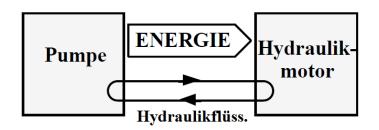
Hans M. Strauch

Elektrische Ladung

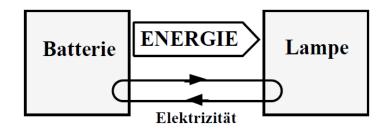
Themenfeld 6: Spannung und Induktion

Hydraulikstromkreis als Energieträger



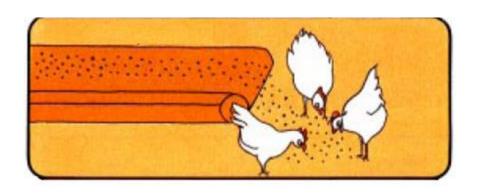


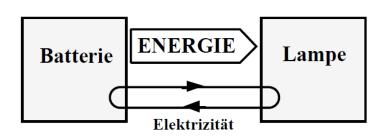
Hydraulik	E-Lehre
Wassermenge	Q
Wasserstromstärke	I_V
Druck	φ





Geschlossener Stromkreis als Energieträger





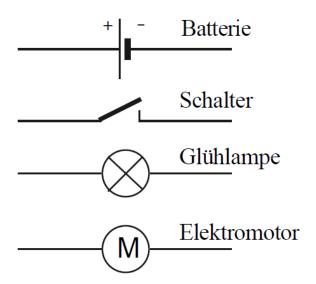
Der Energieträger bildet einen geschlossenen Kreislauf.

Nur auf dem Weg von der Quelle zum Empfänger hat der Träger Energie dabei.

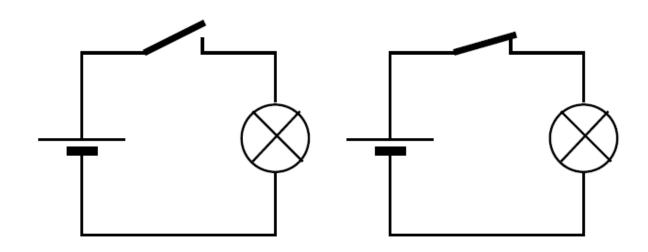
Auf dem Rückweg fließt der Energieträger ohne Energie.



Der elektrische Stromkreis

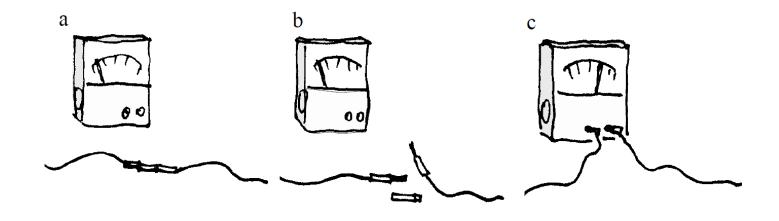


Mit Hilfe von Symbolen für elektrische Bauteile kann man reale Bilder durch symbolische Darstellungen elektrischer Stromkreise ersetzen kommt.

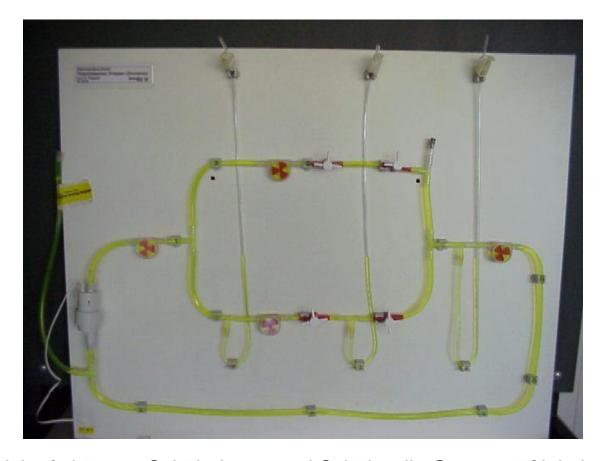


Die elektrische Stromstärke

Name d. Größe	Abkürzung	Einheit	Abkürzung
El. Ladung	Q	Coulomb	C
El. Stromstärke	I	Ampere	A



Wasserkreislauf

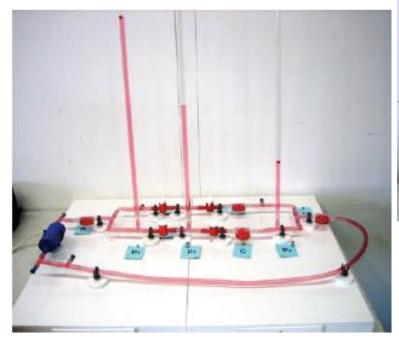


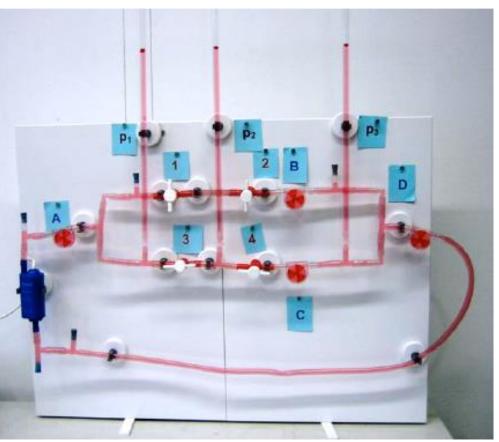
Anhand eines Wasserkreislaufs können Schülerinnen und Schüler die Gesetzmäßigkeiten eines el. Stromkreises besser verstehen:

Der Kreislauf reagiert immer als Ganzes (Wie eine Fahrradkette, die in Bewegung gesetzt wird).

Wird ein Parallelstrang hinzugenommen, erhöht sich die Stromstärke Wie durch eine Parallelstraße die Autostromstärke erhöht wird).

Wasserkreislauf

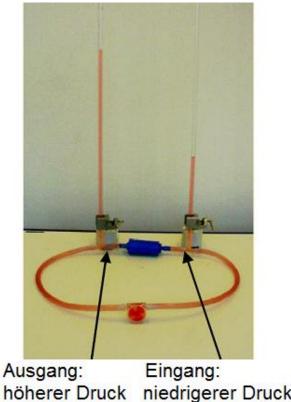




Es gibt einen entsprechenden Wasserstromkreis bei Conatex zu kaufen.

Er kann auch horizontal betrieben werden..

Eine **Wasserpumpe** erzeugt eine Druckdifferenz. An ihrem Ausgang ist der Druck höher als an ihrem **Eingang**.



höherer Druck niedrigerer Druck



Eine **Elektrizitätspumpe** (Batterie, Dynamo, etc.) erzeugt eine Potenzialdifferenz . An ihrem Ausgang ist das elektrisches Potenzial höher als an ihrem Eingang.

Eingang: niedrigeres Potenzial

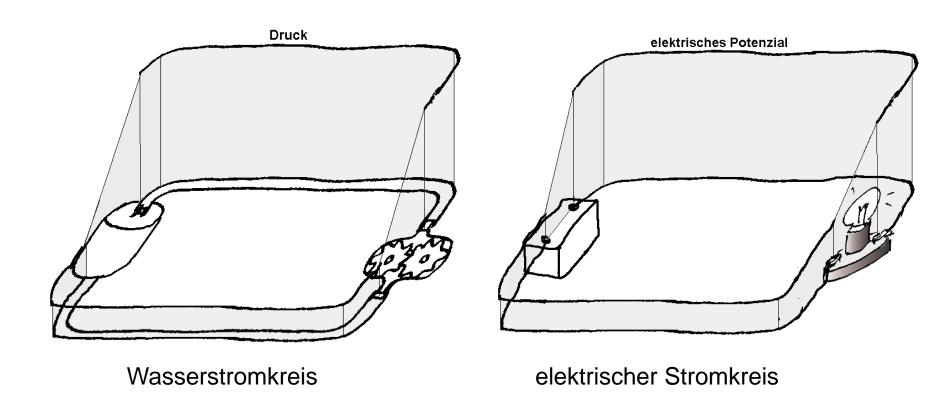
Name d. Größe	Abkürzung	Einheit	Abkürzung
El. Ladung	Q	Coulomb	C
El. Stromstärke	I	Ampere	A
El. Potenzial	φ	Volt	V

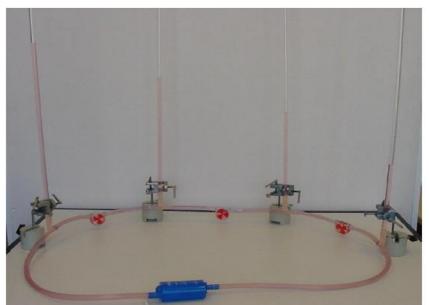
Ein elektrischer Potenzialunterschied ist ein Antrieb für einen elektrischen Strom.

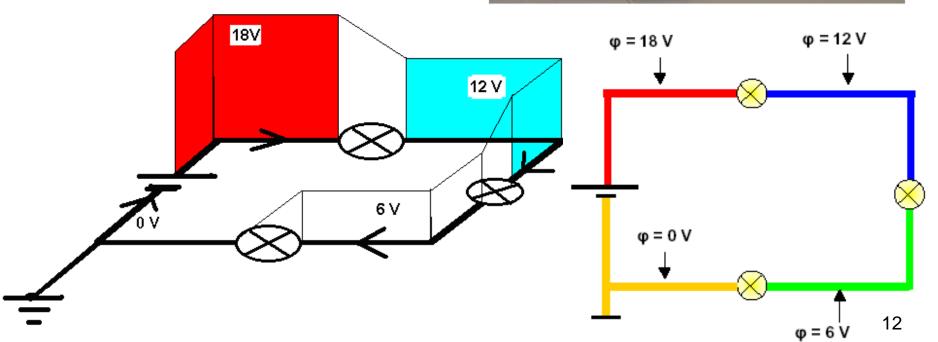
Außerhalb einer Elektrizitätspumpe fließt Elektrizität (el. Ladung) von selbst von Stellen **höheren** zu Stellen **niedrigeren** elektrischen Potenzials.

Innerhalb einer Elektrizitätspumpe befördert diese Elektrizität (el. Ladung) von Stellen niedrigeren zu Stellen höheren elektrischen Potenzials.

Höhenmodell für Druck und el. Potenzial



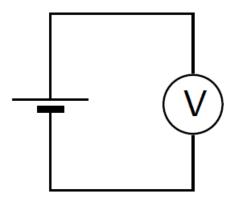




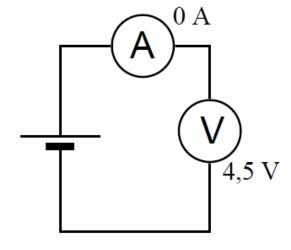
Elektrische Spannung

Die Potenzialdifferenz nennt man Spannung. U = ϕ_1 – ϕ_2

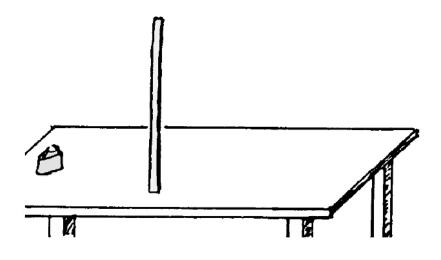




Name d. Größe	Abkürzung	Einheit	Abkürzung
El. Ladung	Q	Coulomb	C
El. Stromstärke	I	Ampere	A
El. Potenzial	φ	Volt	V
El. Spannung	U	Volt	V



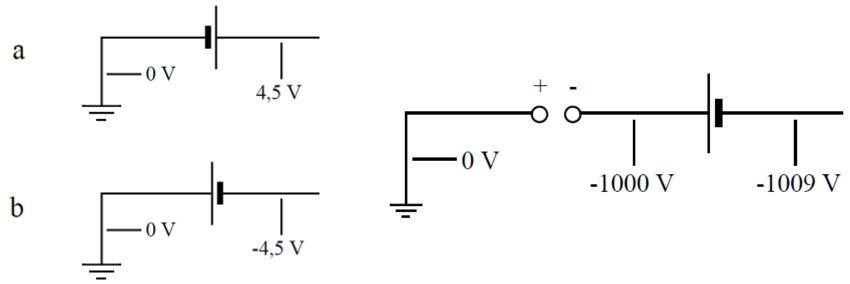
Der Potenzialnullpunkt

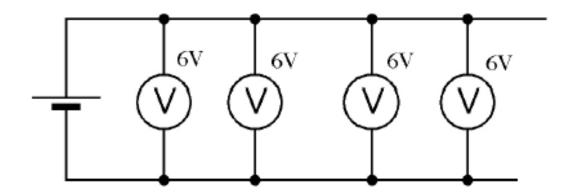


Auf welchem Potenzial befindet sich der Pluspol der Batterie?

In welcher Höhe befindet sich das obere Ende des Meterstabes?

Das Potenzial der Erde beträgt 0 V.



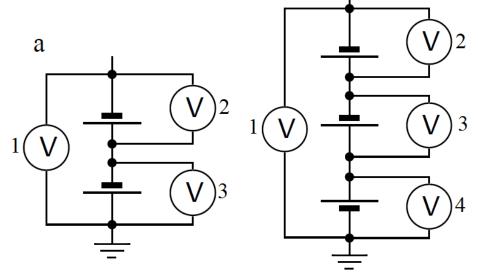


Punkte, die durch eine Leitung miteinander verbinden sind, haben das gleiche elektrische Potenzial.

Deshalb zeigen die vier Voltmeter die gleiche Spannung.

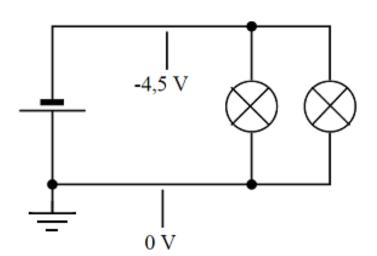
Aufgaben zum elektrischen Potenzial

In verschiedenen Anordnungen von Batterien lässt sich die Anzeige der Voltmeter und der Wert der Gesamtspannung angeben.



b

Durch Erdung von elektrischen Stromkreisen kann man Werte von Potenzialen angeben.

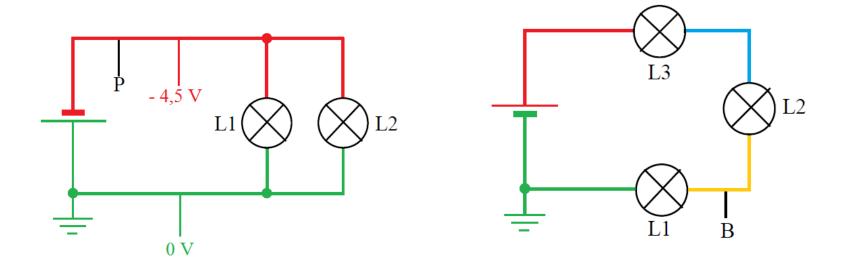


Elektrotechnische Probleme

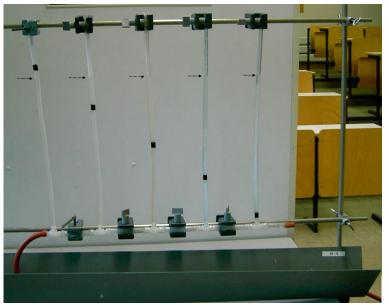
Die farbige Kennzeichnung von Potenzialen erleichtert das Lösen von elektrotechnischen Problemen.

Regeln:

- Alle Leitungen, die dasselbe Potenzial haben, bekommen dieselbe Farbe.
- Beim Durchgang durch Ladungspumpen, elektrische Geräte (Verbraucher) und offene Schalter muss mit einer Änderung des Potenzials gerechnet werden. Dann ändert sich auch die Farbe.



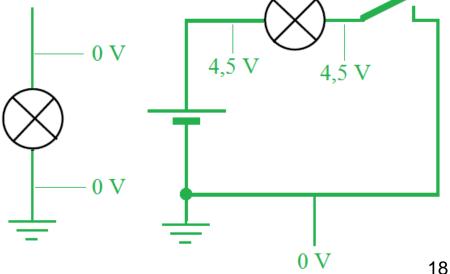
Elektrotechnische Probleme

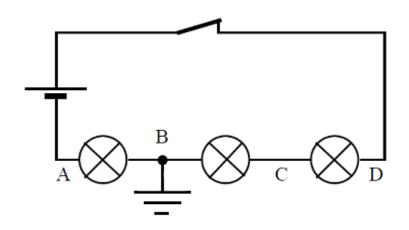


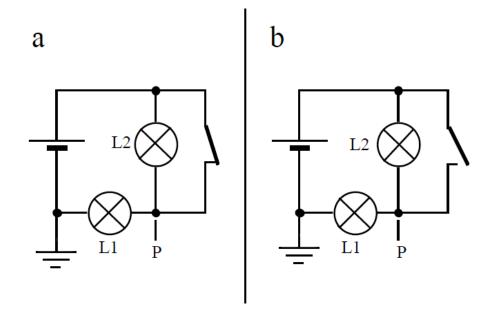
Flüssigkeiten benötigen einen Antrieb (Druckdifferenz) um zu fließen.

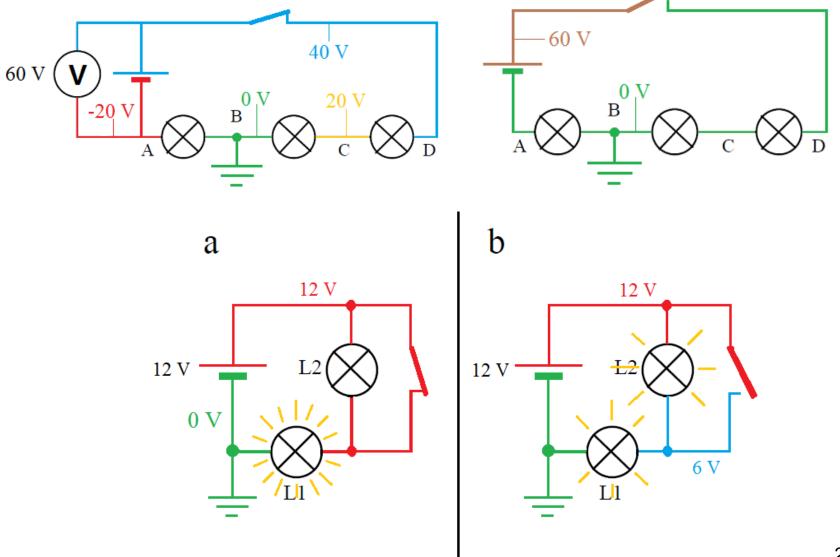
Ohne Druckdifferenz fließt eine Flüssigkeit nicht und wenn eine Flüssigkeit nicht fließt ist der Druck überall gleich.

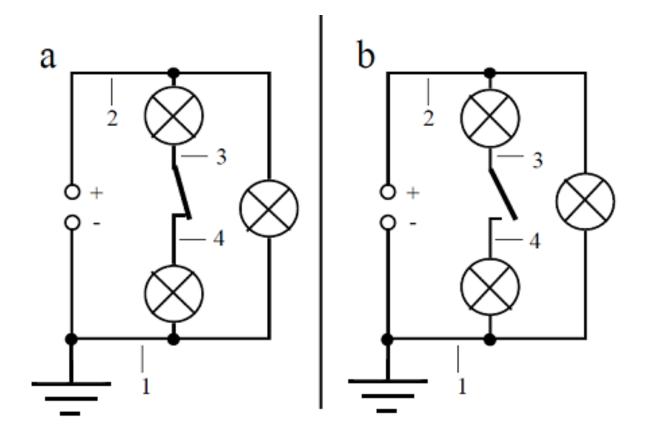
Eine Lampe, durch die kein elektrischer Strom fließt, muss am Eingang und am Ausgang dasselbe Potenzial haben.

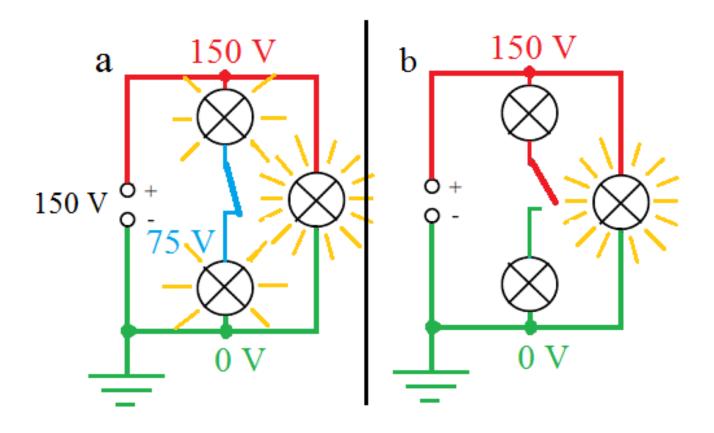










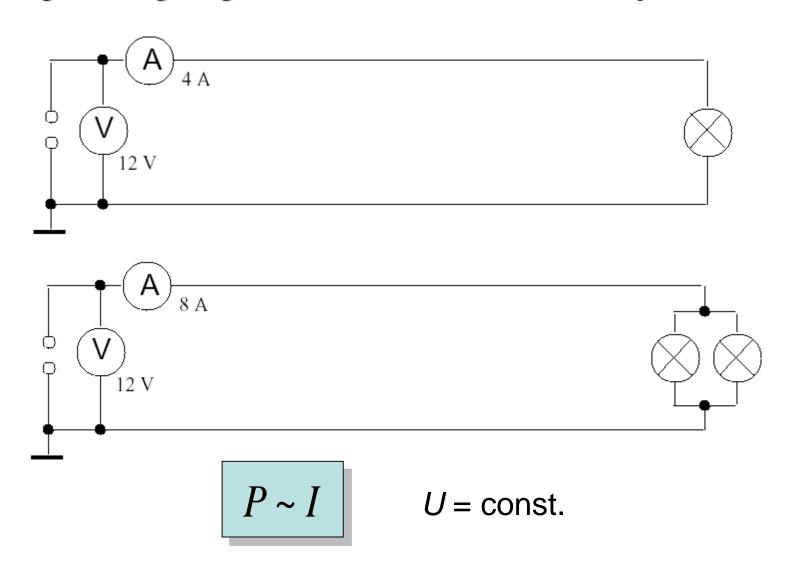


Regeln für Potenziale:

- Punkte, die durch eine Leitung miteinander verbinden sind, haben das gleiche elektrische Potenzial.
- Das Potential kann sich ändern bei
 - Batterien (Netzgeräten etc.): Potential nimmt in Stromrichtung zu
 - Geräten (Lampe, Motor, Tauchsieder etc.): Potential nimmt in Stromrichtung **ab**
 - offenen Schaltern: Potential nimmt in Stromrichtung ab außerdem ist dann die Stromstärke I = 0 A.
- Die Summe der Potenzialdifferenzen an den Geräten ist gleich der Potenzialdifferenz an der Quelle / Elektrizitätspumpe.

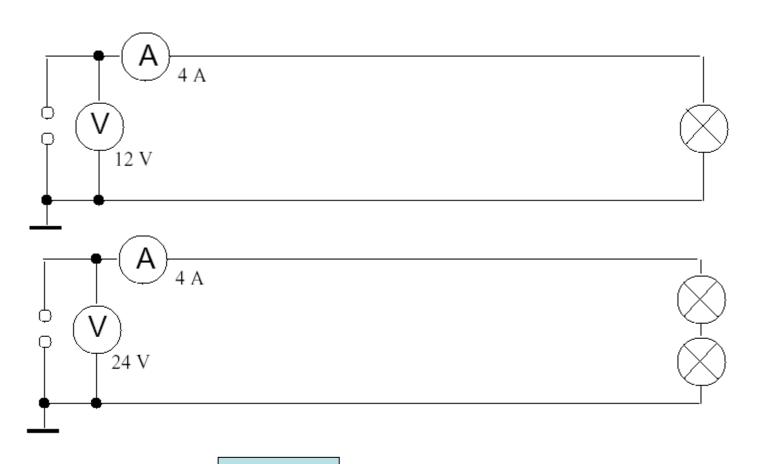
Ladung als Energieträger

P-I – Zusammenhang



Ladung als Energieträger

P-I-Zusammenhang



$$P \sim U$$

I = const.

Ladung als Energieträger

P-I-Zusammenhang

$$P \sim I$$

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

$$P \sim U \quad I = \text{const.}$$

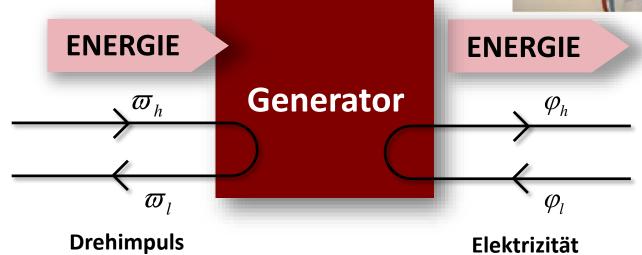
Überträgt man Energie mit dem Energieträger Elektrizität, so ist die Energiestromstärke proportional zur Stärke des elektrischen Stroms in den Leitungen und zur Spannung zwischen den Leitungen.

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

$$P = U \cdot I$$

Generator

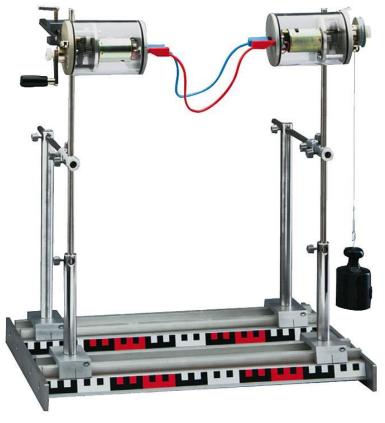




Elektrizität

27

Elektromotor

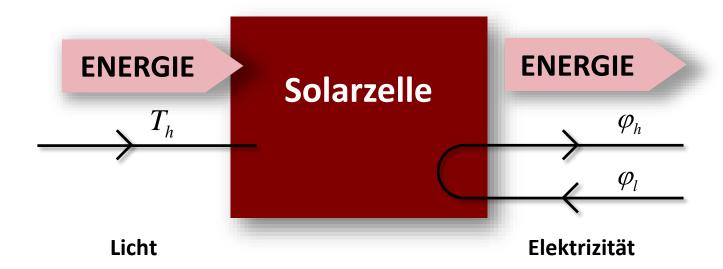




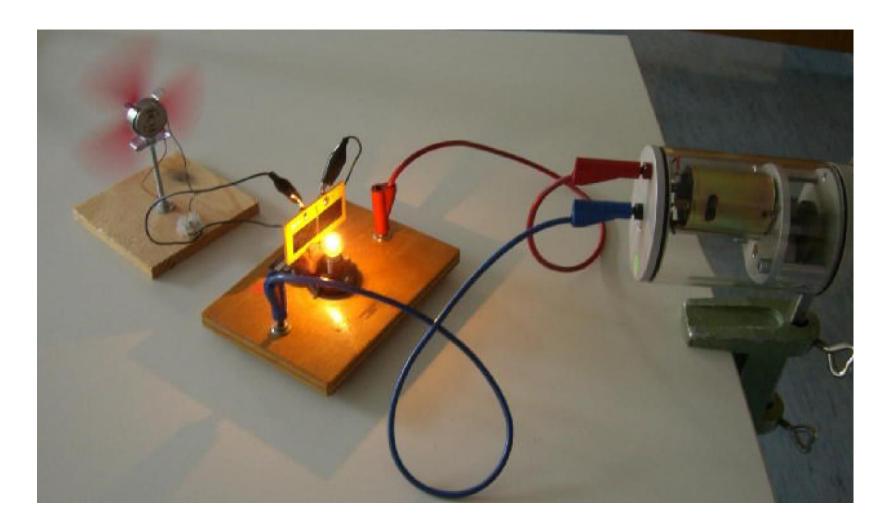
Drehimpuls

Solarzelle

Hier fehlt ein geeignetes Bild!



Umladerkette



Erneuerbare Energieträger

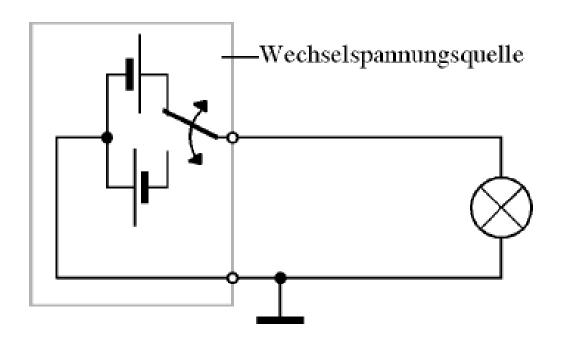


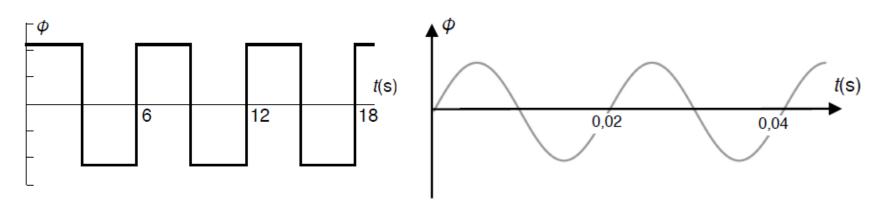




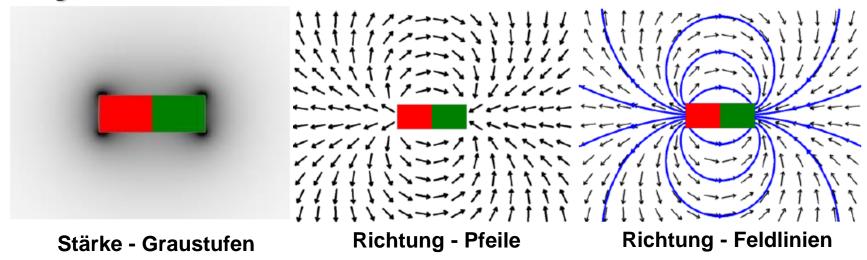


Wechselspannung



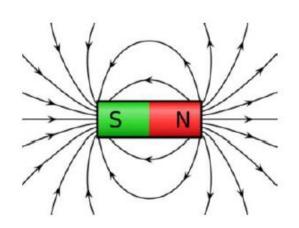


Magnetfeld

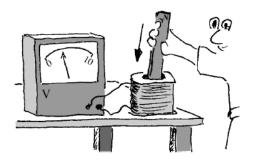


Regeln für magnetische Feldlinien:

- Feldlinien verlaufen außerhalb eines Magneten vom Nord- zum Südpol
- Feldlinien können sich nicht überkreuzen
- An Stellen, wo das Feld stark ist, liegen die Feldlinien dichter beieinander
- Die Pfeilrichtung auf den Feldlinien gibt an, in welche Richtung der Nordpol einer Kompassnadel zeigen würde

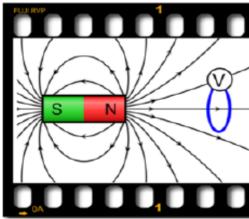


Induktion 1



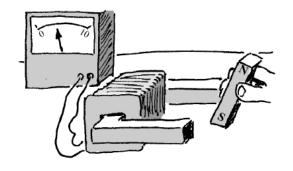




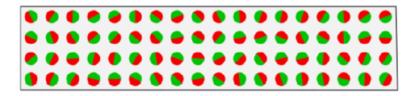


Ändert sich das magnetische Feld in einer Spule, so entsteht zwischen den Anschlüssen der Spule eine elektrische Spannung. Bei geschlossenem Stromkreis fließt ein elektrischer Strom. Man nennt diesen Vorgang **Induktion**.

Induktion 2







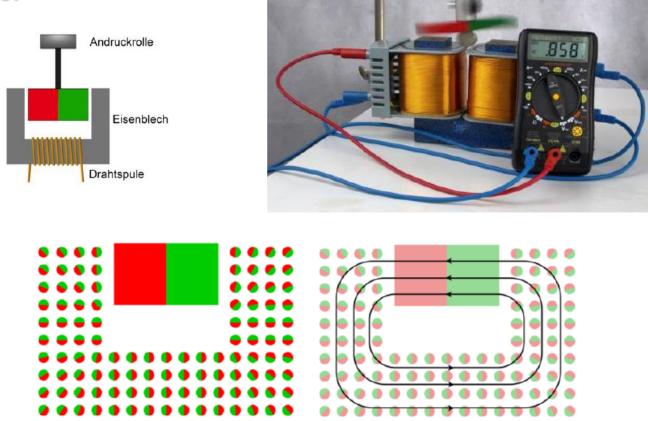


In unmagnetisiertem Eisen sind die Elementarmagnete nicht ausgerichtet

Ausgerichtete Elementarmagnete in einem magnetisierten Material

Auch wenn sich die Magnetisierung eines Materials im Inneren der Spule ändert, wird eine Spannung induziert

Generator



Ändert sich der magnetische Fluss, so wird eine Spannung induziert. Je nachdem, ob der Fluss zu- oder abnimmt, ergibt sich ein positives oder negatives Vorzeichen der Spannung. Da das Vorzeichen der Spannung periodisch wechselt, liegt eine Wechselspannung vor.

Themenfeld 9: Gesetzmäßigkeiten im elektrischen Stromkreis

Die elektrische Stromstärke

$$Wasserstromst \ddot{a}rke = \frac{Wassermenge}{Zeit}$$

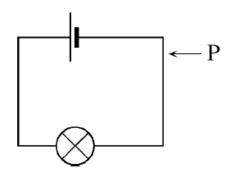
$$I_V = \frac{V}{t} in \frac{l}{s}$$



Mit Strömungsanzeigern kann man die Stärke von Flüssigkeitsströmen messen



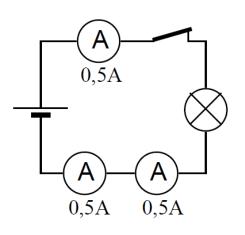
Eine bestimmte Menge Elektrizität fließt pro Sekunde durch P.

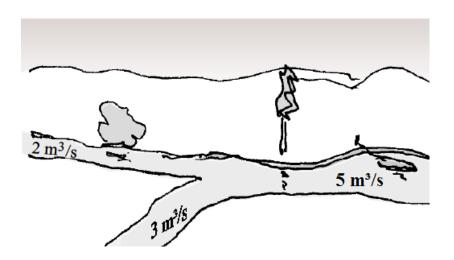


$$elektrische\ Stromstärke = \frac{Elektrizitätsmenge}{Zeit}$$

$$I = \frac{Q}{t} \text{ in } \frac{C}{s} = A$$

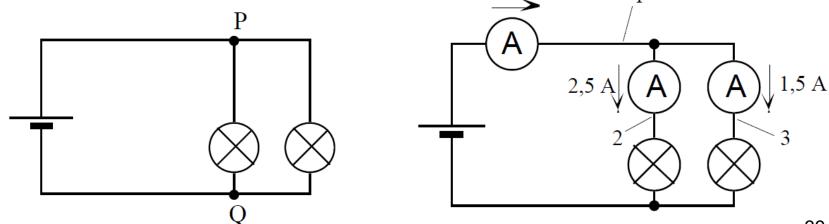
Die Knotenregel





Knotenregel:

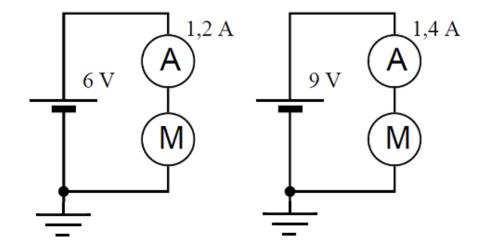
In einem unverzweigten Stromkreis ist die Stromstärke überall gleich. Die zu einem Knoten hinfliessenden Ströme sind zusammen genauso stark wie die wegfliessenden.



Antrieb und Stromstärke

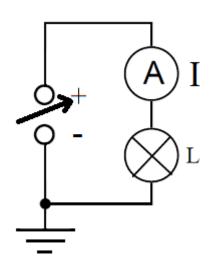
Ein Elektromotor wird einmal an einer 6-V- und einmal an einer 9-V-Batterie betrieben.

Bei 9 V läuft er schneller.



Eine Lampe wird an einem regelbaren Netzteil betrieben. Während die Spannung langsam hochgeregelt wird, nimmt die elektrische Stromstärke zu.

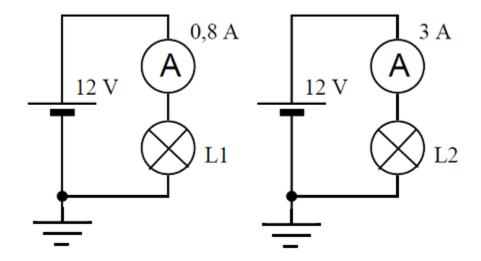
Je größer die elektrische **Potenzialdifferenz** zwischen zwei Stellen (je größer der **Antrieb**) ist, desto stärker ist der **elektrische Strom**, der von der einem zur anderen Stelle fließt.



Antrieb und Stromstärke

Zwei verschiedene Lampen werden jeweils an einer 12-V-Batterie betrieben. Bei L1 messen wir eine Stromstärke von 0,8 A bei L2 eine Stromstärke von 3 A.

Die Lampe L2 hat einen geringeren Widerstand als L1.



Die Stärke des elektrischen Stroms, der durch ein Gerät fließt, ist umso größer,

- je **größer der Potenzialunterschied** zwischen den Anschlüssen des Geräts ist;
- je kleiner der Widerstand ist, den das Gerät dem Strom entgegensetzt.

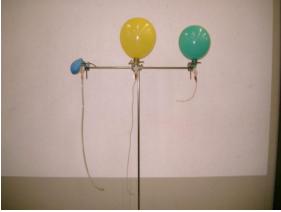
Gegenstände mit linearer Kennlinie haben eine konstante Steigung oder der

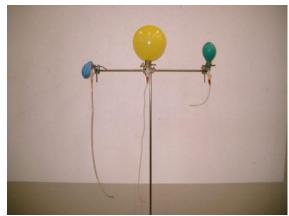
Quotient $R = \frac{U}{I}$ hat einen festen Wert, der **Widerstand** des Gegenstandes.

Für seine Einheit gilt: $\Omega = \frac{V}{A}$

Wovon hängt der elektrische Widerstand eines Gerätes ab? Wovon hängt der Widerstand eines Schlauchs ab?



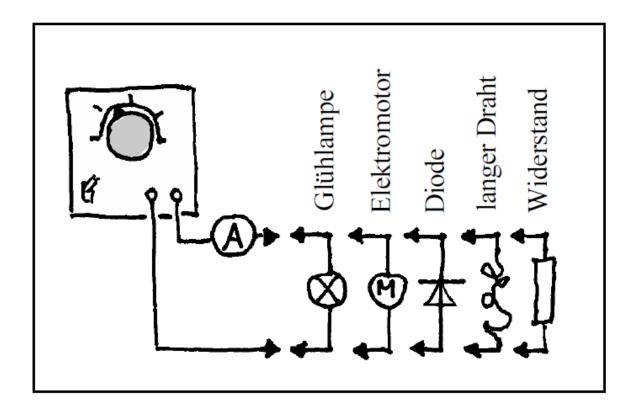




Je größer die **Länge** und je kleiner die **Querschnittsfläche** eines Schlauchs ist, desto größer ist sein **Widerstand für den Flüssigkeitsstrom**

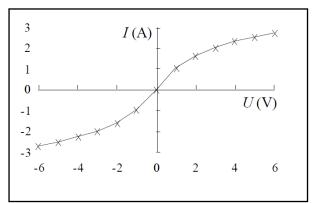
42

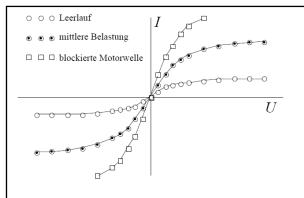
Elektrische Leiter setzen dem elektrischen Strom einen Widerstand entgegen.

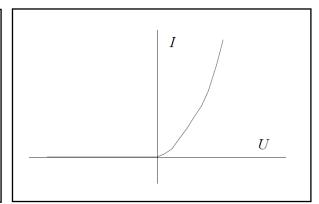


Der Zusammenhang zwischen der am Gegenstand angelegten Spannung und durch den Gegenstand fließendem Strom ist charakteristisch für den Gegenstand. Die graphische Darstellung des I-U-Zusammenhangs nennt man daher auch Kennlinie.

43







Glühlampe

Elektromotor

Diode

I~U

II (XI)	7 (A)	<i>U/I</i> (V/A)	2 I(A) ₋
$O(\mathbf{v})$, ,		2 - (-)
-3	-1,5	2	
-2	-1	2	
-1	-0,5	2	
0	0	2	U(V)
1	0,5	2	-1
2	1	2	×
3	1,5	2	-2 L
			-4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4

Gegenstand befolgt das Ohmsche Gesetz

Langer Draht, Widerstand

Erfahrungen mit Schläuchen liefern Vermutungen für die Abhängigkeiten des elektrischen Widerstandes, die experimentell bestätigt werden.

Hinzu kommt die Vermutung der Abhängigkeit vom Material, die ebenfalls experimentell bestätigt wird.

Zusammen mit den früheren Ergebnissen ergibt sich die Abhängigkeit der elektrischen Stromstärke:

elektrischeStromstärke
hängt ab von

An einer engen Stelle im Stromkreis – einem Stück Leitung mit großem Widerstand – hat die Elektrizität eine Art Reibungswiderstand zu überwinden. Dabei wird, wie bei jedem Reibungsvorgang, Entropie erzeugt, wodurch die Temperatur des Drahtes steigt.

Entsprechend arbeiten Glühbirne, Tauchsieder, Kochplatte, Bügeleisen, Elektroheizung, Föhn etc.











Vielen Dank für Ihr Interesse!