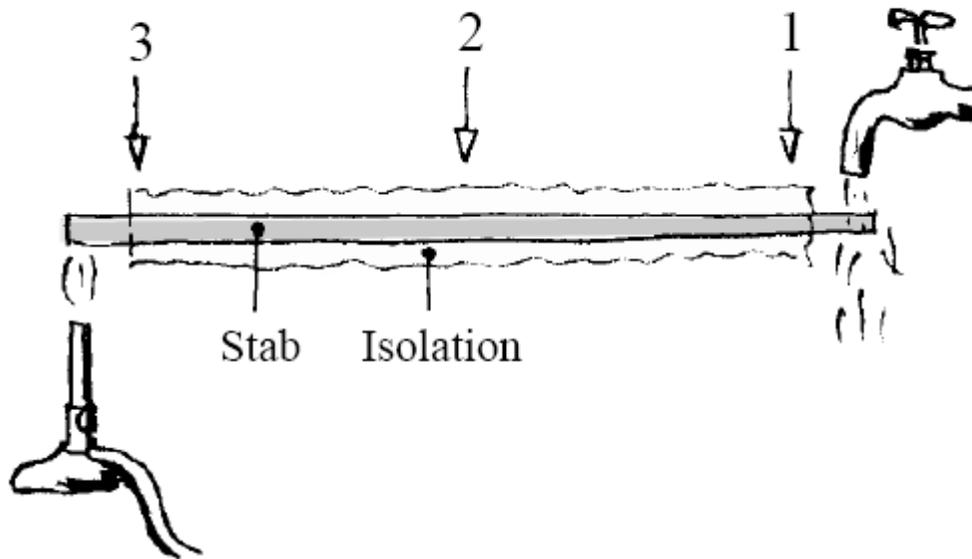
(a) $P = (T_A - T_B) \cdot I_S = 25\text{ K} \cdot 30\text{ Ct/s} = 750\text{ W}$

(b) $P = T \cdot I_S = 298\text{ K} \cdot 30\text{ Ct/s} = 8940\text{ W}$

Strömende Entropie

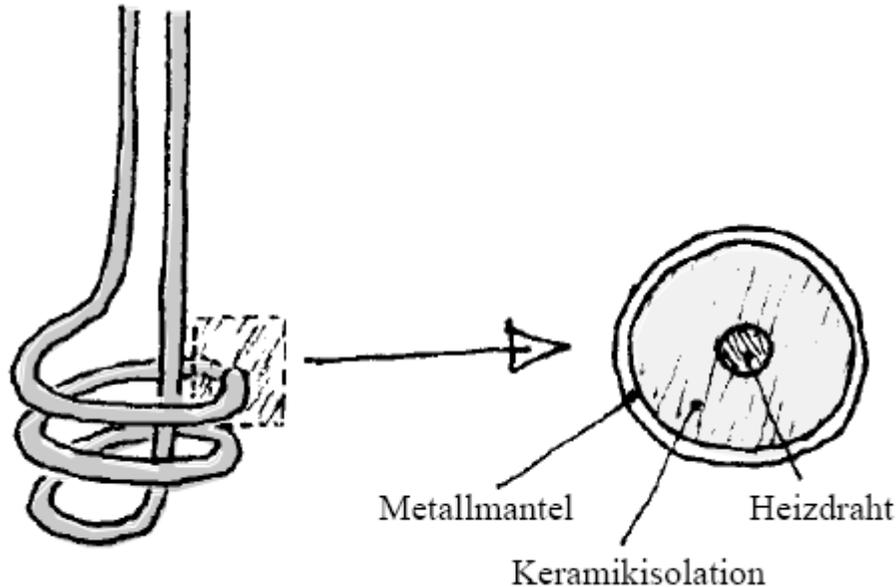
$$P = T_3 \cdot I_{S,3} = P = T_1 \cdot I_{S,1} \quad T_3 > T_1$$

$$S_3 < S_1$$



Fließt Entropie durch einen Wärmewiderstand, so wird zusätzlich Entropie erzeugt.

Beispiel: Der Heizdraht eines 700W-Tauchsieders



$$T_{\text{Heizdraht}} = 1\,000\text{ K } (727\text{ °C})$$

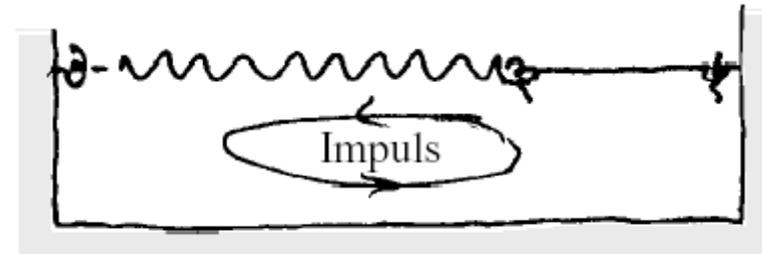
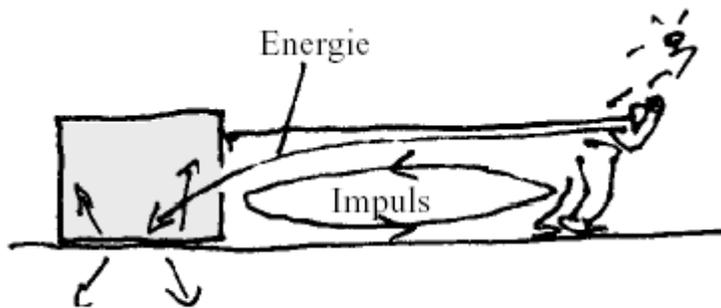
$$I_{\text{S, aus dem Heizdraht}} = P/T \\ = 700\text{W}/1000\text{K} = 0,7\text{ Ct/s}$$

$$T_{\text{Oberfläche hat der Tauchsieder}} = 350\text{ K } (77\text{ °C})$$

$$I_{\text{S, aus der Außenwand}} = P/T \\ = 700\text{W}/350\text{K} = 2\text{ Ct/s}$$

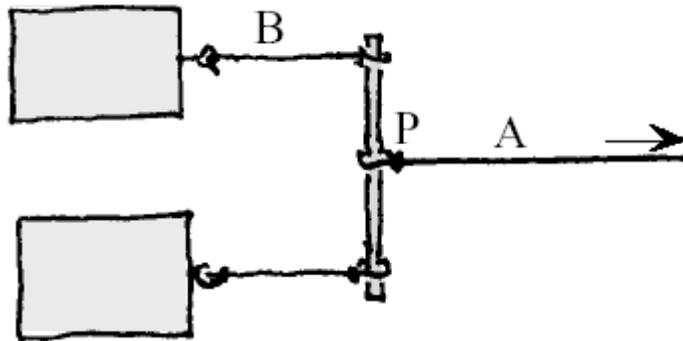
$$I_{\text{Serz1}} = (2 - 0,7)\text{Ct/s} = 1,3\text{ Ct/s}$$

Wann fließt mit Impuls Energie?



Die Stärke des Energiestroms P durch ein Seil hängt ab

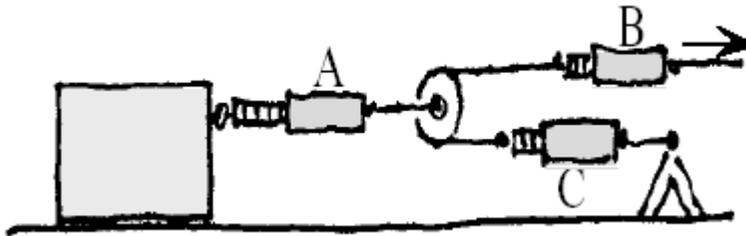
- von der Stärke F des Impulsstroms im Seil
- von der Geschwindigkeit v des Seils.

Der $P - F$ - Zusammenhang

$$P_B = \frac{1}{2} P_A$$

$$P \sim F$$

$$v = \text{const.}$$

Der $P - v$ - Zusammenhang

$$P_C = 0$$

$$P_B = P_A$$

$$\left. \begin{aligned} v_B &= 2v_A \\ F_B &= \frac{1}{2}F_A \end{aligned} \right\}$$

$$P \sim v$$

$$F = \text{const.}$$

Der $P - v - F$ - Zusammenhang

$$\left. \begin{array}{l} P \sim F \quad v = \text{const.} \\ P \sim v \quad F = \text{const.} \end{array} \right\}$$

$$P \sim v \cdot F$$

$$P = k \cdot v \cdot F$$

$$P = v \cdot F$$

Überträgt man Energie mit dem Energieträger Impuls, so ist die Energiestromstärke proportional zur Impulsstromstärke und zur Geschwindigkeit, mit der sich die Leitung bewegt.

Energie und
elektrische Ladung

Energie und
Entropie

**Energie und
Impuls**

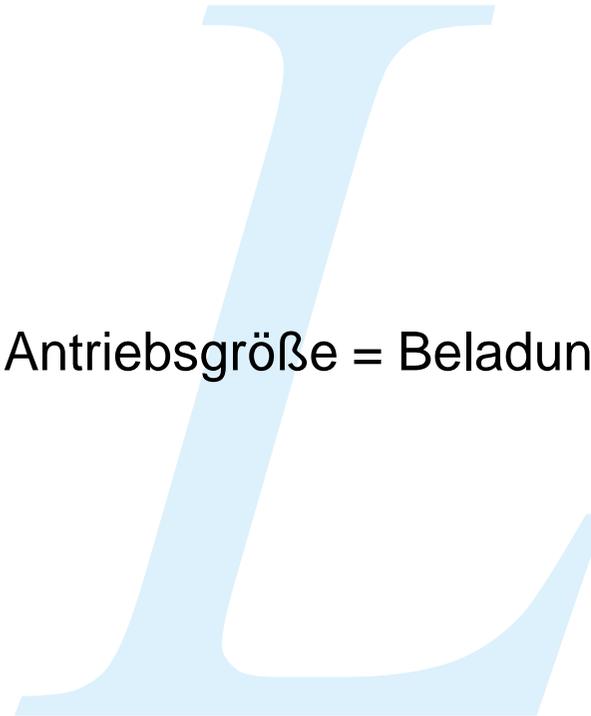
Nächstes Résumé

$$P = (T_A - T_B) I_S$$

$$P = (\varphi_A - \varphi_B) I_Q$$

$$P = (v_A - v_B) I_p$$

Antriebsgröße = Beladungsgröße



Energie und
elektrische Ladung

Energie und
Entropie

**Energie und
Impuls**

Arbeit?

$$P = v \cdot F$$

$$\frac{E}{t} = \frac{s}{t} \cdot F$$

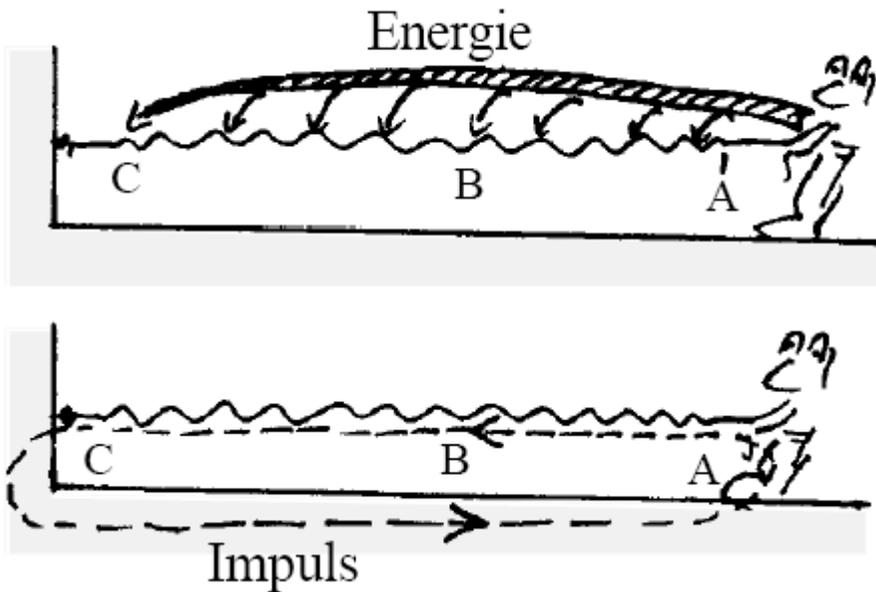
$$E = F \cdot s$$

$$P = U \cdot I$$

$$\frac{E}{t} = U \cdot \frac{Q}{t}$$

$$E = Q \cdot U$$

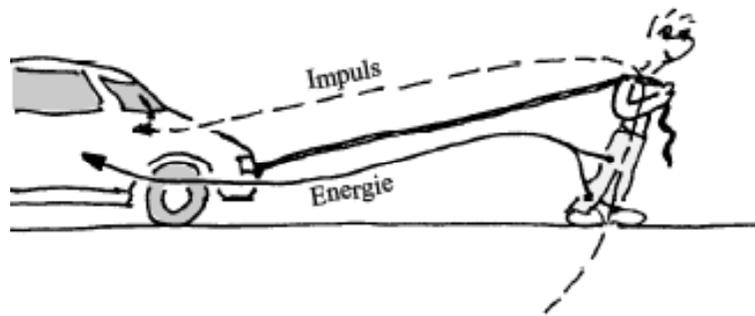
Energiespeicher:



Eine Feder ist ein Energiespeicher.

Je stärker die Feder verlängert bzw. verkürzt worden ist, desto mehr Energie enthält sie.

Energiespeicher:



Ein bewegter Körper enthält Energie.

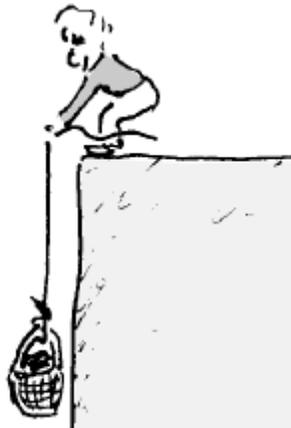
Je größer seine Geschwindigkeit ist, desto mehr Energie enthält er.

Energie und
elektrische Ladung

Energie und
Entropie

**Energie und
Impuls**

Energiespeicher:



Das Schwerfeld ist ein Energiespeicher.

Je höher man einen Gegenstand hebt, und je schwerer der Gegenstand ist, desto mehr Energie steckt man ins Schwerfeld.

Energie und elektrische Ladung

Energie und Entropie

Energie und Impuls

Unterscheidung Impuls Energie



Bildquelle: <http://rhein-zeitung.de>

Beim Bremsen gibt das Auto Energie und Impuls ab.

- Impuls geht ohne Energie in die Erde.
- Energie wird benutzt um Entropie zu erzeugen. Mit dieser Entropie geht die Energie an die Umgebung