

Die Kursteilnehmer\*innen lernen die Funktionsweise des elektrischen Stromkreises und das Einschätzen elektrischer Spannung anhand von Spielen. Mithilfe der Teslaspule werden Gefahrensituationen mit Strom thematisiert.

Schlagworte: Teslaspule; Teslatransformator; Wassermodell zu Strom und Spannung; Leitfähigkeit



E-Book Einzelbeitrag  
von: Janina Klose, Mesut Aktas

## Blitzbändiger\*in

### Stromstärke und Spannung einschätzen

aus: Technik spielend (kennen)lernen (9783763972647)  
Erscheinungsjahr: 2023  
Seiten: 75 - 93  
DOI: 10.3278/172647w008  
Dieses Werk ist unter folgender Lizenz veröffentlicht: Creative Commons Namensnennung-Share Alike 4.0 International

# BLITZBÄNDIGER\*IN

## STROMSTÄRKE UND SPANNUNG EINSCHÄTZEN



Anzahl Teilnehmer\*innen: 10+

Digitales Tool: keins

Dauer: 60 Min.

Autor\*innen: Janina Klose, Mesut Aktas



### ZIEL

Funktionsweise des elektrischen Stromkreises und Einschätzen elektrischer Spannung. Gefahrensituationen mit Strom einschätzen können.

### VORBEREITUNG

Vor dem ersten Spielen die Karteikarten, Skalenbezeichnungen und Bilder ausdrucken, laminieren und mit Rand zuschneiden. Überlegen, wie die Bilder von den Kindern an der Skala angebracht werden können, sodass es noch möglich ist, die Antwort zu korrigieren. Bsp.: Papierklebeband, Klett, Magneten, Wäscheklammern. Auf Sperrholzplatte Bauklötze mit Fahrradlampe, Kontakten und Halterung für Batterie nach Anleitung verschrauben (Anleitung unten). Bauklötze, Teslaspule und Netzteil, Halogenglühlampen und kleine Leuchtstoffröhren besorgen. Aluminiumfolie in Kugelform und anderen Formen am Ende von Holzstäben befestigen.



Designbeispiel Energieskala

### Sperrholzplatte mit Lampe und Batterie vorbereiten.

Benötigtes Material:

- Holzplatte, z. B. 4 mm Sperrholz aus Pappel für Bastel- und Laubsägearbeiten in A4
- 3 Bauklötze aus Holz
- Holzreste
- eine kleine Fahrradglühbirne
- passendes Gewinde mit zwei Kontakten, dazu Schrauben
- Kupferdraht oder versilberter Kupferdraht
- 4,5-V-Batterie

## BLITZBÄNDIGER\*IN

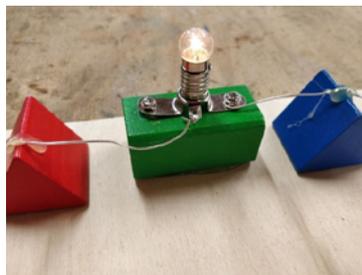
Das Glühbirnengewinde mit zwei kleinen Schrauben am Bauklotz befestigen.

Bauklotz an der Sperrholzplatte mit Schrauben oder Heißkleber von unten fixieren. Links und rechts davon zwei weitere Bauklötze befestigen. Beide Kontakte der Fahrradglühbirne mit unbeschichtetem oder versilbertem Kupferdraht verlöten. Einen der beiden Kupferdrähte zum linken, den anderen zum rechten Bauklotz führen. Den Kupferdraht zurechtschneiden, sodass er großzügig über die Bauklötze übersteht, und die Enden zu Schlaufen formen. Das Drahtende verzwirbeln. Abkühlen lassen. Den Draht mit Heißkleber auf den Bauklötzen fixieren.

Die 4,5-V-Batterie wird mit zwei ebenfalls verschraubten oder verklebten Holzklötzen auf der Platte fixiert, sodass sie feststeht, aber ausgetauscht werden kann.



4,5-V-Batterie



Glühbirne und Kontakte



Rückseite bei Befestigung  
mit Schrauben

### VORBEREITUNG (JEDES MAL)

Dieser Kurs macht am meisten Spaß mit 8 Kindern, funktioniert aber auch mit 4 bis 10 Kindern. Es müssen mindestens drei Betreuungspersonen dabei sein.

TÄTIGKEITEN	MATERIAL FÜR ARBEITSPLÄTZE
Teslaspule und Labornetzteil aufbauen. Wechselspannung wählen, Teslaspule einschalten und niedrigste Einstellung (A, V) finden, auf der konstant Blitze abgegeben werden. Die Einstellung kann je nach Luftfeuchtigkeit und Temperatur variieren. Wieder ausschalten. Karteikarten zurechtlegen.	In einem Raum Sperrholzplatte mit Lampe und Batterie, Bauklötze und Alufoliefetzen von ca. 10×10 cm zurechtlegen.  In anderem Raum Skala aufhängen, das Bild mit dem Blitz abseits des positiven Endes der Skala befestigen und Bilder zum Einordnen zurechtlegen.

## THEORIETEIL

### DAS WASSER-MODELL ÜBER STROM UND SPANNUNG

Strom, auch Stromstärke genannt (Einheit Ampere) und Spannung (Einheit Volt) definieren die Wirkkraft des Stroms, der durch einen Stromkreis fließt.

Im Wasser-Modell vergleicht mensch das Fließen des Stroms, getragen von Elektronen, durch die Kabel mit dem Fließen von Wasser durch Rohre. Das ist eine vereinfachte Vorstellung, die hilft, die beiden Größen Stromstärke und Spannung voneinander zu unterscheiden.

Die Spannungsquelle ist analog zu einer Batterie ein gefülltes Wasserbecken, von dem aus das Wasser durch ein Rohr hinunterfließen kann. Die Elektronen wären dann kleine Wassertropfen. Ein Fluss entspringt einer Quelle und die Elektronen kommen eben aus einer Stromquelle. Und wenn sich viele Wassertropfen zusammen in eine Richtung bewegen, in einem Fluss zum Beispiel, dann nennt mensch das auch Strom, wie bei den Elektronen. Und wie Wasser durch ein Wasserrohr fließt, so fließt Strom durch ein Kabel, das ist der Leiter. Jetzt brauchen wir nur noch den Verbraucher. Meistens bauen wir einen Stromkreis nur, damit ein Stromverbraucher etwas für uns tut. Verbraucher sind zum Beispiel eine Lampe, wie hier, aber auch ein Fön, ein Fernseher, ein Handy usw. Wenn wir den Stromkreis ohne den Verbraucher bauen, können die Elektronen ganz frei und unkontrolliert fließen, ein bisschen wie bei einer Überschwemmung. Es wird dann aber nicht alles nass, sondern sehr heiß! Deshalb machen wir das nie mit Absicht. Es ergeben sich für alle im Workshop relevanten Größen Analogien.

STROMFLUSS	ANALOGIE BEIM WASSERFLUSS
Spannungsquelle	ein hoch gelegenes Wasserbecken
Leiter	Wasserleitung
Stromstärke ( $I$ in Ampere), Ladungsfluss pro Zeiteinheit	Volumenstrom des Wassers pro Zeiteinheit, abhängig von der Dicke der Wasserleitung
Spannung ( $U$ in Volt), Stärke einer Spannungsquelle	Druck, den mensch beim Zuhalten des Rohres spüren kann, abhängig von der Höhe des Wasserbeckens

STROMFLUSS	ANALOGIE BEIM WASSERFLUSS
Widerstand (R in Ohm)	Rohrdurchmesser
Ladung (Q in Amperestunden)	Wassermenge im hohen Wasserbecken
Kapazität, maximale Ladungsmenge einer Batterie ( $C = Q$ in Amperestunden)	maximales Fassungsvermögen des Wasserbeckens
Verbraucher	Wasserrad

### MATERIALKUNDE LEITFÄHIGKEIT

Unterschiedliche Materialien leiten den elektrischen Strom unterschiedlich gut. Materialien, durch die elektrischer Strom fließen kann, werden Leiter genannt. Dazu gehören alle Metalle. Metalle erkennt mensch gut durch ihren metallischen Glanz. Silber und Kupfer leiten den Strom am besten, sie setzen ihm den geringsten Widerstand entgegen. Da Silber teurer ist, findet man in allen gängigen Kabeln einen Kupferkern.

Alle anderen Materialien, die den Strom nicht leiten, werden Nichtleiter oder Isolatoren genannt. Sie setzen dem Strom einen hohen Widerstand entgegen. Ihre Elektronen sind fest gebunden und nicht frei beweglich. Mit diesen Materialien wird der Leiter ummantelt (isoliert), sodass mensch vor einem elektrischen Schlag geschützt wird. Das sind Gummi und Plastik bei Kabeln oder auch Porzellan bei Sicherungen und Lampenfassungen.

Salzwasser ist elektrisch leitend, weil die enthaltenen Bestandteile des Salzes, die Ionen, Elektronen weitergeben können. Das normale Leitungswasser enthält auch Salze.

### TESLASPULE

Die Funktionsweise der Teslaspule ist zu komplex, um sie auf Grundlage der bisherigen Workshops zu durchblicken. Sie ist nicht Teil des Workshops.

Wichtig ist, was wir an der Teslaspule erleben können. Rund um die Spitze bildet sich ein Spannungsfeld, das bei ausreichender Stärke für ein als Blitze beobachtbares Plasma sorgt. Je spitzer die Spitze der Teslaspule, desto konzentrierter wird

dort das Plasma erzeugt. Gibt es mehrere Spitzen, gibt es mehrere solcher Konzentrationspunkte. Das ist großartig zu beobachten, wenn mensch verschiedene Aufsätze aus Alufolie (zum Beispiel mit Nägeln versetzt) testet.

Wählt mensch eine Kugel als Spitze der Teslaspule, fällt das Spannungsfeld gleichmäßig über die Fläche der Kugel ab. Das ist gut geeignet für die Experimente, bei denen mensch etwas näher an die Teslaspule bringen möchte. Hält mensch zum Beispiel Halogenglühbirnen oder Leuchtstoffröhren im richtigen Winkel in die Nähe der Spule, regt das Spannungsfeld die im Inneren befindlichen Leuchtgase an. Und zwar auch, wenn mensch nicht so nah dran ist, dass die Leuchtkörper in die Nähe der Blitze kommen. Das liegt daran, dass das Plasma erst ab einer bestimmten Spannungsstärke in der Luft entsteht. Die Leuchtkörper leuchten schon bei einer geringeren Spannung. **Die Spannung fällt durch den Widerstand der Luft mit Abstand zur Teslaspule zunehmend ab.**

## ARBEITSSICHERHEIT MIT DER TESLASPULE

In Deutschland darf laut Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik die maximale Berührungsspannung 50 V Wechselspannung oder 120 V Gleichspannung nicht überschreiten. Die Spannung im Primärkreis ist mit 24 Volt ungefährlich, aber die Teslaspule hat im Sekundärteil eine Hochspannung von mehreren 1000 Volt. **Berühren ist daher nicht erlaubt.**

Oft wird argumentiert, dass der Strom einer Teslaspule ungefährlich sei, da der Skin-Effekt, der bei leitenden Körpern auftritt, die Eindringtiefe von hochfrequenten Strömen begrenzt. Die Eindringtiefe kann als Funktion der Frequenz und der Leitfähigkeit berechnet werden. Bei einer Frequenz an der Teslaspule von 0,1–0,5 MHz und einer Leitfähigkeit von 9,5 S/m für Blut und 0,15 S/m für Muskeln muss mit einer Eindringtiefe zwischen einem halben Meter und fünf Metern gerechnet werden.<sup>1</sup> Der Skin-Effekt ist daher für die Beurteilung der Sicherheit der Teslaspule bei direktem Hautkontakt mit dem Plasma nicht relevant.

Das Risiko eines Unfalls durch **Funken/Blitze** der Tesla-Spule hängt von der Frequenz, der Stromstärke und der Dauer der Einwirkung ab. Zu einer spürbaren Nervenreizung führt der Hochfrequenzstrom nur bei sehr hohen Strömen. Da die fließenden Ströme gering sind, sind die Auswirkungen auf den gesamten Körper bei einem

---

<sup>1</sup> Gabriel, C., Peyman, A., & Grant, E. H. (2009). Electrical conductivity of tissue at frequencies below 1 MHz. *Physics in medicine & biology*, 54(16), 4863.

## BLITZBÄNDIGER\*IN

Unfall mit den Funken der Teslaspule gering. Sie reichen von einem **Kribbeln bis zu schmerzhaften Verbrennungen** der Haut, je nach Kontaktdauer und Nähe zur Spule. Durch die beträchtliche Eindringtiefe ist nicht ganz auszuschließen, dass empfindliche Schwachstellen des Körpers unbemerkt geschädigt werden, was insbesondere bei bestehenden Herzproblemen oder Metallimplantaten ein Problem darstellt.

Sehr problematisch ist das Berühren von **hochspannungsführenden Teilen** der Teslaspule, hier kann es zu **lebensgefährlichen Stromschlägen** kommen. Bei **längerem Betrieb** in geschlossenen Räumen kann es durch die Bildung von Ozon und Stickoxiden zu **Reizungen und Atembeschwerden** kommen.

Die Teslaspule ist kein Spielzeug und gehört keinesfalls in Kinderhände!

### **FOLGENDE SICHERHEITSVORKEHRUNGEN WERDEN EMPFOHLEN:**

- Eine Teslaspule beschaffen, die mit möglichst geringen Strömen arbeitet. Sie muss gegen Verpolung und Überstrom geschützt sein.
- Lagerung der Teslaspule bei Nichtgebrauch in einem verschlossenen Schrank.
- Die Teslaspule so lagern, dass auch bei einem Sturz keine hochspannungsführenden Teile berührt werden.
- Blitze können Gase und leicht brennbare Gegenstände entzünden, deshalb unbedingt Abstand zu brennbaren Flüssigkeiten, Gasen oder anderen Stoffen halten.
- Nur bis zu einer Minute am Stück in Betrieb nehmen und während des Experimentierens für ausreichende Belüftung sorgen.
- Für die Teilnahme am Workshop ist eine Einverständniserklärung der Eltern erforderlich. Dabei sollte nach bestehenden Herzerkrankungen gefragt werden.
- Kinder und Jugendliche müssen einen Sicherheitsabstand von ca. 2 m einhalten. Drängeln, Schubsen oder Stören ist nicht erlaubt.

Wir haben gute Erfahrungen gemacht mit einer 24 V SSTC Teslaspule zu arbeiten, die eine Versorgungsspannung von 15–27 Volt AC/DC/bei 2 A hat und sowohl mit Verpolungsschutz als auch mit Überstromsicherung ausgestattet ist. Die Länge der Blitze betrug je nach Wetterlage 0–10 cm. Bitte bauen Sie keine Teslaspule selbst für Lehranwendungen, sondern beziehen sie diese im Fachhandel.

Bitte operieren Sie niemals selbstgebaute Teslaspulen mit Kindern. Lassen Sie sich bei der Auswahl einer geeigneten Spule gut von einer Fachkraft beraten. Auch

kleine Teslaspulen können Spannungen von über 100kV erzeugen. Schaffen sie nur eine Teslaspule an, bei der solche Einstellungen gar nicht möglich sind (Quelle: <https://www.facebook.com/Hochspannungstechnik.Lessinger>).

### EINFÜHRUNG 0:00–0:05

Alle an einen freien Tisch.

Ankündigung (Aktivierung): „Heute lernt ihr, Blitze zu bändigen. Wir machen heute echt richtige Blitze. Und ihr könnt die bändigen! Wer ganz mutig ist, traut sich vielleicht sogar, einen zu berühren.“ Gerne dabei auf das Bild mit dem Blitz verweisen, das jenseits der Skala hängt. Dann für die Spiele motivieren: „Blitze können aber gefährlich sein, oder? Wer weiß, was Blitze anrichten können? Erst müssen wir etwas über Blitze lernen, damit wir sie bändigen können.“ Kinder in zwei gleich große Teams einteilen. Dazu zum Beispiel reihum 1, 2, 1, 2, 1, 2, ... durchzählen, um eine zufällige Aufteilung zu erhalten. Darauf achten, dass beide Teams ungefähr gleich stark sind!

Aktivierung: „Das Gewinnerteam darf am Ende zuerst den Blitz bändigen.“ Ein Team zum Spiel „Stromkreis“ schicken, ein Team zu Spiel „Spannung“ schicken. Gewonnen hat jeweils das Team, welches zuerst das Spiel erfolgreich beendet hat. Anschließend werden die Räume getauscht und das jeweils andere Spiel wird auf Zeit gespielt.

### SPIEL STROMKREIS 0:05–0:30

Das Spiel erklären: Auf die Batterie an der Spanplatte zeigen. „Hier haben wir eine Batterie. In der sind auf einer Seite ganz viele winzig kleine Elektronen eingesperrt. Es ist ganz eng, sie sind ganz dicht gedrängt darin und wollen unbedingt raus. Auf der anderen Seite ist mehr Platz. Ihr müsst die armen Elektronen jetzt retten und auf die andere Seite bringen.“

#### Input Stromkreis geben

Aber wie nur kommen sie rüber? Wenn sich die Elektronen bewegen, dann nennt mensch das Strom. Wenn wir etwas bauen, das mit Strom funktionieren soll, müssen wir immer einen Stromkreis herstellen. Damit ein Stromkreis funktioniert, brauchen wir mindestens drei Komponenten. Eine **Stromquelle (Batterie auf dem Plakat berühren)**, einen **Verbraucher (Glühbirne auf dem Plakat berühren)** und einen **Leiter, der beides richtig verbindet (Kreis auf dem Plakat mit Finger folgen)**.

TYPISCHE HERAUSFORDERUNGEN	LÖSUNG
Begriffe sind fremdartig.	Begriffe sehr langsam betonen und oft wiederholen.
Verbindung sieht richtig aus, Lampe leuchtet aber nicht.	Verbindungspunkte beschweren, indem Bauklötze darauf platziert werden, Lücken in der Folie schließen.
Bauklötze werden ignoriert und nur ein langes Stück Alufolie wird benutzt.	Kinder zu Kreativität und Verständnis beglückwünschen.

Mensch kann es sich ganz leicht merken, indem mensch sich vorstellt, Elektronen wären Wassertropfen. **Input Wassermmodell geben** (siehe Theorieteil).

Kinder jetzt mit Fragen in die Runde in Richtung Spiel anleiten: Was hier auf der Platte ist jetzt die Stromquelle? Die Batterie. Was ist hier der Verbraucher? Die Lampe. Und was braucht ihr jetzt noch, um den Stromkreis zu bauen? Einen Leiter. Was seht ihr denn hier, was wir als Leiter benutzen könnten? Die Alufolie. Warum leitet die Alufolie den Strom, die Bauklötze aber nicht? Metall leitet Strom. Alufolie ist aus Metall gemacht, nämlich Aluminium, deshalb glänzt die auch so schön. Holz und Kunststoff leiten keinen Strom. **„Wir bauen jetzt den Elektronen eine Brücke!“** Die Kinder sollen die Bauklötze in die Alufolie wickeln und so positionieren, dass die Lampe leuchtet. Sie sollen also den Stromkreis schließen. Das Spiel ist beendet, sobald die Lampe leuchtet.

**SPIEL SPANNUNG** 0:05–0:30

Das Team steht vor einer Skala, die nur folgende Werte enthält: 0 V, 9 V und 230 V. Die Aufgabe ist es, Beispiele anhand von Bildern auf der Skala einzuordnen.

**GOOD TO KNOW**

... je kraftvoller es zugehen muss, umso mehr Volt sollte der Akku haben.

Auf einer 9-V-Batterie können die Kids „9 V“ lesen. Sie wird deshalb bei 9 V auf der Skala eingeordnet. 230 V ist die Netzspannung, die an der Steckdose anliegt. Hierbei erklären, dass eine Steckdose anzufassen zu sehr schmerzhaften Stromschlägen führen kann. Die Kids den Wert 230 V mehrmals wiederholen lassen, damit sie ihn für das Karteikartenspiel wissen.

Die restlichen fünf Bildkarten werden gemischt und von den Kids der Reihe nach gezogen. Wer die Bildkarte gezogen hat, muss sie anhand der Skala und in Bezug auf die anderen Bilder richtig einordnen. Dabei werden Hinweise gegeben.

GRÖßER ALS	KLEINER ALS	GENAU	BILD	HINWEIS
0 V	9 V	(1,5 V)	AA-Batterie	Ist kleiner als die 9-V-Batterie.
9 V	230 V	(4,2 V)	Handy laden	Akku größer als Batterie, kleiner als Pedelec.
		9 V	9-V-Batterie	Echte Batterie in die Hand geben. Wert steht drauf.
9 V	230 V	(12 V)	Strom fühlbar	Habt ihr schon mal etwas gespürt, wenn ihr Batterien angefasst habt?
9 V	230 V	(24 V oder 36 V)	Pedelecakku	Akku größer als Handy.
		230 V	Steckdose	Vorsicht mit Steckdosen, da hohe Spannung anliegt.
230 V		(100 Mio. V)	Blitz	Was kann passieren, wenn ein Blitz einschlägt? Feuer, Tod. Außerhalb der Skala aufhängen, zum Beispiel mit einem Magneten ein paar Meter hinter der 230-V-Angabe.

### SPIEL KARTEN 0:30–1:00

Die beiden Teams treten gegeneinander an, wer mehr Karteikartenfragen beantworten kann. Motivation ist, das andere Team durch Schnelligkeit und Wissen zu besiegen. Wenn jetzt die Zeit schon fortgeschritten ist, kann das Kartenspiel übersprungen werden.

Die Antworten auf die Fragen werden vorab eingeübt. Alle Kursbetreuer\*innen schnappen sich einen Stapel Karteikarten und eine Gruppe Kids. Dann wird Frage für Frage durchgegangen und die Antworten erläutert. Es können auch Verständnisfragen geklärt und zusätzliche Beispiele gegeben werden. Dann geht mensch mit der kleinen Gruppe die Fragen immer wieder durch, sodass sie die richtigen Antworten einüben können. Wird eine Frage öfter falsch beantwortet,

## BLITZBÄNDIGER\*IN

sollte die Antwort noch mal erläutert werden. Das Ganze sollte ca. 10 Minuten dauern.

Anschließend folgt das Turnier. Gruppe 1 und 2 stellen sich je in eine Reihe hintereinander an, sodass immer ein Kind/Jugendlicher aus Team 1 und 2 vorne steht. Beide treten gegeneinander an. Es wird eine Frage vorgelesen. Die beiden vorne Stehenden müssen probieren, die Frage so schnell wie möglich korrekt zu beantworten. Vorsagen ist nicht erlaubt. Das Team, dessen Spieler\*in als Erstes richtig geantwortet hat, bekommt einen Punkt. Der\*die Spieler\*in, der\*die zuerst richtig geantwortet hat, darf sich hinten in die Schlange seines Teams anstellen und der\*die nächste Spieler\*in rückt nach. Der\*die unterlegene Spieler\*in tritt erneut an, bis er\*sie eine Frage als Erste\*r richtig beantwortet hat. Gespielt wird gut 10 Minuten, sodass die Fragen mehrmals wiederholt werden. Bei diesem Spiel drehen die Kids richtig auf und sind sehr aufgeregt. Das ist sehr anstrengend für sie. Auch wenn die Kids weiterspielen wollen, sollte das Spiel deshalb nicht zu sehr in die Länge gezogen werden.

### BLITZE BÄNDIGEN 1:00–1:30

- Nicht mitmachen dürfen Menschen mit Herzschrittmacher oder Metallprothesen.
- Beide Gruppen müssen hinter einer Linie im Abstand von mindestens 2 m von der Teslaspule stehen, am besten durch einen Tisch markiert, hinter dem sie stehen müssen. Wichtig ist, dass niemals Drängeln an der Spule entsteht.
- Nach großer Ankündigung wird die Spule endlich eingeschaltet. Es kommen erste kleine Blitze.
- Fragen: Was hört ihr? Was seht ihr?
- Dann einen Holzstab mit Aluminiumkugel in die Nähe halten, sodass ein Blitz überschlägt.
- Aus dem Gewinnerteam darf sich nun ein Kind/ein Jugendlicher freiwillig bereit erklären, ebenfalls auf diese Weise Blitze zu bändigen.
- Danach darf eines nach dem anderen aus dem Gewinnerteam nach vorne kommen und sich ein Hilfsmittel aussuchen, um damit die Blitze zu bändigen, also Stäbe mit anderen Aluminaufsätzen oder Halogenglühlampen oder Leuchtstoffröhren.
- Anschließend ist die andere Gruppe eine\*r nach der\*dem andere\*n dran.

- Zum Schluss: Einmal die Einstellungen so einstellen, dass die stärksten Blitze entstehen. Daran ein paar der Hilfsmittel vorführen. Nicht mehr die Kinder probieren lassen.

### **NACHBEREITUNG**

Nach der Reinigung des Raumes besprechen wir, wie uns der Kurs gefallen hat, und reflektieren.

## ANHANG



**Karteikarten** (drucken, ausschneiden, Frage und Antwort zusammen laminieren)

<b>Ab welcher Spannung kann man Strom im Körper spüren?</b>	<b>ab 12 Volt</b>
<b>Wie groß ist die Spannung, die an einer Steckdose anliegt?</b>	<b>230 Volt</b>
<b>Was braucht man mindestens für einen Stromkreis?</b>	<b>Eine Spannungsquelle, die mit einem Verbraucher durch eine elektrische Leitung verbunden wird.</b>
<b>Ein Beispiel für einen elektrischen Leiter?</b>	<b>Kabel, Batterieclip ...</b>

<b>Zwei Beispiele für Verbraucher?</b>	<b>LED, Glühlampe, Elektromotor, Herd, Piezosummer, Handy, Fernseher ...</b>
<b>Ein Beispiel für eine Spannungsquelle?</b>	<b>Batterie, Steckdose, Akku, Solarzelle ...</b>
<b>In welcher Einheit misst mensch Spannung?</b>	<b>Volt</b>
<b>Was hat jede Spannungsquelle?</b>	<b>Plus- und Minus-Pol</b>
<b>In welche Richtung fließt der Strom?</b>	<b>Vom Plus- zum Minuspol.</b>

## BLITZBÄNDIGER\*IN

<p><b>Nenne 3 Energieformen.</b></p>	<p><b>Licht, Wärme, elektrische Energie, Bewegungsenergie ...</b></p>
<p><b>Wie kann mensch elektrische Energie gewinnen? Nenne ein Beispiel.</b></p>	<p><b>Wasserkraftwerk, Windkraftwerk, Solarzellen, (Wirbelstrom-)Generator ...</b></p>
<p><b>Wo kann mensch elektrische Energie speichern? Nenne ein Beispiel.</b></p>	<p><b>Batterie, Akku</b></p>

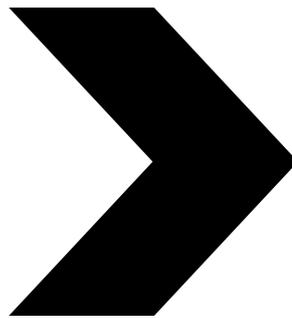
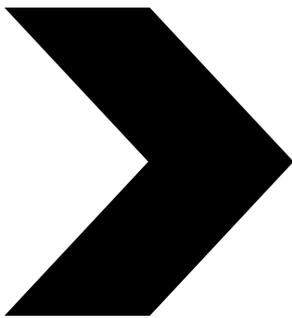


Skalenbezeichnungen (drucken, ausschneiden, für Erstellen der Skala)

0 V

9 V

230 V



## BLITZBÄNDIGER\*IN



Bilder (drucken, ausschneiden, fürs Anordnen an der Skala)



*Bran, Public domain, via Wikimedia Commons*



Flickr user Metalphoenix, CC BY 2.0, via Wikimedia Commons



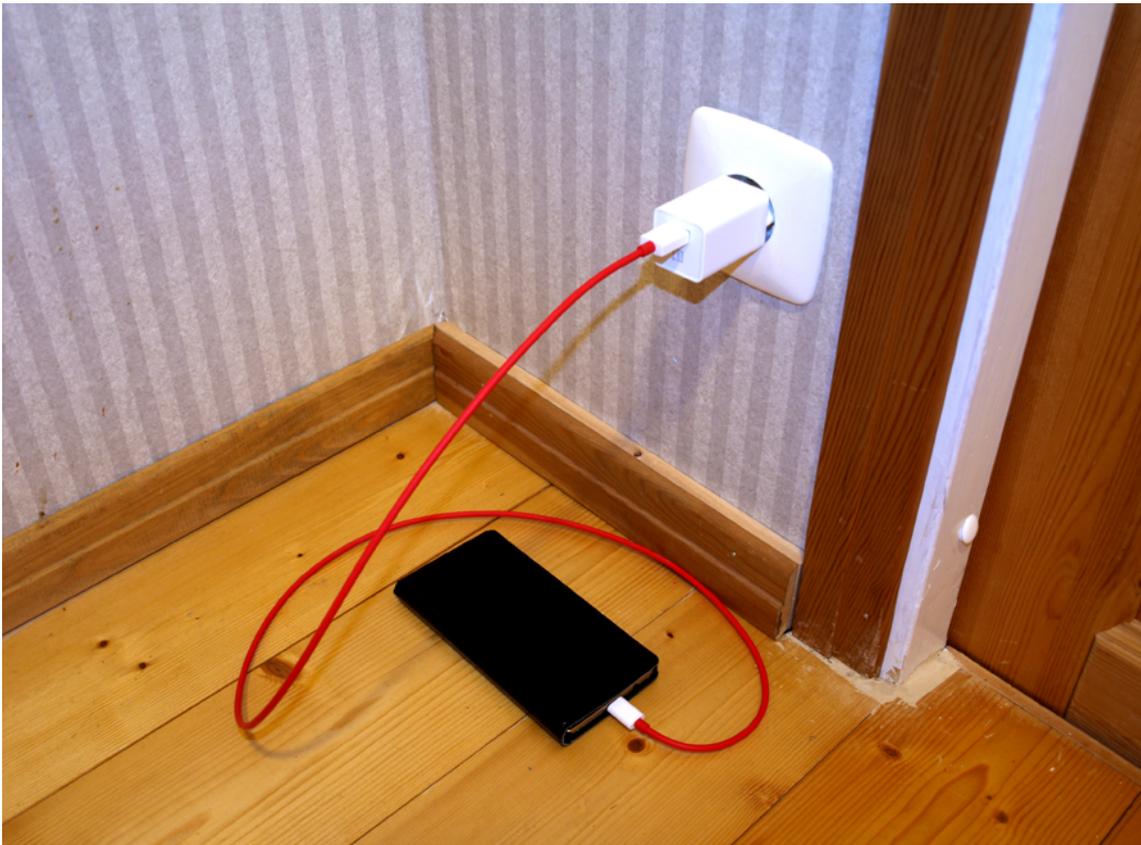
J. Hammerschmidt, CC BY-SA 3.0, via Wikimedia Commons

## BLITZBÄNDIGER\*IN



Ab welcher Spannung kannst du Strom spüren?

*Showeinlage mit der Teslaspule, 1938, die heute wegen hoher Gefahr für die Gesundheit nicht mehr durchgeführt wird (Public domain, via Wikimedia Commons).*



*Santeri Viinamäki, CC BY-SA 4.0, via Wikimedia Commons*



*Mathias Krumbholz, CC BY-SA 3.0, via Wikimedia Commons*