

# Elektrostatik

(Die Lehre von quasi ruhenden elektrischen Ladungen)

Erstelle ein Versuchsprotokoll!

Verwendete Geräte:

Kunststoffstäbe (KS), von denen einer frei drehbar gelagert ist

Glasstab (GS)

Polyestertuch (PT)

Durchführung:  
(was gemacht wurde)

1. beide KS auf je einer Seite mit PT reiben, einen drehbar lagern, beide einander annähern

2. wie 1., ein Stab aus Glas (GS)

3. wie 1., PT und drehbarer KS werden einander angenähert

Beobachtung:  
(was messbar/  
beobachtbar ist)

Abstoßung

Anziehung

Anziehung

Erklärung:  
(Zurückführen auf  
Bekanntes)

gleiche Stäbe wurden gleich behandelt => gleiche Ladung  
(Folgerung:) gleichnamige Ladungen stoßen sich ab

ungleiche Stäbe sind offensichtlich ungleichnamig geladen  
(Folgerung:) ungleichnamige Ladungen ziehen sich an  
("Streben nach Neutralität")

Ladungen sind vorher schon vorhanden (Atome bestehen aus pos. Kernen und negat. Elektronen), die werden beim Reiben getrennt => die dem Stab entgegengesetzte Ladung muss im Tuch sein

## Ladungserhaltungssatz:

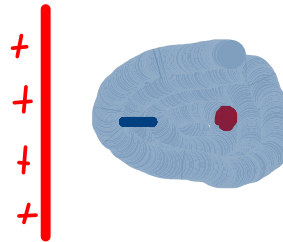
In jedem abgeschlossenen System ist die Summe der vorhandenen elektrischen Ladung konstant. Ladungen können nicht erzeugt oder vernichtet werden, man kann sie nur voneinander trennen.

4. Experiment:

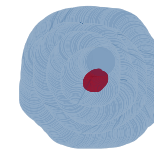
Durchf.: ein KS geladen, einer ungeladen, Annäherung

Beob.: Anziehung

Erkl.: Polarisisation



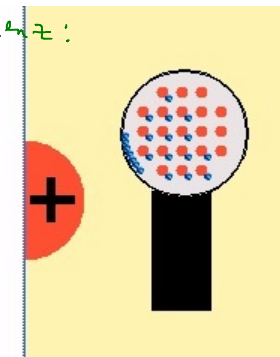
vorher



Durch Polarisierung (oder bei Metallen Influenz) sind die entgegengesetzten Ladungen des neutralen Körpers näher an dem geladenen Stab als die gleichnamigen Ladungen.

Die elektrische Kraft ist abstandsabhängig.  
=> Die Anziehung überwiegt die Abstoßung!

Influenz:



(mit negativem Stab entsprechend anders herum,  
d.h. immer Anziehung zw. geladenem und ungeladenem Körper)

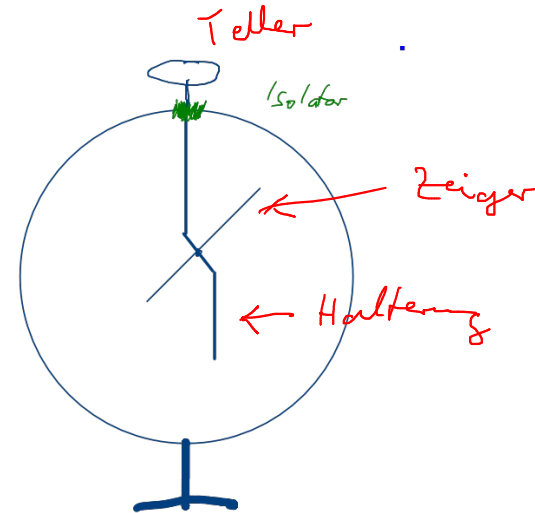
# Das Elektroskop

1. Exp.:

Durchf.: KS gerieben, Berührung mit Platte des Elektroskops

Beob.: Zeiger schlägt aus (dauerhaft)

Erkl.: Der Stab ist geladen durch das Reiben. Ladungen fließen vom Stab in den Teller oder umgekehrt. Die nun auf dem Elektroskop befindlichen verteilen sich gleichmäßig über Teller, Halterung und Zeiger. Zeiger und Halterung stoßen sich daher voneinander ab.



Zeiger, Halterung und Teller sind elektrisch leitend miteinander verbunden und mit sonst gar nichts!

2. Exp.

D.: wie 1. Exp., aber ohne Berührung

B.: Zeiger schlägt aus, nicht dauerhaft;  
Ausschlag geht zurück, wenn sich der KS  
wieder entfernt

E.: Die Ladungen des KS üben eine Kraft auf die  
frei beweglichen Elektronen im Metall aus, die  
dadurch (wenn der KS positiv ist) in den Teller  
gezogen werden ("Influenz").  
Halterung und Zeiger sind dann gleich geladen  
(positiv) und stoßen sich daher ab.

### 3.Exp.

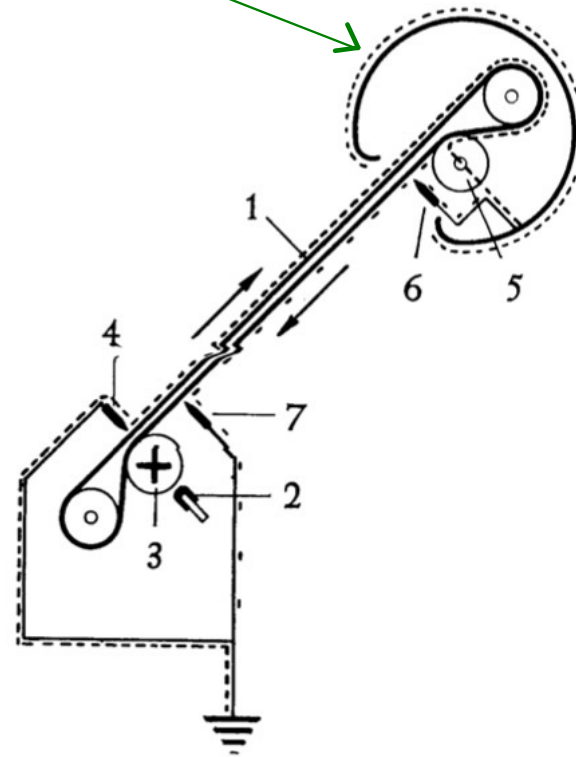
- D.:
1. geriebener Stab wird in die Nähe des Tellers gehalten
  2. Berührung des Tellers mit dem Finger
  3. Entfernung des Fingers
  4. Entfernung des Stabes

- B.:
1. Ausschlag des Zeigers
  2. Ausschlag geht zurück
  3. keine Änderung
  4. Ausschlag (dauerhaft!)

E.:

# Der Bandgenerator (van-de-Graff-Generator)

Durch Reibungs-, Polarisations- und Influenzeffekte bewirkt der Bandgenerator eine Ladungstrennung: eine Sorte befindet sich in der Kugel, die andere in der Erde. Sie haben den Drang, wieder zusammenzukommen: Die Spannung beträgt ca. 100000 V = 100 kV !!!!!!!!



## Messungen elektrischer Größen mit einem Digitalmultimeter ("DMM")

Die Programme, mit denen ihr euch auf den Gebrauch echter DMM's vorbereiten sollt, befinden sich hier:

<http://debianna.st-anna-schule.de/erne/>  
-> Physik-Ordner  
-> Ordner "elektronik"

Startet mit dem Wikipedia-Artikel "Multimeter"!

Benutzt anschließend das Programm `t_multi.swf`, das ihr in "elektronik" findet:

Welche Eigenschaften hat ein (Digital-) Multimeter („DMM“)?

Was ist bei dem Gebrauch eines DMM's zu beachten?

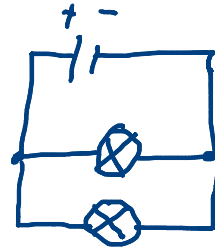
Erstellt eine Liste von Anwendungs- und Sicherheitsregeln - möglichst knapp!

Testet euer "praktisches" Wissen anschließend mit dem Programm `Ex_multi.swf` !

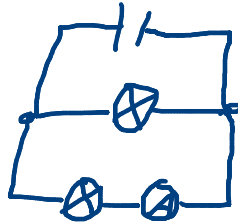
(Denkt bitte daran, dass jedes in der Realität "abgerauchte" DMM repariert oder entsorgt werden muss!!!)

1. Zwei Glühlampen sollen parallel an eine Batterie angeschlossen werden.

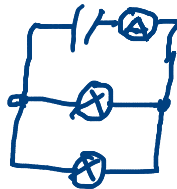
a) Erstelle einen Schaltplan!



b) Nun soll der Strom gemessen werden, der durch eine der Lampen fließt. Erstelle einen Schaltplan!



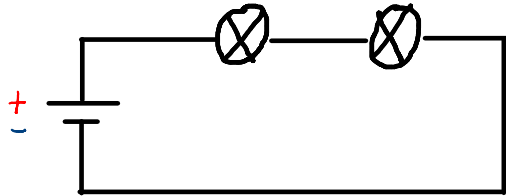
c) Nun soll der Gesamtstrom gemessen werden, der durch beide Lampen fließt. Erstelle einen Schaltplan!



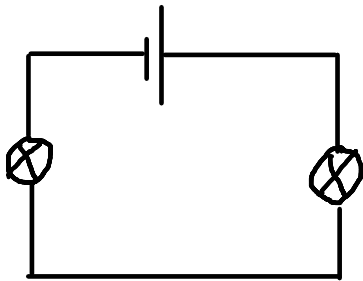
d) Nun soll die Spannung gemessen werden, die an einer der beiden Lampen abfällt (anliegt). Erstelle einen Schaltplan!



## Einführung in die Elektrizitätslehre



Das ist eine Reihenschaltung mit zwei Glühlampen.



Das ist exakt dieselbe Schaltung, weil auch hier die Elektronen auf ihrem Weg von "-" nach "+" durch beide Lampen fließen müssen.

Die Batterie nennt man (Spannungs- oder Strom-) Quelle,

Glühlampen, Motoren, Widerstände etc. nennt man Verbraucher.

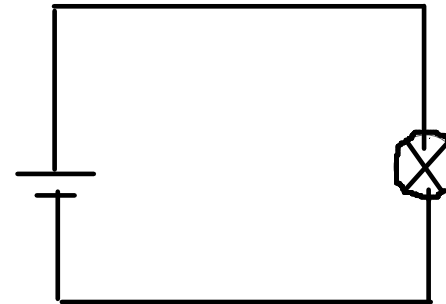
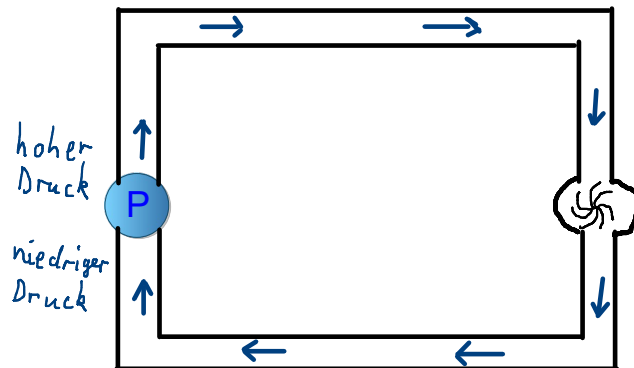
### Aber was verbrauchen die Verbraucher?

## Nein, sie verbrauchen keinen Strom!!!!!!

Sie verbrauchen auch keine Ladungen.

Dazu folgende Analogie ("Ähnlichkeit"):

Ein elektrischer Stromkreis ist in vielerlei Hinsicht wie ein geschlossener Wasserkreislauf, in dem Wasser durch eine Pumpe (Druck- "Quelle") in Strömung versetzt wird ("Strom").  
Der Wasserstrom treibt z.B. ein Schaufelrad an ("Verbraucher").



Kein Mensch käme auf die Idee, dass das Wasser oder der Wasserstrom verbraucht würde!  
Wenn die Pumpe keinen Druckunterschied mehr aufbauen kann, weil ihr die dazu nötige Energie fehlt, kommt der Strom zum Erliegen. Das Rad bleibt stehen.

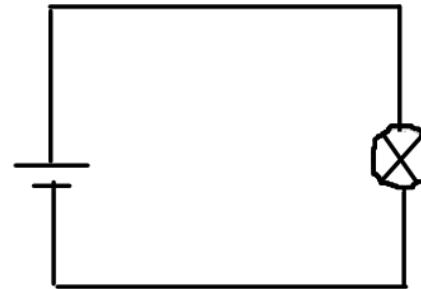
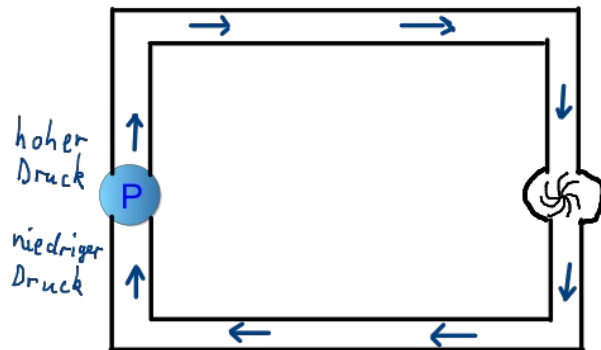
Ähnlich ist es im Stromkreis: Die Spannung der Batterie bewegt die elektrischen Ladungen in den Kabeln. So lange, bis ihr die dazu notwendige (chemische) Energie ausgeht. Dann kommt der Strom zum Erliegen - die Lampe geht aus.

Wenn hier also etwas "verbraucht" wird, dann ist es Energie.

Aber auch diese Formulierung ist physikalisch nicht richtig!

Besser:

Die Energie der Pumpe wurde umgewandelt in Bewegungsenergie des Rades,  
die Energie der Batterie wurde umgewandelt in Licht und Wärme  
(Strahlungsenergie und thermische Energie).



## Messung elektrischer Größen Das DMM ("Digitalmultimeter")

Ein DMM kann die wichtigsten elektrischen Größen messen:

Spannungen: Voltmeter (V-Meter)

Stromstärken: Amperemeter (A-Meter)

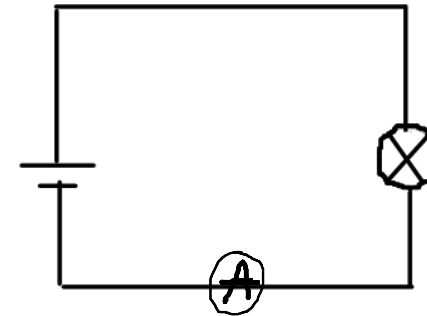
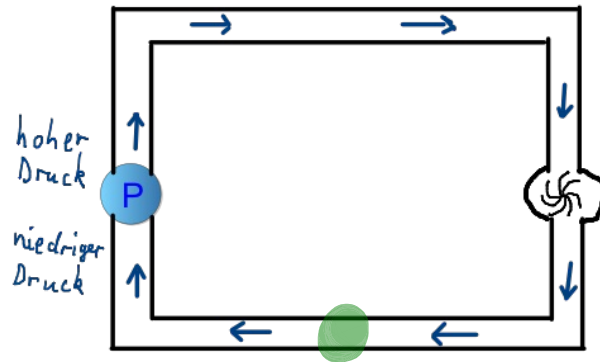
Widerstand: Ohmmeter ( $\Omega$ -Meter)

Dazu ist es nötig, die richtigen Anschlüsse und den richtigen Messbereich zu benutzen. Man beginnt dabei immer mit dem höchsten Messbereich.

Z.B. beim A-Meter mit dem Bereich "10 A", das bedeutet, die Stromstärke darf höchstens 10 A betragen. Ist die Stromstärke kleiner als der Wert des nächsten Messbereichs (z.B. "200 mA"), darf auf diesen umgestellt werden. Dabei wird das Messergebnis genauer.

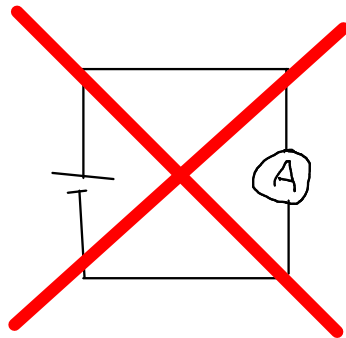


# Das A-Meter

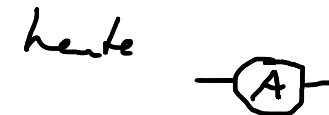
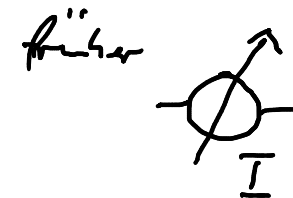


Der gesamte Strom muss durch das A-Meter (die Wasseruhr) fließen. Der Stromkreis muss also an der Stelle unterbrochen und die Lücke mit dem A-Meter wieder geschlossen werden.

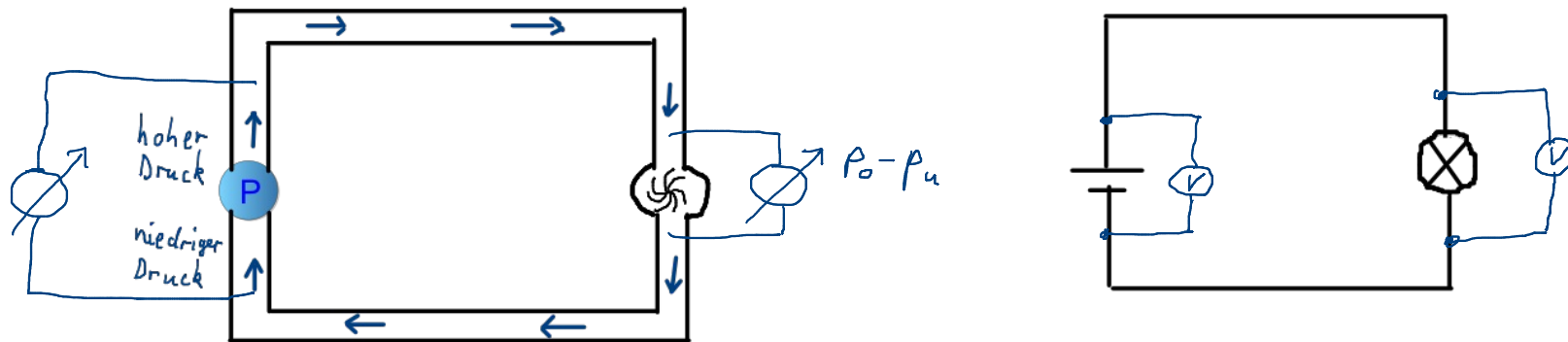
Um den Strom nicht zu behindern, darf es möglichst keinen Widerstand haben.



*⚡ Kurzschluss*



# Das V-Meter



$P_o$  = Druck oben („pressure“)

$P_u$  = „ unten

Ein V-Meter ist also wie ein Druckunterschiedsmessgerät, es misst an zwei Stellen im Stromkreis den Druck und bildet die Differenz.

Dazu sollte möglichst wenig Strom "abgezweigt" werden, das V-Meter sollte einen möglichst (unendlich) großen Widerstand haben.

---

Das  $\Omega$ -Meter darf niemals in Verbindung mit einer anderen Spannungsquelle verwendet werden!

<-- 27.4.2012