

## Die Gefahren des elektrischen Stroms

Mag. Dominik Ertl, Wien

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

Schon als kleine Kinder lernen wir den über hundert Jahre alten Reim: „**Messer, Gabel, Schere, Licht – sind für kleine Kinder nicht.**“<sup>1</sup> Eine Erklärung, **WARUM** diese Gegenstände nichts für sie sind oder besser **WAS** genau sie lieber nicht tun sollten, bleibt manchmal auf der Strecke. Der Beitrag versucht, dies anhand einiger ausgewählter Beispiele nachzuholen.



Ein Hochspannungsmast – aufgenommen am Fuße des Schwarzkopfs bei Krün

© Petra Dirscherl / pixelio.de

I/D

### Der Beitrag im Überblick

<p><b>Klasse:</b> 7/8</p> <p><b>Dauer:</b> circa 6–8 Stunden</p> <p><b>Ihr Plus:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Kontextorientierter Unterricht</li> <li>✓ Eindrucksvolle Versuche</li> </ul>	<p><b>Inhalt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der elektrische Strom: Theorie</li> <li>• Ohm'sches Gesetz</li> <li>• Reihen- und Parallelschaltung</li> <li>• Wärme- und Lichtwirkung des Stroms</li> <li>• Hochspannung</li> <li>• Selbstinduktion einer Spule</li> </ul>
--	--

<sup>1</sup> Lewalter, Kassel, um 1911, Volksliederarchiv

## Bezug zu den Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz

Allg. physikalische Kompetenz	Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schüler ...	Anforderungsbereich
F 1, F 3, F 4, E1–E4, K 2, K 4	... kennen das Ohm'sche Gesetz und können es gegenstandsbezogen anwenden ( <b>M 1, M 2</b> ),	II
F 1, F 3, F 4, E 1, E 4, E 5, E 7–E 10, K 1, K 2, K 4–K 7, B 2, B 3	... können mithilfe von Anleitungen einen Versuch planen, aufbauen und durchführen ( <b>M 4, M 6–M 8, M 10, M 13, M 14</b> ),	II, III
F 1, F 4, E 3, E 5, E 6, E 7–E 10, K 1, K 2, K 5–K 7	... verstehen die Gefahren des elektrischen Stroms ( <b>M 5, M 7, M 9, M 12, M 14</b> ),	I
F 1, F 3, F 4, E 1, E 3, E 5, E 7–E 10, K 1, K 2, K 6, K 7, B 2, B 3	... kennen die Wärmewirkung des elektrischen Stroms und deren Folgen ( <b>M 7–M 9</b> ),	I–III
F 1–F 4, E 1, E 3, E 7–E 10, K 3, K 4, B 3	... kennen die Sicherheitsmaßnahmen zur Abwendung von Gefahren des Stroms (Schaltungen und Sicherungen) ( <b>M 8, M 10, M 11</b> ),	I–III
F 4, E 3, E 5, E 7, E 8, K 2, B 3, B 4	... verstehen das Prinzip der Selbstinduktion und deren Anwendung im Alltag ( <b>M 13, M 14</b> ).	III

Für welche Kompetenzen und Anforderungsbereiche die Abkürzungen stehen, finden Sie auf der beiliegenden CD-ROM 33.

I/D

**Materialübersicht**

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

**Themenblock 1: Strom, Spannung und Widerstand und das Ohm'sche Gesetz**

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

**Themenblock 2: Sicherheitsvorkehrungen und deren Anwendung**

<b>M 7</b>	<b>Ab, LV</b>	<b>Die Wärme- und Lichtwirkung des elektrischen Stroms</b>
⌚ V: 10 min	<input type="checkbox"/>	2 Stative
⌚ D: 20–30 min	<input type="checkbox"/>	dünnere ( $d < 0,5$ 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"/>	Amperemeter
<b>M 8</b>	<b>Ab, SV</b>	<b>Die Reihen- und Parallelschaltung verschiedener Geräte</b>
⌚ V: 5 min	<input type="checkbox"/>	Schülerbaukästen Elektrik
⌚ D: 30 min	<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 Amperemeter
	<input type="checkbox"/>	eine kleine Zange
<b>M 9</b>	<b>Ab</b>	<b>Parallelschaltung mehrerer Geräte: Achtung, Brandgefahr!</b>

I/D

**Themenblock 2: Sicherheitsvorkehrungen und deren Anwendung – Fortsetzung****M 10 Ab, SV Das Modell einer Schmelzsicherung**

- ⌚ V: 10 min       Spannungsquelle       Alufolie  
 ⌚ D: 30 min       2 Experimentierkabel       Schere  
                           2 Krokodilklemmen       Experimentierplatine  
                           Amperemeter

**M 11 Ab, SV Eine Anwendung aus der Praxis**

- ⌚ V: 5 min       Spannungsquelle (passend zu den Lämpchen)       Alufolie  
 ⌚ D: 15 min       2 Experimentierkabel       Schere/Skalpell  
                           2 Krokodilklemmen       Experimentierplatine  
                           Amperemeter

I/D

**Themenblock 3: Anwendungsbeispiele****M 12 Ab, SV Lehrerversuch: Was ist eigentlich ein Blitz?**

- ⌚ V: 10 min       Spule mit 600 Windungen       Stative       Kabel  
 ⌚ D: 10 min       Hochspannungsspule mit 12 000 (besser 23 000) Windungen       2 Metallbügel       Kerze  
                           U-Kern (geblättert) mit Joch

**M 13 Ab Gepulste Hochspannung durch Selbstinduktionsspulen****M 14 Ab, SV Wir basteln einen Weidezaun**

- ⌚ V: 30 min       Schülernetzgerät oder 4,5-V-Flachbatterie (9-V-Blockbatterie)       Spule (600 Windungen mit Eisenkern)       Klebeband  
 ⌚ D: 15 min       2 Krokodilklemmen       2 circa 30 cm lange Drähte oder offene Kupferkabel  
                           Schalter, ein 30 cm langes Lineal

Die Erläuterungen und Lösungen zu den Materialien finden Sie ab Seite 21.

**Minimalplan**

Falls Sie zu wenig Zeit haben, um alle Materialien in Ihren Unterricht einzubauen, lassen Sie einfach einen thematischen Block aus. 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).

## M 4 Ein Freihandexperiment: Wir messen unseren Körperwiderstand

Das Ohm'sche Gesetz ist wichtig, um die Gefährlichkeit des elektrischen Stroms zu verstehen:

Das Gefährliche am elektrischen Strom aus der Steckdose ist, dass die Spannung **230 V** beträgt. Das ist etwa 50-mal so viel wie bei der 4,5-V-Flachbatterie und mehr als genug, um den Körperwiderstand zu überwinden. Der starke Strom, der dann durch deinen Körper fließt, kann dich schwer verletzen oder sogar töten.

Um zu wissen, wann der elektrische Strom gefährlich für uns ist und wann nicht, müssen wir also wissen, wie groß die Spannung und wie groß unser Körperwiderstand ist.



**Achtung:** Personen mit einem Herzschrittmacher sollten sich nicht als Versuchsperson zur Verfügung stellen. Der Versuch ist freiwillig. Du entscheidest, ob du ihn machen möchtest.

Die Spannung soll **höchstens 10 Volt** betragen. Verwendet nur Gleichspannung!

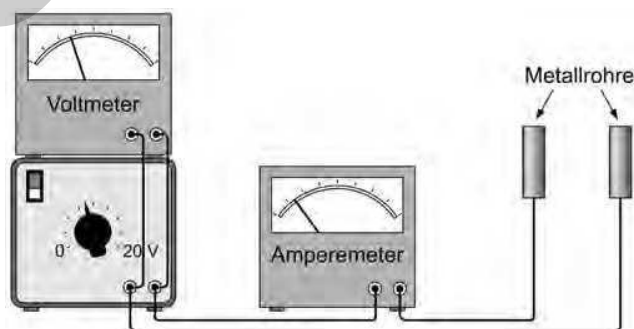
**Schülerversuch** ⌚ Vorbereitung: 15 min Durchführung: 30–45 min

### Materialien

- |  |  |
|--|--|
| <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"/> 5 Kabel                 |
| <input type="checkbox"/> Alternative: 2 Klopapierrollen, die mit Alufolie umwickelt werden   | <input type="checkbox"/> 2 Krokoklemmen          |
| <input type="checkbox"/> 1 Netzgerät mit regelbarer Spannung bis höchstens 10 V (z. B. Schülerübungsnetzgerät)                                       | <input type="checkbox"/> 1 Voltmeter (0–20 V)    |
|  | <input type="checkbox"/> 1 Amperemeter (0–30 mA) |
|  | <input type="checkbox"/> Taschenrechner          |

### Versuchsanleitung

Die Metallrohre werden über Krokoklemmen und Kabel an die regelbare Spannungsquelle angeschlossen. Das Amperemeter schaltet man seriell in den Stromkreis. Mit dem Voltmeter wird die exakte vom Netzgerät abgegebene Spannung gemessen.



Ein Schüler nimmt die Metallrohre in die Hände, der zweite regelt die Spannung von 0 Volt ausgehend langsam (!) hoch – **bis maximal 10 V**. Die Stromstärke wird am Amperemeter abgelesen. Tragt Spannung und Stromstärke in eine Tabelle ein. Ab welcher Stromstärke spürst du ein **leichtes Prickeln** in den Händen? Ab wann spürst du den Strom in den Handgelenken? Führt mehrere Messreihen durch – einmal mit feuchten und einmal mit trockenen Händen.

**Tipp** Kreidestaub trocknet deine Hände gut aus.

I/D

## M 6 Wie groß ist mein Körperwiderstand? – Versuchsprotokoll

### Versuchsdurchführung

Miss für mindestens drei unterschiedliche Spannungen die jeweilige Stromstärke – mit trockenen und feuchten Händen.



### Achtung

Bei feuchten Händen reicht schon eine niedrigere Spannung aus, um den Strom zu spüren und unter Umständen schmerzhaft werden zu lassen, da der Körperwiderstand beträchtlich sinken kann. Regele die Spannung vorsichtig auf **maximal 10 V** hoch. Achte gut auf das Amperemeter. Stromstärken über 5 mA solltest du vermeiden.

### Versuchsauswertung

Berechne daraus mithilfe des Ohm'schen Gesetzes deinen Körperwiderstand.

Was fällt dir auf?

### Versuchsprotokoll

Datum: \_\_\_\_\_ Name: \_\_\_\_\_

### Messtabelle:

#### Trockene Hände

Spannung	Stromstärke	Körperwiderstand

#### Befeuchtete Hände

Spannung	Stromstärke	Körperwiderstand

I/D

## M 8 Die Reihen- und Parallelschaltung verschiedener Geräte

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

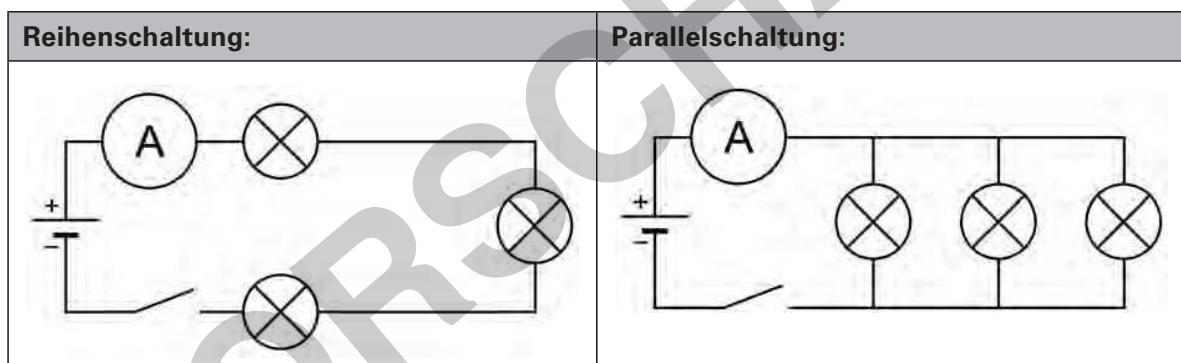
### Materialien

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Schülerbaukästen Elektrik  | <input type="checkbox"/> Kabel oder Draht  |
| <input type="checkbox"/> Alternative: kleines Holzbrettchen   | <input type="checkbox"/> 2 Amperemeter     |
| <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   |  |

I/D

### 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 Amperemeter wird die Stromstärke in den beiden Stromkreisen gemessen.

- In welchem Stromkreis wird ein höherer Strom fließen?

Überprüft eure Antworten dann mit dem Versuch.

### Tipp

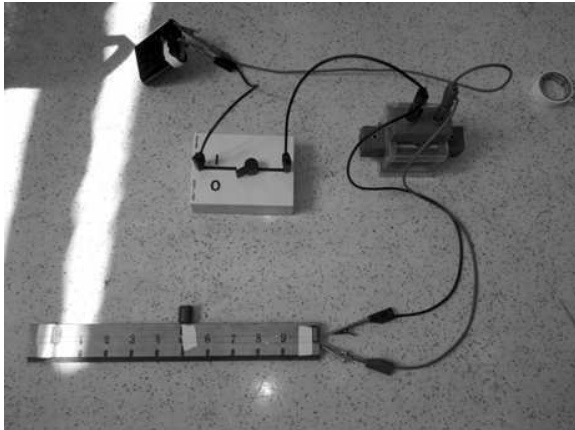
Eine Reihenschaltung wird z. B. bei **Christbaumketten** verwendet. Ist ein Lämpchen kaputt, erlöschen auch alle anderen, da der Stromkreis unterbrochen wird. Im Haushalt schaltet man daher mehrere elektrische Geräte immer parallel. Das Problem hierbei ist allerdings, dass die Stromstärke im Stromkreis 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.



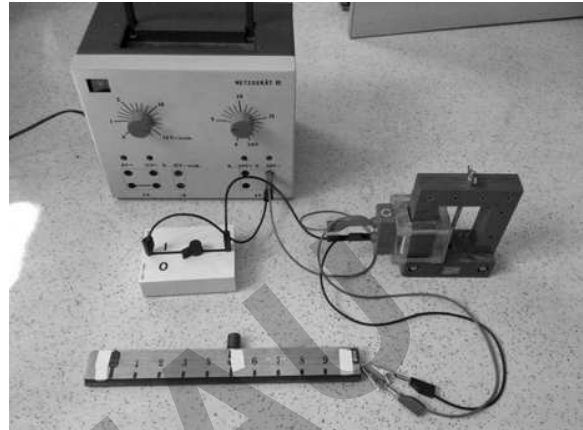
### Versuchsdurchführung – Fortsetzung

Stecke den Eisenkern in die Spule und schließe diese ans Netzgerät bzw. die Batterie an. Vergiss nicht, auf den Schalter zu achten. Die beiden anderen Kabel steckst du ebenfalls an die Spule und befestigst die Krokoklemmen. Diese verbindest du nun mit den beiden Drahtstücken.

Fertig!



Mit Batterie und offenem Eisenkern



Mit Netzgerät und geschlossenem Eisenkern

© D. Ertl

Stelle das Netzgerät zuerst auf 5 V ein und schließe den Schalter.

Wenn du nun das Lineal mit der Hand umgreifst und den Schalter öffnest, wirst du einen elektrischen Schlag spüren. Je höher du die Eingangsspannung stellst, desto schmerzhafter wird der Schlag sein. Pass also auf, dass du dich nicht verletzt!

### Achtung!



Die Induktionsspannung hängt von der Eingangsspannung, der Windungszahl der Spule ab und davon, ob du einen Eisenkern verwendest. Der Versuch kann – mit zu hohen Spannungen durchgeführt – **sehr schmerzhaft** sein. Obwohl die Einwirkdauer sehr kurz ist und es deshalb zu keinen dauerhaften Verletzungen kommen kann, solltest du den Versuch mit großer Vorsicht und sehr niedrigen Eingangsspannungen durchführen.

### Weitere Anwendungen der Selbstinduktion:

#### Zündkerze beim Benzinmotor

Durch hohe Selbstinduktionsspannungen bis zu 30 000 V werden Funken in der Zündkerze erzeugt.

#### Leuchtstoffröhre

Das Zünden des Leuchtgases benötigt eine sehr hohe Spannung um die 500 V. Diese wird durch Selbstinduktionsspulen erzeugt. Leuchtet das Gas einmal, genügen im Dauerbetrieb circa 60 V Betriebsspannung. Leuchtstofflampen sind Energiesparer.



© Chr. Taube [CC-BY-SA-2.0-de  
(<http://creativecommons.org/>)