

Wolfgang Heuper

# **Elektrizität in den Themenfeldern 6 und 9**

# Intention TF 6

- Entwicklung von Vorstellungen zum Energietransport mit dem Träger Elektrizität
- Energienutzung im Alltag; Einheiten J und kWh
- Zusammenhang von  $P$  (Leistung, Energiestromstärke),  $E$  (Energienmenge) und  $t$  (Zeit)
- Potenzialdifferenz (Spannung) als Voraussetzung für das Strömen von Elektrizität bzw. den Energietransport
- Induktion als Möglichkeit, Potenzialdifferenzen zu erzeugen und Elektrizität strömen zu lassen („Elektrizität zu pumpen“)

Achtung:

Die Gesetzmäßigkeiten im Stromkreis werden erst in TF 9 behandelt!

# Intention TF 9

- Betrachtung elektrischer Stromkreise unter dem Aspekt „System“
- Quantitative Untersuchungen an elektrischen Stromkreisen
- Strom-Antrieb-Widerstand-Konzept
- Gegenseitige Abhängigkeit der Größen Spannung, el. Stromstärke, el. Widerstand
- Reaktion von Stromkreisen auf Veränderungen stets als Ganzes
- Nutzen von Analogien

# Kompetenzen TF 6

Die Schülerinnen und Schüler ...

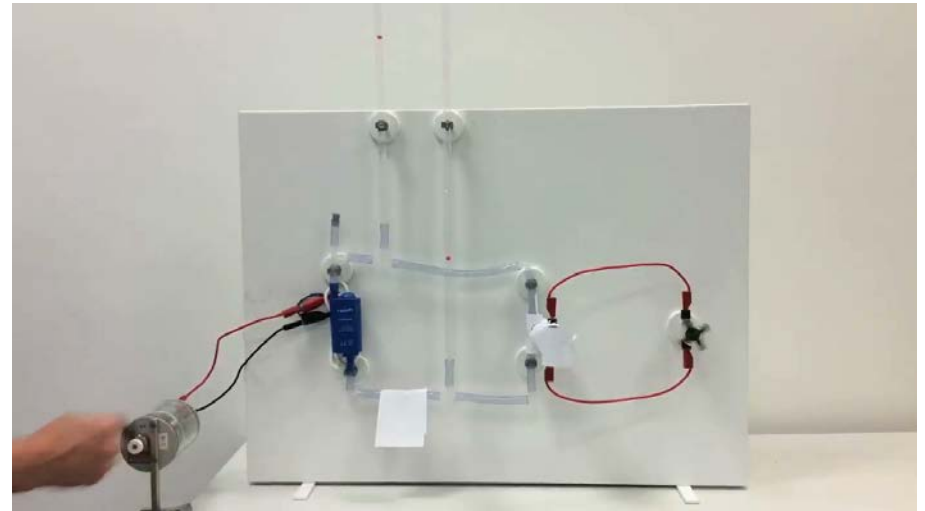
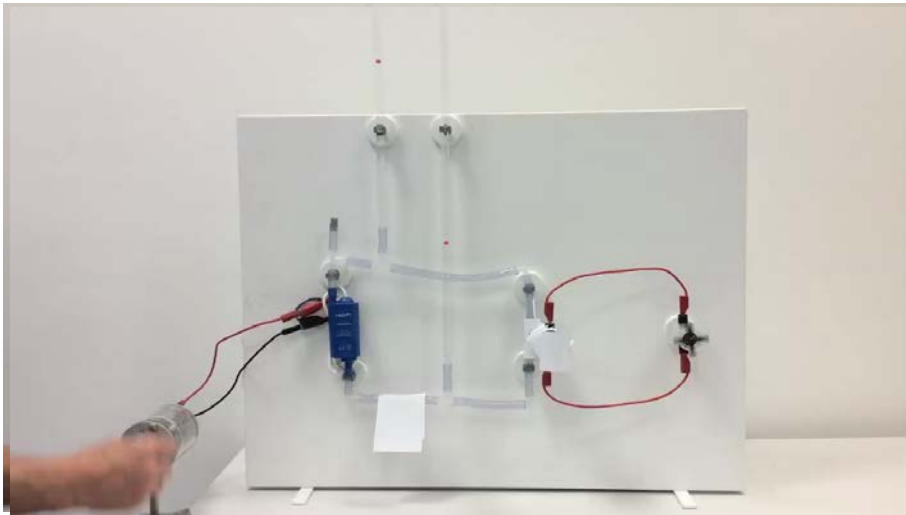
- nutzen den Zusammenhang  $\Delta E = P \cdot \Delta t$  für Berechnungen im Zusammenhang mit Energienutzung im Haushalt
- führen einfache Messungen bzw. Experimente durch
- erarbeiten sich mit Hilfe geeigneter Quellen Aufbau und Funktion technischer Geräte (z. B. Kraftwerk, Generator)
- erklären das Funktionsprinzip eines Generators mit Hilfe der Induktion.
- vergleichen und bewerten Methoden zur Bereitstellung von Energie

# Kompetenzen TF 9

Die Schülerinnen und Schüler ...

- wenden Messverfahren im el. Stromkreis an
- führen einfache Experimente zu Größen im Stromkreis durch (z. B. zu U-I-Kennlinien verschiedener Bauteile oder zum spezifischen Widerstand eines Drahtes)
- nutzen Analogien zu thermischen Strömen zur Erklärung der Abhängigkeit der elektrischen Stromstärke von Spannung und Widerstand,
- nutzen Wissen über die Zusammenhänge elektrischer Größen zur Berechnung von Größen im Stromkreis,
- beurteilen Gefahren und Sicherheitsmaßnahmen beim Umgang mit elektrischem Strom.

# TF 6: Energietransport und Einführung des Potenzials



Was sich im Wassermodell an der Höhe der Kugeln zeigt, gibt es im elektrischen Stromkreis auch.

# Das elektrische Potenzial

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

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



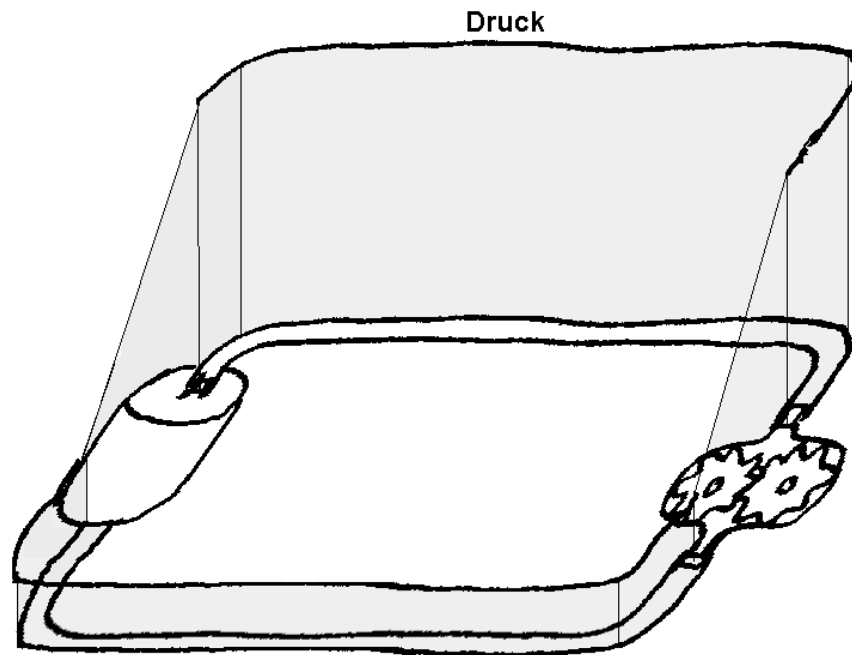
# Das elektrische Potenzial

- 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.

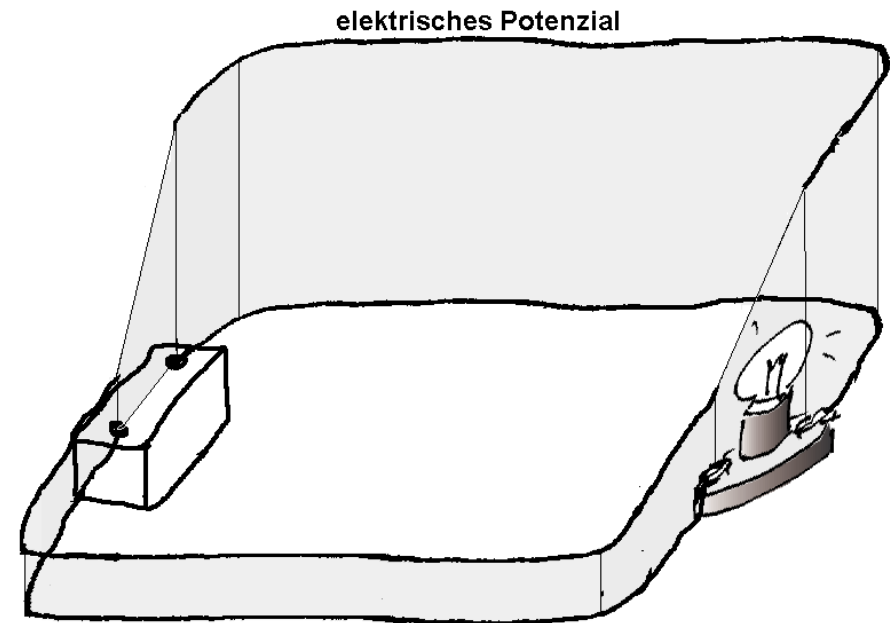


# Das elektrische Potenzial

Höhenmodell für Druck und el. Potenzial

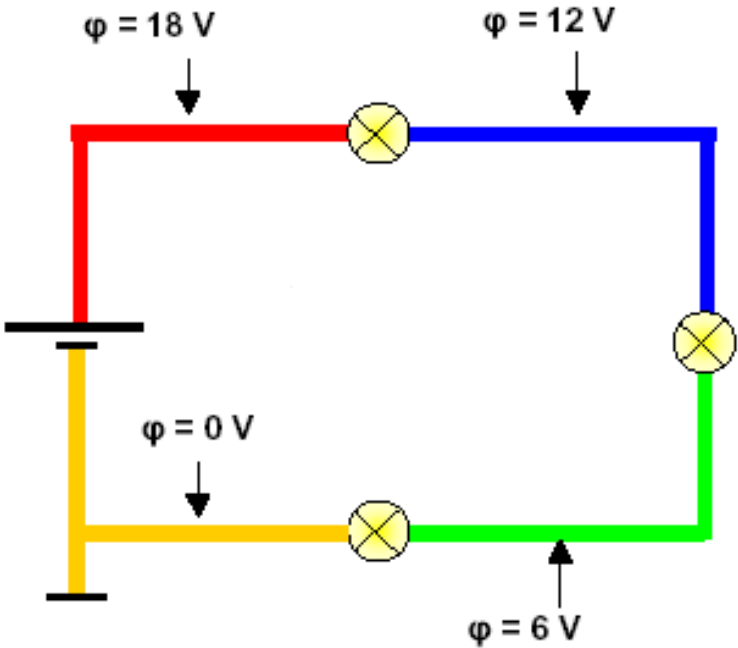
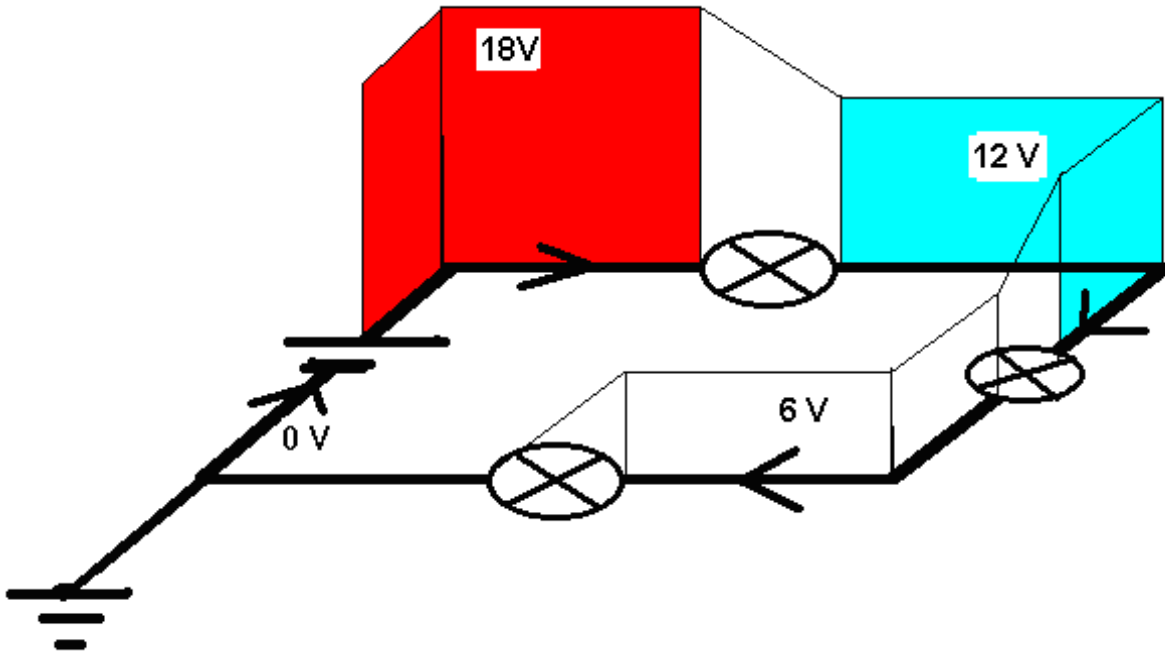
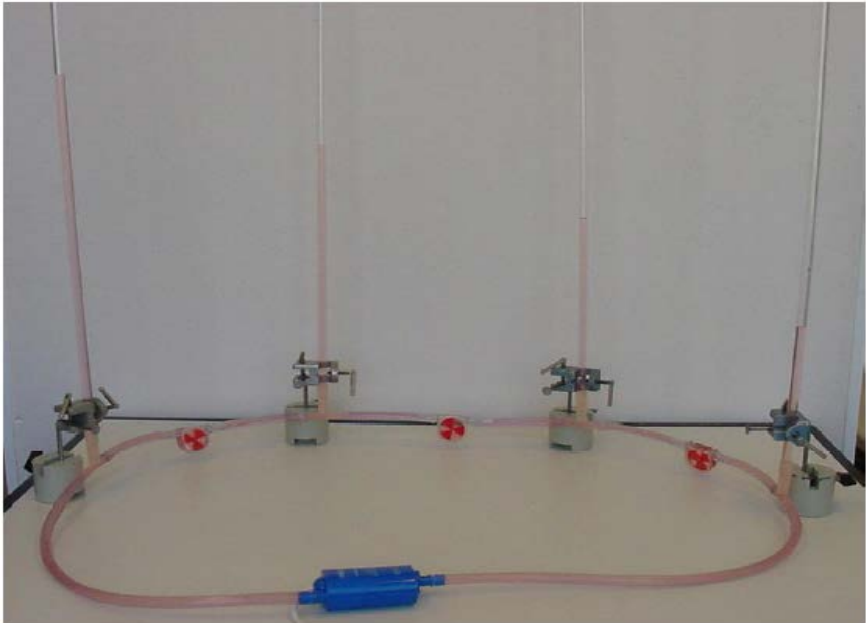


Wasserstromkreis



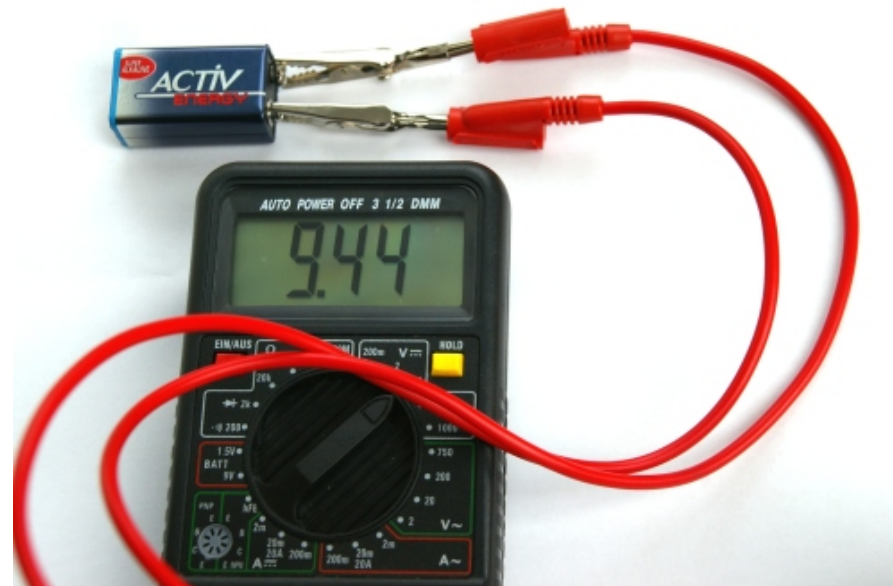
elektrischer Stromkreis

# Das elektrische Potenzial

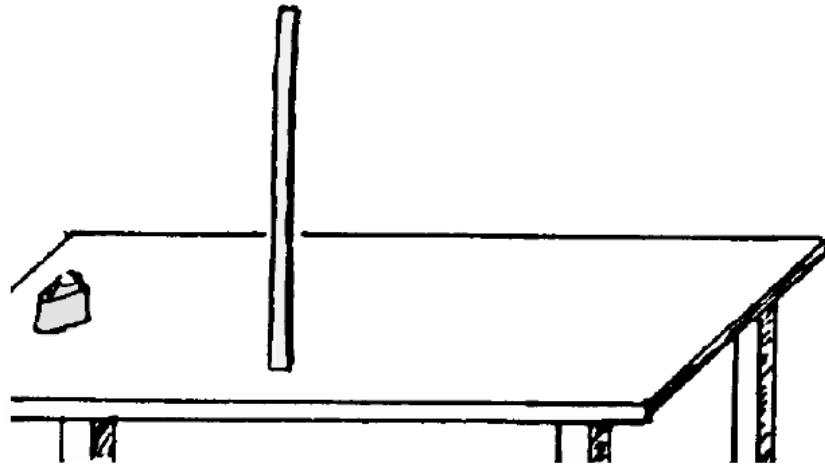


# Potenzial und Spannung

Die Potenzialdifferenz nennt man Spannung.  $U = \varphi_1 - \varphi_2$



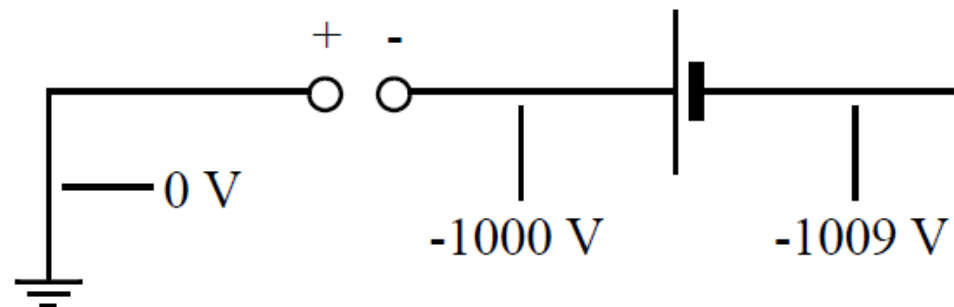
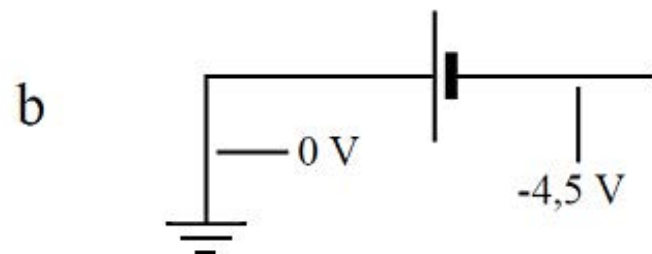
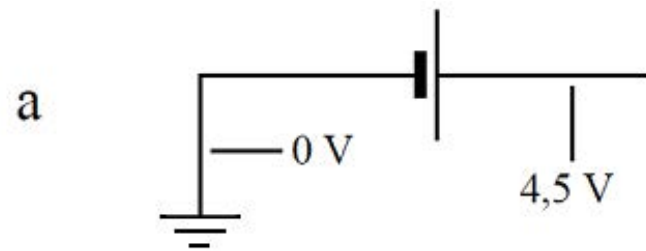
## Der Potenzialnullpunkt



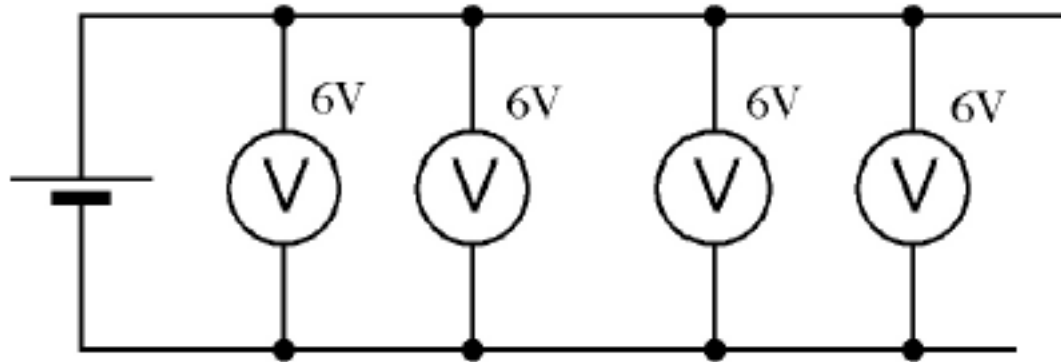
Auf welchem Potenzial befindet sich der Pluspol der Batterie?

In welcher Höhe befindet sich das obere Ende des Meterstabes?

Das Potenzial der Erde beträgt 0 V.



## Das elektrische Potenzial

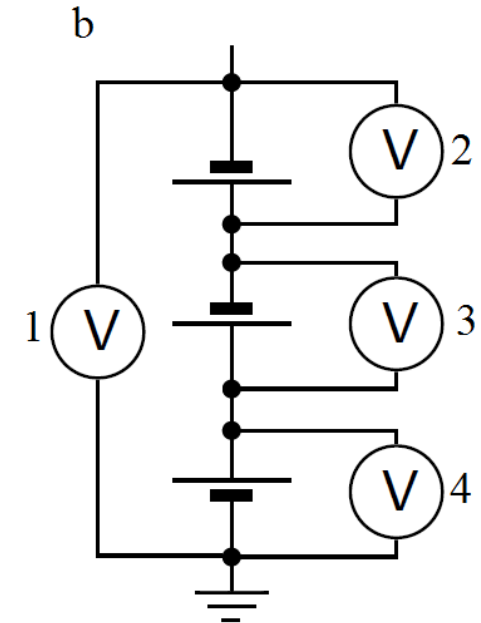
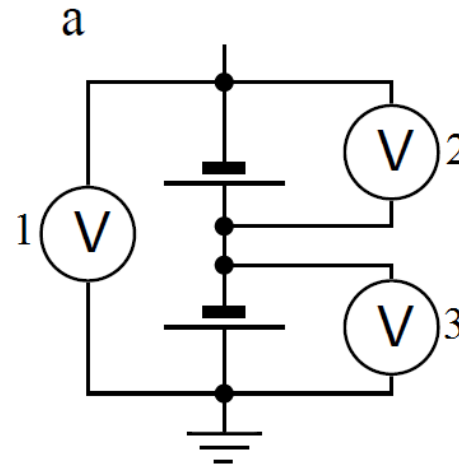


Punkte, die durch eine Leitung miteinander verbunden sind, haben das gleiche elektrische Potenzial.

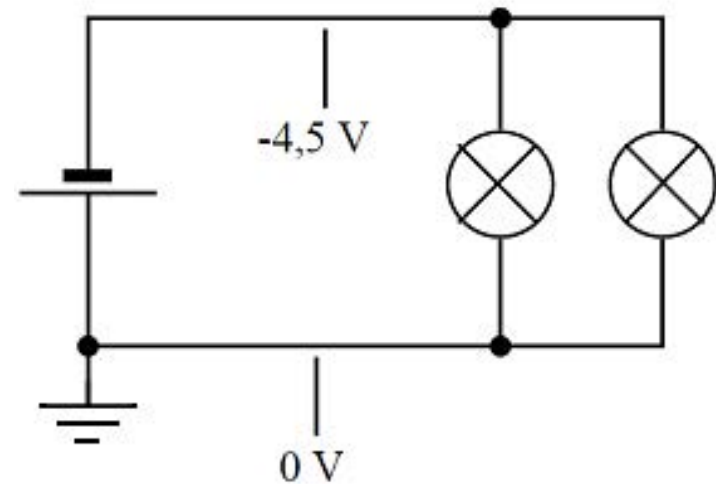
Deshalb zeigen die vier Voltmeter die gleiche Spannung.

# Aufgaben zum elektrischen Potenzial

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



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

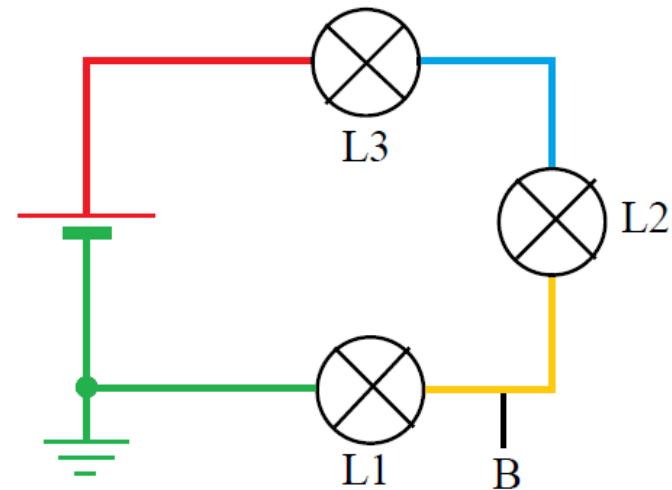
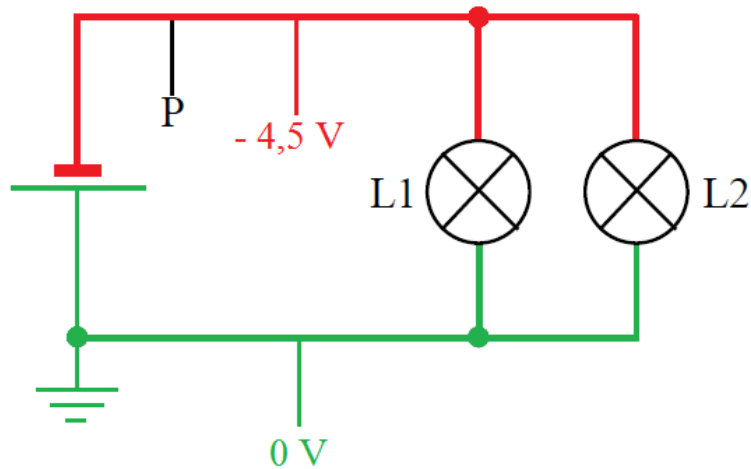


## Elektrotechnische Probleme

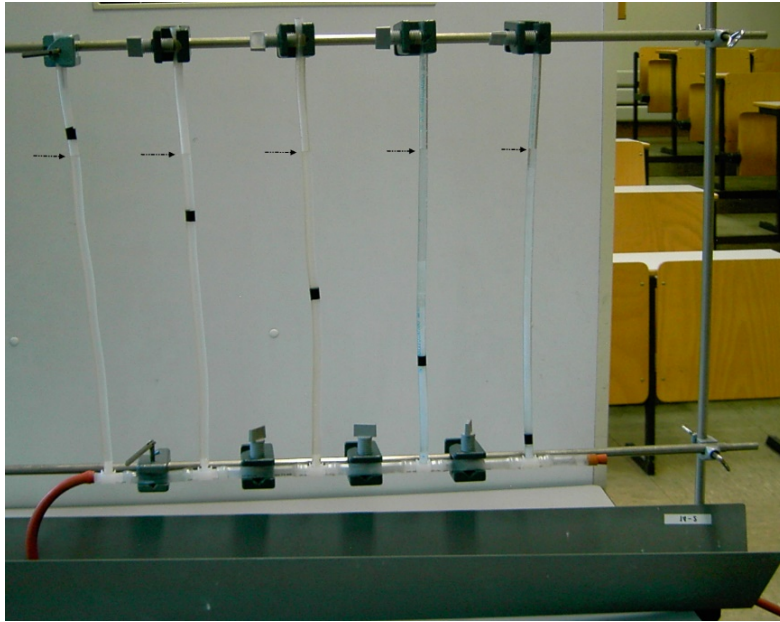
Die farbige Kennzeichnung von Potenzialen erleichtert das Lösen von elektrotechnischen Problemen.

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.



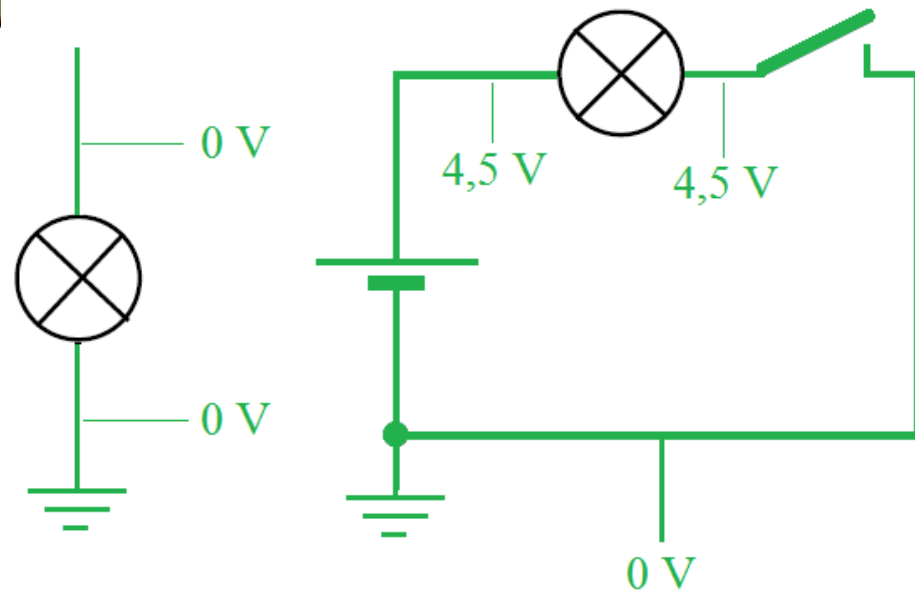
## Elektrotechnische Probleme



Flüssigkeiten benötigen einen Antrieb (Druckdifferenz) um zu fließen.

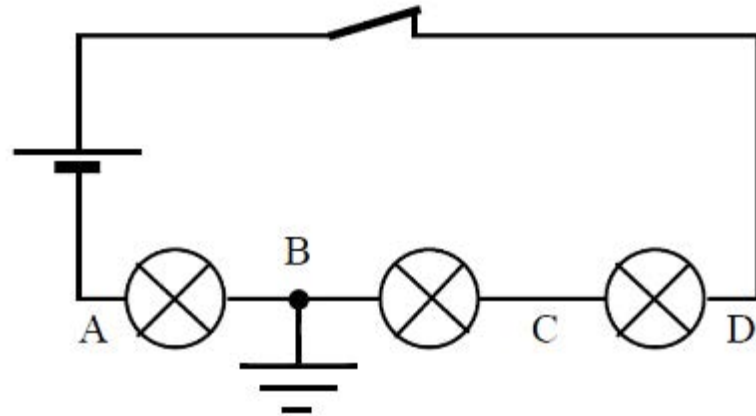
Ohne Druckdifferenz fließt eine Flüssigkeit nicht und wenn eine Flüssigkeit nicht fließt ist der Druck überall gleich.

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

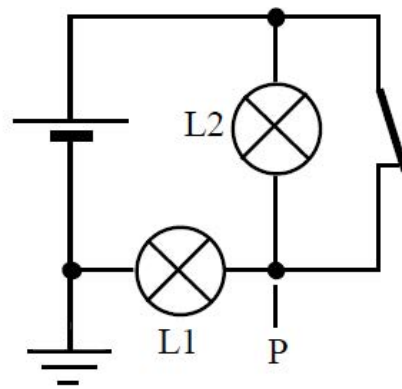




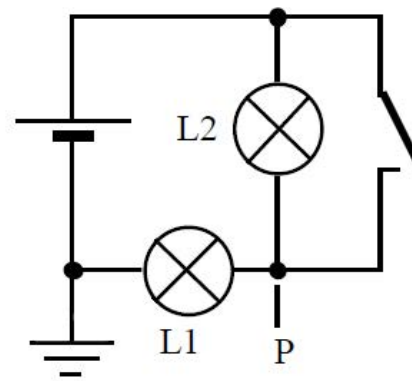
# Elektrotechnische Probleme, Aufgaben



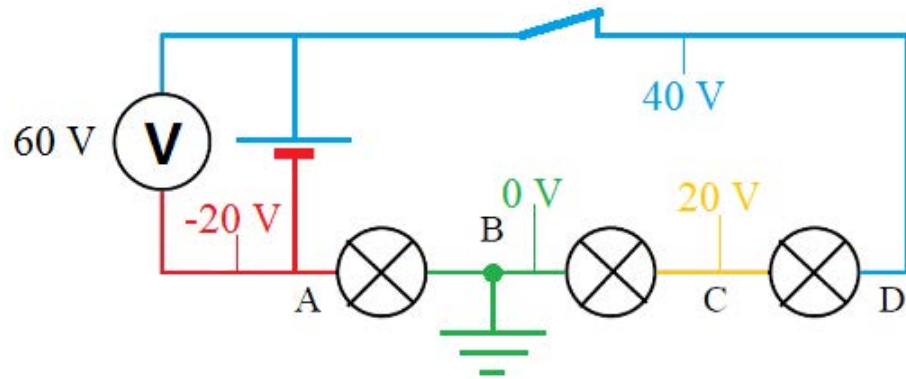
a



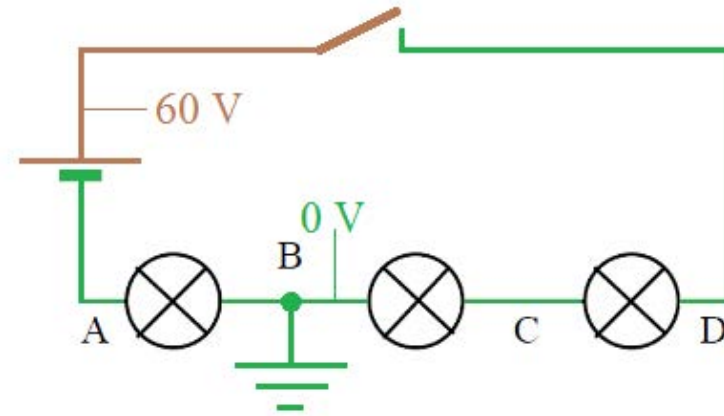
b



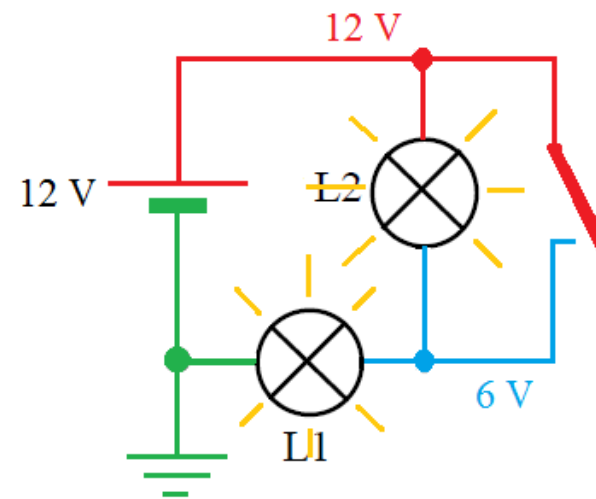
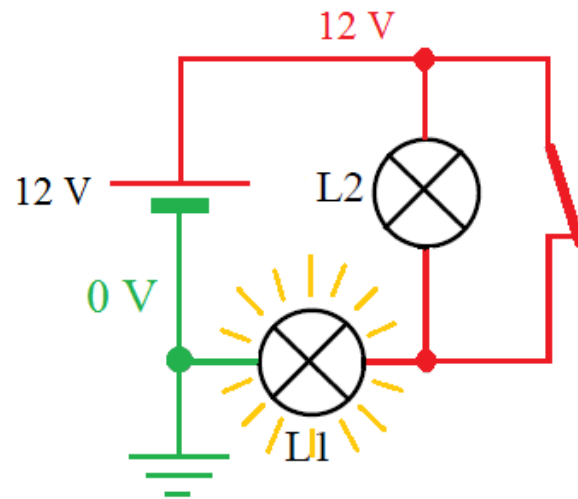
# Elektrotechnische Probleme, Aufgaben



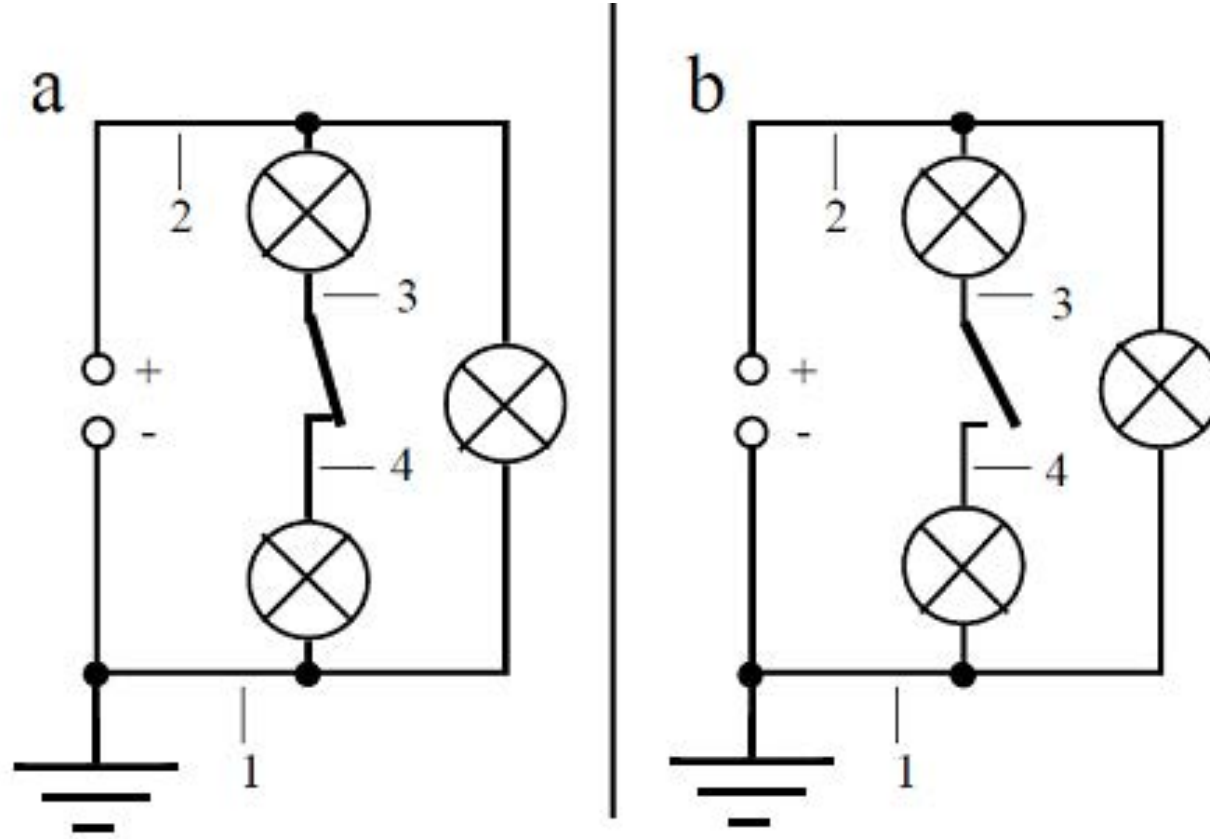
a



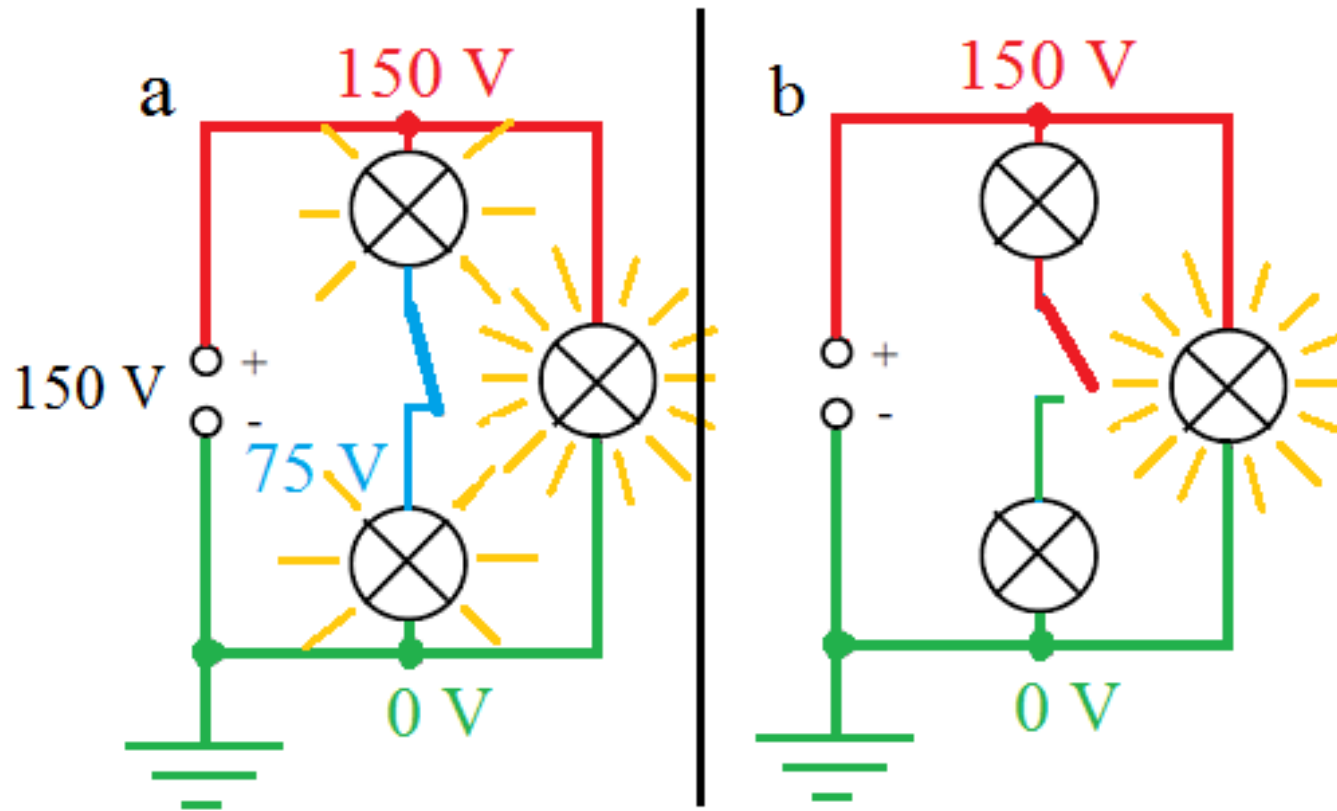
b



# Elektrotechnische Probleme, Aufgaben



# Elektrotechnische Probleme, Aufgaben



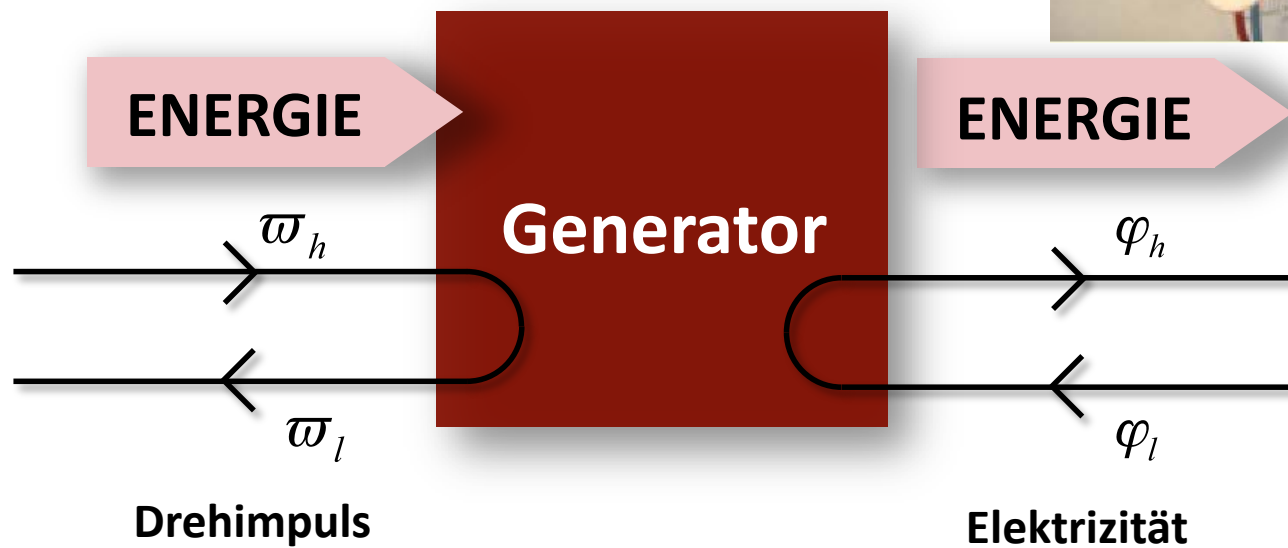
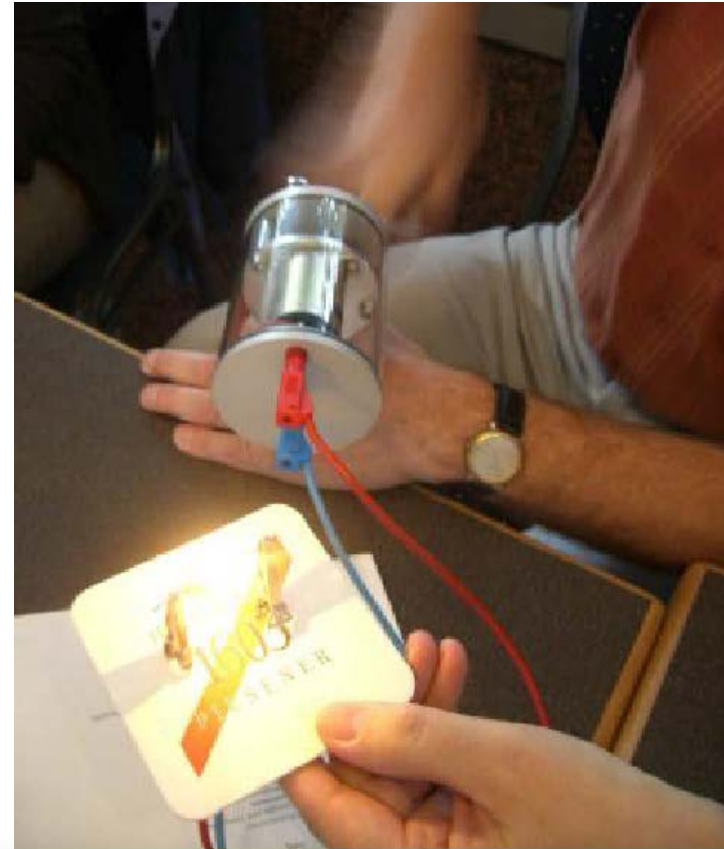
## Das elektrische Potenzial

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  $I = 0 \text{ A}$ .
- Die Summe der Potenzialdifferenzen an den Geräten ist gleich der Potenzialdifferenz an der Quelle / Elektrizitätspumpe.

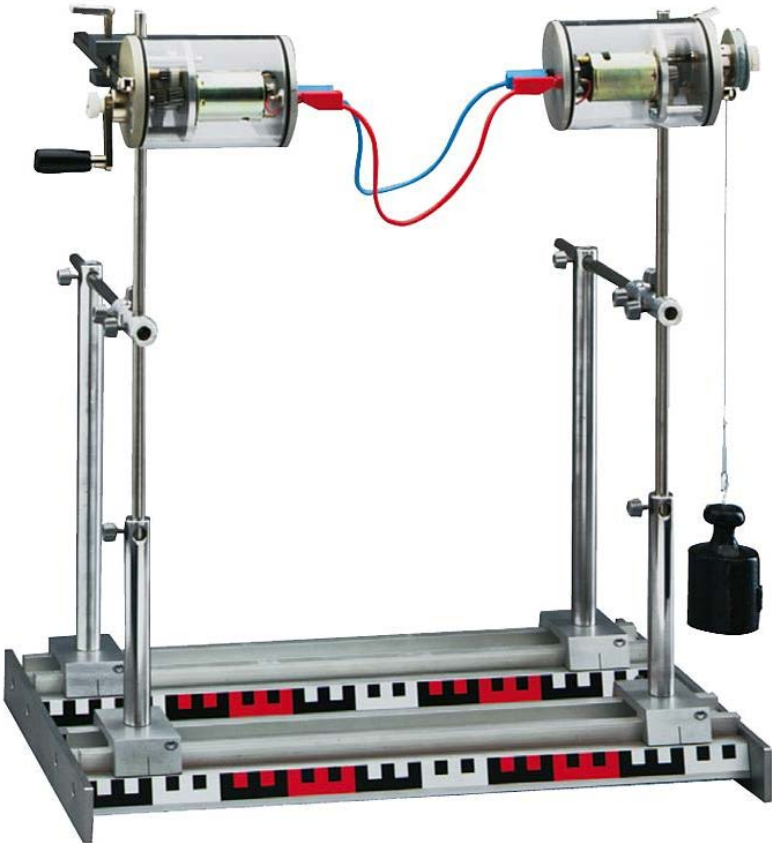
# Energieumlader

Generator



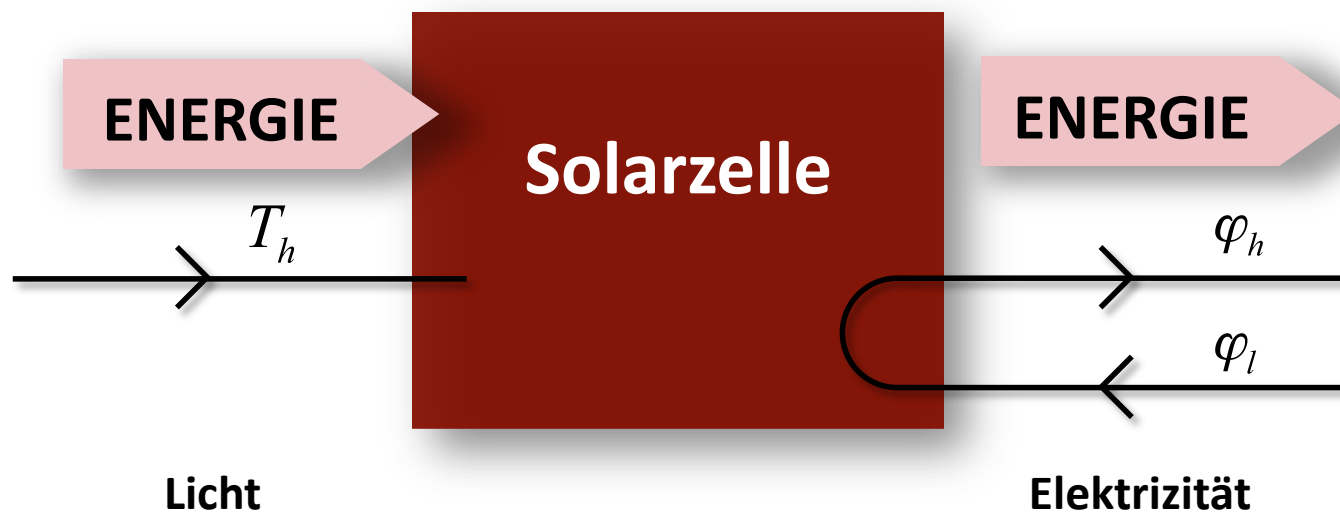
Energieumlader

Elektromotor



# Energieumlader

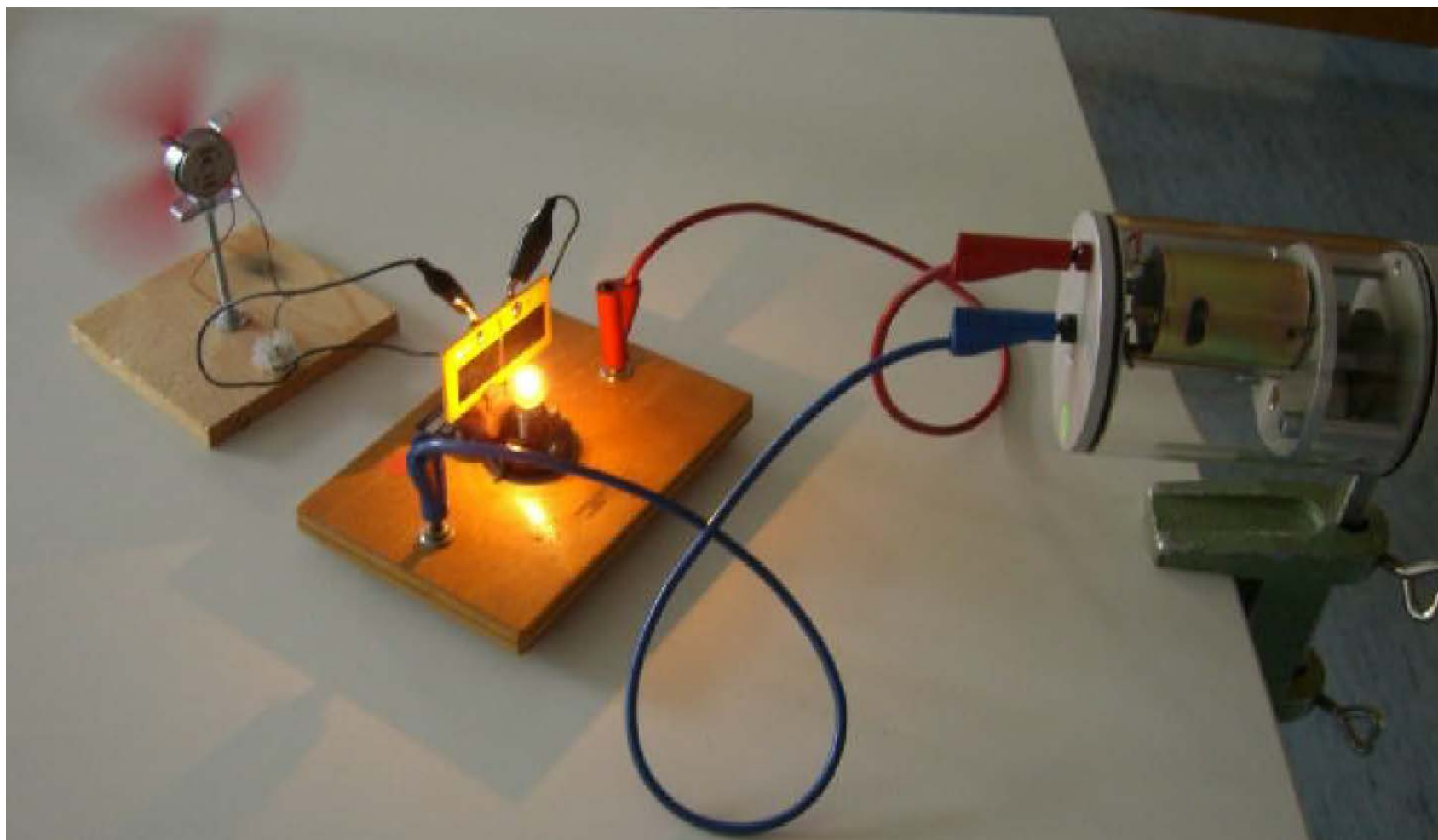
Solarzelle



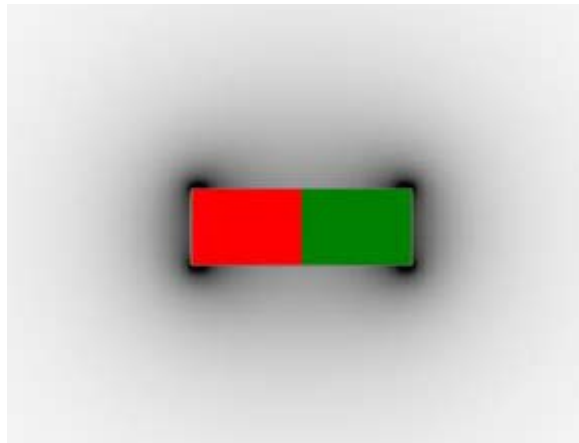


**Energieumlader**

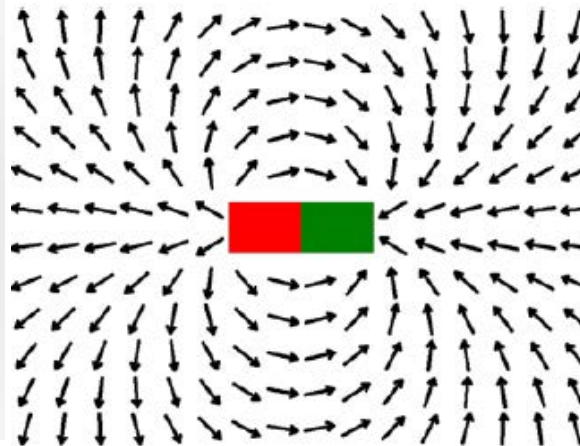
Umladerkette



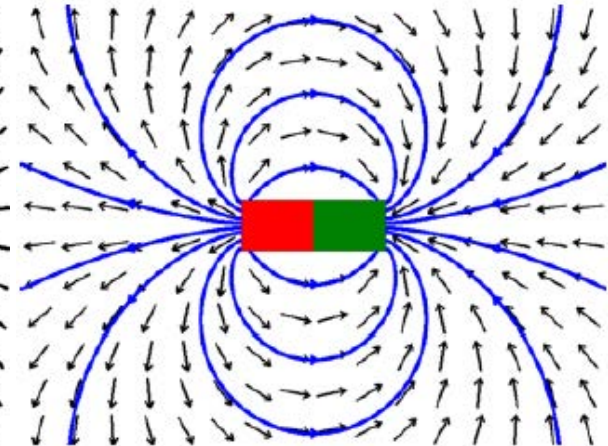
## Magnetfeld



Stärke - Graustufen



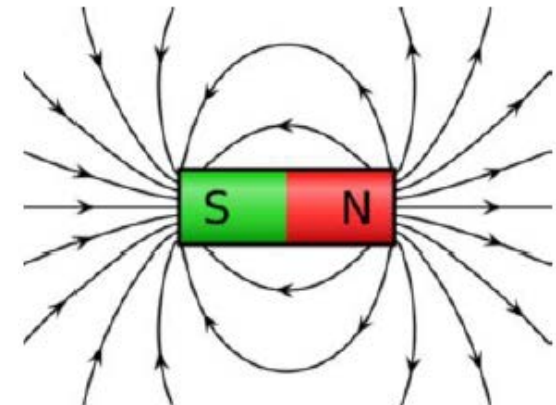
Richtung - Pfeile



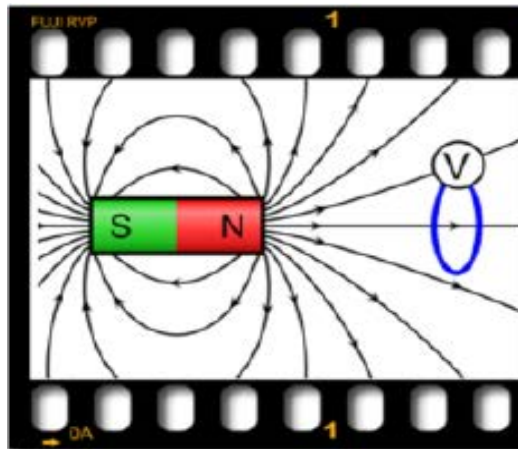
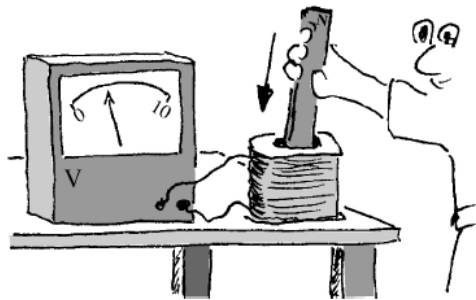
Richtung - Feldlinien

### 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

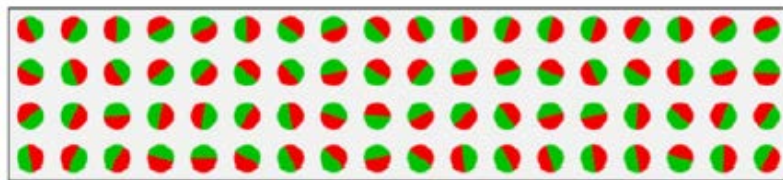
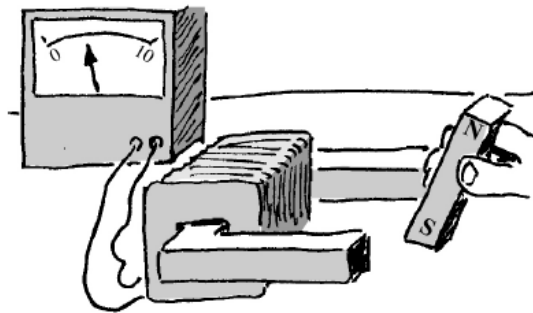


## Induktion 1

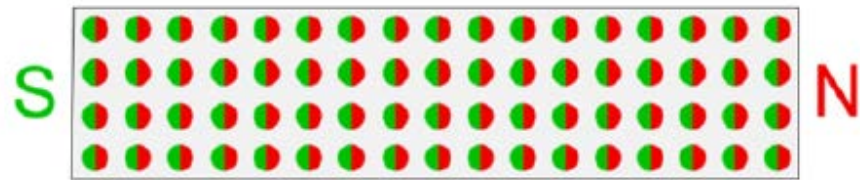


Ändert sich das magnetische Feld in einer Spule, so entsteht zwischen den Anschlüssen der Spule eine elektrische Spannung. Bei geschlossenem Stromkreis fließt ein elektrischer Strom. Man nennt diesen Vorgang **Induktion**.

## Induktion 2



In unmagnetisiertem Eisen sind die atomaren Magnete nicht ausgerichtet

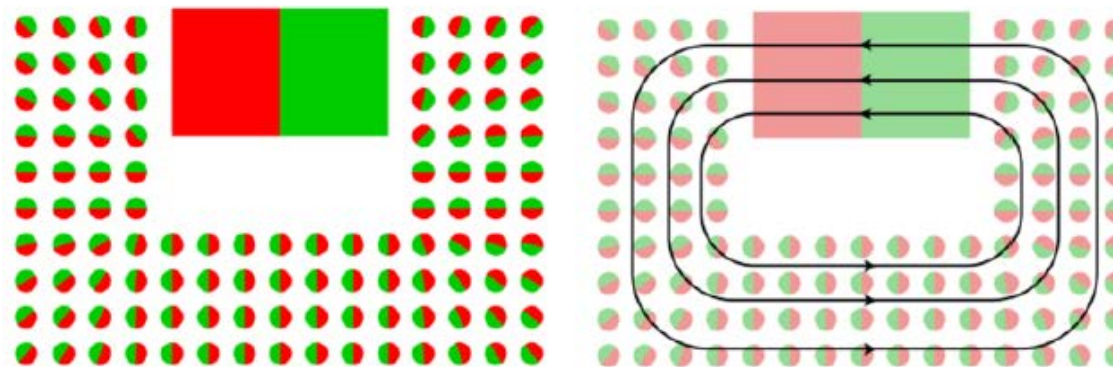
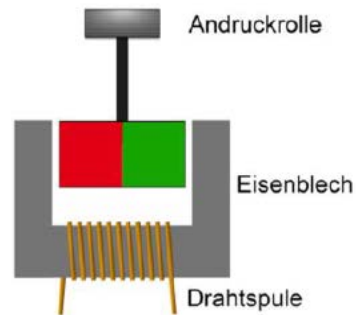


Ausgerichtete atomaren Magnete in einem magnetisierten Material

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

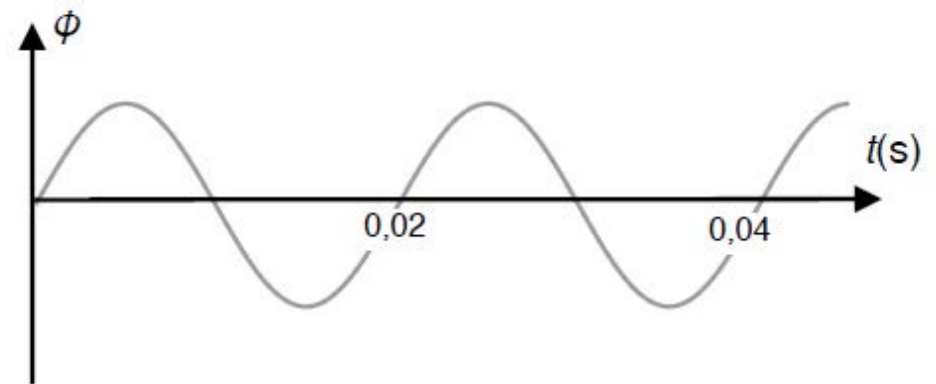
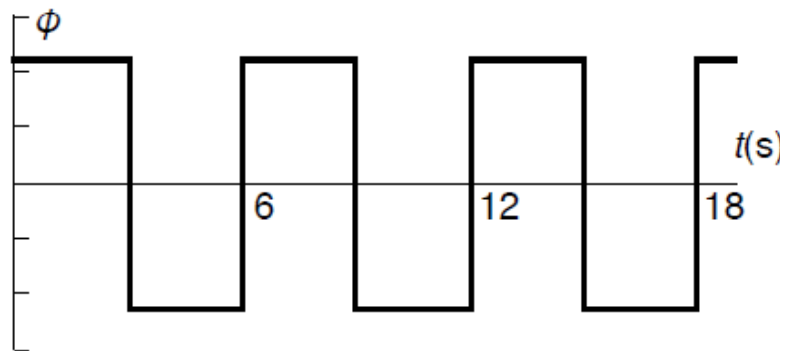
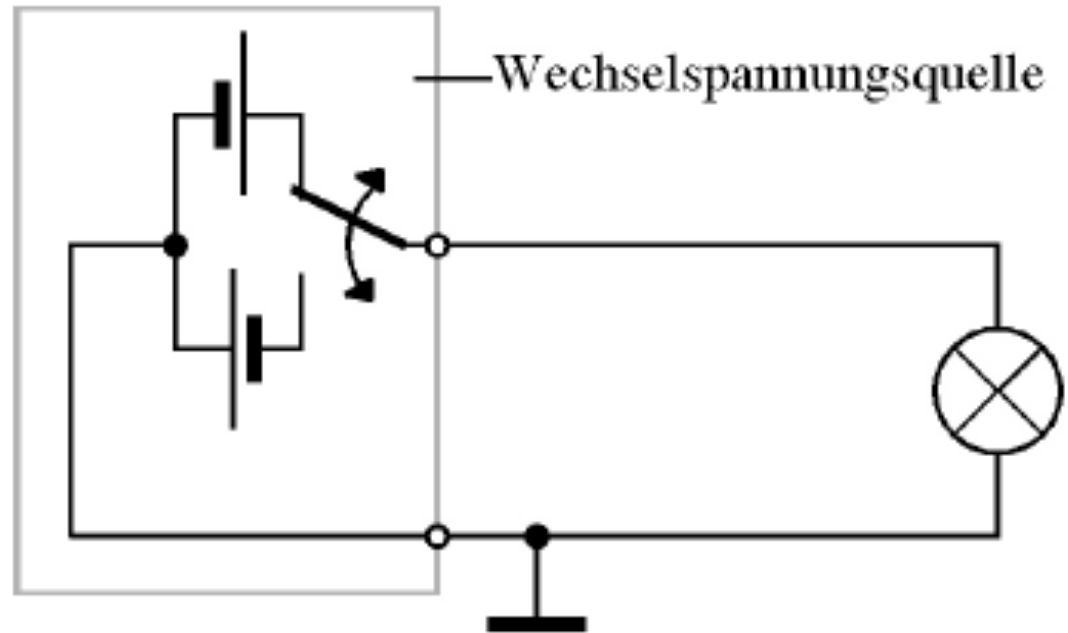


# Generator



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.

# Wechselspannung



## Themenfeld 9: Gesetzmäßigkeiten im elektrischen Stromkreis

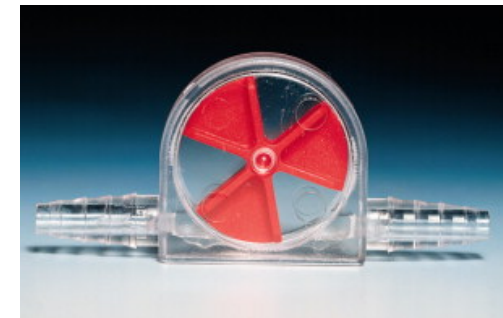
## Die elektrische Stromstärke

$$\text{Wasserstromstärke} = \frac{\text{Wassermenge}}{\text{Zeit}}$$

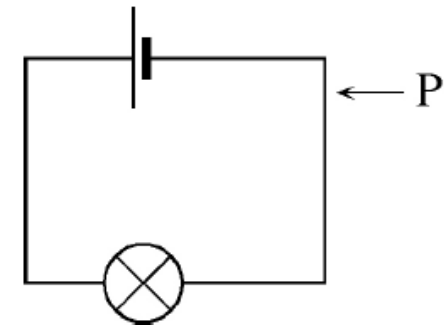
$$I_V = \frac{V}{t} \text{ in } \frac{l}{s}$$



Mit Strömungsanzeigern kann man die Stärke von Flüssigkeitsströmen messen



Eine bestimmte Menge Elektrizität fließt pro Sekunde durch P.

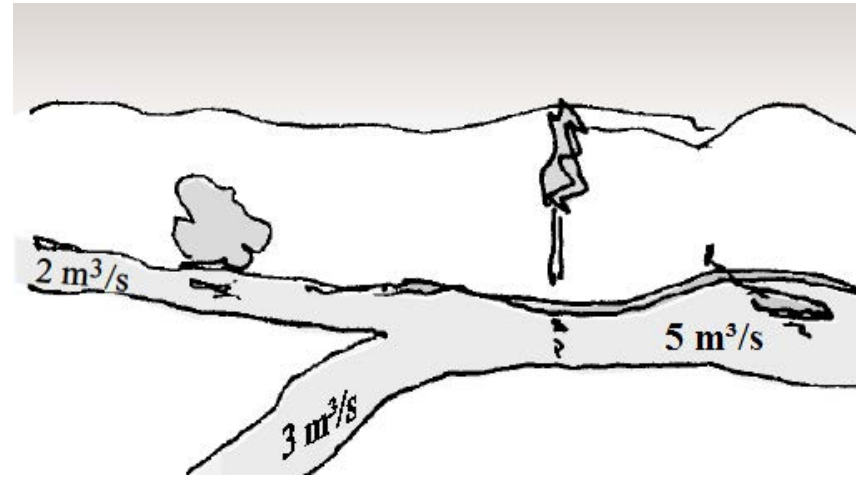
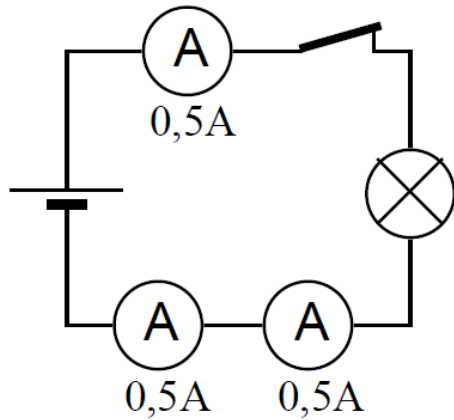


$$\text{elektrische Stromstärke} = \frac{\text{Elektrizitätsmenge}}{\text{Zeit}}$$

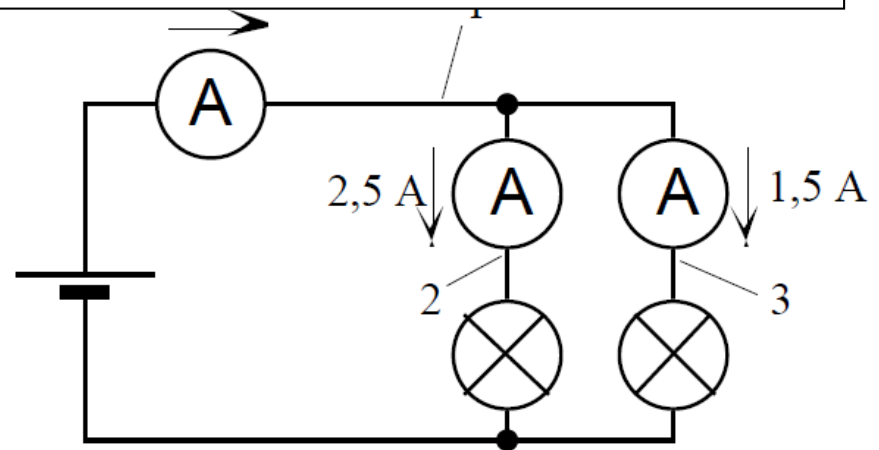
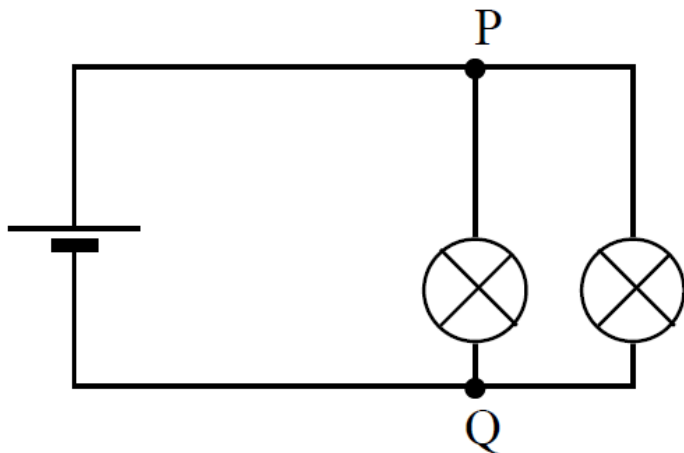
$$I = \frac{Q}{t} \text{ in } \frac{C}{s} = A$$



# Die Knotenregel



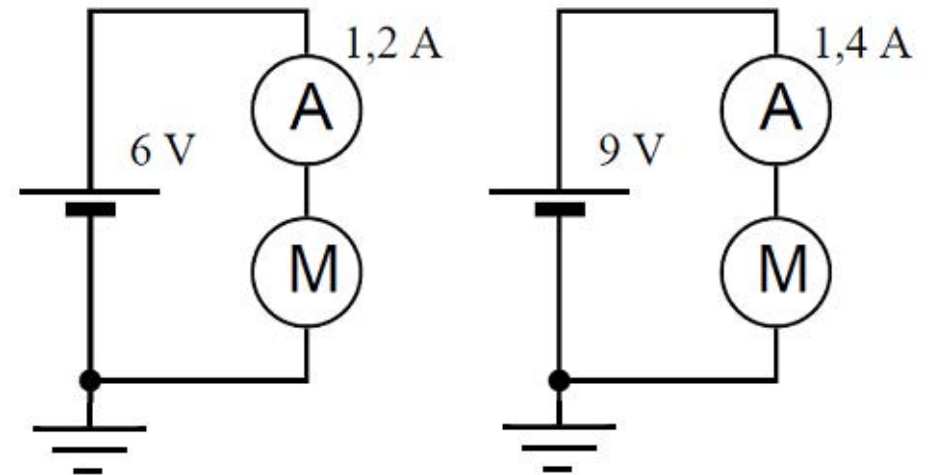
Knotenregel:  
In einem unverzweigten Stromkreis ist die Stromstärke überall gleich.  
Die zu einem Knoten hinfließenden Ströme sind zusammen genauso stark wie die wegfließenden.



## Antrieb und Stromstärke

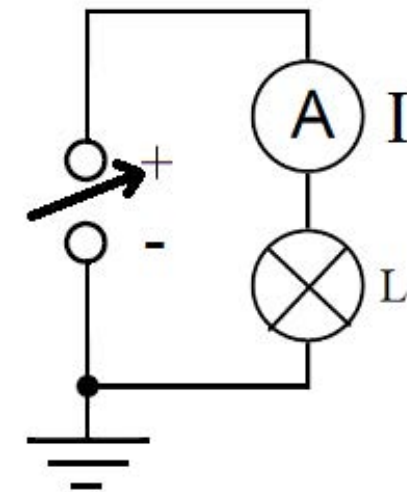
Ein Elektromotor wird einmal an einer 6-V- und einmal an einer 9-V-Batterie betrieben.

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.

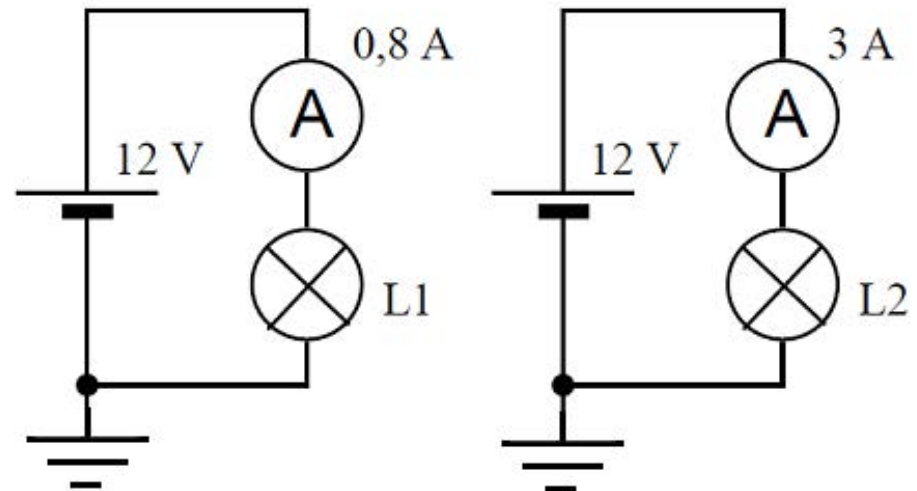
Je größer die elektrische **Potenzialdifferenz** zwischen zwei Stellen (je größer der **Antrieb**) ist, desto stärker ist der **elektrische Strom**, der von der einem zur anderen Stelle fließt.



## 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.



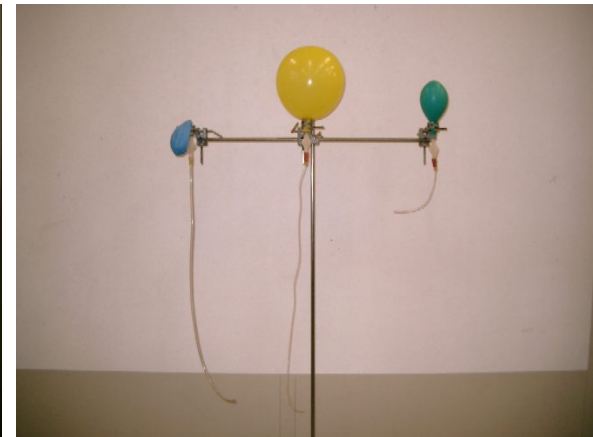
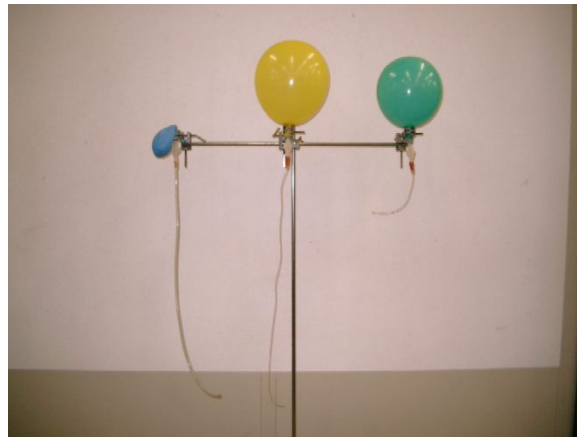
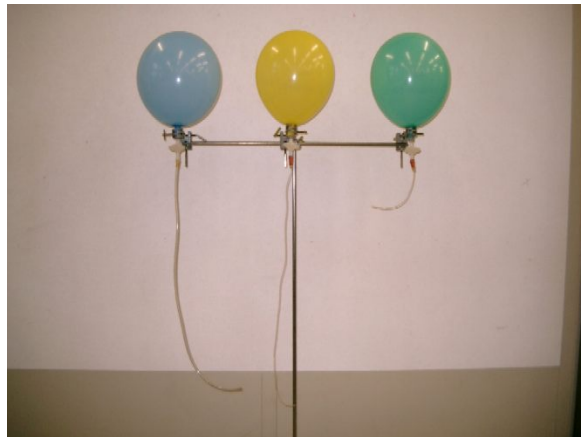
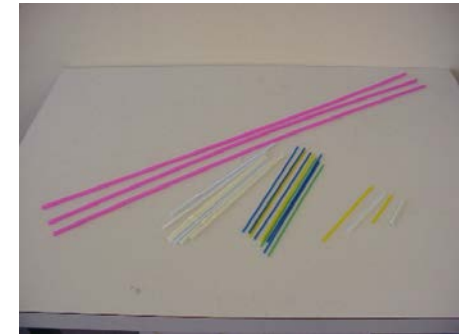
Die **Stärke des elektrischen Stroms**, der durch ein Gerät fließt, ist umso **größer**,

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

## Veranschaulichung des Widerstandes

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**

## Aufgreifen von Vorerfahrungen, Nutzen von Analogien

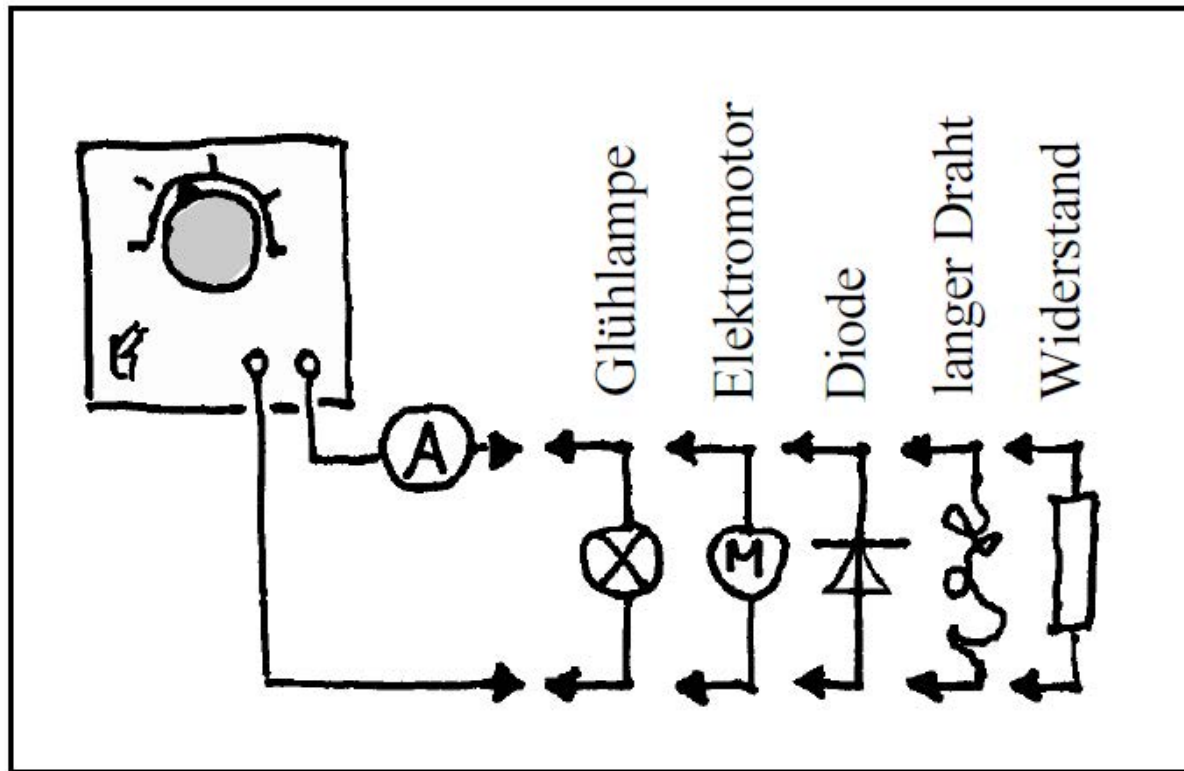


Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen Analogien zu thermischen Strömen zur Erklärung der Abhängigkeit der elektrischen Stromstärke von Spannung und Widerstand,

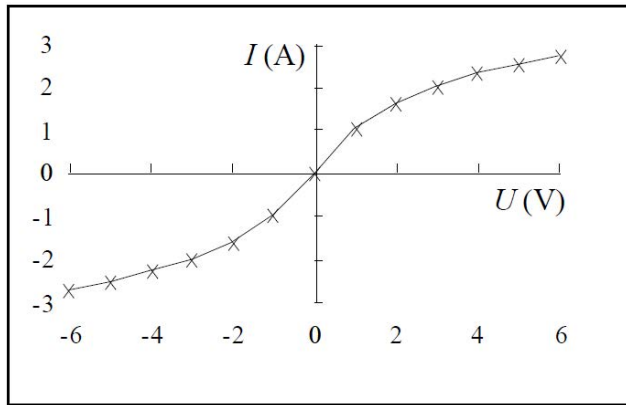
# Der elektrische Widerstand

Elektrische Leiter setzen dem elektrischen Strom einen **Widerstand** entgegen.

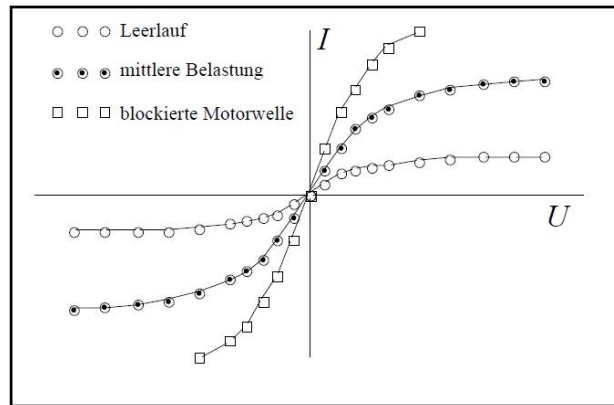


Der Zusammenhang zwischen der am Gegenstand angelegten Spannung und durch den Gegenstand fließendem Strom ist charakteristisch für den Gegenstand. Die graphische Darstellung des **I-U-Zusammenhangs** nennt man daher auch **Kennlinie**.

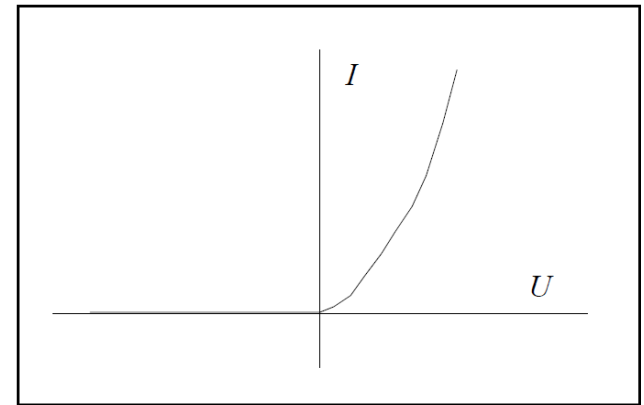
# Der elektrische Widerstand



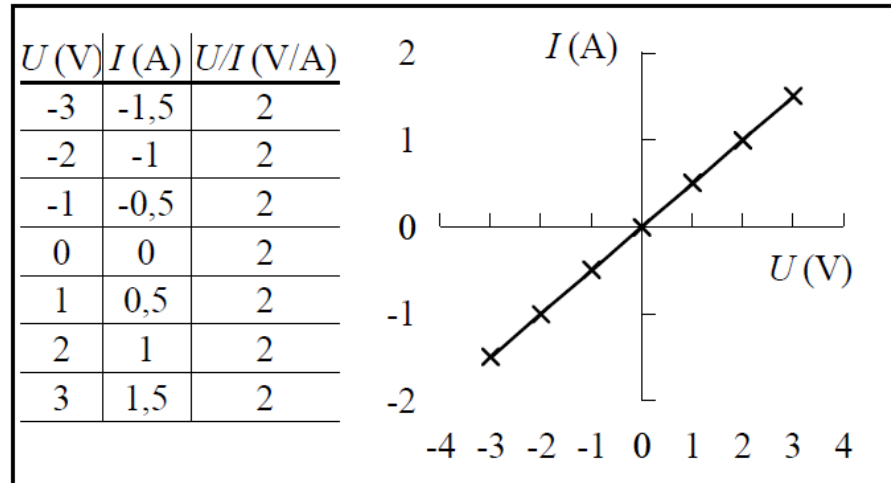
Glühlampe



Elektromotor



Diode



Langer Draht

Hier ist  $I \sim U$ , es gilt das Ohmsche Gesetz.

Der elektrische Widerstand ist konstant.

## Der elektrische Widerstand

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

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

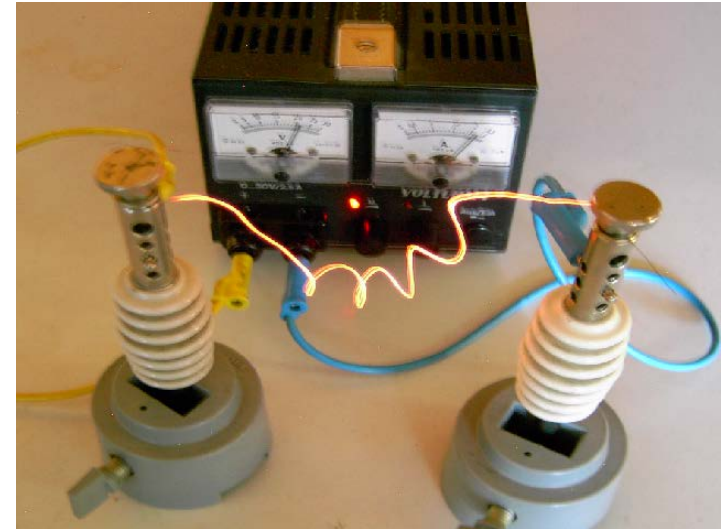
elektrische Stromstärke  
hängt ab von



## Elektrischer Widerstand und Entropieerzeugung

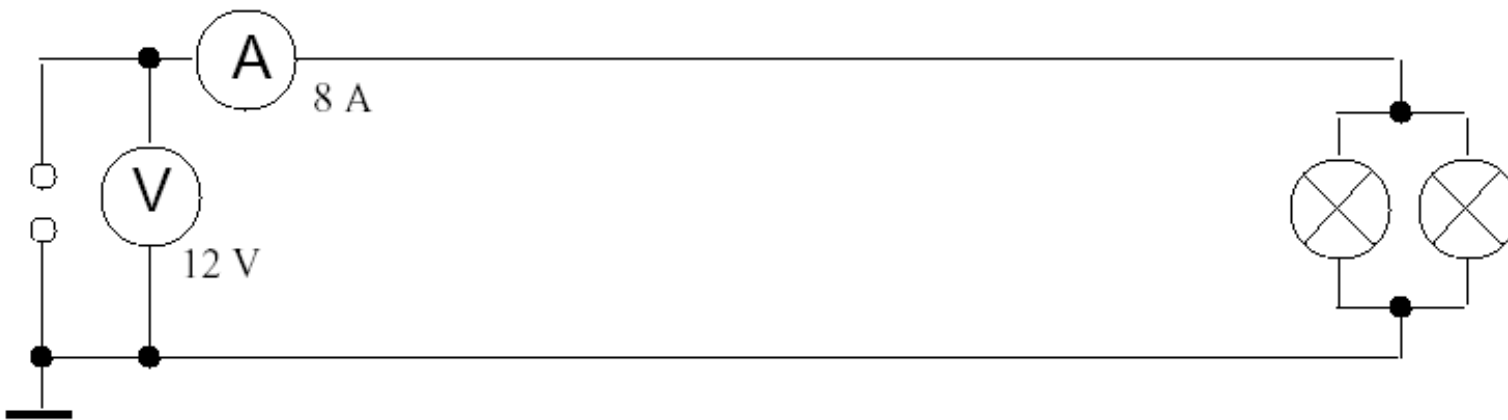
An einem Stück Leitung mit großem Widerstand hat die Elektrizität eine Art Reibungswiderstand zu überwinden. Dabei wird, wie bei jedem Reibungsvorgang, Entropie erzeugt, wodurch die Temperatur des Drahtes steigt.

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



# Ladung als Energieträger

# $P - I - \text{Zusammenhang}$

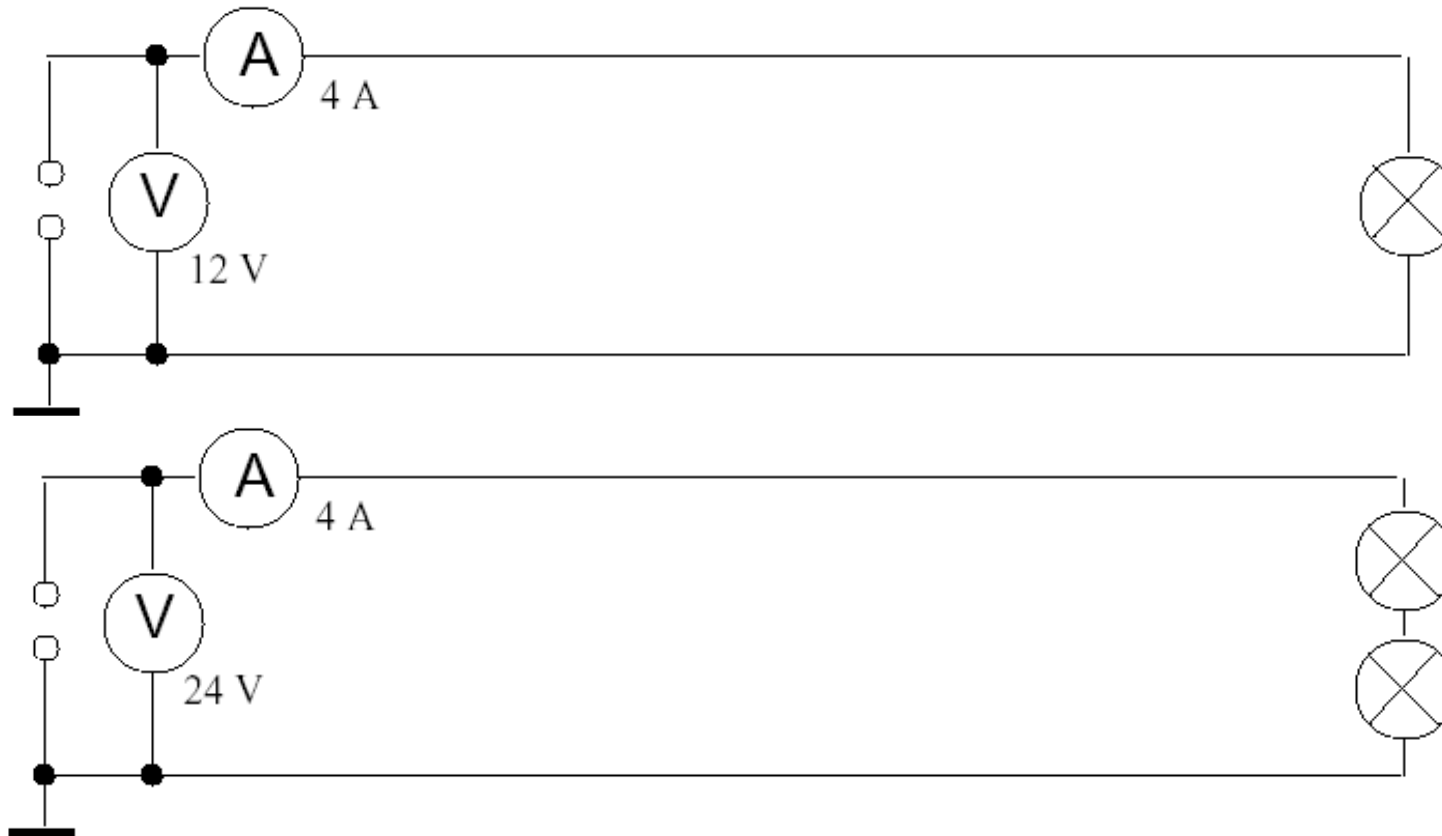


$$P \sim I$$

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

# Ladung als Energieträger

# $P - I - \text{Zusammenhang}$

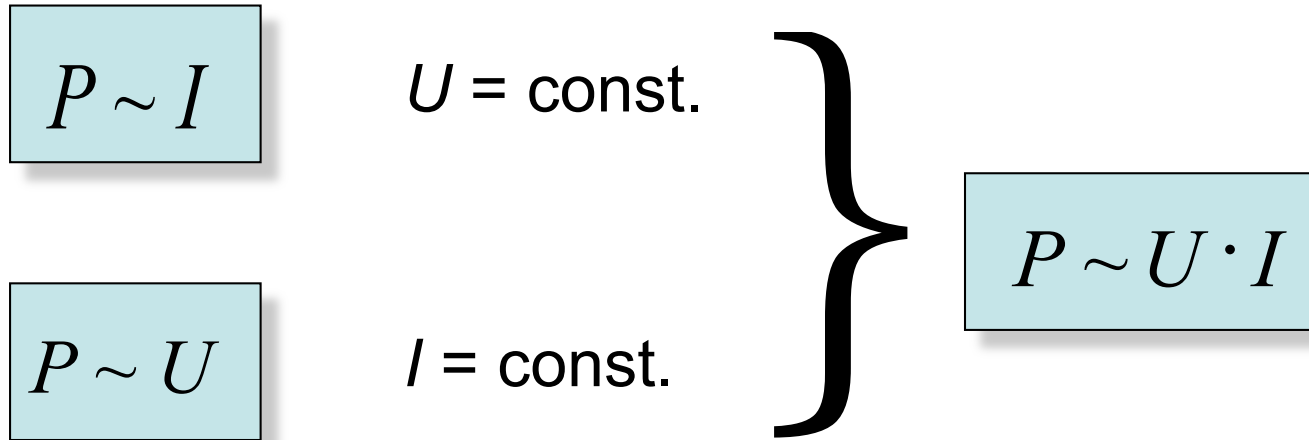


$$P \sim U$$

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

## Ladung als Energieträger

## $P - I$ - Zusammenhang

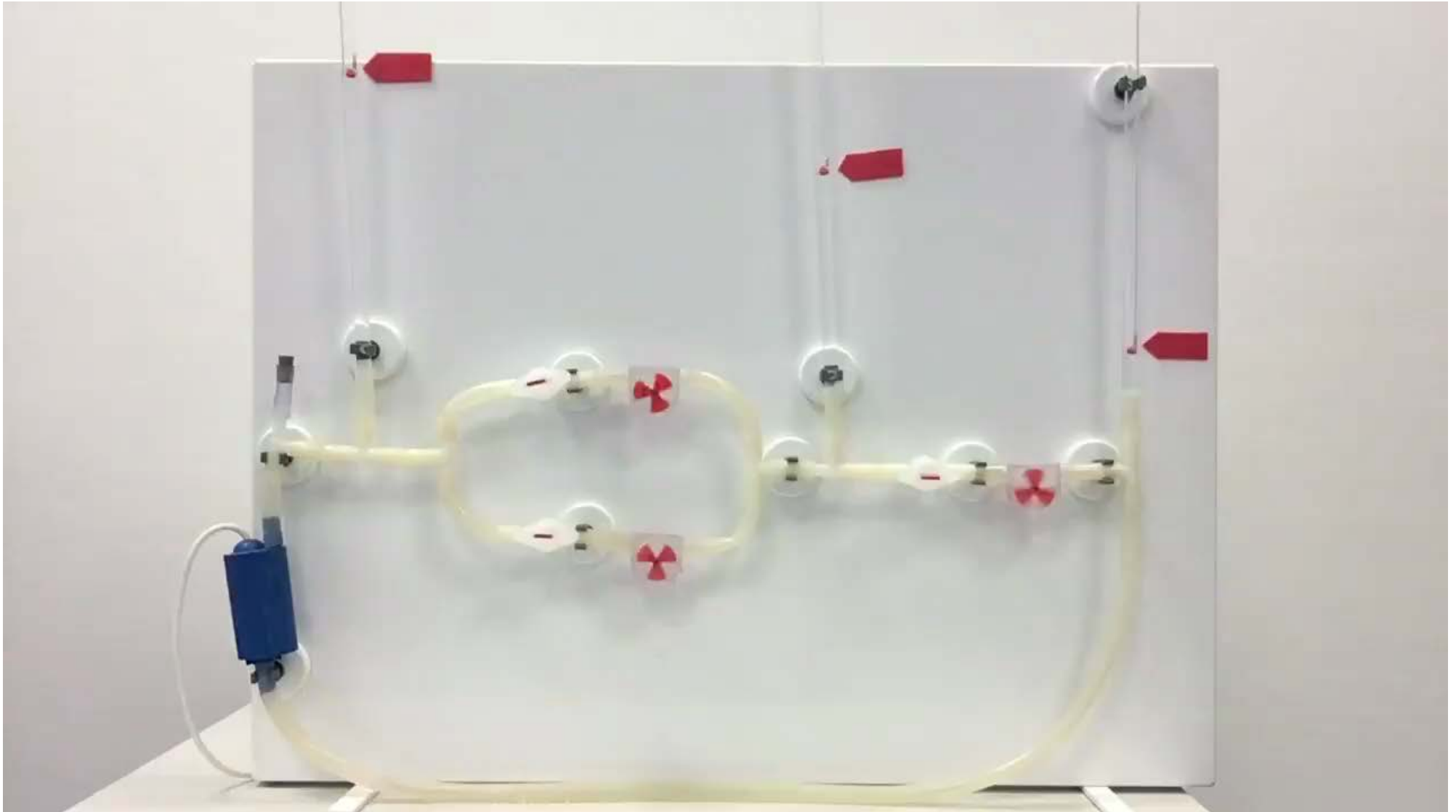


Überträgt man Energie mit dem Energieträger Elektrizität, so ist die Energiestromstärke proportional zur Stärke des elektrischen Stroms in den Leitungen und zur Spannung zwischen den Leitungen.

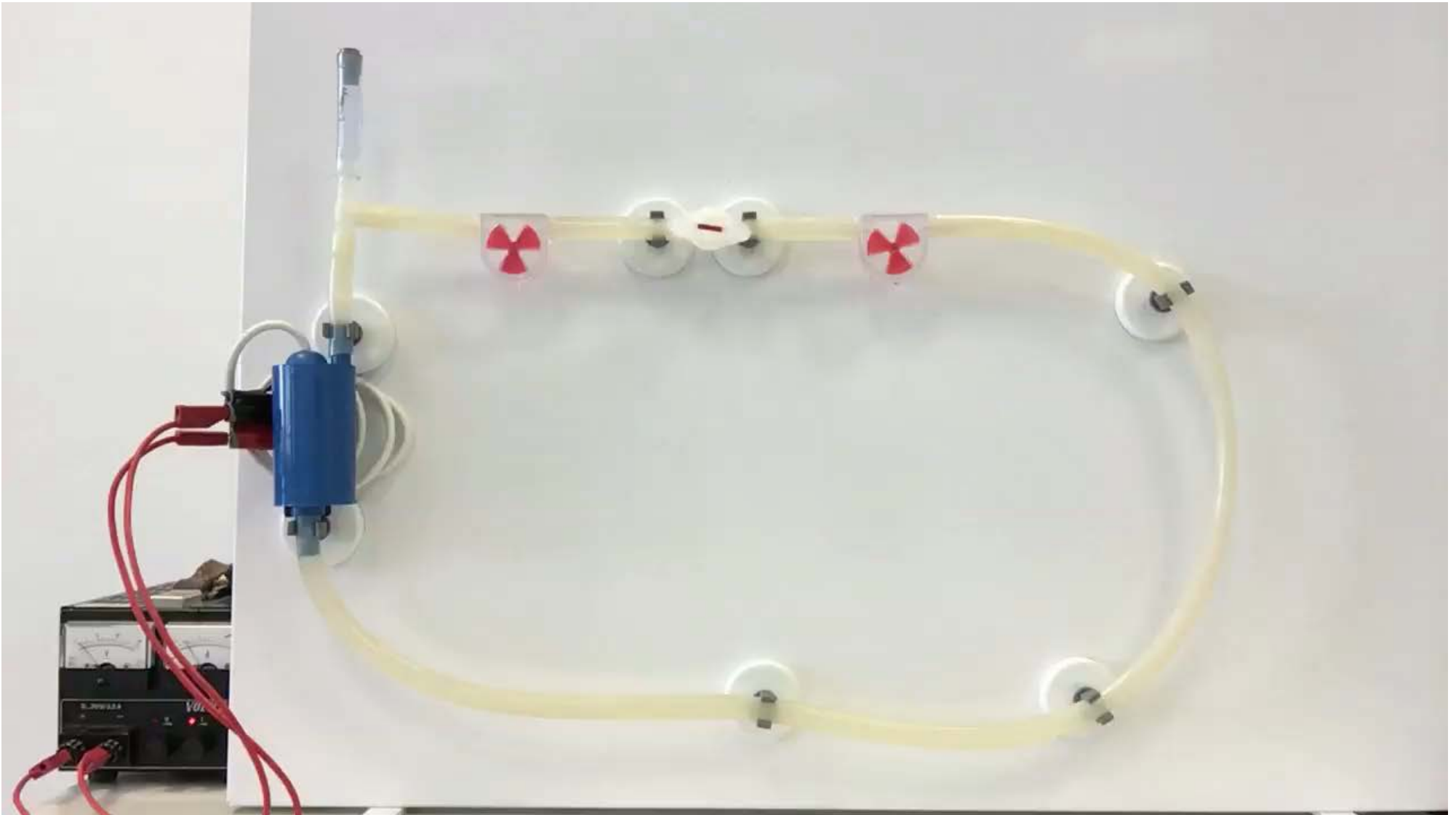
$$P = k \cdot U \cdot I$$

$$P = U \cdot I$$

# Stromkreise reagieren stets als Ganzes



# Stromkreise reagieren stets als Ganzes



# Gefahren und Sicherheitsmaßnahmen

Die Schülerinnen und Schüler

- beurteilen Gefahren und Sicherheitsmaßnahmen beim Umgang mit elektrischem Strom.



Reaktivieren der bisher erworbenen Kenntnisse:

Elektrischer Strom nur bei Potenzialdifferenz; Stärke abhängig vom Widerstand sowie von der „Pumpleistung“

Danke für Ihre Aufmerksamkeit