

Elektro-Labor 5.3

<http://basis.camp/elektro-labor>

Hallo! Interessierst du dich für elektrische Schaltungen?

Hier sind **26 Arbeitsblätter**, die dir, möglichst **präzise, knapp und klar, auf deine Weise** und in **ziemlich freier Abfolge**, das vermitteln sollen, **was DU zu diesem Thema wissen möchtest!**

Diese Einführungs-Seite ist möglicherweise interessant für dich, wenn du

- dich alleine – ohne Betreuung – mit dem Labor beschäftigen, oder
- jemanden bei der Arbeit mit dem Labor unterstützen möchtest.

Bei einigen Stationen (Wer weiß ein besseres Wort?) geben wir sehr **klare Arbeitsanweisungen**, die du befolgen, oder auch einfach als Anregungen verstehen kannst.

Einige Blätter (v.a. 9,10,12,16,23,24,25,26) sind in Lerngruppen als **laminierte „Lernkarten“** gedacht, die einfach betrachtet, oder evtl mit wasserlöslichem OHP-Stift beschrieben und im Anschluss wieder gelöscht werden können.

Ein **grafisches Inhaltsverzeichnis** mit **Erklärung der verwendeten Symbole** findest du unten in dieser Datei ca. ab Seite 30. Am besten mit 9 Seiten/Blatt doppelseitig ausdrucken!

Am besten funktioniert dieses Material vielleicht im Rahmen von **PROJEKTEN** (z.B. Einrichtung eines Cafés, Bau einer Maschine, eines Fahrzeugs,...) als **NACHSCHLAGEWERK** mit **Lern- und Übe-Funktion?**

Über **FRAGEN, Kritik, Hinweise auf Fehler, Austausch, Mitarbeit** freuen wir uns! :-)

Angenehme Reise -

möge jede*r Nutzer*in und jedes **TEAM** den jeweils eigenen richtigen Weg finden!



Achim Rhein, Juni 2020, mit lieben Grüßen und **DANK** an alle, die hier (z.B. als Lernende) beigetragen haben!

Bisher vorhandene Stationen

- | | |
|---|--|
| 1. Batterie und Leitungsstück – Vorsicht vor Verbrennungen! | 14. Das Ohmsche Gesetz |
| 2. Woraus besteht der Strom ? | 15. Welcher Draht hat welchen Widerstand ? |
| 3. Was passiert im Stromkreis ? | 16. Wie versorgt man mehrere Verbraucher ? |
| 4. Was passiert in der Batterie ? - 2 Metalle und Säure... | 17. Parallel-und Reihenschaltung von Verbrauchern |
| 5. Was ist Spannung ? Was ist Stromstärke ? | 18. Überlastete Stromkreise 2 – Zu viele angeschlossene Verbraucher |
| 6. Ab 60 Volt Gleichspannung (25 Volt Wechselspannung) besteht Lebensgefahr! | 19. Parallel-und Reihenschaltung von Spannungsquellen |
| 7. Strom erzeugt fast immer Wärme . | 20. Heißeleiter und Kalteleiter – Gilt das Ohmsche Gesetz immer? |
| 8. Überlastete Stromkreise 1 – Zu hohe Spannung und KURZSCHLUSS | 21. WATT? Leistung? Volle Power! - Wie schnell wird Strom übertragen oder umgewandelt? |
| 9. Elektrische Leiter und „ Nichtleiter “ | 22. Verbrauchen Stromleitungen Strom? |
| 10. Eine elektrische Schaltung bauen und zeichnen! | 23. Wie kommt der Strom in die Steckdose ? |
| 11. Schaltungen mit mehreren Schaltern – Sicherheits- und Klingelschaltung, Wechselschaltung | 24. Was schützt uns vor dem Strom? |
| 12. Elektrizität messen! Wie geht das mit dem Multimeter ? | 25. Stromkreise ohne Rückleitung !? |
| 13. Wie stark fließt der Strom bei welcher Spannung? | 26. Konventionelle Stromrichtung vs. Elektronenflussrichtung – In welche Richtung fließt der Strom? |

Was fehlt noch? (Gibt es noch mehr Ideen? Wer kann und möchte Material beitragen?)

- | | |
|--|---|
| 1. Liste u. Einführung der Experimentier-Materialien | 7. Wie können wir uns vor dem Strom schützen? (allgemein) |
| 2. Stromkreis-MODELLE | 8. Kondensator |
| 3. Kirchhoffsche Gesetze | 9. Fotowiderstand etc |
| 4. Addition von Widerständen berechnen | 10. Ah, kWh,... → AKKU, Wohnmobil-/Solar-Elektrik? |
| 5. Chemische Wirkung des Stroms | 11. Vorschläge für PROJEKTE? |
| 6. Magnetische Wirkung des Stroms → EM-Labor? | |
| 12. Mehr FARBE? Elektronen und Leitungen immer in der gleichen FARBE? Mit Armen und Beinen? Comic? Theater? Musical? | |

Druckreihenfolge Dieses Dokument enthält die gesamte Lernumgebung – einzelne Teile sind unterschiedlich zu drucken.

ODT → PDF: 1-6,28,7,29,8-27,30-60

oder 2 PDFs: zweiseitig: 1-6,28,7,29,8-27 | 4 od. 9 Seiten/Blatt zweiseitig: 30-60

ODT → Papier: einseitig: 1-5,8-27 | zweiseitig: 6,28,7,29 | 9 Seiten/Blatt zweiseitig: 30-60

PDF → Papier: einseitig: 1-5,10-29 | zweiseitig: 6-9 | 4 od. 9 Seiten/Blatt zweiseitig: 30-60

Zur Nummerierung der Versionen

Eine neue **Haupt-Version** (X.X.X) gibt es, wenn sich die Stationen verschieben oder neue Stationen dazukommen. Gleiche Hauptversionen sind zueinander **kompatibel**.

Eine neue **Unterversion**, (X.X.X) wenn sich irgend **etwas Inhaltliches ändert**, aber das Labor noch kompatibel ist.

Die **dritte Ebene** (X.X.X) ist für „kosmetische“ Korrekturen, z.B. Schreibfehler, **ohne INHALTLICHE Änderungen**.

Batterie und Leitungsstück

VORSICHT VOR VERBRENNUNGEN!

EL1



- Halte **VORSICHTIG** das Leitungsstück an die Pole der Batterie wie in den Abbildungen.

VORSICHT !!! SOFORT WIEDER ENTFERNEN!

WARTE ZUNÄCHST NICHT, BIS DU ETWAS SPÜRST!

Steigere **VORSICHTIG** die Dauer, bis du eventuell etwas bemerkst!

Aufbau 1



- Was beobachtest du?

Aufbau 2



- Was beobachtest du?

Aufbau 3



- Was beobachtest du?

- Hast du eine Erklärung für deine Beobachtungen? Was vermutest du?

- Batterien enthalten eine starke Säure. Kannst du dir noch einen weiteren Grund vorstellen, warum man Batterien besser nicht in den Mülleimer werfen sollte? (Besonders gefährlich ist das, wenn im Mülleimer auch dünner Draht, z.B. ein Kratzschwamm und etwas Brennbares, z.B. Papier ist.)



→ Ist das gefährlich?

EL6 – Ab ...25... Volt wird's lebensgefährlich!

→ Was passiert da?

EL2 – Woraus besteht der Strom?

EL3 – Was passiert im Stromkreis?

→ Warum wird das warm? Was ist Wärme?

EL7 – Strom erzeugt fast immer Wärme.

→ Warum wird das so heiß?

EL8 – Überlastete Stromkreise

Woraus besteht der Strom?

EL2



Fast alles, was uns umgibt – ist aus aufgebaut.

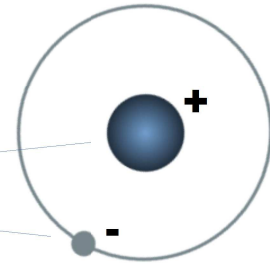
Das einfachste ist das **Wasserstoffatom**. →

Es besteht aus einem elektrisch **positiv** geladenen Proton

im

und einem **negativ** geladenen

in der Atomhülle (auch „Elektronenhülle“ genannt).



Niels Bohr hat vor ca. 100 Jahren beschrieben, dass die beiden Teilchen sich aufgrund ihrer **ungleichnamigen elektrischen Ladung** (+/-) **gegenseitig anziehen** und die Elektronen daher auf bestimmten Bahnen um den Atomkern kreisen.



Die positive Ladung des Kerns und die negative Ladung des Elektrons gleichen sich gegenseitig genau aus, also ist das Atom insgesamt elektrisch neutral geladen, oder auch „ungeladen“.



Niels Bohr (1885-1962)
Dänischer Physiker schuf
das Bohr'sche Atommodell

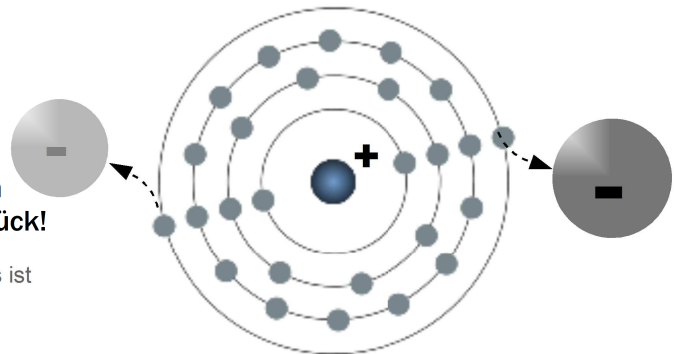
Im Wasserstoffatom ist die Verbindung zwischen den beiden Teilchen ziemlich stark.

Anders bei den Materialien, die elektrischen Strom gut leiten:

So enthält das **Eisenatom** →

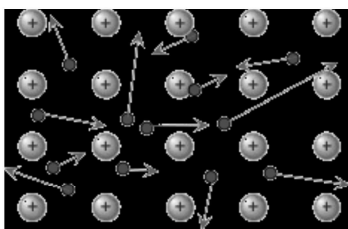
(gemäß Bohr's Modell) viele Elektronen in mehreren Schichten („Elektronenhüllen“).

Die beiden Elektronen der **äußersten Hülle** können sich leicht von „ihrem“ Atomkern lösen und bewegen sich dann frei im ganzen Eisenstück!

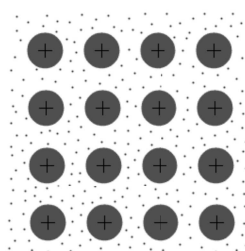


Der zurückbleibende „Rest“ („Atomrumpf“) des Atoms ist dann zweifach positiv geladen.

Das können wir uns so vorstellen:



oder so:



oder auch so:



Diese freien Elektronen sind (wie alle Elektronen!) geladen, sie sind also Träger elektrischer Sie können sich ziemlich im ganzen Eisenstück (z.B. in der Stromleitung) bewegen.

Und:

Eine Bewegung elektrischer Ladungen nennen wir „Elektrischer“.



Ein Atom ist ca. $\frac{1}{1.000.000}$ (1 Millionstel) Millimeter groß.

Würde man einen Millimeter auf einen Kilometer vergrößern, so erschiene ein Atom dabei also ca. 1 mm groß

► Setze in die Lücken ein: Atomkern, Atomen, Strom, Elektron, negativ, Ladung, frei

Was passiert im Stromkreis?

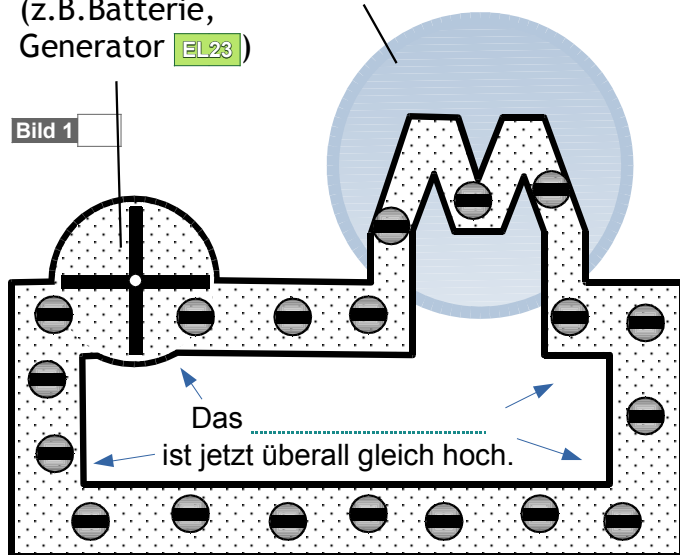
EL3



Spannungsquelle / „Stromquelle“
(z.B. Batterie, Generator) **EL23**

Widerstand / Verbraucher
(z.B. Lampe)

Bild 1



Die Zeichnungen links stellen symbolisch einen Stromkreis dar, mit Spannungsquelle und Verbraucher.

Bild 1 Ist die Spannungsquelle abgeschaltet (bzw. die Batterie leer), so sind die freien Elektronen **EL2** durch ihre gegenseitige Abstoßung

im Stromkreis verteilt, ihre Konzentration („Potenzial“) ist jetzt überall gleich hoch. Kein Strom fließt.

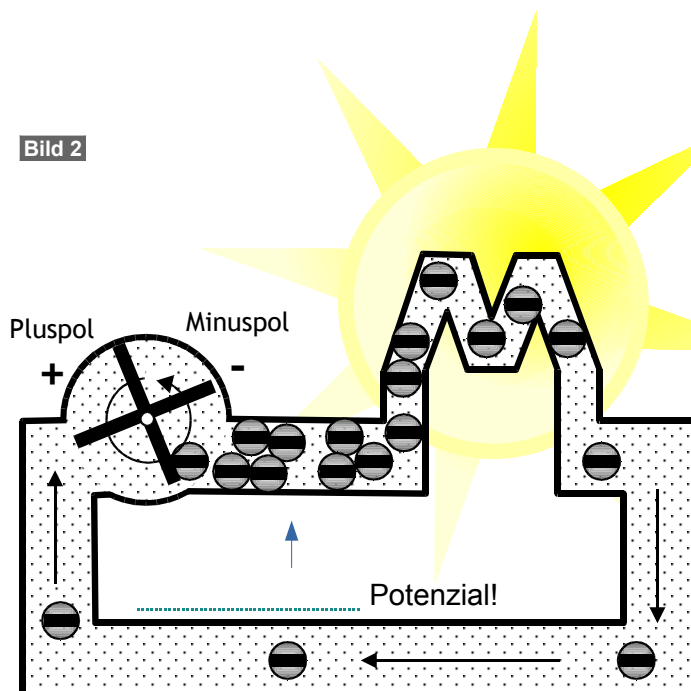
Bild 2 Ist die eingeschaltet (bzw. die Batterie voll), so erzeugt sie an ihrem Pluspol Elektronenmangel, und an ihrem Minuspol Elektronenüberschuss.

Es entsteht eine „Spannung“ (Potenzialunterschied) zwischen den beiden Batteriepolen.



Weil man die Ladung der Elektronen als negativ definiert hat, ist das **Potenzial** am Minuspol der Spannungsquelle – am Ort der höchsten Elektronenkonzentration – nicht am höchsten, sondern am **NIEDRIGSTEN**!

Bild 2



Die am Minuspol der Batterie zusammenge-drängten Elektronen streben durch ihre gegenseitige auseinander und verteilen sich so wieder im ganzen Stromkreis, bis hin zum Pluspol der Spannungsquelle!

Diese „Elektronenwanderung“ nennen wir den elektrischen

In ist die Leitung ziemlich dünn und eng, hier stoßen die Elektronen besonders oft auf die fest stehenden der Stromleitung

EL2 und verstärken ihre Vibration, die wir als Wärme wahrnehmen. Elektrische Energie der Elektronen wird in Wärmeenergie und – falls die Stromleitung anfängt zu glühen – in Lichtenergie umgewandelt! **EL7** - Strom erzeugt fast immer Wärme.

Die **Spannung U** (engl. „urge“ = „drängen“) gibt an, wie groß der Potenzial**U**nterschied (Unterschied der Elektronenkonzentrationen) zwischen zwei Punkten, z.B. zwischen dem Plus- und Minus-Pol einer Spannungsquelle ist.

Die **Stromstärke I** (von „Intensität“/“intensity“) gibt an, wie viele Elektronen in einer bestimmten Zeit an der betrachteten Stelle durch die Leitung fließen. Sie ist in einem Stromkreis überall gleich hoch, da alle Elektronen durch den gesamten Stromkreis fließen.

→ **EL5** – Was ist Spannung? Was ist Stromstärke?

► Setze in die Lücken ein: Spannungsquelle, Strom, NIEDRIGSTES, unverzweigten, Abstoßung, Verbrauchern, Metallteilchen, gleichmäßig, Potenzial

Was passiert in der Batterie?

2 Metalle und Säure

EL4



Du brauchst:

- 1 saure Gurke
- 1 10-Cent-Stück
- 1 Stück Alufolie
- 1 Kopfhörer
mit 3,5mm-Stecker
- 1 Messer



1. Lege ein Stück
Alufolie auf den
Tisch.



2. Schneide von
der Gurke eine
Scheibe (ca. ½ cm)
ab und lege sie
flach auf die
Folie.



3. Lege das
10-Cent-Stück
auf die
Gurken-
scheibe.



4. Setze den
Kopfhörer auf.
Stelle den Spitzer des
Kopfhörer-Steckers
auf die Alufolie.



5. Halte den
Stecker so an
den Geld-
münzen-
Gurken-
Stapel, dass
der Stecker
die Münze
oberhalb des
ersten oder
zweiten Ringes berührt.



**⚠ VORSICHT! Du darfst die
Gurkenscheibe jetzt nicht mehr
essen!**



Du kannst für diesen Versuch auch andere säurehaltige Früchte (z.B. Zitrone,...) und zwei andere Metalle verwenden.



Nach dem Versuch darfst du das Obst oder Gemüse nicht mehr essen!



Batterien enthalten immer 2 „Elektroden“ aus 2 verschiedene Metallen (oder z.B. auch aus Kohle), die mit einem „Elektrolyten“ (Säure) verbunden sind. Teile der Elektroden werden von der Säure aufgelöst („abgeätzt“). Je nach Material geht das unterschiedlich schnell, so dass zwischen den Elektroden eine Spannung entsteht.

Was ist Spannung?

Was ist Stromstärke?

EL5



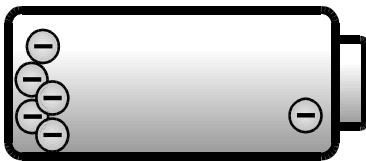
EL3 - Was passiert im Stromkreis? →

Die Elektrische **Spannung** U (engl. „Urge“: „drängen“) ist der **PotenzialUnterschied** (Ladungs**U**nterschied / **U**nterschied der-Konzentrationen) zwischen verschiedenen Punkten, z.B. zwischen den beiden Polen einer Batterie.

In unserem Modell (unten) legen wir fest:

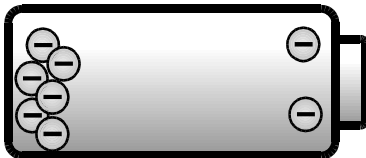
$$U = \frac{\text{Anzahl der Elektronen am Minuspol} - \text{Anzahl der Elektronen am Pluspol}}{\text{Anzahl der Elektronen am Pluspol}}$$

► Vervollständige den Merktex**t** im Kasten oben, und die Beispiele 2-6 unten, jeweils genauso, wie in Beispiel 1 gezeigt!



1. Zwischen den beiden Polen der Batterie besteht eine Spannung von 4 Volt.

$$U = 4 \text{ V}$$



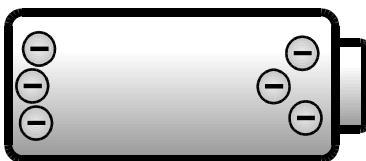
2. Zwischen den beiden der Batterie besteht eine Spannung von Volt.

$$\dots = \dots \text{ V}$$



3. Zwischen den beiden der Batterie besteht eine von Volt..

.....



4. Zwischen den beiden Polen der Batterie besteht

.....

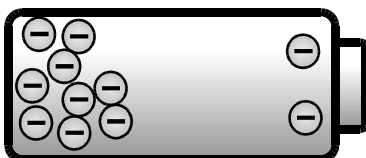


5.

.....

.....

.....



6. Zwischen den beiden Polen der Batterie

.....

.....

.....

Wenn ein elektrischer Strom fließt, gibt die elektrische Stromstärke I für jede Stelle der Stromleitung an, wie viele an dieser Stelle innerhalb einer Sekunde durch die Stromleitung fließen.

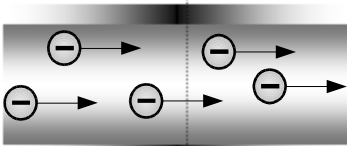
Bei $I = 1 \text{ A}$ (Ampère, gesprochen: *Ommpääär*) fließen in jeder Sekunde ca. $10^{20} = 100.000.000.000.000.000.000$, also 100 Trillionen (englisch: 100 quintillions!) Elektronen an der betrachteten Stelle vorbei!

In unserem Modell (unten) legen wir fest:

- Die Pfeile in den Bildern zeigen, welchen Weg das betreffende Elektron (vereinfacht!) innerhalb dieser Sekunde zurücklegt.
- Die Stromstärke sei $I = 1 \text{ A}$, wenn innerhalb dieser Sekunde genau ein Modell-Elektron an der gewählten Stelle vorbei fließt.

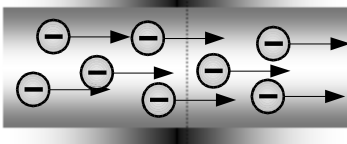
Vervollständige den Merktexst im Kasten und die Beispiele 2-6, jeweils genauso, wie in Beispiel 1 gezeigt!

Gib die Stromstärke für diese Stelle an!



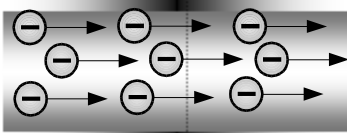
Die Stromstärke an der gewählten Stelle beträgt 1 Ampère.

$$I = 1 \text{ A}$$



Die an der gewählten Stelle beträgt Ampère.

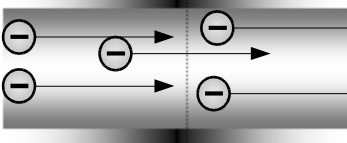
.....



Die Stromstärke an der gewählten Stelle beträgt

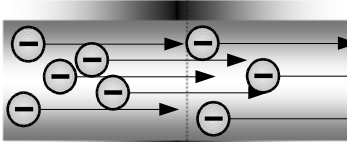
.....

.....



Die Stromstärke an der gewählten Stelle beträgt Ampère.

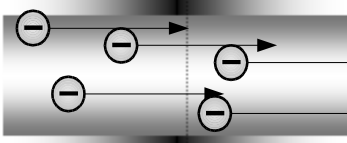
.....



Die Stromstärke an der gewählten Stelle beträgt

.....

$$= 3 \text{ A}$$



.....

.....

.....

.....

Ab 60 Volt Gleichspannung (25 Volt Wechselspannung) besteht LEBENSGEFAHR!

EL6



EL3 – Was passiert im Stromkreis?

EL5 – Was ist Spannung? ...

EL9 - Leiter und Nichtleiter

Bei **Gleichstrom** (englisch **DC** – direct current) fließen die Elektronen immer in die gleiche Richtung, während sich bei **Wechselstrom** (englisch **AC** – alternating current) die Stromrichtung ständig (ca. 100 mal/Sekunde) umkehrt.

EL23 – Wie kommt der Strom in die Steckdose?

AC/DC



Erstelle im Heft eine Tabelle mit den Beispielen von der Rückseite dieser Lernkarte:

EL6 – Ab 60 Volt Gleichspannung (25 Volt Wechselspannung)
besteht LEBENSGEFAHR!

DATUM

Höhe der Spannung	$U < 25 \text{ V (60 V)}$	$25 \text{ V (60 V)} < U < 1000 \text{ V}$	$U > 1000 \text{ V}$
Gefahr?	Eventuell Gefahr von Verbrennungen	Lebensgefährliche Stromstöße bei Kontakt über elektrische Leiter möglich. BERÜHRUNG VERMEIDEN!	Lebensgefährliche Stromstöße auch bei Kontakt über „Nichtleiter“ und über die Luft möglich! EL <u>ABSTAND HALTEN!</u>
Beispiele	- Fahrrad-Dynamo ($U = 6 \text{ V}$) ...	...	...

Ergänze folgende Sätze: (siehe unten!)

Besonders gefährlich ist Elektrizität im Zusammenhang mit Wasser, weil ...

Weidezäune können höchstens für Menschen mit schweren Herzproblemen direkt lebensgefährlich sein, weil...

→ siehe Text unten!

Warum sind Weidezäune normalerweise nicht lebensgefährlich?

„Obwohl bei einem elektrischen Weidezaun Spannungen von 2000-3000 Volt auftreten, besteht dabei im Allgemeinen keine Verletzungsgefahr:

Die Spannung bricht bei einer Berührung sofort zusammen, der Ladungsunterschied wird also schlagartig ausgeglichen und der Strom fließt nur für Sekundenbruchteile!

Nach jedem Stromimpuls ist in Deutschland dann mindestens 1 Sekunde Pause vorgeschrieben.

So lassen sich Tiere fernhalten, ohne ihnen Schaden zuzufügen. Es kommt bereits zu Muskelzuckungen, die jedoch noch nicht zu großen unkontrollierten Bewegungen führen. Schreckreaktionen können dabei jedoch zu Folgeunfällen führen, wie zum Beispiel zum Sturz von einer Leiter.“



Wenn unsere **Haut trocken** ist, setzt sie dem Strom einen **ziemlich hohen Widerstand** entgegen...

Ob Strom für uns gefährlich ist, hängt eigentlich nicht von der Spannung ab, sondern von der Stärke des Stroms, der unter Umständen durch unseren Körper fließt. Allerdings...

... hängt diese Stromstärke maßgeblich von der Spannung ab **EL14**, und

... treten ab einer bestimmten Spannung gewisse Effekte auf: So schützt uns unsere Haut (auch trockene!) kaum noch bei $U > \text{ca. } 100 \text{ V}$, da bei so hohen Spannungen der Strom durch die obere Hautschicht „durchschlägt“!

Fahrraddynamo



$U = 6 \text{ V}$

Autobatterie



$6 \text{ V} < U < 30 \text{ V}$

9-Volt-Block



$U = 9 \text{ V}$

Elektroherd



$U = 400 \text{ V (oder } 250 \text{ V)}$

Hochspannungsleitung



$U < 400.000 \text{ V}$

Gewitterblitz



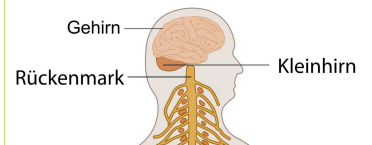
$U \approx 10.000.000 \text{ V}$

Runde Batterien



$U = 1,5 \text{ V (Akkus } 1,2 \text{ V)}$

Unser Nervensystem



(Kommunikation zwischen Gehirn und anderen Körperteilen)

$U \approx 0,1 \text{ V}$

Elektro-Lokomotive



$1.000 \text{ V} < U < 25.000 \text{ V}$

Steckdose



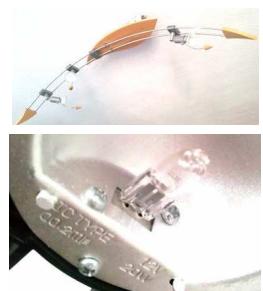
$U = 250 \text{ V}$

Elektrischer Weidezaun



$2.000 \text{ V} < U < 3.000 \text{ V}$

Halogen-Lampe



$U = 12 \text{ V}$

Handy-Akku



$U \approx 3,5 \text{ V}$

Elektro-Auto



$U = 400 \text{ V (Porsche 800V)}$

Flachbatterie



enthält nebeneinander 3 in Reihe geschaltete 1,5V-Zellen

EL19

$U = 4,5 \text{ V}$

USB-Anschluss



$U = 5 \text{ V}$



Alle Batterien haben einen Plus- und einen Minuspol, sie **erzeugen** also **Gleichstrom**!

Strom erzeugt fast immer Wärme.

EL7



Wenn Strom durch ein Medium (z.B. eine Stromleitung) fließt, stoßen die Ladungsträger ständig auf die Teilchen des Mediums und verstärken ihre Schwingung, die wir als Wärme wahrnehmen.



Die große **Ausnahme** ist der Effekt der „Supraleitung“: Manche Materialien leiten bei sehr tiefen Temperaturen den Strom ohne jeden Widerstand und Energieverlust!

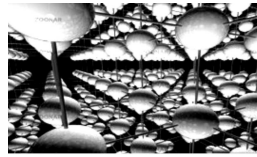


Abb.1: Metallgitter einer Stromleitung (Simulation)

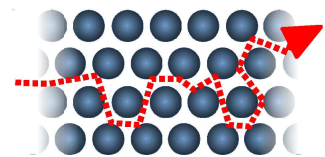
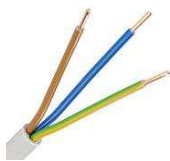


Abb. 2: Weg eines Elektrons durch eine Stromleitung (schematisch)

	Stromleitung	Heizdraht	Glühlampe	Schweißgerät	Schmelzsicherung	Elektrische Widerstände
						
Aufgabe des Bauteils / Geräts	Transport elektrischer Ladungen	Umwandlung von elektrischer Energie in Wärmeenergie in Toaster, Fön, Wasserkocher, Elektro-Herd, Heizlüfter, Elektro-Heizung, Heißklebepistole,...	Umwandlung von elektrischer Energie in Strahlungsenergie : - 95% Wärme - 5% Licht (!)	Verbindung metallischer Teile durch die abgeschmolzene Schmelzelektrode	Schutz elektrischer Bauteile vor gefährlich hohen Strömen EL24	Werden z.B. mit empfindlichen Bauteilen in Reihe EL17 geschaltet, um diese vor zu hohen Spannungen und Stromstärken zu schützen .
Erwärmung	Unerwünscht, Leitungsbrand möglich!	Erwünscht, bis ca. 1400°C	Erwünscht (muss glühen!) 1500-3000°C	Erwünscht, um Schmelzelektrode zu schmelzen	Erwünscht (muss bei gefährlich hoher Stromstärke durchglühen!)	Unerwünscht, bis über 200 °C
Schutzmaßnahmen	Ausreichende Belüftung					
	Vermeidung brennbarer Materialien in der Nähe					
	- Möglichst kurze Stromleitungen mit ausreichendem Querschnitt („dick genug“) aus einem gut leitenden Material - Schutz vor Überlastung durch Sicherung o.ä.	Berührung, auch indirekt über EL9 leitende Materialien (z.B. Metall), vermeiden!	Mit Schutzgas gefüllter Glaskolben, schützt zusätzlich Glühdraht vor Durchbrennen	Teilweise Schutzgas . NICHT IN DEN SCHWEIß-FUNKEN SCHAUEN ohne spezielle Schutzbrille!	Glas-, Keramik- oder Kunststoffhülle, teilweise mit Sand gefüllt.	Aktive Lüftung elektrischer Schaltungen, z.B. bei Computern

↓ Heizdrähte werden oft **gewendelt (hier doppelt!)**, um die Hitze zu konzentrieren.



→
Eine **Kabeltrommel** darf nur dann voll belastet werden, wenn sie vollständig abgerollt ist.
Andernfalls drohen **Hitzestau, Schmelz- und Brandgefahr!**



Wärme ist die chaotische Bewegung der kleinsten Teilchen (Atome, Moleküle,...)

Das kannst du hier mit einem Smartphone, Tablet oder PC untersuchen:



https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_de.html

Klicke dort am besten auf „Zustand“!

Überlastete Stromkreise 1

...durch zu hohe Spannung oder KURZSCHLUSS!

EL8



EL3 - Was passiert im Stromkreis? →

Wenn zu starker Strom durch ein Bauteil fließt, wird es überlastet: Es besteht die Gefahr, dass es überhitzt, anfängt zu glühen, „durchbrennt“ und ein Brand entsteht. **EL7**

Die Stromstärke – und damit der Strom“verbrauch“ – sind dann extrem hoch, eine Batterie wäre sehr schnell leer!

Wie können wir eine solche Überlastung vermeiden?

1. Keine zu hohe Spannung an elektrische Bauteile anlegen!

Die Nennspannung der Verbraucher soll mindestens so hoch sein wie die Nennspannung der Spannungsquelle:

Nennspannung der elektrischen Geräte

Die Spannung, mit der sie (maximal) belastet werden sollen.



Nennspannung der Spannungsquellen

Die Spannung, die sie (maximal) aufbauen.



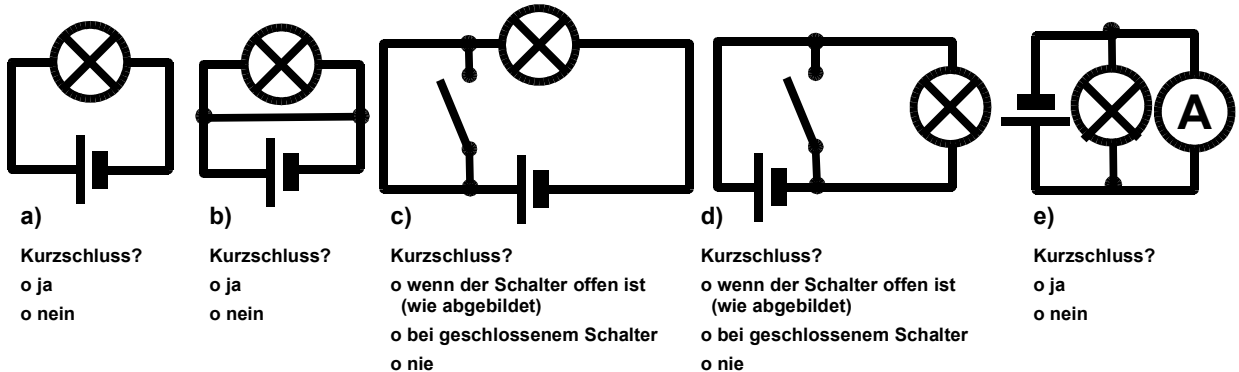
Manche Bauteile (z.B. Glühlämpchen) dürfen *kurzfristig* mit etwas zu hoher Nennspannung betrieben werden – insbesondere mit einer Batterie, die nicht mehr ganz voll ist und daher nicht mehr ganz die angegebene Nennspannung erzeugt.

2. Keinen Kurzschluss erzeugen! Kein Stromkreis ohne Verbraucher!

Ein Kurzschluss ist eine **Stromleitung** zwischen den Polen einer Spannungsquelle, die **nicht durch einen Verbraucher** führt.

Weil der **Stromstärkemesser** (Ampèremeter) die Stärke des durch ihn durch fließenden Stroms nicht verändern soll, setzt er dem Strom einen sehr geringen Widerstand entgegen, er gilt nicht als Verbraucher! **EL12 - Multimeter**

- 1. Wo gibt es hier Kurzschlüsse? Kreuze jeweils die richtige Lösung an! Markiere bei Kurzschlüssen den Weg vom Minus- zum Pluspol der Spannungsquelle, auf dem die Elektronen nicht durch einen Verbraucher gebremst werden!



- 2. Baue die oben gezeigten Schaltungen **außer Schaltung e)** nach! **Trenne Kurzschlüsse sofort wieder!** **Schaltung e)** darfst du nicht nachbauen, weil das Ampèremeter dabei zerstört werden könnte!

Einige Elektrische Schaltzeichen

	Batterie		Lampe
	Spannungsquelle (allgemein)		Strommesser (Ampèremeter)
	Schalter		Spannungsmesser (Voltmeter)

Die beiden Hauptleitungen eines Halogen-Beleuchtungs-Systems werden oft „am Stück“ (als ein einziges Stahlseil) geliefert.

Dieses muss man zuerst **unbedingt durchtrennen**, sonst werden leicht die Schmelzsicherung **EL7** **EL24** oder andere Bauteile zerstört! → siehe Schaltung 1b)



Darf **NICHT** direkt verbunden sein!

Welche Stoffe leiten den Strom?

Elektrische Leiter und „Nichtleiter“

EL9



EL8 - Überlastete Stromkreise →

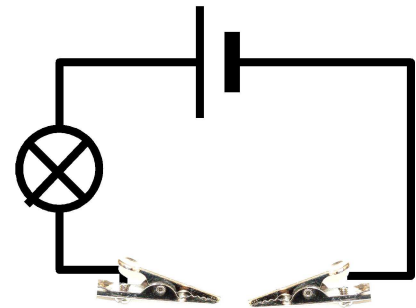
Verschiedene Materialien leiten den Strom unterschiedlich gut.

Manche werden sogar „Nichtleiter“ oder „Isolatoren“ genannt, weil sie den Strom sehr schlecht leiten!

- Überprüfe mit der nebenstehenden Schaltung, welche Materialien in deiner Umgebung Leiter, und welche „Nichtleiter“ sind!

Beispiel: Graphit/Kohlenstoff (Bleistift-Mine)

- Erstelle in deinem Heft eine Tabelle:



Krokodilklemme

Leiter

- Material (Gegenstand)
- ...

„Nichtleiter“ / „Isolatoren“

- Gase (normalerweise)
- Material (Gegenstand)
- ...

Gase sind normalerweise Nichtleiter.



Leitfähig werden Gase, wenn sie – etwa durch **radioaktive Strahlung** oder **extrem hohe Spannungen** (z.B. bei einem Gewitterblitz) – **ionisiert** werden. Elektronen lösen sich dann von „ihren“ Atomen und Molekülen **EL2**. Diese sind dann elektrisch positiv geladen, sie werden zu „**Ionen**“ (=elektrisch geladene Teilchen) und können nun – ebenso wie die nun freien Elektronen – Ladungen transportieren.

Auch bei **sehr hoher Luftfeuchtigkeit** kann Luft leitfähig werden. Dann fließt der Strom allerdings nicht durch die Gasteilchen, sondern durch die kleinen **Wassertröpfchen**, die dann ganz fein verteilt in der Luft schweben.

Ist Wasser ein elektrischer Leiter?

- Teste zuerst Leitungswasser.
 - Fülle ein kleines Becherglas mit Wasser
 - Klemme die Krokodilklemmen jeweils an eine dicke Kohle-Elektrode oder eine Bleistiftmine (oder auch einen Nagel) und stecke diese in das Wasser, ohne dass die beiden sich berühren!
 - Was beobachtest du? Ist reines Wasser also ein elektrischer Leiter? (Notiere in der Tabelle!)

- Gib jetzt zum Leitungswasser mehr und mehr Salz hinzu.
 - Was beobachtest du jetzt? Ist Salzwasser ein elektrischer Leiter? (Notiere in der Tabelle!)

- Ist trockenes Salz ein elektrischer Leiter? (Notiere in der Tabelle!)



Stromkabel bestehen meist aus Kupferdrähten, die mit einer oder mehreren Schichten „Isolatoren“ (Gummi, Kunststoff,...) umgeben („isoliert“) sind.

Elektrische Schaltungen bauen und zeichnen!

EL10



EL8 - Überlastete Stromkreise →

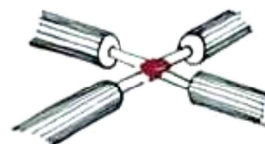
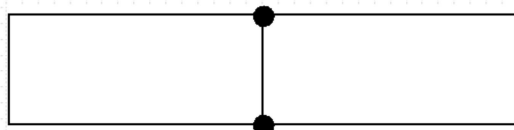
ALLE Team-Mitglieder übertragen hier folgendes auf ein neues Blatt im Heft(er):

EL10 - Elektrische Schaltungen bauen und zeichnen!

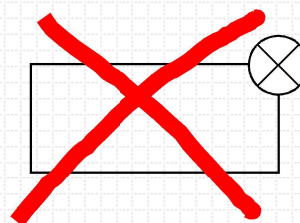
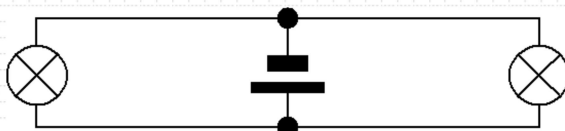
DATUM

Wir zeichnen elektrische Schaltungen IMMER mit BLEISTIFT und Lineal!

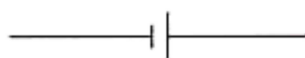
- Die Leitungen werden als  Rechtecke gezeichnet. Verbindungen zeichnet man mit einem dicken • Punkt.



- Die elektrischen Bauteile werden an den Rechteck-Seiten (nicht an den Ecken!) als Schaltsymbole eingezeichnet.



Die wichtigsten Schaltsymbole:



Batterie (Zelle)



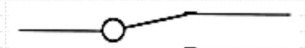
Spannungsquelle allgemein



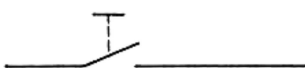
Glühlampe



Ein-Aus-Schalter



umschalter



Tastschalter (nur bei Druck geschlossen)



Leitungskreuzung ohne leitende Verbindung:



Stromstärkemesser (Ampèremeter)



Spannungsmesser (Voltmeter)



Motor



Stromgenerator (z.B. Dynamo)

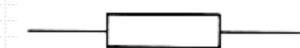
EL23



Sicherung

EL7

EL24



Widerstand

EL7

englisch „generate“:
„erzeugen“,
„verursachen“

1. Baue eine Schaltung, mit der du eine Lampe ein- und ausschalten kannst, und zeichne sie in dein Heft!
2. Baue eine Schaltung deiner Wahl und zeichne sie in dein Heft! Beschreibe kurz ihre Funktion!

Elektrizität messen!

Wie geht das mit dem Multimeter?

EL12



Mit dem Multimeter kannst du Spannungen **EL5**, Ströme **EL5** und Widerstände **EL14** messen.

1. Vor der Benutzung lies unbedingt sorgfältig die **Bedienungsanleitung** und die **Sicherheitshinweise**!
2. Mit welcher Sicherung **EL7** ist das Gerät abgesichert? Ist eine **Ersatz-Sicherung** vorhanden? Sonst möglichst bald besorgen! ($< € 1,-$)
3. **Führe nur Messungen in einem ungefährlichen Bereich ($U < 25 \text{ V}$ bzw. $U < 60 \text{ V}$) durch!** **EL6**
4. **Falls die U-/I-werte außerhalb der aufgedruckten Messbereiche liegen könnten, ist das Messgerät für die Messung nicht geeignet!**

Manche Geräte wählen automatisch den richtigen Messbereich aus („Auto Range“). Dann muss man nur noch die zu messende Größe (V/A/Ω) wählen.

Bei diesem Gerät beginne mit einem Messbereich, der auf jeden Fall deinen Messwert einschließt. Um die Messgenauigkeit zu erhöhen, taste dich, falls nötig, dann vorsichtig voran zu kleineren Messbereichen.

5. Stelle den **Wahlschalter auf die gewünschte Messung** ein. Wähle den Messbereich so aus, dass deine Messwerte ganz sicher nicht über diesem Bereich liegen werden!

Gleichspannung
bis 300 V
(nur bis 60V messen!)

Das Zeichen ---
steht immer für
GLEICH-spannungen
und -ströme,
sowie pulsierende
(an-aus-an-aus-...)
U und I

Widerstand
bis 200 Ω („Ohm“)

Wechselspannung
bis 300 V
(nur bis 25V ~ messen!)

Das Zeichen $\sim$
steht immer für
WECHSEL-Spannungen
und -Ströme.

Gleichstrom
Bis 200 mA = 0,2 A
(bis 10 A für
max. 10 Sekunden
mit 15 Minuten Pause)

**VORSICHT bei
Strommessungen!**
(siehe 7.)

6. Schließe die
Messleitungen an:

Hier bei **allen Messungen**
die **schwarze Messleitung**.

Englisch **COM**mon: „gemeinsam“

Hier bei allen Messungen
außer $I > 200 \text{ mA}$
die **rote Messleitung**.

Für I-Messungen mit
 $200 \text{ mA} < I < 10 \text{ A}$ hier
die **rote Messleitung**

7. Berühre mit den Messspitzen die gewünschten Punkte im Stromkreis.

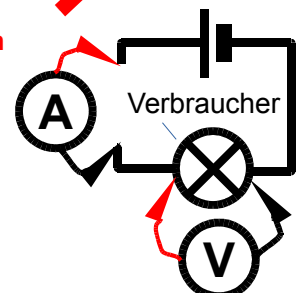
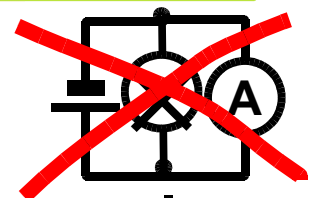


BEACHT: Bei der **Stromstärke -Messung** muss das Multimeter in den Stromkreis „eingeschleift“ werden: Der Stromkreis wird an einer Stelle unterbrochen, und der zu messende Strom wird durch das Multimeter hindurch geleitet! Da das Multimeter diesen Strom messen und möglichst nicht verändern soll, setzt es ihm so wenig Widerstand wie möglich entgegen und kann deswegen sehr leicht überlastet werden!

Miss deshalb NIE die Stromstärke zwischen zwei Punkten, zwischen denen eine Spannung bestehen könnte! **EL8**

Verbinde das **schwarze Kabel** (COM-Anschluss) mit dem **Minuspol** (Seite des kleineren Potenzials **EL3**) und das **rote** mit dem **Pluspol** (größeres Potenzial) (Bei umgekehrtem Anschluss zeigt das Multimeter negative Werte an.)

8. Ziehe nach deiner Messung immer die Messleitungen aus den Buchsen des Multimeters. Beide könnten sonst bei Lagerung und Transport leicht zerstört („ausgeleiert“) werden!
9. Gib das Multimeter wieder in seine Hülle. Es ist ein empfindliches Messgerät!



Wie stark fließt der Strom bei welcher Spannung?

EL13



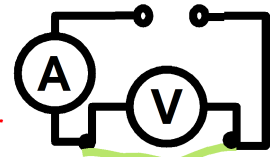
EL8 - Überlastete Stromkreise

EL12 - Multimeter →

Welche Spannung ist für welche Stromstärke nötig?

1. Baue diese Schaltung mit verschiedenen Widerstandsdrähten (z.B. „Konstantan“) als Testleiter auf. →

STELLE NIE EIN MULTIMETER AUF STROMSTÄRKEMESSUNG (A, mA, µA...) EL12, wenn es wie der Spannungsmesser im Bild eingebaut ist oder es keinen Verbraucher im Stromkreis gibt (wenn z.B. anstatt Widerstandsdraht ein anderer Draht eingebaut wäre!) EL8



Testleiter

2. Miss jeweils die Stromstärke bei verschiedenen angelegten Spannungen und trage deine Messwerte in die Wertetabelle ein. (Für aussagekräftige Ergebnisse miss mindestens für die **geraden** Spannungen: 2V,4V,6V,8V,10V!)

Wertetabelle



Falls du nur den Durchmesser D eines Drahtes weißt:

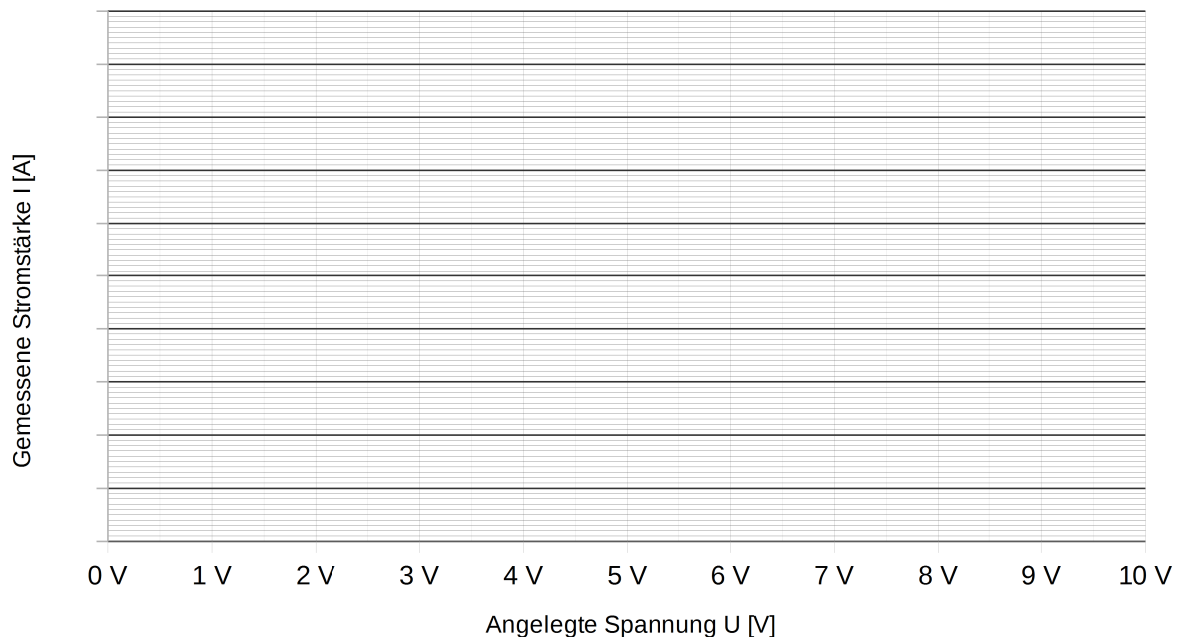
$$A = \pi r^2 = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 = \frac{\pi}{4} D^2$$

Farbe	Bauteil, Maße (Querschnitt, Länge)	Stromstärke I [A] (R [Ω] kommt später, wenn du EL14 bearbeitest.)											Beobachtungen (z.B. glüht bei U>5V)
		U [V]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	1. Widerstandsdraht	I [A]											
	A = mm², l = m	R [Ω]											
	2. Widerstandsdraht	I [A]											
	A = mm², l = m	R [Ω]											
	3. Widerstandsdraht	I [A]											
	A = mm², l = m	R [Ω]											

3. Untersuche jetzt den Zusammenhang zwischen Spannung und Stromstärke grafisch im ...

Spannung-Stromstärke-Diagramm

- Beschrifte die I-Achse so, dass auch die größte von dir gemessene Stromstärke in das Diagramm passt!
- Trage die Werte eines jeden Drahtes jeweils in einer eigenen Farbe ein! Markiere die Farbe in der Wertetabelle!



- Bei EL14 – Das Ohmsche Gesetz kannst du den Zusammenhang zwischen U und I mathematisch untersuchen.

Das Ohmsche Gesetz

Spannung - Widerstand - Stromstärke

EL14



EL13 - Wie stark fließt der Strom bei welcher Spannung? →

- Untersuche jetzt den Zusammenhang zwischen Spannung und Stromstärke aus **EL13** mathematisch.
- Betrachte das Spannungs-Stromstärke-Diagramm. Welchen Zusammenhang erkennst du zwischen U und I?
Setze in die Lücke ein: *proportional* oder *antiproportional* oder *antizyklisch*

Bei Widerstandsdraht ist die erzielte
Stromstärke I zur angelegten Spannung U.

Den Proportionalitätsfaktor zwischen U und I nennen wir den
elektrischen Widerstand R (englisch „resistance“ = Widerstand).

$$\frac{U}{I} = R$$

Je höher die **Spannung U**, die man an ein Bauteil ...

... im **Verhältnis** zur ...

... damit erzielten **Stromstärke I** anlegen muss,

... umso höher ist der
Widerstand R
dieses Bauteils.

... oder auch ...

Je höher der
Widerstand R
eines Bauteils ist,

... umso höhere **Spannung U** muss man an das
Bauteil

... im Verhältnis zur ...

... gewünschten **Stromstärke I** anlegen.

Diesen Zusammenhang nennen wir das „**Ohmsche Gesetz**“,
nach dem deutschen Physiker Georg Simon Ohm, der vor fast 200 Jahren den
elektrischen Widerstand untersucht hat.

Nach ihm ist auch die **Einheit** des Widerstands benannt:

Wenn man an ein Bauteil eine Spannung **U = 1 V**

anlegen muss, damit durch das Bauteil ein Strom **I = 1 A**

fließt, ist der elektrische Widerstand des Bauteils **R = 1 Ω („Ohm“)**.



Ω („Omega“) ist der letzte Buchstabe des griechischen Alphabets, das „große O“.

Sicher wäre es sehr verwirrend gewesen, hätte man einfach ein „O“ (O??)
als Einheitenzeichen genommen?

$$\frac{1 \text{ V}}{1 \text{ A}} = 1 \Omega$$



Georg Simon Ohm
(1789-1854)

- Ergänze unten: Strom, Spannung U, Widerstand R

Je höher der eines Bauteils, umso schwächerer
fließt durch das Bauteil, wenn man eine bestimmte anlegt.

- Berechne für jeden deiner Stromstärke-Messwerte in **EL13** den jeweiligen Widerstand R und trage ihn dort in die Messwert-Tabelle ein! Was stellst du fest?

Welcher Draht hat welchen Widerstand?

EL15



***(*)

Der spezifische Widerstand ρ („rho“)

EL13 - Wie stark fließt der Strom bei welcher Spannung?

EL14 - Das Ohmsche Gesetz →

Wie lässt sich der elektrische Widerstand eines vorhandenen Drahtes berechnen?

► Überlege, eventuell mit Hilfe von EL13:

Streiche jeweils das Falsche durch und umkreise das Richtige (größer oder kleiner, Zähler oder Nenner):

Je **länger** ein Draht ist, umso **größeren** **kleineren** Widerstand setzt er dem Strom entgegen.

→ Bei der Berechnung des Widerstands kommt also die **Länge l** des Drahtes in den **Zähler** **Nenner**.

Je **größer der Querschnitt A** eines Drahtes ist (je „dicker“ er ist), umso **größer** **kleiner** ist sein Widerstand.

→ Bei der Berechnung des Widerstands kommt also der **Querschnitt A** des Drahtes in den **Zähler** **Nenner**.

► Jetzt überlege: Hat wohl jeder Draht mit den gleichen Abmessungen (Länge l und Querschnitt A) den *gleichen* elektrischen Widerstand – unabhängig von seinem Material?

Nicht jedes Material leitet den Strom gleich gut! EL9 - Leiter/Nichtleiter Daher muss man bei der Berechnung des Widerstands den jeweiligen **spezifischen Widerstand ρ** des Materials (siehe Tabelle unten) mit einbeziehen.

🧐 Das ρ („rho“) ist das „R“ des griechischen Alphabets.

► Welche Gleichung ist nun wohl die richtige?

Streiche die falsche durch! Markiere die Richtige als Merksatz!

$$R = \rho * \frac{l}{A} \quad \text{oder} \quad R = \rho * \frac{A}{l} \quad ?$$

► Berechne nun den Widerstand eines der Widerstandsdrähte, die du in EL13 untersucht hast!

► Welchen Draht wählst du für die Berechnung? Trage seine Werte (Material, Länge, Querschnitt) ein!

🧐 Gib in der Physik immer auch die EINHEITEN an: War der Draht 1 *Zentimeter* lang, oder 1 *Meter*,...?

$$\rho = \dots\dots\dots, l = \dots\dots\dots, A = \dots\dots\dots$$

$$R = \dots * \frac{\Omega * mm^2}{m} * \frac{m}{mm^2} = \dots$$

► Stelle zuerst die allgemeine Gleichung auf (einfach von oben übertragen! ;-)

► Jetzt setze die Werte „deines“ Drahtes ein!

► Berechne das Ergebnis

► Welche Einheit bleibt am Ende übrig, wenn du die anderen weg-gekürzt hast? Ist es die des elektrischen Widerstands?

► Stimmt das Ergebnis deiner Berechnung mit deinem Messergebnis aus EL13 überein?

Material	$\rho \left[\frac{\Omega * mm^2}{m} \right]$
Silber	0,016
Kupfer	0,017
Gold	0,023
Aluminium	0,028
Eisen	0,097
Widerstandsdraht	0,49

Tabelle: Spezifischer elektrischer Widerstand ρ einiger Materialien

► Warum, denkst du, werden heute fast alle Stromleitungen aus **Kupfer** (und **nicht** aus – noch leitfähigerem – **Silber**, oder – deutlich billigerem – **Eisen**) hergestellt?

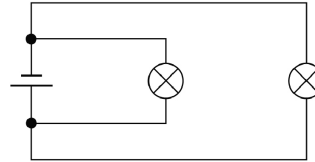
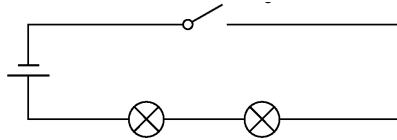
Wie versorgt man mehrere Verbraucher?

EL16



EL8 - Überlastete Stromkreise →

- Überlege: Für welche der beiden Schaltungen (mit jeweils gleichen Batterien und Lampen) könnten die einzelnen Sätze unten jeweils zutreffen? Kreuze jeden Satz auf der Seite der richtigen Schaltung an!



Beobachtung: Bei dieser Schaltung leuchten die Lampen **heller**.

Beobachtung: Bei dieser Schaltung leuchten die Lampen **weniger hell**.

Beobachtung: Wenn eine **Lampe defekt** ist oder fehlt, leuchtet die **andere immer noch**.

Beobachtung: Wenn eine **Lampe defekt** ist oder fehlt, leuchtet auch die **andere nicht mehr**.

Erklärung: Bei dieser Schaltung müssen **alle Elektronen durch beide Lampen** fließen und werden dabei sehr stark abgebremst.

Erklärung: Bei dieser Schaltung hat **jede Lampe** ihren **eigenen Stromkreis** und erhält deshalb die volle Spannung der Batterie!

Erklärung: Bei dieser Schaltung ist die **Stromstärke** durch jede Lampe **höher** als bei der anderen Schaltung.

Erklärung: Bei dieser Schaltung ist die **Stromstärke** durch jede Lampe **niedriger** als bei der anderen Schaltung.

Folgerung: Bei dieser Schaltung ist die **Batterie schneller leer**.

Folgerung: Bei dieser Schaltung wird die **Batterie länger halten**.

(Vermutlicher Name der Schaltung: Reihenschaltung.)

(Vermutlicher Name der Schaltung: Parallelschaltung.)

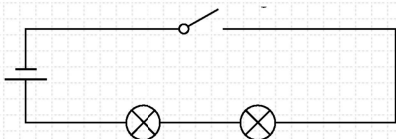
- Baue nun die beiden Schaltungen und überprüfe, soweit möglich, deine Vermutungen.
 ► Lass dein Ergebnis (z.B. vom Lehrer) überprüfen (oder recherchiere im Buch oder Internet).
 ► Umkreise die Kreuze, die du zunächst falsch gesetzt hattest. Deine „Fehler“ sind deine besten Lern-Helfer! 🤔
 ► Notiere im Heft: **(mit Lineal und Bleistift zeichnen!)** :

EL16 - Wie versorgt man mehrere Verbraucher?

DATUM

(Füge hier den Namen dieser Schaltung ein!)

Aufbau:



Beobachtung: Bei dieser Schaltung leuchten die Lampen

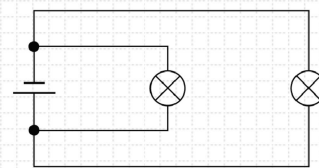
...

Erklärung: ...

...

(Füge hier den Namen dieser Schaltung ein!)

Aufbau:



Beobachtung: Bei dieser Schaltung leuchten die Lampen

...

Erklärung: ...

- **Wische diese Lernkarte sorgfältig wieder ab!**

Bei **EL17 - Parallel- und Reihenschaltung von Verbrauchern** kannst du diese beiden Schaltungen mit „Röntgenblick“ sehen!

Parallel- und Reihenschaltung von Verbrauchern

EL17



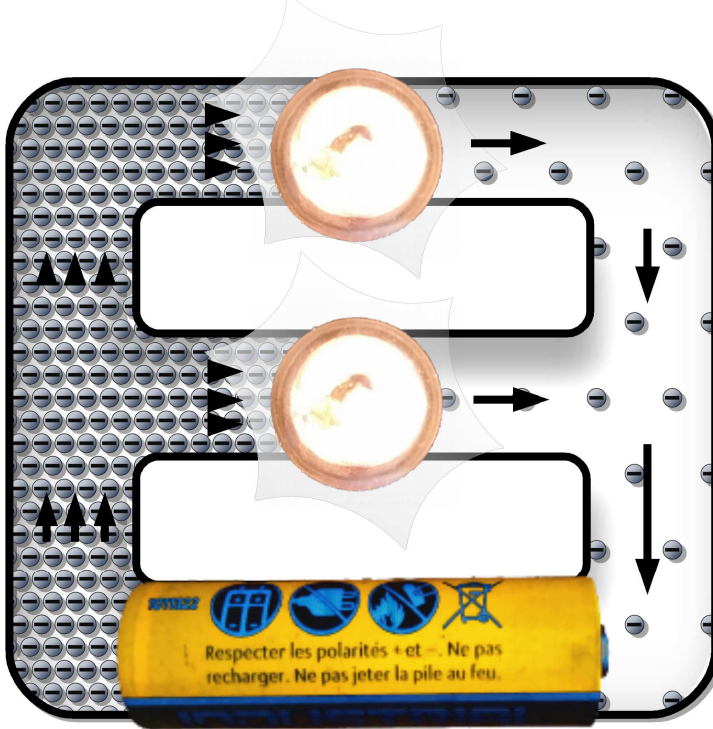
EL5 – Was ist Spannung? Was ist Stromstärke?

EL16 – Wie versorgt man mehrere Verbraucher? →

Um mehrere Verbraucher in einem Stromkreis zu versorgen, gibt es prinzipiell 2 verschiedene Methoden.

Um die Betrachtung zu vereinfachen, legen wir **IN DIESEM MODELL** fest:

- Beide Batterien bauen die gleiche Spannung U auf
- Alle Verbraucher besitzen den gleichen elektrischen Widerstand R



Die Parallelschaltung

An allen Verbrauchern liegt die Spannung U der Spannungsquelle an. Dadurch fließt auch durch alle

Verbraucher ein stärkerer als bei der Reihenschaltung.

Durch die Leitungsstücke direkt an der fließt der vereinte Strom I aller Verbraucher!

IN DIESEM MODELL liegt an jedem Verbraucher die doppelte Spannung U im Vergleich zur Reihenschaltung an. Dadurch ist auch die Stromstärke I durch jeden Verbraucher doppelt so hoch.

Die Gesamt-Stromstärke I (in den Leitungsstücken an der Spannungsquelle) ist damit 4mal so hoch wie unten!

Also wäre die Batterie 4mal so schnell leer wie unten.



Die Reihenschaltung

Die beiden Verbraucher sich die Spannung U der Spannungsquelle.

Alle Elektronen müssen durch alle Verbraucher fließen, die Widerstände R EL14 der Verbraucher addieren sich. Die

..... ist entsprechend niedriger als bei der Parallelschaltung.

IN DIESEM MODELL liegt an beiden Verbrauchern die halbe Spannung U der Spannungsquelle an, dadurch fließt im ganzen Stromkreis der Strom I halb so stark wie bei der Parallelschaltung (oben) durch jeden einzelnen Verbraucher.

Obwohl sich bei beiden Schaltungen die Elektronen auf der linken Seite langsamer bewegen, ist dort die Stromstärke I jeweils genauso groß wie auf der rechten Seite: Die höhere Elektronendichte (*Niedrigeres* Potenzial EL3) gleicht die geringere Fließgeschwindigkeit aus! EL5 - Was ist Spannung? Was ist Stromstärke?

► Setze in die Lücken ein: Spannungsquelle, Stromstärke, teilen, Strom, volle

Überlastete Stromkreise 2

...durch zu viele
angeschlossene Verbraucher!

EL18

***(*)



EL8- Überlastete Stromkreise 1

EL17 - Parallel- und Reihenschaltung von Verbrauchern →

- Setze einige dieser Begriffe in die Lücken ein (Es sind auch falsche Begriffe dabei!): Verbraucher, überlastet, Stromstärke, parallel, Parallelschaltung, Reihenschaltung, in Reihe, Spannungsquelle, stärker

Der Schaltplan rechts zeigt eine

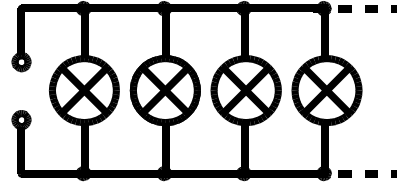
..... EL17

Durch die Leitungsstücke direkt an der

..... muss hier der vereinte

Strom für alle fließen!

- Markiere diese Leitungsstücke in der Abbildung!



Mit jedem angeschlossenen Verbraucher steigt die durch die
Leitungsstücke direkt an der Spannungsquelle, sie werden immer belastet!

Werden zu viele Verbraucher angeschlossen, können die
Leitungsstücke an der Spannungsquelle werden!

**Sind die Steckdosen und Elektrogeräte in einem Gebäude
parallel oder in Reihe geschaltet?**



- Überlege: (Kreuze das Richtige an!)

Wenn **mehrere Geräte** an Steckdosen angeschlossen sind, ...

... ☐ sollen alle Geräte mit unterschiedlichen, wechselnden Spannungen versorgt werden – je nachdem, welche Geräte an anderen Steckdosen angeschlossen sind.

... ☐ sollen alle Geräte mit einer ganz bestimmten, immer gleichen Spannung versorgt werden – egal, welche Geräte an anderen Steckdosen angeschlossen sind

Wenn ein **Gerät kaputt** ist oder **fehlt**, ...

... ☐ sollen die anderen Geräte immer noch funktionieren.

... ☐ brauchen die anderen Geräte auch nicht mehr zu funktionieren.

- Setze einige dieser Begriffe in die Lücken unten ein: (Es sind auch falsche Begriffe dabei!) Stromstärke, in Reihe, überlastet, parallel

Die Steckdosen und Geräte im Haushalt sind also EL17

geschaltet. Wenn zu viele Geräte mit zu hoher
(bzw. zu hoher Leistung EL21) gleichzeitig angeschlossen sind, könnten Stromleitungen
..... werden.

Was passiert bei Überlastung?

- Setze einige dieser Begriffe in die Lücken unten ein: (Es sind auch falsche Begriffe dabei!) Stromstärke, Stromfluss, Brand, in Reihe, erhitzen, überlastet, Sicherung, parallel

Die überlasteten Bauteile (Stromleitungen, Steckdosen,...) könnten sich z.B. so stark
....., dass ein entsteht!

Wenn diese Gefahr droht, sollte die EL7 EL24 „rausfliegen“ und den
..... unterbrechen!



Zum Schutz elektrischer Leitungen in Gebäuden werden heute meist Sicherungsautomaten (auch „Leitungsschutzschalter“) eingesetzt. Diese brennen – im Gegensatz zu Schmelzsicherungen – nicht durch und müssen nach ihrem „Einsatz“ nicht ersetzt werden, sondern funktionieren elektromagnetisch und können einfach wieder eingeschaltet werden.



Parallel- und Reihenschaltung von Spannungsquellen

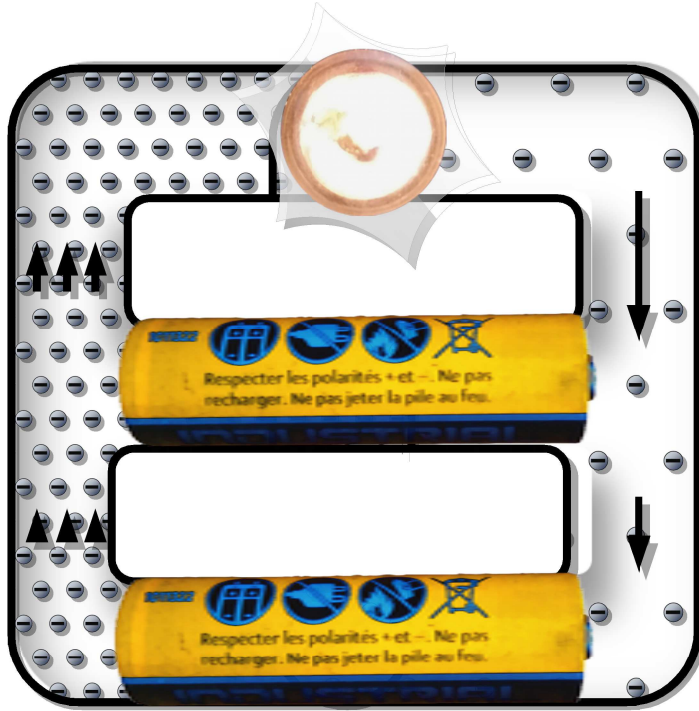
EL19



EL7 – Was ist Spannung? Was ist Stromstärke? →

Es gibt prinzipiell 2 verschiedene Methoden, eine Schaltung mit mehreren Spannungsquellen zu versorgen.

Um die Betrachtung zu vereinfachen, legen wir IN DIESEM MODELL fest: Alle Batterien bauen die gleiche Spannung auf, und alle Verbraucher besitzen den gleichen elektrischen Widerstand.



Die Parallelschaltung

Jedes Elektron fließt nur durch eine der beiden Spannungsquellen und wird nur von dieser einen Spannungsquelle angetrieben. Die **Gesamtspannung** – und damit der Strom durch den Verbraucher – ist genauso hoch, **als gäbe es nur eine einzige Spannungsquelle!**

Jede Spannungsquelle muss nur einen Teil des“verbrauchten“ Stroms liefern, entsprechend länger reicht ihre Energie.

IN DIESEM MODELL ist der Strom durch die Lampe halb so hoch wie unten, der **Strom durch jede Batterie** nur halb so hoch wie der durch den Verbraucher und **ein Viertel so hoch wie bei der Reihenschaltung** (unten). Die Batterien halten viermal so lange wie bei der Reihenschaltung!

 Obwohl sich hier die Elektronen auf der linken Seite langsamer bewegen, ist dort die Stromstärke jeweils genauso groß wie auf der rechten Seite: Die höhere Elektronendichte gleicht die geringere Fließgeschwindigkeit aus.

EL5 - Was ist Stromstärke?



Die Reihenschaltung

Die **Spannungen** der beiden Spannungsquellen **addieren sich**, **alle** Elektronen werden nacheinander von **beiden** Spannungsquellen angetrieben! An der Lampe liegt schließlich die **addierte** Spannung beider Spannungsquellen an!

Die **Stromstärke** ist, da der Stromkreis unverzweigt ist, überall gleich groß - **höher** als bei parallel geschalteten Spannungsquellen.

IN DIESEM MODELL liegt an der Lampe die doppelte Batteriespannung an, der Strom durch den Verbraucher ist doppelt so hoch, der durch die Batterien 4mal so hoch wie oben, die Batterien sind also viermal so schnell leer!

 Je dichter die Elektronen hier zusammengedrängt sind, umso langsamer kommen sie im Stromkreis voran. Die Stromstärke ist trotzdem überall gleich groß, weil die geringere Fließgeschwindigkeit durch die höhere Elektronendichte ausgeglichen wird. **EL5 - Was ist Stromstärke?**

Heißleiter und Kaltleiter

EL20



EL8 - Überlastete Stromkreise

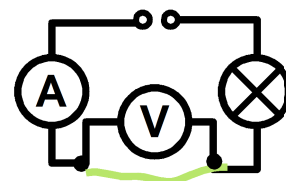
EL12 - Elektrizität messen!

EL14 - Das Ohmsche Gesetz →

► Führe die Versuchsreihe wie in EL13 noch einmal mit anderen Bauteilen durch!

► Warum schützt hier die Lampe das Ampèremeter vor Zerstörung? EL8 EL17

STELLE NIE EIN MULTIMETER AUF STROMSTÄRKEMESSUNG (A, mA, μ A...) EL12, wenn es, wie der Spannungsmesser im Bild, parallel zu einem Verbraucher oder einer Spannungsquelle eingebaut ist → EL8 - Überlastete Stromkreise

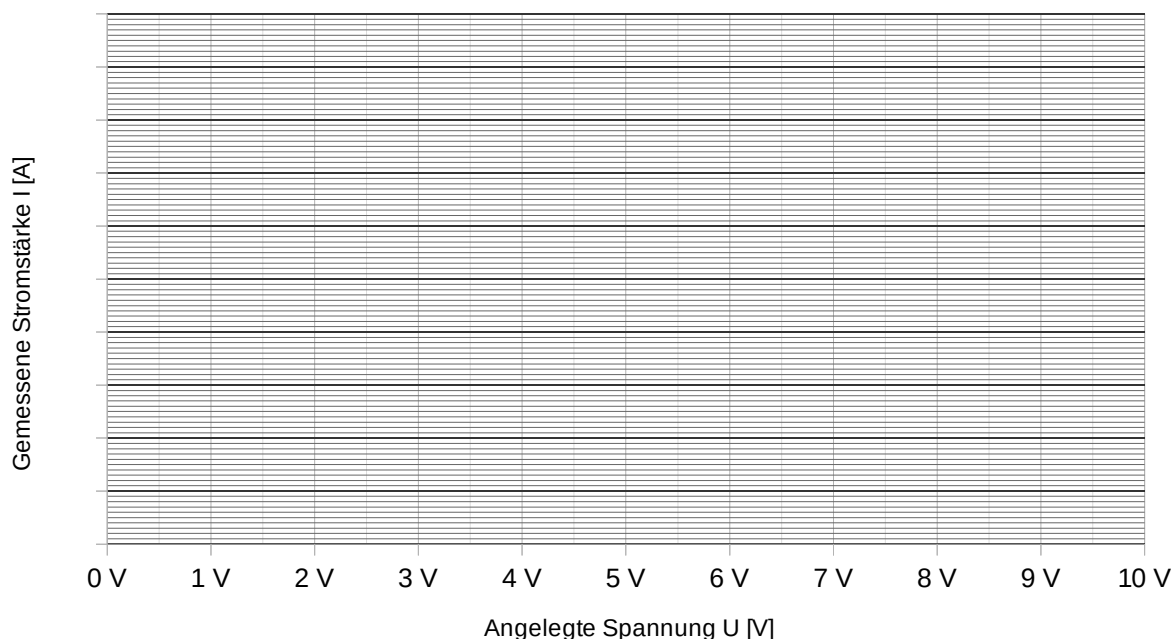


Testleiter

Wertetabelle

Farbe	Bauteil, Maße (Querschnitt, Länge)	Stromstärke I [A] / Widerstand R [Ω]											Beobachtungen (z.B. glüht bei $U > 5V$)
		U [V]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	1. Eisendraht A = mm ² , l = m	I [A]											
		R [Ω]											
	2. Glühlampe U_{Nenn} = V	I [A]											
		R [Ω]											
	3. Graphit A = mm ² , l = m	I [A]											
		R [Ω]											

Spannung-Stromstärke-Diagramm EL13



► Was stellst du fest? (Recherchiere die Begriffe Heiß- und Kaltleiter im Physikbuch oder im Internet!)

Je wärmer ein **Eisendraht** oder eine **Glühlampe** werden, umso wird ihr Widerstand.

Eisen und Glühlampe sind also

Je wärmer ein **Graphit-Stab** wird, umso wird sein Widerstand.

Graphit ist also ein

Watt? Leistung? Volle Power!

Wie schnell wird Energie übertragen?

EL21



Elektrische Ströme messen wir mit dem Ampèremeter.

Bei einer Stromstärke $I = 1 \text{ A}$ (Ampère) fließen an der betreffenden Stelle des Stromkreises in jeder Sekunde ca. $6 \cdot 10^{18}$ (ca. 6 Trillionen) Elektronen vorbei.

EL5 - Was ist Stromstärke?

Auf einer Glühlampe lesen wir aber ganze andere Einheiten! →
250 V, 25 W – Was bedeutet das?

V Volt Nennspannung **U** EL8 der Glühlampe

W Watt Nennleistung **P** (engl. „Power!“) der Glühlampe:
Gibt an, wie viel elektrische Energie sie (bei ihrer Nennspannung) in jeder Sekunde in Strahlungs-Energie (Wärme und Licht) umwandelt.



$\frac{1 \text{ V (Volt)}}{\text{Spannung } U}$

$\frac{1 \text{ A (Ampère)}}{\text{Stromstärke } I}$

$\frac{1 \text{ W (Watt)}}{\text{Leistung } P}$

- Wie hängt das alles zusammen?

Gibt die Stromstärke nicht an, wie schnell die Energie im Stromkreis transportiert wird?
Transportiert jedes fließende Elektron gleich viel Energie, oder kann sich das auch ändern?

► Machen wir einen Vergleich:

Unser **Atem** ist ebenfalls ein Strom, den wir ein- und ausatmen.

Wenn Dein Lungenvolumen ca. 2,5 Liter beträgt und Du in 5 Sekunden ganz ausatmest, könnte man schreiben:

$$\text{Stromstärke}_{\text{Atem}} = I_{\text{Atem}} = \frac{2,5 \text{ Liter}}{5 \text{ sec}} = \frac{1}{2} \frac{\text{Liter}}{\text{sec}}$$

Nun atme zweimal in 5 Sekunden durch den Mund aus, während du jeweils eine Hand nah vor Deinen Mund hältst:

1. Öffne dabei deinen Mund weit

2. Presse dabei deine Lippen sanft aufeinander

Beobachte dabei: Welcher der beiden Luftströme überträgt mehr Energie auf Deine Hand, welchen spürst Du stärker?
Welchen Luftstrom hast Du mit mehr **Spannung** erzeugt?



► Übertrage diese Erkenntnis jetzt auf den elektrischen Strom! Vervollständige!

Die Leistung **P** (englisch: **POWER!**) Je höher die _____, umso mehr gibt an, wie viel Energie in einer Sekunde übertragen oder umgewandelt wird.

Energie wird in einer Sekunde bei gleicher Stromstärke übertragen oder umgewandelt.

Leistung = _____ x Stromstärke

$$P = _ \times I, \text{ und somit: } I = _$$

► Berechne die Stromstärke **I** in der oben abgebildeten Glühlampe bei einer Spannung von $U = 250 \text{ V}$.
Kann die Lampe mit der rechts abgebildeten Schmelzsicherung abgesichert werden? Begründe!





EL8 – Überlastete Stromkreise

EL12 – Multimeter

EL14 - Das Ohmsche Gesetz

EL21- Watt? Leistung? ...

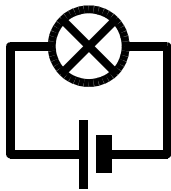


Sind Stromleitungen auch Verbraucher?

Ist es egal, wie lang eine Stromleitung ist, oder sollte man sie möglichst kurz (und dick?) halten, weil auch sie elektrische Energie zu Wärmeenergie „entwertet“?

► So kannst du das untersuchen:

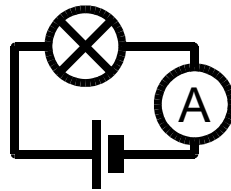
1. Baue einen einfachen Stromkreis auf (falls du momentan keinen zur Verfügung hast).



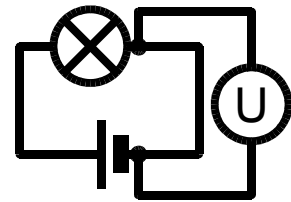
**BAUE UNBEDINGT EINEN
VERBRAUCHER (z.B. Lampe)
IN DEINEN STROMKREIS EIN!**

Was würde sonst
passieren? **EL8**

2. Wähle ein Leitungsstück deiner Schaltung und miss die Stromstärke in diesem Leitungsstück!


$$I = A$$

3. Miss nun den Spannungsabfall am Leitungsstück!


$$U = V$$


Dies ist NICHT die Spannung (zwischen den beiden Polen) der Spannungsquelle, sondern zwischen den beiden Enden des Leitungsstücks!

► Jetzt kannst du den Widerstand R deines Leitungsstücks berechnen: EL14 - Das Ohmsche Gesetz

► Du kannst auch berechnen, wie viel Energie bzw. Leistung P (= Energie pro Sekunde) dein Leitungsstück verbraucht: **EL21**

► Zu welchem Ergebnis kommst du? „Verbraucht“ diese Stromleitung (viel) Strom? Begründe! Welchen Anteil der Energie verbraucht die Leitung... Wie ist das wohl bei (sehr viel) längeren Stromleitungen? **EL23**

Wie kommt der Strom in die Steckdose?

EL23



Stromerzeugung in Generatoren

Unsere Elektrizität entsteht größtenteils in **Generatoren** (englisch: „Erzeuger“), wie dem Fahrrad-Dynamo oder der Auto-Lichtmaschine:

Von **Wind- oder Wasserrädern**, bzw. von **Dampfturbinen** (in Kern-, Kohle- und Gaskraftwerken) angetrieben, **dreht sich ein Magnet in Nähe einer Spule**, (also einer spiralförmigen Stromleitung).

Durch das **ständig sich umkehrende Magnetfeld** wird in der Spule eine **andauernde Wechselspannung** „induziert“ (englisch „induce“ : „veranlassen“).

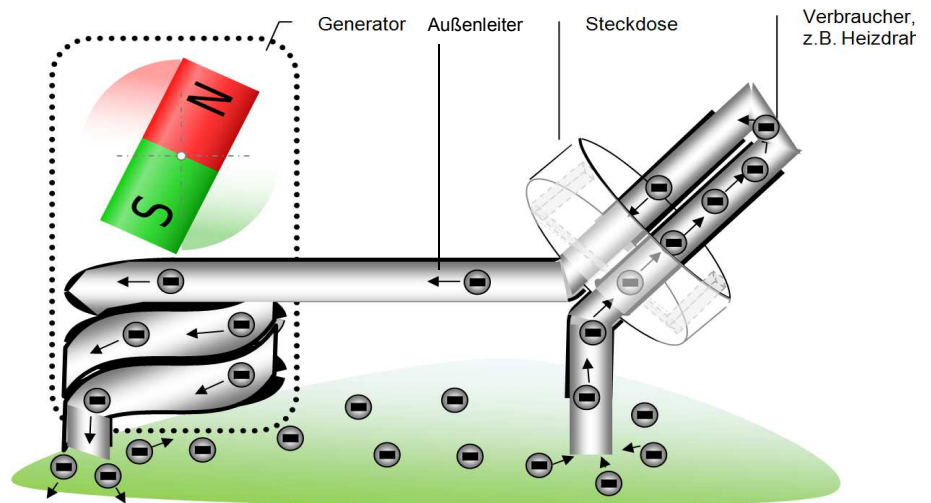
Die induzierte Spannung und damit der induzierte Strom wechseln bei jeder halben Umdrehung des Magneten ihre Richtung!

Weltweit dreht sich der Magnet meist 50-60 mal pro Sekunde, „die Netzfrequenz beträgt 50-60 Hertz (Hz)“.

Bei einer halben Umdrehung des Magneten zieht der Generator Elektronen aus dem „Außenleiter“ (dem Leitungsnetz) und drückt sie in die Erde.

Jetzt hat der **Außenleiter** eine **positive Spannung** (höheres Potenzial) **EL3** gegenüber der Erde und damit gegenüber dem größten Teil der Umgebung!

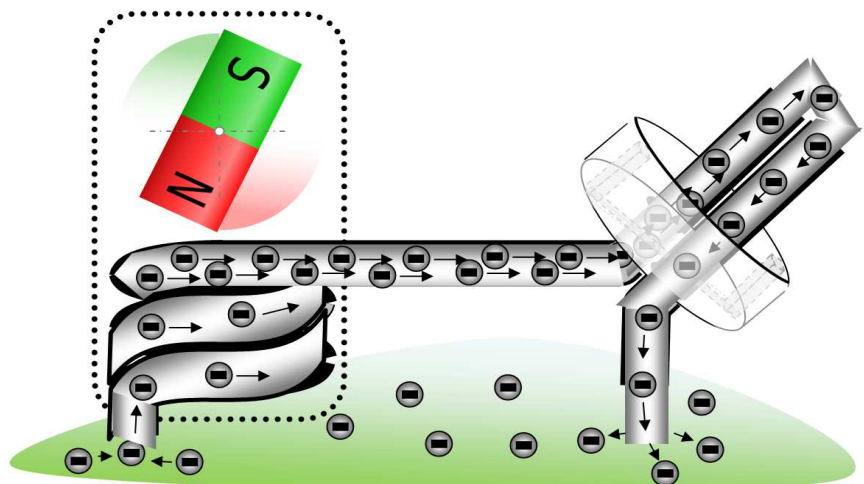
Bild 1: Erste Halbdrehung



Bei der nächsten halben Umdrehung (etwa 1/100 Sekunde später) zieht der Generator Elektronen aus dem Erdboden und drückt sie in den Außenleiter.

Jetzt hat der **Außenleiter** eine **negative Spannung** (niedrigeres Potenzial) gegenüber dem Erdboden und der Umgebung!

Bild 2: Zweite Halbdrehung



Stromverteilung mit Hochspannungs-Wechselstrom

Gegenüber dem Gleichstrom mit gleichbleibender Stromrichtung hat **Wechselstrom** einige **Vorteile**:

1. Er lässt sich extrem **einfach** in Generatoren **erzeugen** (siehe oben!)
2. Seine **Spannung** kann in **Transformatoren** (=„Netzteilen“) **einfach und mit geringen Verlusten** fast beliebig **transformiert** (verändert, also z.B. erhöht und wieder vermindert) werden.

Bei **sehr hohen Spannungen** U (Im Stromnetz werden oft über 100.000 Volt verwendet!) reichen für den Stromtransport relativ **dünne Kabel** aus, weil dann auch bei kleiner Stromstärke I die Übertragungsleistung P hoch ist. **EL21 – Watt? Leistung? Volle Power!**

3. Für den Stromtransport reicht **eine einzige Leitung**, weil durch das ständige Elektronen-Hin-und-Her die **Erde** mit ihrer **Pufferwirkung** die Rückleitung ersetzen kann!

A close-up photograph of a dark, articulated robotic hand holding a standard incandescent light bulb. The hand is positioned as if it has just picked up or is about to place the bulb. The background is a plain, light color.

Stromkreise ohne Rückleitung?!

EL25



EL3 - Was passiert im Stromkreis?

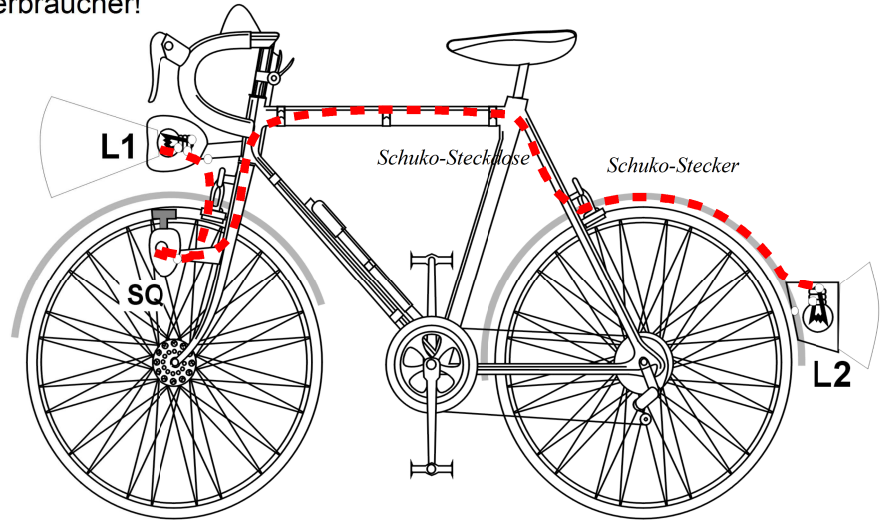
EL9 - Elektr. Leiter und „Nichtleiter“ →

Bei allen hier abgebildeten Systemen gibt es höchstens eine Stromleitung zwischen Spannungsquelle und Verbraucher!

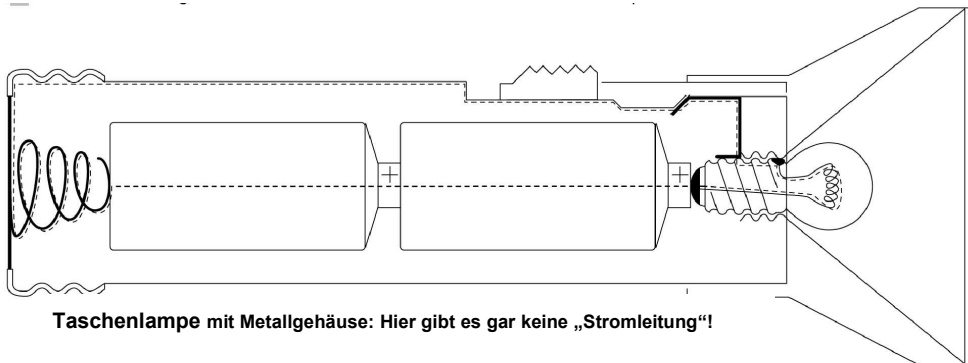
- Überlege: Durch welche(s) Bauteil(e) wird jeweils der Stromkreis geschlossen?



Elektro-Lokomotive: Die Oberleitung stellt nur einzige Verbindung zwischen der Lok und der Spannungsquelle (dem Elektrizitätswerk) her!



Fahrrad – Eingezeichnet sind die Stromkabel vom Dynamo (Spannungsquelle SQ) zu den Lampen (L1+L2). Meist gibt es für jede Lampe nur ein einziges Kabel!



Taschenlampe mit Metallgehäuse: Hier gibt es gar keine „Stromleitung“!

- Notiere in dein Heft:

EL25 – Stromkreise ohne Rückleitung?!

DATUM

Bei all diesen Systemen gibt es höchstens eine Stromleitung zwischen Spannungsquelle und Verbraucher!

System	Fehlende Stromleitungen werden ersetzt durch
E-Lokomotive	...
Fahrrad	...
Taschenlampe mit Metallgehäuse	...

Konventionelle Stromrichtung vs. Elektronenflussrichtung

In welche Richtung fließt der Strom?

EL26



EL3 - Was passiert im Stromkreis?

Als man elektrische Schaltungen entdeckte, erkannte man noch nicht, was sich da nun in den Leitungen bewegt.

Daher **definierte man**, dass der Strom (außerhalb der Stromquellen) **vom Plus- zum Minuspol** fließt.

Diese Stromrichtung nennt man entsprechend die **„konventionelle“ (vereinbarte) bzw. „technische“ Stromrichtung**.

 Manchmal fließt Strom tatsächlich von Plus nach Minus, denn manchmal gibt es auch **positiv geladene strömende Teilchen** (z.B. Ionen)!

In Stromkreisen sind es nun aber fast immer die **Elektronen**, die die Ladung transportieren. Diese sind **immer negativ geladen** und bewegen sich **vom Minus- zum Pluspol** der Spannungsquellen.

