

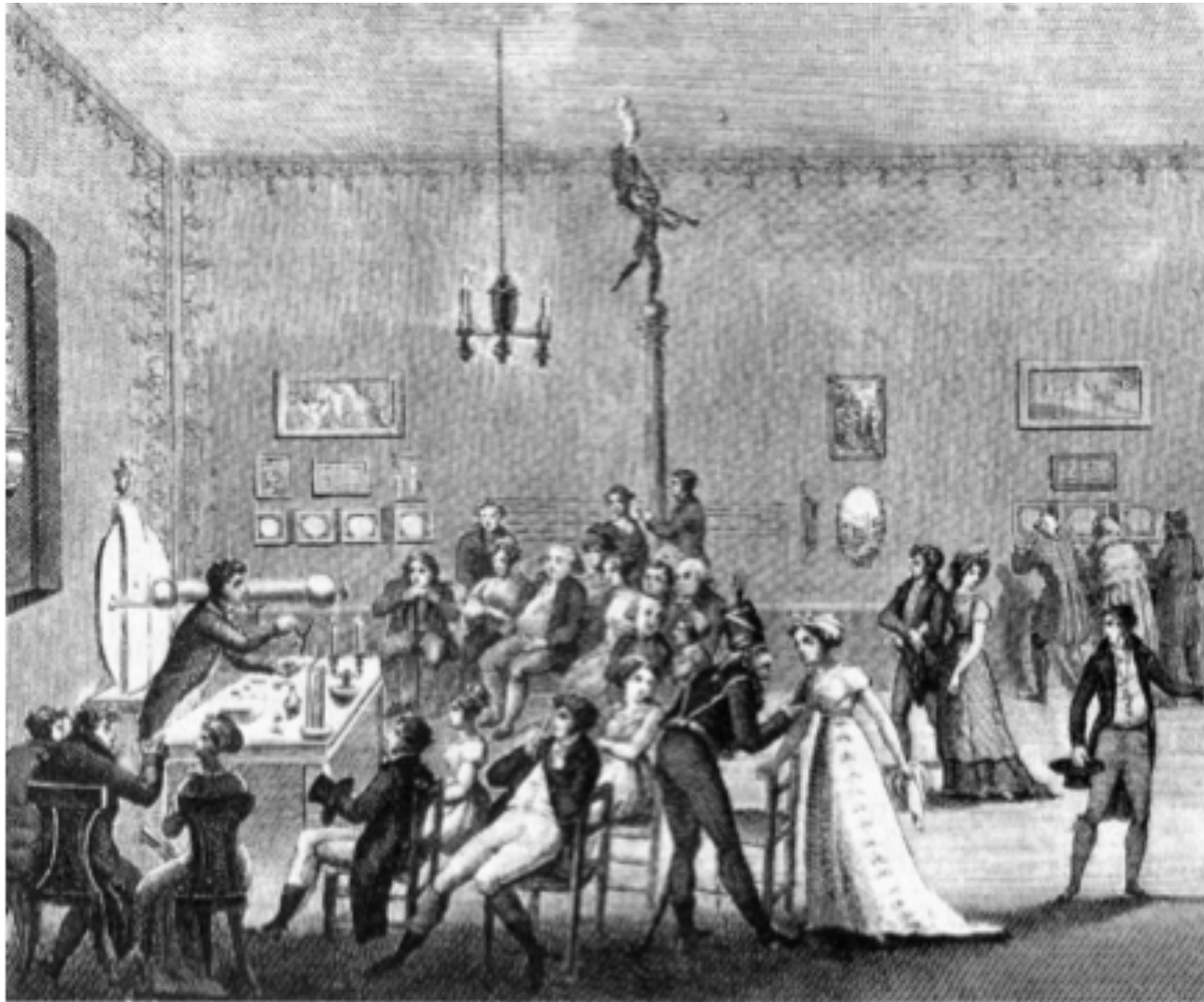
**Prof. Dr. Christoph Kulgemeyer**

AG Didaktik der Physik

Fakultät für Naturwissenschaften



# Physikalische Grundlagen Elektrizitätslehre 2







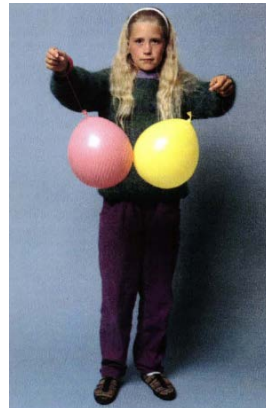
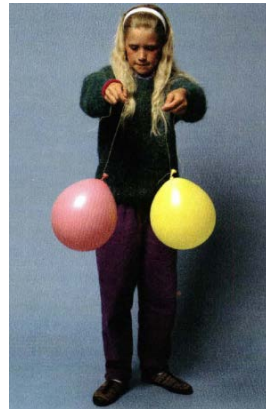
# Dem Phänomen annähern...

---

- Beobachtung: wenn ich einen Luftballon am Wollpullover reibe, wird er danach von dem Wollpullover angezogen
- Und: Er kann dann auch kleine Papierschnipsel anziehen
- Behandelt man aber einen zweiten Ballon genauso, stoßen sich die beiden ab!
- ... und reibt man sie aneinander ziehen Sie sich an.

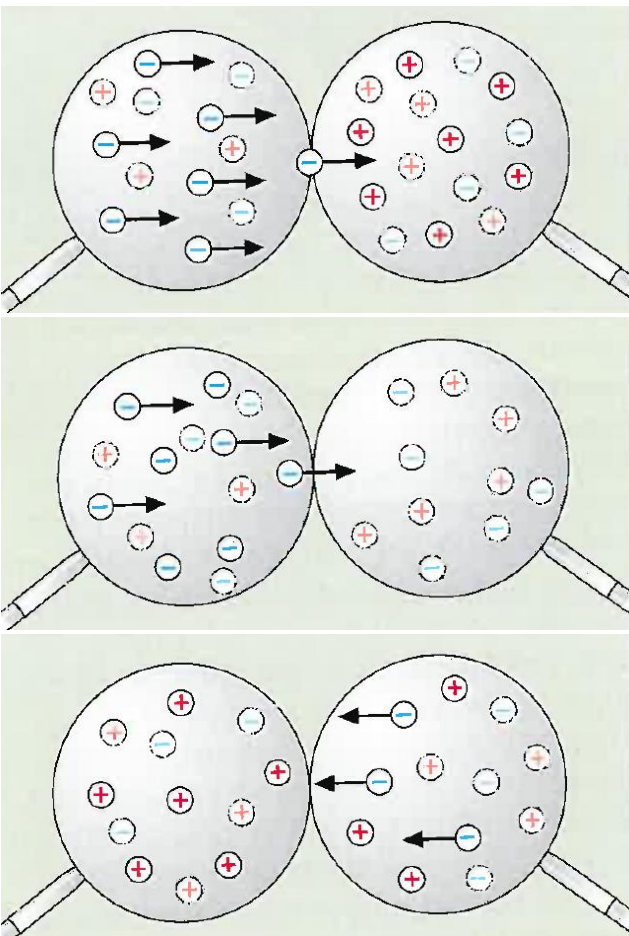
# Deutung

- Deuten können wir die Beobachtung, wenn wir annehmen, dass es zwei Arten von „Ladungen“ gibt (**positiv** und **negativ**), die durch Reiben voneinander getrennt werden können.
- Zusatzannahme: **ungleiche** Ladungen ziehen sich an, **gleiche** stoßen sich ab.
- Hat ein Körper mehr negative Ladungen als positive, ist er negativ geladen - und umgekehrt.
- Die Maßeinheit für Ladung ist das Coulomb C

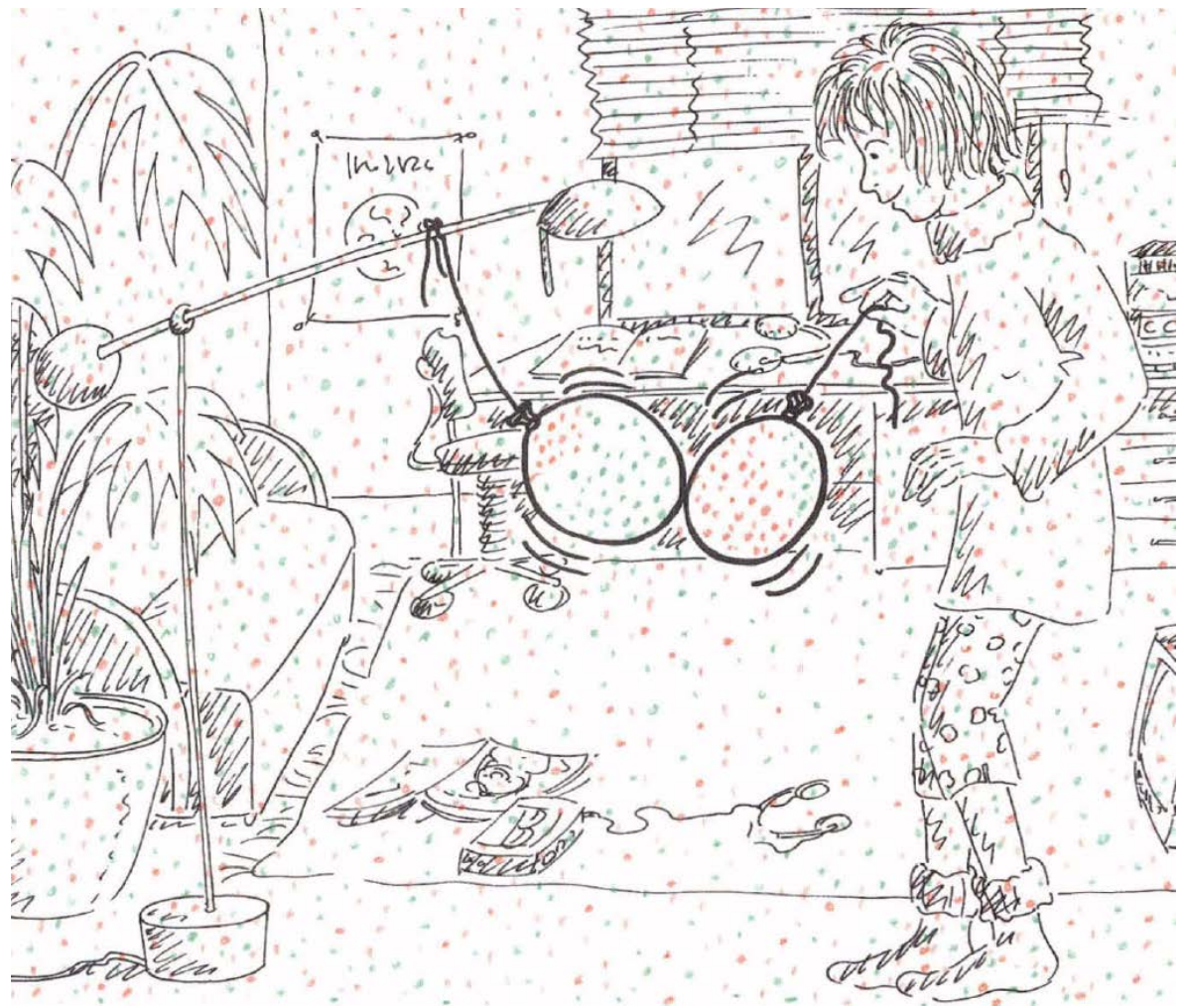




# Ladungen sind überall



Elektronenübergänge



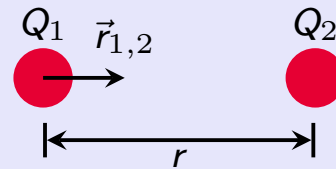
# Das Coulombsche Gesetz

- Es wirkt eine Kraft
- Die Stärke der Anziehungskraft kann durch das **Coulomb-Gesetz** angegeben werden:

## Coulomb-Gesetz

$$\vec{F}_{1,2} = k \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} \vec{r}_{1,2},$$

$Q_1, Q_2$  Ladungen;  $r$  Abstand;  
 $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$



Die **Richtung** der Kraft (Anziehung oder Abstoßung) ist von den Ladungen abhängig:

- $Q_1 > 0+$ ,  $Q_2 > 0+$ : Abstoßung
- $Q_1 > 0+$ ,  $Q_2 < 0-$ : Anziehung
- $Q_1 < 0-$ ,  $Q_2 > 0+$ : Anziehung
- $Q_1 < 0-$ ,  $Q_2 < 0-$ : Abstoßung



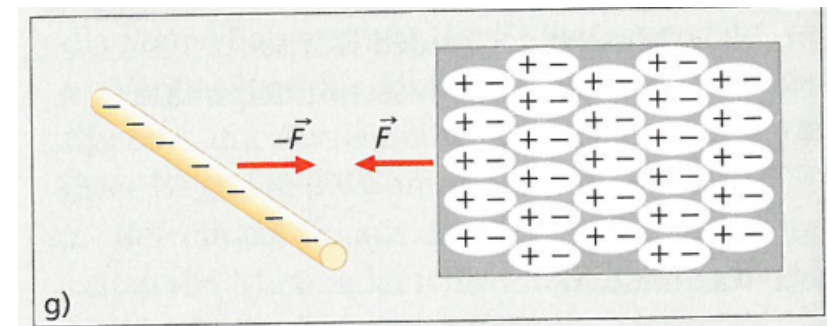
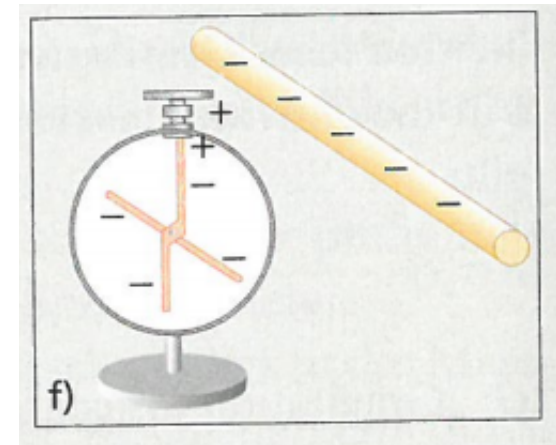
# Ein kleines Atommodell

---

- Atome bestehen aus geladenen Teilchen
- In der Atomhülle befinden sich **negativ geladene Elektronen**
- Im Atomkern befinden sich Neutronen und **positiv geladene Neutronen**
- Sind Atome elektrisch neutral, haben sie genau gleich viele Elektronen wie Protonen. Es kann auch ein Ungleichgewicht bestehen, dann ist das Atom geladen. Man nennt das ein „Ion“.
- Aber: ein paar Elektronen kann man relativ leicht entfernen, vor allem aus Festkörpern. Und es reicht schon, ein paar zu entfernen, um einen Effekt zu spüren!
- Elementarladung:  $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

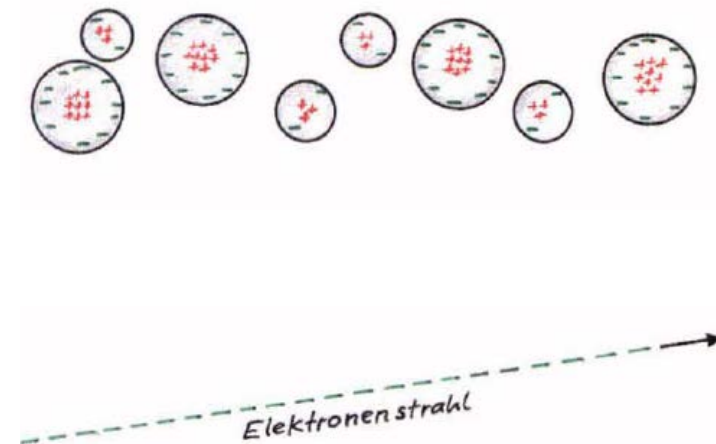
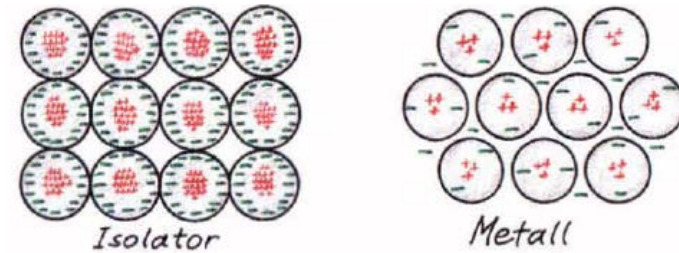
# Ladungen in Metallen

- In Metallen sind elektrische Ladungen in Form von Elektronen frei beweglich! Das liegt an der Struktur, die die Metallatome bilden, wenn man sie zusammenbringt.
- Nichtleiter (=Isolatoren): Elektronen sind an Atome gebunden (z.B. PVC, Leder)
- Aufladen von Isolatoren durch Reibung nur an Oberfläche möglich (Elektronen werden „mechanisch“ entfernt/hinzugefügt)
- **Influenz**: Berührungslose Ladungsverschiebung innerhalb eines Leiters
- **Polarisation**: Berührungslose einheitliche Ausrichtung der Atome/Moleküle eines Isolators, sobald ein geladener Körper in die Nähe kommt. Neutral geladene Körper werden deshalb von geladenen angezogen



# Material macht den Unterschied!

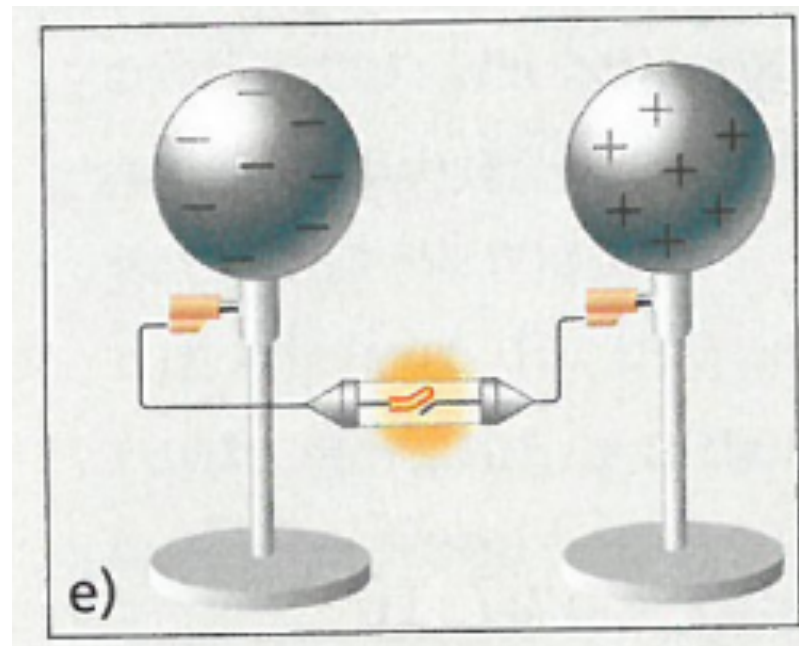
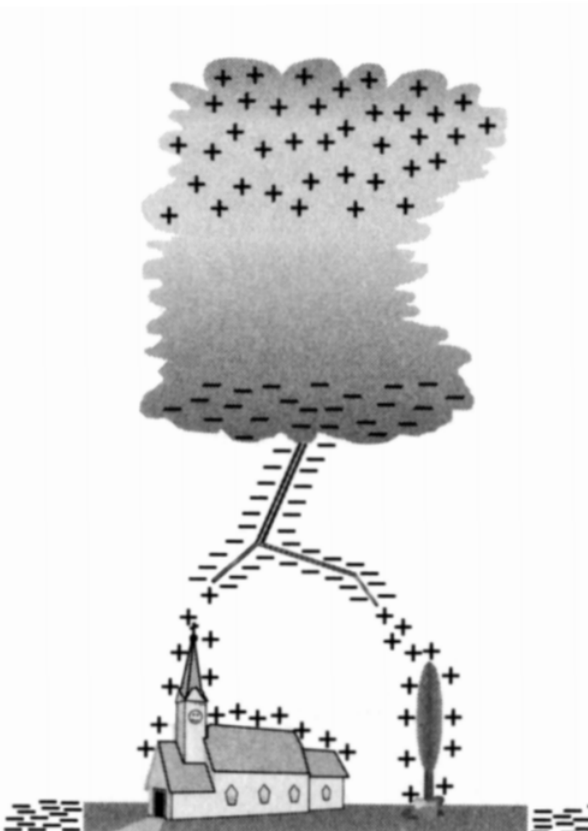
- **Feststoffe:** Atome (auch Ionen) können sich nicht bewegen. In Isolatoren gilt dies auch für alle Elektronen, in Metallen sind einige Elektronen frei beweglich. Deshalb leiten sie Strom.
- **Flüssigkeiten:** Hier haben Atome (und Ionen) keinen festen Platz. In Flüssigkeiten, die aus Ionen (oder Dipolen...) bestehen, kann also Strom geleitet werden.
- Elektronen können aber auch frei in Raum fließen, z.B. wenn sie aus einem Metall heraustreten



# Elektrischer Strom

---

- Elektrischer Strom = „Fließen“ von Elektronen
- Ursache des Stroms: Ladungsungleichgewicht
- Bei Blitzeinschlag fließen etwa 20.000 C/s, das sind 20.000 A



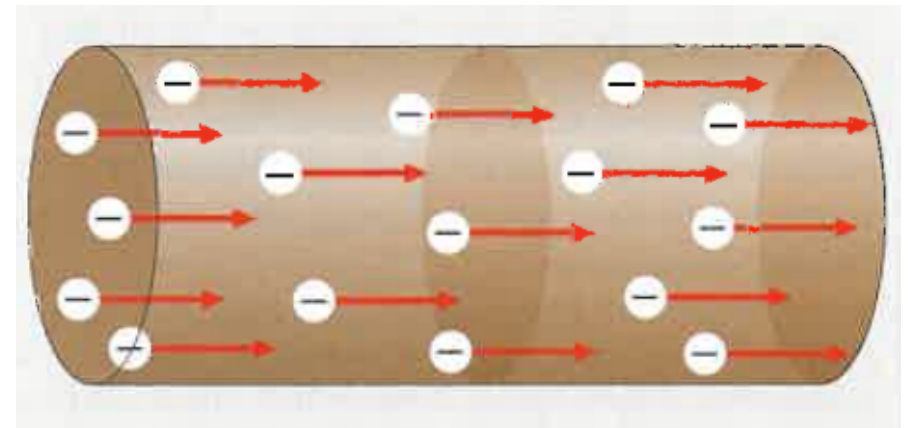
# Elektrische Stromstärke

---

- Die Elektrische Stromstärke hat das Formelzeichen  $I$  und wird in der SI-Einheit „Ampere“ (A) angegeben.  $1\text{A}=1\text{C/s}$

$$I = \frac{Q}{t}$$

- $Q$  gibt an, welche Ladungsmenge durch den Querschnitt des Leiters fließt
- $Q$  ist nicht die Anzahl der Elektronen!
- $t$  ist die Zeit die es dauert, bis die Ladung  $Q$  durch diesen Querschnitt geflossen ist
- Bei einem höheren Strom fließen in gleicher Zeit also mehr Elektronen





# Elektrische Stromstärke transportiert Energie

## Die Messung der elektrischen Stromstärke

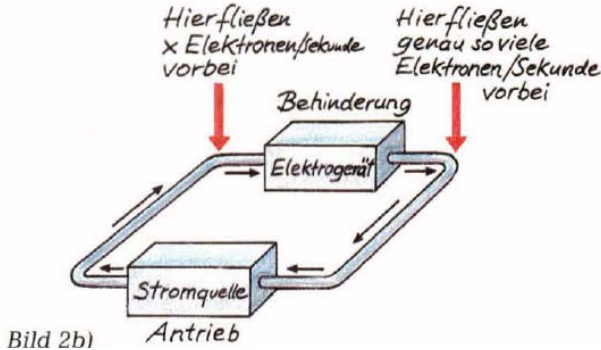
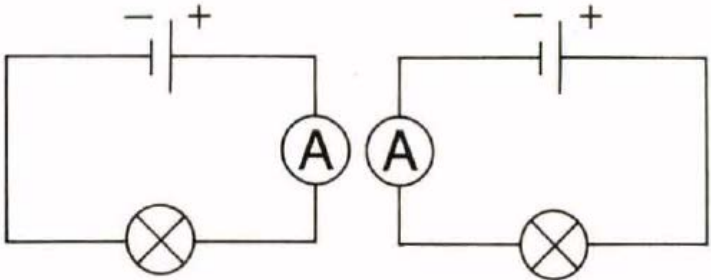
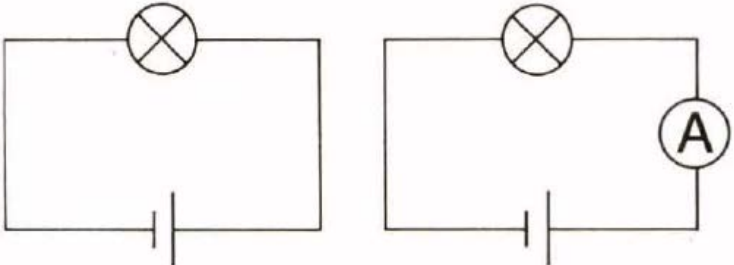


Bild 2b)

**Es ist gleich, an welcher Stelle im Stromkreis die Stromstärke gemessen wird.**

Die Elektronen müssen durch das Messinstrument strömen. Die Elektronen in einem Stromkreis bewegen sich nicht unabhängig voneinander, sondern alle führen die gleiche Bewegung aus. Es kann nirgendwo zu einer Anhäufung oder Verdünnung oder zu einem Stau kommen.

Quelle (5)

# Gewitter

In der Gewitterwolke entstehen starke Aufwinde. Die kleinen Wassertröpfchen werden nach oben mitgerissen und gefrieren. Es entstehen Hagelkörnern.

Sobald die Hagelkörner so schwer sind, dass der Aufwind sie nicht mehr trägt, fallen sie herab und stoßen mit den Wassertröpfchen zusammen. Beim Zusammenprall laden sich die Hagelkörner negativ und die zersprühenden Wassertröpfchen positiv auf.

Im oberen Teil der Gewitterwolke sammeln sich die positiven, im unteren die negativen Ladungen. Unterhalb der Gewitterwolke werden die negativen Ladungen weggedrängt.

Sind genügend Ladungen getrennt, kommt es zum plötzlichen Ladungsausgleich in Form eines Blitzes.

Dort, wo die Ladungen entlang laufen, wird die Luft sehr stark erhitzt, dehnt sich aus und erzeugt einen Knall (Donner).

