

Die Gefahren des elektrischen Stroms

Ein Beitrag von Mag. Dominik Ertl, Wien

Der elektrische Strom ist aus unserem heutigen Leben nicht mehr wegzudenken, zugleich birgt er unter Umständen aber auch lebensbedrohliche Gefahren.

Doch was ist und woher kommt der elektrische Strom überhaupt? Wann ist ein elektrischer Strom gefährlich und wann nicht? Und was ist eigentlich ein Blitz?

Diesen und weiteren spannenden Fragen gehen Ihre Schüler in diesem Beitrag nach.



Foto: Thinkstock/Stock

Vorsicht: 230-V-Netzspannung!

Mit spannenden Schüler- und Lehrerexperimenten!

Das Wichtigste auf einen Blick

Klassen: 7/8

Dauer: ca. 6-8 Stunden

Kompetenzen: Die Schüler ...

- kennen das Ohm'sche Gesetz und können es gegenstandsbezogen anwenden.
- können mithilfe von Anleitungen einen Versuch planen, aufbauen und durchführen.
- verstehen die Gefahren des elektrischen Stroms.
- kennen die Wärmewirkung des elektrischen Stroms und deren Folgen.
- kennen die Sicherheitsmaßnahmen zur Abwendung von Gefahren des Stroms (Schaltungen und Sicherungen).
- verstehen das Prinzip der Selbstinduktion und deren Anwendung im Alltag.

Aus dem Inhalt:

- Was ist und woher kommt der elektrische Strom?
- Wozu benötigen wir Strom?
- Wann ist ein elektrischer Strom gefährlich und wann nicht?
- Wie funktioniert eine Reihen- und Parallelschaltung?
- Was ist eigentlich ein Blitz?
- Wie funktioniert ein Weidezaun?

Beteiligte Fächer: Physik ■

Anteil hoch
 mittel
 gering

Die Reihe im Überblick

⌚ V = Vorbereitungszeit SV = Schülerversuch Ab = Arbeitsblatt/Informationsblatt
 ⌚ D = Durchführungszeit LV = Lehrerversuch Fo = Folie
 LEK = Lernerfolgskontrolle

Stunden 1/2: Strom, Spannung und Widerstand und das Ohm'sche Gesetz

| Material | Thema und Materialbedarf |
|---|--|
| M 1 (Ab) | Was ist „elektrischer Strom“? – Eine Definition |
| M 2 (Fo) | Wozu wir Strom benötigen ... – einige Beispiele |
| M 3 (Ab/SV) ⌚ V: 5 min ⌚ D: 10–25 min | Stromstärke, Spannung und Widerstand – das Ohm'sche Gesetz <input type="checkbox"/> 4,5-V-Flachbatterie <input type="checkbox"/> 9-V-Blockbatterie |
| M 4 (Ab/SV) ⌚ V: 15 min ⌚ D: 30–45 min | Ein Freihandexperiment: Wir messen unseren Körperwiderstand <input type="checkbox"/> 2 Metallrohre aus gleichem Material mit circa 15 cm Länge (z. B. Kupferrohre; können bei einem Installateur besorgt werden) <input type="checkbox"/> Alternative: 2 Klopapierrollen, die mit Alufolie umwickelt werden <input type="checkbox"/> 1 Netzgerät mit regelbarer Spannung bis höchstens 10 V (z. B. Schülerübungsnetzgerät) <input type="checkbox"/> 5 Kabel <input type="checkbox"/> 2 Krokodilklemmen <input type="checkbox"/> 1 Voltmeter (0–20 V) <input type="checkbox"/> 1 Ampèremeter (0–30 mA) <input type="checkbox"/> Taschenrechner |
| M 5 (Ab) | Die Gefährlichkeit des elektrischen Stroms |
| M 6 (Ab) | Wie groß ist mein Körperwiderstand? – Versuchsprotokoll |

Stunden 3–6: Sicherheitsvorkehrungen und deren Anwendung

| Material | Thema und Materialbedarf |
|---|--|
| M 7 (Ab/LV) ⌚ V: 10 min ⌚ D: 20–30 min | Die Wärme- und Lichtwirkung des elektrischen Stroms <input type="checkbox"/> 2 Stative <input type="checkbox"/> dünner ($d < 0,5$ mm), nicht isolierter Eisen- oder Wolfram-Draht <input type="checkbox"/> regelbare Spannungsquelle (Schülernetzgerät) <input type="checkbox"/> Experimentierkabel <input type="checkbox"/> Bleistift oder Nagel <input type="checkbox"/> Papierstückchen <input type="checkbox"/> Ampèremeter |
| M 8 (Ab/SV) ⌚ V: 5 min ⌚ D: 30 min | Die Reihen- und Parallelschaltung verschiedener Geräte <input type="checkbox"/> Schülerbaukästen Elektrik <input type="checkbox"/> Alternative: kleines Holzbrettchen <input type="checkbox"/> 6 kleine Lämpchen mit Fassungen, entsprechend der Spannungsquelle, die man verwendet <input type="checkbox"/> zwei 4,5-V- oder 9-V-Batterien |

| | |
|---|---|
| | <input type="checkbox"/> Kabel oder Draht <input type="checkbox"/> 2 Ampèremeter <input type="checkbox"/> eine kleine Zange |
| M 9 (Ab) | Parallelschaltung mehrerer Geräte: Achtung, Brandgefahr! |
| M 10 (Ab/SV) ⌚ V: 10 min ⌚ D: 30 min | Das Modell einer Schmelzsicherung <input type="checkbox"/> Spannungsquelle <input type="checkbox"/> 2 Experimentierkabel <input type="checkbox"/> 2 Krokodilklemmen <input type="checkbox"/> Ampèremeter <input type="checkbox"/> Alufolie <input type="checkbox"/> Schere <input type="checkbox"/> Experimentierplatine |
| M 11 (Ab/SV) ⌚ V: 5 min ⌚ D: 15 min | Eine Anwendung aus der Praxis <input type="checkbox"/> Spannungsquelle (passend zu den Lämpchen) <input type="checkbox"/> 2 Experimentierkabel <input type="checkbox"/> 2 Krokodilklemmen <input type="checkbox"/> Ampèremeter <input type="checkbox"/> Alufolie <input type="checkbox"/> Schere / Skalpell <input type="checkbox"/> Experimentierplatine |

Stunden 7/8: Anwendungsbeispiele

| Material | Thema und Materialbedarf |
|---|--|
| M 12 (Ab/SV) ⌚ V: 10 min ⌚ D: 10 min | Lehrerversuch: Was ist eigentlich ein Blitz? <input type="checkbox"/> Spule mit 600 Windungen <input type="checkbox"/> Hochspannungsspule mit 12 000 (besser 23 000) Windungen <input type="checkbox"/> U-Kern (geblättert) mit Joch <input type="checkbox"/> Stative <input type="checkbox"/> 2 Metallbügel <input type="checkbox"/> Kabel <input type="checkbox"/> Kerze |
| M 13 (Ab) | Gepulste Hochspannung durch Selbstinduktionsspulen |
| M 14 (Ab/SV) ⌚ V: 30 min ⌚ D: 15 min | Wir basteln einen Weidezaun <input type="checkbox"/> Schülernetzgerät oder 4,5-V-Flachbatterie (9-V-Blockbatterie) <input type="checkbox"/> 2 Krokodilklemmen <input type="checkbox"/> Schalter, ein 30 cm langes Lineal <input type="checkbox"/> Spule (600 Windungen mit Eisenkern) <input type="checkbox"/> 2 circa 30 cm lange Drähte oder offene Kupferkabel <input type="checkbox"/> Klebeband <input type="checkbox"/> 5 kurze Kabel |

Minimalplan

Bei Zeitmangel können Sie gegebenenfalls einen thematischen Block weglassen. Die Themenblöcke sind: **M 1–M 6** (Gefahren des elektrischen Stroms), **M 7–M 11** (Wärme und Lichtwirkung: Anwendung in der Praxis) und **M 12–M 14** (Blitze und Selbstinduktion).

Wozu wir Strom benötigen ... – einige Beispiele

M 2



© iStockphoto



© Luise Pfefferkorn / pixelio.de



© Harry Hautumm / pixelio.de



© Thinkstock / Creatas

M 5 Die Gefährlichkeit des elektrischen Stroms

Merke

Der elektrische Widerstand des menschlichen Körpers ist von mehreren Faktoren abhängig (z. B. vom Körperfettanteil oder der Hautfeuchtigkeit an den Stromein- und -austrittsstellen).

Er beträgt zwischen 2000 und 10 000 Ω – also eine große Bandbreite.

Die 230-V-Netzspannung reicht aus, um selbst bei sehr hohem Körperwiderstand einen **lebensgefährlichen** Strom durch den Körper fließen zu lassen.

Da Schülernetzgeräte auf etwa 20 Volt beschränkt sind, ist der Versuch unter entsprechender Achtsamkeit allerdings gefahrlos durchführbar.



Folgende Tabelle zeigt die Gefährlichkeit des Stroms in Abhängigkeit zur Stromstärke:

| Stromstärke | Reaktion |
|-------------|--|
| ab 1 mA | Reizschwelle, an den Berührungsstellen spürt man ein leichtes Prickeln |
| ab 3 mA | Prickeln weitet sich in die Handgelenke aus |
| ab 8 mA | Stärkere Muskelkontraktion, Loslassen schwer möglich |
| ab 15 mA | Krampfschwelle: eintretende Muskellähmung, Loslassen unmöglich |
| ab 30 mA | Gefahrenschwelle |
| ab 50 mA | Todesschwelle: Herzflimmern, Durchblutungsstörung des Gehirns |

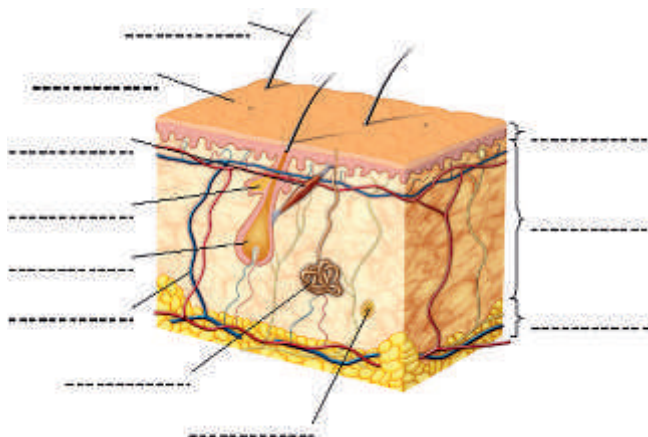
Aus: Franz Gollenz / Walter Czuzka u. a.:
Physik: 3. Klasse, ÖBV 2017, 2. Auflage,
S. 78.

Für Experten

Hier siehst du, wie unsere Haut aufgebaut ist. Kannst du die einzelnen Teile benennen?

Tip

Folgende Begriffe helfen dir: Blutgefäß, Haar, Haarmuskel, Haarwurzel, Lederhaut, Oberhaut, Pore, Schweißdrüse, Talgdrüse, Tastkörper, Unterhaut



© Thinkstockphotos/Hemera

Modell unserer Haut

Wusstest du schon ...?

Ist es in Betrieben oder in der Schule zu einem **Stromunfall** gekommen – auch, wenn der Mitarbeiter oder Schüler nur „eine gewischt“ bekommen hat, so muss der Ersthelfer den Mitarbeiter oder Schüler zum Arzt schicken, der dann ein EKG macht. Manche Stromschläge machen sich erst nach 24 Stunden bemerkbar – bis hin zum Herzkammerflimmern.

Die Reihen- und Parallelschaltung verschiedener Geräte

M 8

Wir sehen uns in diesem Versuch an, wie man verschiedene Geräte schalten kann und was das für Auswirkungen auf die Stromstärke im Stromkreislauf hat.

Schülerversuch

🕒 Vorbereitung: 5 min

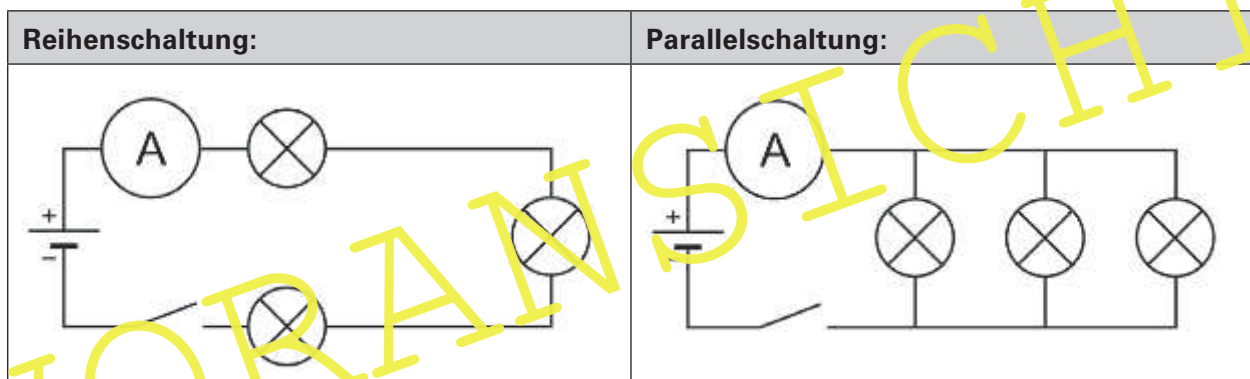
🕒 Durchführung: bis 30 min

Materialien

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Schülerbaukästen Elektrik | <input type="checkbox"/> Kabel oder Draht |
| <input type="checkbox"/> Alternative: kleines Holzbrettchen | <input type="checkbox"/> 2 Ampèremeter |
| <input type="checkbox"/> 6 kleine Lämpchen mit Fassungen, entsprechend der Spannungsquelle, die man verwendet | <input type="checkbox"/> eine kleine Zange |
| <input type="checkbox"/> zwei 4,5-V- oder 9-V-Batterien | |

Versuchsdurchführung

Arbeite mit deinem Banknachbarn zusammen. Mit den Experimentierbausätzen baut ihr eine Reihenschaltung und eine Parallelschaltung. Die Lämpchen werden einmal hintereinander (in einer Reihe) und einmal quer zueinander (parallel) montiert. So sieht der Schaltplan jeweils aus:



An beiden Schaltungen liegt die gleiche Spannung an. Überlegt und beantwortet, bevor ihr die Batterie anschließt:

- Leuchten alle 6 Lämpchen gleich hell?
- Was passiert, wenn man ein Lämpchen in der Reihenschaltung entfernt?
- Was passiert in der Parallelschaltung, wenn man ein Lämpchen entfernt?

Mit dem Ampèremeter wird die Stromstärke in den beiden Stromkreisen gemessen.

- In welchem Stromkreis wird ein höherer Strom fließen? Überprüft eure Antworten dann mit dem Versuch.

Tipp

Eine Reihenschaltung wird z. B. bei **Christbaumketten** verwendet. Ist ein Lämpchen kaputt, erlöschen auch alle anderen, da der Stromkreis unterbrochen wird. Im Haushalt schaltet man daher mehrere elektrische Geräte immer parallel. Das Problem hierbei ist allerdings, dass die Stromstärke im Stromkreis mit jedem zusätzlich angeschlossenen Gerät steigt. Dies kann im schlimmsten Fall zu einem Kabelbrand führen. Im Haushalt gibt es daher immer Sicherungen, die eine zu hohe Stromstärke verhindern.

Lehrerversuch: Was ist eigentlich ein Blitz?

M 12

Bei einem Gewitter blitzt und donnert es oft gewaltig. Von einem Blitz getroffen zu werden, ist zwar sehr unwahrscheinlich, aber auch sehr gefährlich. Blitze entstehen dann, wenn die elektrische Spannung zwischen Gewitterwolke und Erde so groß wird, dass sogar die Luft – normalerweise ein Isolator – leitend wird. Zwischen Wolke und Erde fließt ein gewaltiger Strom durch die Luft: ein **Blitz**. Dabei steigt die Temperatur der Luft sehr rasch und sehr stark an – wie beim vorigen Versuch, in dem das Alustreifchen durchgeschmolzen ist. Die Luft dehnt sich dabei sehr stark aus – eine Schallwelle, die wir als Donner bezeichnen, breitet sich aus.

Im folgenden Versuch erzeugen wir einen Blitz im Physiksaal.

Achtung: Wegen der **großen Spannungen**, die dabei entstehen, ist dies ein Versuch, der sehr gefährlich ist. Stromleitende Teile dürfen nicht berührt werden.



Keinesfalls als Schüler diesen Versuch machen!

Lehrerversuch

⌚ Vorbereitung: 10 min

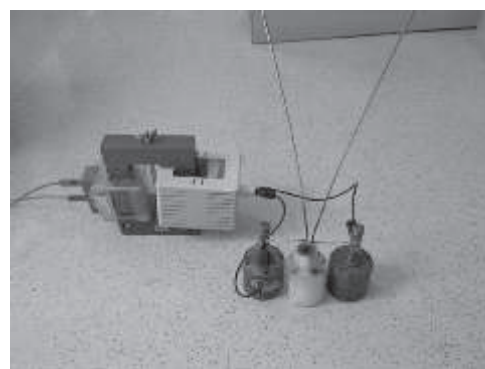
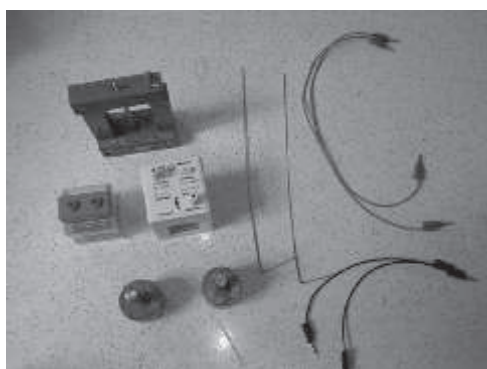
⌚ Durchführung: 10 min

Materialien

- | | | |
|--|--|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Spule mit 600 Windungen | <input type="checkbox"/> Stative | <input type="checkbox"/> Kabel |
| <input type="checkbox"/> Hochspannungsspule mit 12 000 (besser 23 000) Windungen | <input type="checkbox"/> 2 Metallbügel | <input type="checkbox"/> Kerze |
| <input type="checkbox"/> U-Kern (geblättert) mit Joch | | |

Versuchsdurchführung

Auf den U-Kern wird auf der Spannungseingangsseite die Spule mit 600 Windungen und auf der Ausgangsseite die Spule mit 12 000 Windungen gesteckt. Das Joch wird festgeschraubt. Die Sekundärseite wird mit den Stativen verbunden, auf die die beiden Metallbügel geschraubt werden. Die Metallbügel werden zueinandergestellt, der Abstand sollte circa 5 mm betragen. Darunter stellt man die brennende Kerze. Sie dient dazu, die Luft „vorzuheizen“ – sie wird durch die Flamme ionisiert – und damit leichter leitfähig zu machen. Auf der Eingangsseite wird die 600-Windungen-Spule nun mit Netzspannung betrieben. Durch die Hochtransformation auf der Ausgangsseite entsteht eine Spannung (in Abhängigkeit von der Windungszahl) von **5000 V** bis **10 000 V**! Sie reicht aus, um sogar die Luft elektrisch leitend zu machen. Ein Blitz entsteht zwischen den beiden Metallbügeln.



© D. Ertl

Der richtige Winkel zwischen den beiden Metallbügeln ist entscheidend für die Blitzbildung. Bei richtigem Winkel steigt der Blitz entlang der Bügel in die Höhe. Da auch die Eingangsseite des Transformators mit Netzspannung betrieben wird, kann es zu einem Kabelschmelzen kommen.