



DOWNLOAD

Ilona Gröning

Einfache Experimente zur Stromerzeugung

Galvanisches Element, Generator & Co.



Downloadauszug
aus dem Originaltitel:

Warum Experimente im Sachunterricht?

Die Einbeziehung von praktischen Experimenten in den Unterrichtsablauf ist eine Ergänzung zu den Aufgabenschwerpunkten und fördert zudem das Interesse an diesen Themen. Sie entspricht nicht nur den gültigen Grundschulrichtlinien, sondern auch den Bedürfnissen der Schüler¹ nach Aktivität, Erkunden, Ausprobieren und Entdecken. Dabei erfahrene Motivation und Freude führt zu guten inhaltlichen Lernerfolgen, denn die Schüler machen eigene Erfahrungen, werden in ihrer Selbstständigkeit gefördert und erhalten Erfolgserlebnisse. Zusätzlich erlernen die Schüler Arbeitsmethoden, die nur im Zusammenhang mit eigenständig durchgeführten Arbeiten möglich sind. Hierzu gehören sowohl praktische als auch feinmotorische Fähigkeiten.

Die Themen Elektrizität und Magnetismus sind physikalische Phänomene, die unser Leben bestimmen und inzwischen untrennbar unseren Alltag begleiten. Nur wenige Themen sind in ihrer Integration in den Sachunterricht so schwierig und komplex, dennoch sind sie Bestandteile der aktuellen Rahmenlehrpläne und sollten im Unterricht behandelt werden.

Die Auswahl der Experimente

Thematisch sind die Inhalte im Rahmen der Lehrpläne ausgewählt und übergreifend für die Jahrgangsstufen 2–4 geeignet. Besonderer Wert wurde auf die einfache Durchführbarkeit der Experimente gelegt. Dabei steht das Ergründen und Verstehen von Alltagsphänomenen im Vordergrund.

Die benötigten Materialien sind so gewählt, dass eine kostengünstige Anschaffung im Klassensatz möglich ist. Dabei wurde besonderer Wert auf Sicherheit und mehrmalige Verwendbarkeit gelegt, dennoch ist der Ankauf bestimmter Sondermaterialien erforderlich. Einen Hinweis zur Auswahl und Vorbereitung dieser Materialien erhalten Sie auf Seite 17.

Die Einteilung der Kapitel

Jedes Experiment kann für sich alleine durchgeführt werden.

Eine gute Einsatzmöglichkeit besteht darin, die drei Experimente parallel als Stationen aufzubauen. Dies erspart die Organisation einiger Materialien im Klassensatz. Gleichzeitig vermittelt die Summe der Erkenntnisse aus den einzelnen Experimenten besonders anschaulich das Thema.

Weshalb gerade dieses Buch?

Der Ansatz, die Unterrichtsgestaltung um praktische Experimente zu erweitern, ist nicht neu. Die Besonderheit in diesem Buch besteht in den zu den Experimenten passenden Arbeitsblättern und in den einzelnen Experimenten zugehörigen Lehrerseiten.

Hier erhalten Sie unter dem Stichwort *Durchführung* detaillierte Hinweise, worauf für eine gelungene Durchführung der einzelnen Experimente im Besonderen zu achten ist und worin die häufigsten Fehlerursachen liegen.

Unter dem Punkt Hintergrundwissen erhalten Sie einen kurzen Einstieg und vertiefende naturwissenschaftliche Informationen zu den Experimenten. Die Abschnitte erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit, wohl aber auf wissenschaftliche Richtigkeit der Aussagen. Sie liefern eine anschauliche Übersetzung der komplexen Themen und sollen Ihnen die Beantwortung von aufkommenden Fragen ohne zusätzlichen Zeitaufwand vereinfachen.

Unter **ⓘ Erklärung** enthält jedes Experiment eine didaktisch verkürzte und versinnbildlichte Erklärung für die Schüler. Auf diese Weise soll die Verständlichkeit des naturwissenschaftlichen Hintergrundes erleichtert und das Interesse an weiterem Forschen und Entdecken geweckt werden.

Eine Reflektion des wesentlichen Lerninhalts erfolgt jeweils über ein zu den einzelnen Experimenten gehörendes Arbeitsblatt.

Alle Experimente sind praxisnah im Unterricht erprobt und mehrfach durchgeführt.

¹ Aus Gründen der besseren Lesbarkeit beschränken wir uns im Text auf die männliche Form. Selbstverständlich sind alle Schülerinnen und Lehrerinnen immer mit eingeschlossen.

Sicherheit

Alle Experimente sind so ausgewählt, dass sie für Schüler der Klassen 2 bis 4 zur eigenständigen Durchführung geeignet und ungefährlich sind. Auf Grund des hohen Nachahmungspotentials ist eine Unterweisung in den grundlegenden Sicherheitsregeln unverzichtbar. Verwenden Sie hierzu das Arbeitsblatt auf Seite 5. Die Sicherheitsregeln sollten vorab erarbeitet und besprochen werden. Soweit erforderlich enthalten einige Experimente noch spezielle Hinweise.

Wahl der Sozialform

Eingeteilt in Partner- oder Gruppenarbeit sind die Experimente von allen Schülern eigenständig oder als Demonstrationsexperimente durchführbar.


Mehrere Experimente eines Kapitels können sowohl parallel als Stationenarbeit als auch aufeinander aufbauend direkt im Anschluss durchgeführt werden, da bei einigen der zeitliche Aufwand sehr gering ist.

Umgang mit den Kopiervorlagen

Auf den Seiten 4 und 5 befinden sich die Kopiervorlagen für ein universell gültiges Auswertblatt und die allgemeinen Sicherheitsregeln.

Die Materialien sind wie folgt gegliedert:

Zuerst erhalten Sie als Kopiervorlage ein Blatt mit der Anleitung für das jeweilige Experiment. Diese Anleitung und das Auswertblatt werden den Schülern mit den zur Durchführung des Experimentes benötigten Materialien ausgehändigt.

Auf der zugehörigen Lehrerseite befindet sich die  Erklärung für die Schüler und zum Tafelanschrieb eine Wörterliste als Hilfestellung beim Ausfüllen des Auswertblattes. Im Anschluss folgen die Hinweise für Lehrer mit detaillierten Zusatzinformationen zur Durchführung und entweder dem Experiment direkt zugeordnet oder übergreifend am Ende des Kapitels das Hintergrundwissen.

Anschließend ist zu jedem Experiment noch ein Arbeitsblatt als Kopiervorlage vorgesehen, welches von den Schülern abschließend bearbeitet wird. Die Lösungen und Lösungshinweise zu den jeweiligen Arbeitsblättern befinden sich ebenso auf den Lehrerseiten.

Das brauchst du:

Hier erfolgt eine detaillierte Auflistung aller benötigten Materialien.

Die nachfolgende grafische Darstellung dient als Hilfestellung zur Durchführung.

So geht es:

Für die Schüler folgt eine ausführliche und schrittweise Anleitung zur Durchführung des Experimentes.

Was beobachtest du?

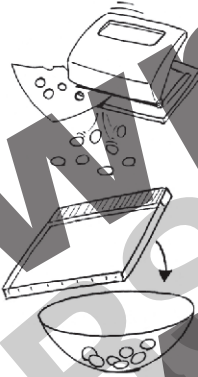
Die Schüler können bereits im Vorfeld ihre Vermutungen über den Versuchsverlauf und ihre Beobachtungen während des Verlaufes auf dem Auswertebblatt notieren.

Tipps:

An dieser Stelle erhalten die Schüler praktische Tipps zur Optimierung des Experimentes und den Hinweis auf mögliche Fehlerquellen.

18 **Konfetti-Flöhe**

Das brauchst du:
Locher
Tonpapier, Wellpappe
Glasschälchen
CD-Hülle oder stabile Plastikfolie
Tuch



So geht es:

1. Stanze mit dem Locher mindestens 10 Konfetti-„Flöhe“ aus dem Tonpapier.
2. Streue die Konfetti-„Flöhe“ in das Glasschälchen.
3. Vermute: Was passiert, wenn du die mit dem Tuch geriebene CD-Hülle oder die Folie auf das Glasschälchen legst?
4. Lege die CD-Hülle oder Folie auf den Tisch und reibe mehrmals fest mit dem Tuch darüber.
5. Lege sie nun auf das Glasschälchen.

Wichtig: Achte darauf, dass kein Metall in der Nähe der CD-Hülle / Folie liegt!

Was beobachtest du?

Tipps:
Es passierte gar nichts?
Reibe die CD-Hülle mit einem anderen Gegenstand. Hast du bisher ein Tuch benutzt, tausche es gegen etwas anderes z.B. aus Wildleder aus.

Ein kleines Dankeschön ...

an alle Kinder, vor allem Lina und Sara, für das eifrige Ausprobieren unzähliger Experimente, das unermüdliche Lesen der Texte und ihre kritischen Anmerkungen.




 Auswertebblatt von:

Experiment:

? Das könnte passieren:

Versuchsaufbau und Material (Zeichnung):

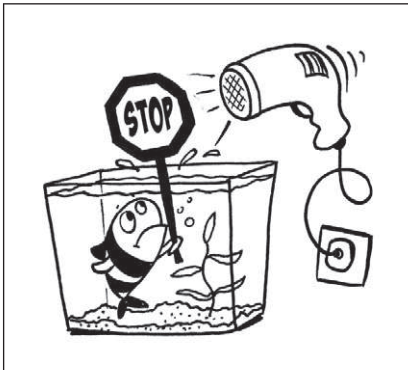
 Was beobachtest du?

 Stimmt deine Vermutung, was passieren könnte? Erkläre:

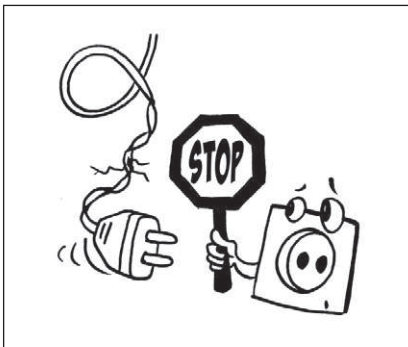
Sicherheitsregeln für Experimente mit elektrischem Strom!



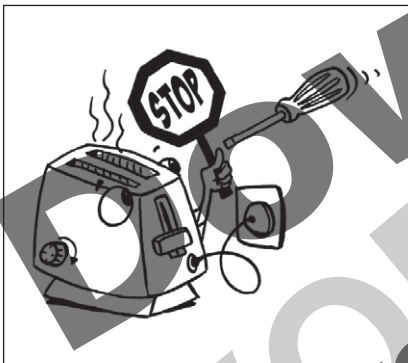
Ordne die Bilder den Texten zu. Verbinde Bild und Text miteinander!



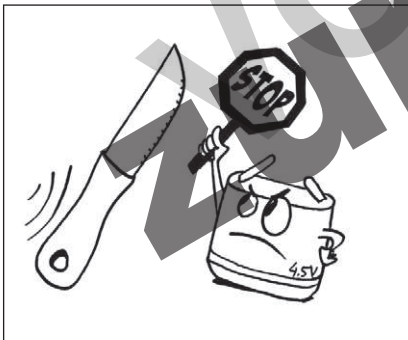
Führe niemals Experimente mit Strom aus der Steckdose durch!



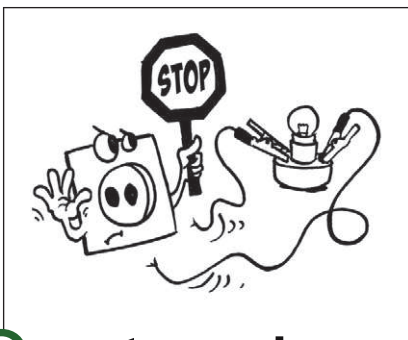
Öffne oder erhitze niemals Batterien und Akkus!



Stecke niemals deine Finger, Gegenstände oder beschädigte Stecker in die Steckdose!



Wasser gehört niemals in die Nähe von Elektrogeräten!



Öffne oder bastele niemals an defekten Elektrogeräten, solange sie noch mit der Steckdose verbunden sind!



Volta'sche Säule

☑ Das brauchst du:

Styroporplatte

4 Schaschlikspieße (halbiert) oder Zahnstocher

1 Büroklammer aus Kupfer

6 Karosserie- oder Unterlegscheiben (verzinkt)

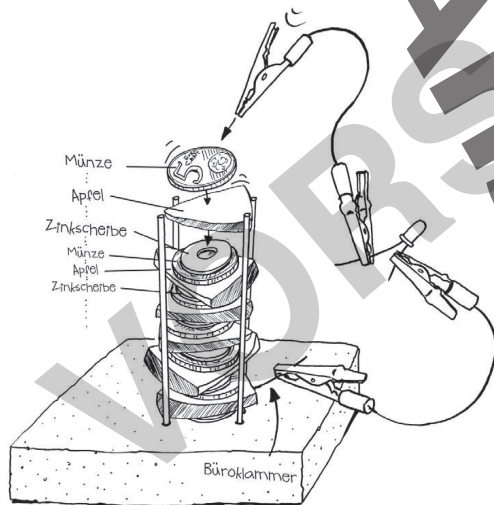
6 Münzen (5 Cent)

1 Apfelspalte

Messer und Schneidebrett

2 Kabel mit Abgreifklemmen

1 LED



👉 So geht es:

1. Schneide den Apfel in 6 kleine Stücke. Diese sollten gleichbleibend (gleichmäßig) und dünner als 1 cm sein!
2. Lege eine Metallscheibe auf die Styroporplatte. Biege die Büroklammer etwas auf und schiebe sie unter die Scheibe. Das aufgebogene Ende ragt nach außen.
3. Halte die Scheibe fest und stecke die 4 Spieße dicht um die Scheibe herum in das Styropor.
 - ⚠ *Achte darauf, dass die Scheibe schön festgeklemmt ist!*
4. Staple auf dieser Scheibe immer abwechselnd Apfel, Münze und wieder eine Scheibe usw. übereinander.
 - ⚠ *Halte immer die richtige Reihenfolge ein: Scheibe – Apfel – Münze und wieder von vorne!*
5. Biege die „Beinchen“ der LED etwas auseinander. Sie sind unterschiedlich lang! Nimm ein Kabel und verbinde das kurze „Beinchen“ mit der Büroklammer an der untersten Scheibe.
6. Befestige das zweite Kabel am langen „Beinchen“.
7. Vermute: Was passiert, wenn du dieses Kabel an die oberste Münze hältst?
8. Halte nun das Kabel von oben an die Münze. Achte darauf, dass dein Turm dabei nicht umstürzt!

👁 Was beobachtest du?

😊 Tipps:

- ⚠ *Wichtig: Beachte Schritt 5 und 6. Die Klemmen dürfen sich an der LED nicht berühren!*





① Erklärung:

Du hast etwas Ähnliches wie die erste Batterie gebaut. Sie wird nach ihrem Erfinder *Graf Volta* Volta'sche Säule genannt. In einer Batterie findet eine chemische Reaktion statt. Auch zwischen deinen zu einem **Turm** gestapelten **Münzen** und **Scheiben** aus unterschiedlichen Metallen, findet eine chemische Reaktion statt. Dazu benötigen sie allerdings noch etwas Wasser und eine Säure. Dies ist in den **Apfelstückchen**. Ein Apfel schmeckt immer auch etwas sauer, genau wie Zitronen oder Apfelsinen. Sie alle enthalten im Saft eine ungefährliche Säure. Bei der chemischen Reaktion löst sich ein kleiner Teil der Metalle auf und es entsteht eine ungleiche Verteilung von Elektronen, die „elektrische Spannung“. Mit bloßem Auge ist das nicht zu sehen. **Schließt** du am Turm einen **Stromkreis**, fließen die Elektronen zum **Ausgleich** durch die **Kabel**. Das ist der elektrische Strom und die **LED leuchtet**. Für eine Glühlampe ist dieser Strom aber noch zu schwach.

Wichtig: Das aufgelöste Metall ist jetzt in den Apfelstücken und du darfst diese nicht mehr essen.

Folgende Wörterliste hilft dir beim Ausfüllen des Auswerteblasses:

 Turm, Münzen, Scheiben, Apfelstücke, Kabel, schließt, Stromkreis, LED, leuchtet

Hinweise für Lehrer:

Siehe [Auswahl und Vorbereitung der Materialien auf Seite 17](#)

Durchführung:

Auf keinen Fall dürfen verwendete Apfelstücke gegessen werden: Die gelösten Metalle können zu **starkem Durchfall** führen!

Dunkeln Sie den Raum nach Möglichkeit etwas ab, damit die Schüler das Leuchten der LED besser sehen können. Achten Sie unbedingt auf die Anschlussrichtung der LED!

Die Apfelstücke müssen frisch und feucht sein. Die Flüssigkeit wird als Elektrolytlösung für die chemische Reaktion der Metalle und zum Weiterleiten des Stromes benötigt. Die Stücke sollten etwa die Größe der Münzen und eine Dicke von ca. ½ cm haben. Je gleichmäßiger sie geschnitten sind, umso besser stapelt sich der Turm. Er kann mehrfach wieder aufgebaut werden. Nur wenn die Apfelstücke braun angeläutert sind, sollten sie ausgetauscht werden.

Normale Schaschlikspieße sind zu lang. Halbieren Sie die Spieße in der Mitte. Zahnstocher sind als Stützen ausreichend, solange die Apfelstücke nicht zu dick sind. Die Büroklammer ist zum Anschließen des Kabels notwendig. Bei dem Versuch eine Abgreifklemme an der untersten Scheibe zu befestigen kippt der ganze Turm um. Verwenden Sie nach Möglichkeit Karosseriescheiben (verzinkt!), sie haben mehr Fläche als Unterlegscheiben. Der Durchmesser sollte mindestens der einer 5 Cent Münze entsprechen. Beim Stapeln des Turmes ist es unwichtig, ob mit dem Geldstück oder noch einer zusätzlichen 7. Scheibe geendet wird. Wichtig ist, auf die korrekte Reihenfolge beim Stapeln zu achten!

Damit der Turm nicht umstürzt, wird nach dem Anschließen der LED, erst die Büroklammer angeklemt und das zweite Kabel nur von oben auf die letzte Münze gehalten und nicht angeklemt. Verwenden Sie eine kupferfarbene Büroklammer aus Metall, keine verzinkte, kunststoffummantelte oder lackierte.

Hintergrundwissen:

Siehe [Hintergrundwissen auf Seite 17](#)

Lösung des Arbeitsblattes:

① Beschriftungen von oben nach unten: links – Münze, Apfel, Metallscheibe, Spieß; rechts – LED, Büroklammer

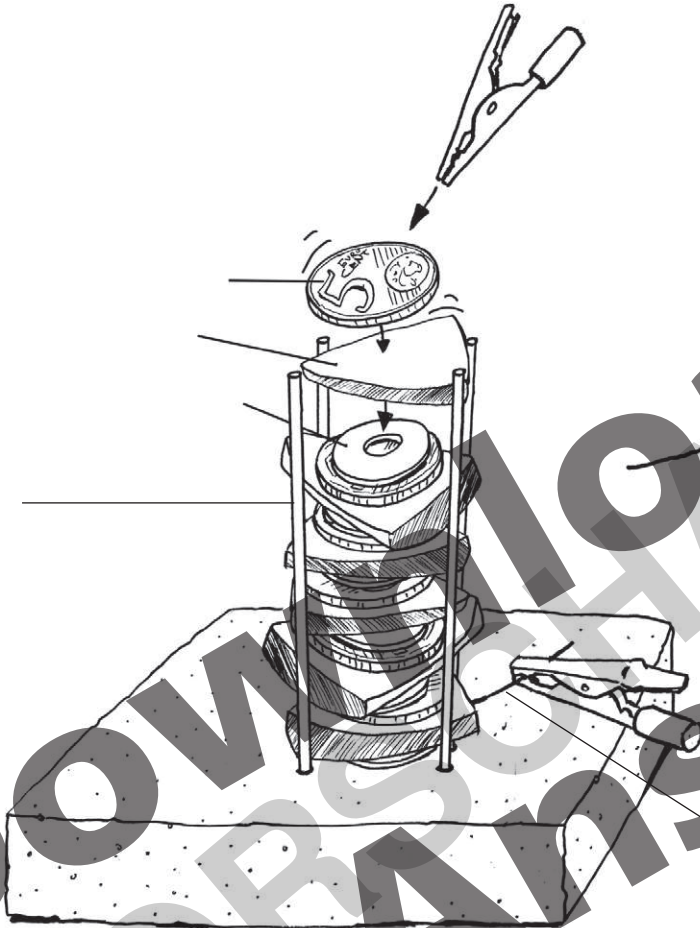
② Eine Batterie erzeugt elektrischen Strom durch eine chemische Reaktion zwischen zwei unterschiedlichen Elementen, z. B. Metallen.

In deinem gestapelten Turm aus Kupfermünzen, Apfelstücken und verzinkten Scheiben passiert das Gleiche wie in einer Batterie.

Wird eine LED an deinen Turm angeschlossen, ist der elektrische Strom stark genug, dass sie leuchtet.



- ① Benenne alle Teile richtig. Zeichne die Verbindungskabel ein, damit die LED leuchten kann.



Apfel, Münze, Metallscheibe, LED, Büroklammer, Spieß

- ② Unterstreiche die richtigen Wörter in den Klammern.

Eine Batterie erzeugt elektrischen Strom durch eine chemische Reaktion zwischen zwei (gleichen / unterschiedlichen) Elementen, z. B. Metallen.

In deinem (gestapelten / geschnittenen) Turm aus Kupfermünzen, Apfelstücken und verzinkten Scheiben passierte das Gleiche wie in einer Batterie.

Wird eine (Glühlampe / LED) an deinen Turm angeschlossen, ist der elektrische Strom stark genug, dass sie leuchtet.



Galvanisches Element

☑ Das brauchst du:

3 kleine Gläser

3 verzinkte Schrauben

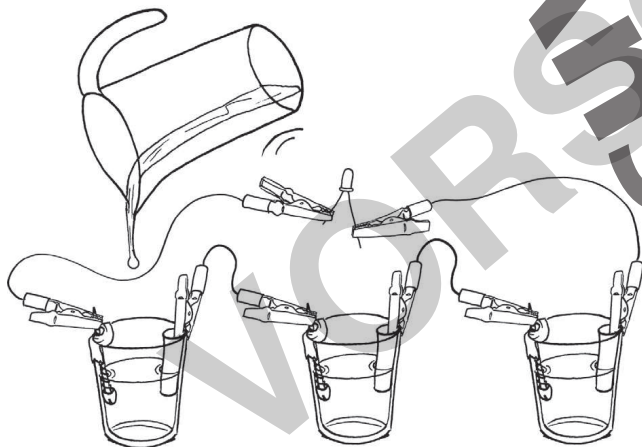
3 Rohrstücke aus Kupfer

Kreppklebeband

4 Kabel mit Abgreifklemmen

LED 1,6 oder 2,2 V

Messbecher mit saurem Wasser



✎ So geht es:



1. Klebe mit dem Kreppklebeband pro Glas eine Schraube innen am Rand fest. Das Ende der Schraube sollte noch 1 cm oben aus dem Glas zeigen.
2. In jedes Glas muss noch ein Kupferrohr. Nimm für jedes Glas ein Kupferrohr und ein Kabel. Klemme das Rohr mit der Abgreifklemme am Glasrand fest.
✎ *Achte darauf, dass sich Schraube und Kupferrohr im Glas nicht berühren!*
3. Nimm ein Glas und verbinde das lose Kabelende vom Kupferrohr mit der Schraube des nächsten Glases.
4. Genauso verbindest du wieder das lose Kabelende vom Kupferrohr mit der Schraube des letzten Glases.
5. Biege die „Beinchen“ der LED etwas auseinander. Sie sind unterschiedlich lang! Verbinde das lange „Beinchen“ mit dem noch freien Kabelende, das vom letzten Kupferrohr kommt.
6. Mit dem übrig gebliebenen Kabel verbindest du nun das kurze „Beinchen“ der LED mit der freien Schraube.
7. Vermute: Was passiert, wenn du in jedes Glas saures Wasser füllst?
8. Fülle nun saures Wasser in die Gläser. Die Schrauben und Kupferrohre müssen ca. 2 cm tief ins Wasser eintauchen!

👁 Was beobachtest du?

😊 Tipps:

- ✎ *Wichtig: Beachte Schritt 5 und 6. Die Klemmen dürfen sich an der LED nicht berühren!*



① Erklärung:

Jedes der Gläser ist so etwas wie eine Batterie, nur nicht in zwei Kammern unterteilt. Aus diesem Grund verbraucht sich keine Batterie die ganze Zeit und nicht nur wenn sie verwendet wird. Die **Rohrstücke** in deinem Experiment bestehen aus Kupfer und die **Schrauben** sind mit einer dünnen Schicht aus Zink überzogen, damit sie nicht rosten. Im **sauren Wasser** findet zwischen dem Paar „Kupfer und Zink“ eine chemische Reaktion statt. Dabei entsteht eine elektrische Spannung, also eine ungleiche Verteilung von Elektronen. Nach dem Forscher *Luigi Galvani* nennt man so ein Paar auch „Galvanisches Element“. In Batterien oder Akkus werden noch andere Paare verwendet. Denn jedes Paar hat seine eigene Spannung und kann elektrischen Strom in einer bestimmten Stärke erzeugen. Damit die **LED** in deinem Experiment **leuchtet**, musst du **3 Gläser** in einer Reihe zu einem Stromkreis **zusammenschließen**. Ein Glas alleine reicht nicht aus. Für eine Glühlampe ist dieser Strom aber immer noch zu schwach.

Folgende Wörterliste hilft dir beim Ausfüllen des Auswerteblasses:

Rohrstücke, Schrauben, saures Wasser, LED, leuchtet, 3 Gläser, zusammenschließen

Hinweise für Lehrer:

Siehe Auswahl und Vorbereitung der Materialien auf Seite 17

Durchführung:

Achten Sie auf die richtige Reihenfolge! Langes „Beinchen“ der LED an Kupfer, kurzes „Beinchen“ der LED an Zink anschließen.
Die LED leuchtet, sobald saures Wasser in das letzte Glas gefüllt wird. Dunkeln Sie den Raum etwas ab, damit die Schüler das Leuchten der LED besser sehen können.
Reines Zink ist kaum erhältlich, ausreichend sind verzinkte Gegenstände wie Schrauben oder Bleche. Sie laufen während des Experimentes dunkel an, können jedoch mehrfach verwendet werden. Schrauben sollten die Größe M6 haben und 5–6 cm lang sein. Verzinktes Blech muss erst mit einer Blechschere in Streifen (B × L) 2 cm × 6 cm geschnitten werden. Scharfe Kanten sind unbedingt abzuschleifen! In gleicher Länge sollten die Rohr- oder Formstücke von handelsüblicher ½ Zoll Wasserleitung

aus Kupfer sein. Sie werden blank und glänzend, sind aber unbegrenzt verwendbar. Büroklammern oder Kupferdraht sind nicht geeignet; Ihre Oberfläche ist zu klein. Die Gläser sollten nicht zu groß und vor allem standsicher und stabil sein. Halb gefüllt sollen die Gegenstände mindestens 2 cm tief eintauchen. Stellen Sie in einem Messbecher nur die dazu benötigte Menge an saurem Wasser zur Verfügung. Das Wasser verfärbt sich leicht gelblich und ist nur bei starker Eintrübung auszuwechseln.
Zum Ansäuern von 100 ml Leitungswasser benötigen Sie entweder 3 Esslöffel Zitronensaft bzw. Essig oder 1–2 Esslöffel Essigessenz. Weder die Säuren, noch das saure Wasser sollten in die Augen gelangen!
Für eine LED (1,6 V) sind bereits 2 Gläser ausreichend. Die LED leuchtet aber nur sehr schwach. Besser ist der Zusammenschluss von 3 Gläsern, damit leuchten 1,6 V und 2,2 V LED hell genug.

Hintergrundwissen:

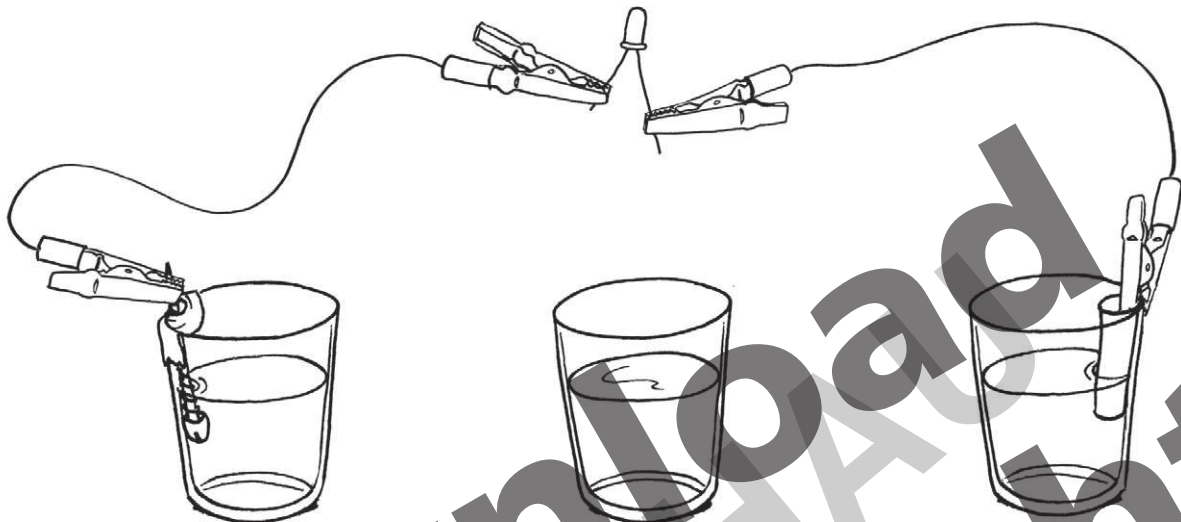
Siehe Hintergrundwissen auf Seite 17

Lösung des Arbeitsblattes:

- Pro Glas sind 1 Rohrstück / 1 Schraube einzuzichnen. Gezeichnete Kabelverbindungen in folgender Reihenfolge: LED → [Rohr → Schraube] → [Rohr → Schraube] → [Rohr → Schraube] → LED.
- In einer Batterie befinden sich zwei unterschiedliche Elemente und eine Säure. Diese Säure ist anders als z. B. die Säure in Apfelsinen und darum gefährlich! Durch eine chemische Reaktion wird elektrischer Strom erzeugt. Ist der elektrische Strom einer Batterie nicht stark genug, kann man mehrere Batterien zusammenschließen. Das kennst du z. B. von einer Taschenlampe. Meistens musst du mindestens 2 Batterien hineinlegen, damit sie leuchtet.



1 Zeichne die fehlenden Materialien in das Bild.



Verbindungskabel, Schrauben, Rohrstücke

2 Ergänze den Lückentext mit den unten angegebenen Wörtern.

In einer Batterie befinden sich zwei unterschiedliche Elemente und eine
 _____. Diese Säure ist anders als z. B. die Säure in Apfelsinen
 und darum gefährlich! Durch eine _____ Reaktion wird
 elektrischer Strom erzeugt. Ist der elektrische _____ einer
 Batterie nicht stark genug, kann man mehrere _____
 zusammenschließen. Das kennst du z. B. von einer Taschenlampe. Meistens
 musst du mindestens 2 Batterien hineinlegen, damit sie _____.

Batterien, leuchtet, chemische, Säure, Strom



Generator

☑ Das brauchst du:

Spritze 5 ml

doppelseitiges Klebeband

Schere

2 Moosgummi-Streifen ($B \times L = 1 \text{ cm} \times 12 \text{ cm}$)

Kupferlackdraht $\varnothing 0,2 \text{ mm}$

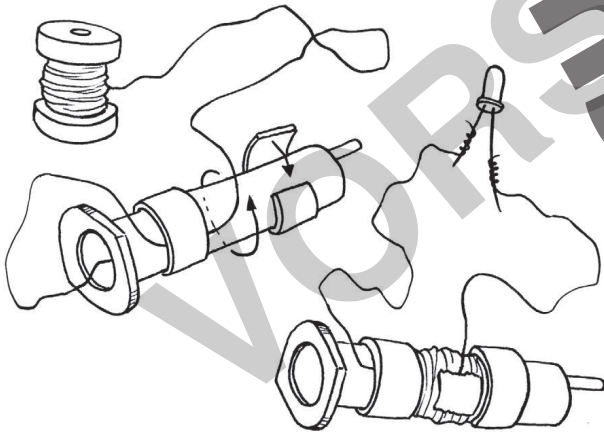
Kreppklebeband

Nagelfeile

LED 1,6 V

Stabmagnet

Papier-Streifen ($B \times L = 1 \text{ cm} \times 6 \text{ cm}$)



☞ So geht es:

1. Wickle etwa 30 cm Draht ab und stecke das lose Ende in die Spritze. Halte den restlichen Draht auf die Spritze.
2. Klebe die Moosgummi-Streifen mit doppelseitigem Klebeband wie Ringe auf die Spritze. Unter einem der Moosgummi-Ringe klebt jetzt der Draht fest.
 - ☛ *Achte darauf, dass genau in der Mitte der Spritze eine etwa 2 cm breite Lücke zwischen den Ringen bleibt!*
3. Wickle nun in dieser Lücke den Draht um die Spritze.
 - ☛ *Wichtig: Wickle gleichmäßig und fest. Wickle immer in der gleichen Richtung und nur in der Lücke!*
4. Du bist fertig, wenn nur noch etwa 30 cm Draht übrig sind. Klebe deine Drahtwicklung mit Kreppklebeband fest.
5. Entferne mit der Nagelfeile an beiden Enden des Drahtes etwa 1 cm der isolierenden Lackschicht.
6. Befestige die LED. Dazu wickelst du jeweils ein loses Drahtende fünfmal fest um ein „Beinchen“.
7. Vermute was passiert, wenn du den Magnet in der Spritze auf und ab schüttelst?
8. Lege nun den Papierstreifen und den Magnet in die Spritze. Verschließe die Öffnung mit einem Finger und schüttle. Halte dabei die LED fest.

☞ Was beobachtest du?

😊 Tipps:

Machst du beim Wickeln eine Pause, dann klebe den Draht mit einem Streifen Kreppklebeband fest. Du musst den Magnet immer in der Spritze auf und ab schütteln und nicht „rühren“!



① Erklärung:

Ein Magnet erzeugt um sich herum eine unsichtbare Kraft. Diese Kraft wirkt nicht nur auf Gegenstände in der Nähe, sondern auch auf die Elektronen im Kupferdraht. Bewegt man den **Magnet** am **Kupferdraht** entlang, werden dabei Elektronen von ihren Atomen „weggeschubst“. Sie bewegen sich dabei von Atom zu Atom. Das bedeutet: Im Kupferdraht fließt elektrischer Strom. Damit dieser Strom stark genug ist, um z. B. eine LED zum Leuchten zu bringen, ist sehr viel mehr als nur ein kleines Stück Kupferdraht notwendig. Du musst viele Meter Draht zu einer „Spule“ **aufwickeln**. Der Kupferdraht muss sehr dünn und mit einer isolierenden Lackschicht umhüllt sein. Auch muss der Magnet ganz besonders stark sein. Legst du ihn in die **Spritze** und **schüttelst** diese, wird der Magnet ganz oft durch die Spule aus Kupferdraht geschleudert. Jedes Mal werden Elektronen „angeschubst“. Die angeschlossene **LED** schließt den Stromkreis und leuchtet. Sie **leuchtet** aber nicht durchgehend, sondern **blinkt** nur. Beim Schütteln des Magneten werden die Elektronen nicht gleichmäßig in nur einer Richtung, sondern immer hin und her geschubst. Im Gegensatz zu einer Glühlampe leuchtet die LED aber nur, wenn der Strom in der richtigen Richtung durch sie hindurchfließt.

Folgende Wörterliste hilft dir beim Ausfüllen des Auswertblattes:

Magnet, Kupferdraht, aufwickeln, Spritze, schütteln, LED, leuchtet, blinkt

Hinweise für Lehrer:

⚠ Besondere Vorsichtsmaßnahmen:

Das Experiment erfordert einen sehr starken Permanentmagnet. Diese können magnetische Informationsträger wie Kreditkarten oder Disketten sowie elektronische Geräte wie Hörgeräte, Computer oder Bildschirme erheblich beschädigen! Außerdem besteht Verletzungsgefahr: Die sogenannten Neodym-Magnete sind kein Spielzeug. Sie ziehen sich gegenseitig so stark an, dass Finger oder Hautstücke schmerzhaft eingeklemmt werden können. Magnete die „zusammenkleben“ kann man nur voneinander lösen, indem sie seitlich auseinander geschoben werden.

Während des Experimentes sollten sich keine magnetischen Gegenstände oder andere Magnete in Reichweite befinden.

Der Kupferlackdraht eignet sich nicht zum direkten Anschluss an eine Batterie und sollte nicht als Leitungskabel verwendet werden!

Durchführung:

Der Durchmesser der Spule muss immer auf den Durchmesser des Magneten abgestimmt sein!

Verwenden Sie eine 5 ml Einweg-Spritze aus Kunststoff (ohne Nadel) und einen Stabmagnet Neodym, axial magnetisiert ($\varnothing \times L$) 8 mm \times 10 mm, erhältlich in Packungen à 10 Stück. Um zu verhindern, dass der Magnet sich umdreht oder verkantet, wird in die Spritze zusätzlich zu dem Magnet ein Streifen aus stabilem Papier (1–1,5 cm breit und 6–7 cm lang geschoben. Zum Schütteln kann die Spritze statt mit dem Finger auch mit dem Kolben verschlossen werden. Dieser darf aber nicht zu weit in die Spritze geschoben werden.

Theoretisch ist eine noch kleinere Spritze (2 ml) vom Durchmesser noch passender. Allerdings ist diese durch ihre Größe für die Schülerhand ungeeignet. Die Wicklung der Spule müsste zu präzise ausgeführt werden. Eine Spule darf weder vom Durchmesser noch von der Breite zu dick werden, denn je nach Stärke des Magneten reicht das Magnetfeld dann vielleicht nicht mehr aus der Spule heraus.

Zur Schonung des Magneten kann zusätzlich etwas Watte oder Zellstoff in die Spitze der Spritze gegeben werden.

Verwenden Sie ausschließlich LED mit einer Eingangsspannung von 1,6 Volt.

Stellen Sie den Kupferlackdraht nur in der für das Experiment benötigten Länge zur Verfügung. Diese kann entweder abgemessen, über die Anzahl der Wicklungen gezählt oder abgewogen werden.

\varnothing Draht	Anzahl Windungen	Länge	Gewicht
0,2 mm	420–440	19–20 m	ca. 6 g

Dieser Kupferlackdraht ist handelsüblich als Rollen mit 110 m (Drahtgewicht ca. 34 g) erhältlich. Verwenden Sie keinen 0,15 / 0,3 oder 0,5 mm Kupferlackdraht.

Zuerst kleben die Schüler schmale Streifen aus doppelseitigem Klebeband auf die Moosgummistreifen. Danach werden diese als Ringe auf die Spritze geklebt, sodass die Moosgummistreifen zweilagig sind. Sie sind die seitlichen Begrenzungen für die Spule. Die Breite der Spule sollte maximal 2 cm betragen. Achten Sie darauf, dass die Spule in der Mitte der Spritze gewickelt wird. Der Magnet muss auf beiden Seiten vollständig aus der Spule austreten können. Um das feste Aufwickeln des Drahtes zu erleichtern, wird er unter einem der Ringe auf der Spritze festgeklebt. Dabei zeigt das lose Ende nach außen und sollte in die Spritze gesteckt werden, damit es beim Wickeln nicht stört.

Es muss immer in eine Richtung und nicht über die seitlichen Begrenzungen hinaus gewickelt werden! Achten Sie darauf, dass aus gedrehten Schlingen nicht zu viele Knicke in den Draht gezogen werden.



Am Ende des Spule-Aufwickelns oder für eine Pause sollte die Spule mit Kreppklebeband fixiert werden. Sollte nach einer Pause weiter gewickelt werden, muss das Klebeband wieder entfernt werden. Am Anfang und Ende der Spule müssen mindestens 30 cm Draht überschüssig sein.

Mit der Nagelfeile wird an diesen Enden die isolierende Lackschicht entfernt. Achtung: Die Enden brechen leicht ab und müssten dann neu angefeilt werden. Zur Befestigung der LED wird jeweils ein Drahtende längs mit einem der Beinchen in 2 Fingern gehalten und fest ca. 5 Runden vom Leuchtkörper weg um das Beinchen gewickelt. Dies hält auch ohne Klebeband. Die Beinchen der LED sind zuvor etwas auseinanderzubiegen.

⚡ **Wichtig:** Die Drahtenden dürfen sich **nicht** berühren! Beim Schütteln sollte die LED an einem Beinchen festgehalten werden.

Häufigste Fehlerursachen:

- Lackschicht an den Drahtenden ist nicht ausreichend entfernt
- Magnet verkantet oder kippt um
- Rühren, statt Schütteln. Magnet tritt nicht senkrecht durch Spule
- kein Kontakt an der LED

Alternative Materialien:

Leider gibt es keine einheitliche Angabe für die Stärke eines Magneten. Achten Sie beim Kauf anderer Magnete darauf, dass diese unbedingt als besonders stark gekennzeichnet sind. Generell dürfen Stabmagnete für dieses Experiment nicht länger als 1 cm sein! Sind die Magnete stärker oder größer, kann die Spule 2–3 cm breit werden. Scheibenmagnete müssen ein Innenloch zur Führung des Magneten haben. Ohne Führung drehen sie sich beim Schütteln um. Nur wenn der Magnet zufällig in exakter Ausrichtung durch die Spule geht, blinkt die LED auf. Dies geschieht zu selten und bleibt daher nicht nachvollziehbar. Rechteckige Magnete können nicht verwendet werden: Es gibt keine Wickelmöglichkeit für eine passende rechteckige Spule.

Im Elektronikversandhandel sind ringförmige Magnete mit Innenloch erhältlich z. B. Magnet N 35 M ($\varnothing \times L$) 13 mm \times 6 mm. Passend dazu ist eine 12 ml Spritze. Aufgrund seiner höheren magnetischen Stärke können Sie eine LED mit 1,6 V oder 2,2 V Eingangsspannung verwenden. Die höhere Eingangsspannung erfordert die höhere Anzahl der Spulenwindungen.

\varnothing Draht	Anzahl Windungen	Länge	Gewicht
0,2 mm	380–400	24–26 m	ca. 8 g

Sehr sicher und unanfällig für Fehler, ist ein sogenannter „Leistungsmagnet“ z. B. Magnet N-35 M. Dies ist ein sehr starker quadratischer ($L \times B \times H$) 4 mm \times 20 mm \times 19 mm Scheibenmagnet mit Innenloch, passend dazu ist eine Filmdose. Ein Vorteil der Filmdose ist, dass sie sehr gut in der Hand liegt und schon Boden und Deckel besitzt. Dieser Magnet ist so stark, dass Sie entweder Kupferlackdraht mit 0,2 oder 0,25 mm Durchmesser und eine LED mit 1,6 oder 2,2 V verwenden können. Ein Nachteil dieses Magneten ist, dass er nur einzeln erhältlich und am teuersten ist. Prallt er mit anderen Magneten zusammen können kleine Stücke abplatzen.

\varnothing Draht	Anzahl Windungen	Länge	Gewicht
0,2 mm	320–350	36–37 m	ca. 11–12 g
0,25 mm	370–400	ca. 50 m	ca. 25 g

Die Führung für Magnete mit Innenloch kann aus einem Schaschlikspieß und Moosgummi angefertigt werden. Verwenden Sie für die Schüler nachfolgende Bastelanleitung. Zur Vermeidung von Verletzungen beim Schütteln ist der Spieß so zu kürzen, dass er nur noch max. 1–2 cm aus dem Deckel/Spritze herausragt. Achten Sie darauf, dass er unbedingt senkrecht und in der Mitte ist, damit der Magnet leichtgängig geführt ist und nicht verkantet.

Bastelanleitung: Führung für Magnet

1. Klebe mit doppelseitigem Klebeband zwei Schichten Moosgummi innen auf den Boden der Dose/Spritze.
2. Verschließe die Dose mit dem Deckel bzw. die Spritze mit einem weiteren Stück Moosgummi.
3. Steche mit der Prickernadel ein Loch in die Mitte des Deckels. Stecke den Holzspieß durch dieses Loch, bis er in der Mitte des Moosgummis auf dem Boden steckt. Schneide das überstehende Ende vom Spieß ab.



Hintergrundwissen:

Durch die Bewegung eines Magneten entlang eines Leiters aus Kupfer wird eine elektrische Spannung induziert (lateinisch: *inducere* herbeiführen, veranlassen).

Der Schüttel-Generator aus dem Experiment ist die einfachste Bauform, um aus Magnetismus und Bewegung elektrischen Strom zu erzeugen. Nur wäre es äußerst mühselig und aufwändig, auf diese Art nutzbaren elektrischen Strom zu erzeugen. Nach diesem Prinzip aufgebaut gibt es im Handel allerdings einen Bausatz für eine Taschenlampe.

Prinzipiell funktionieren der Dynamo eines Fahrrades oder Generatoren in Kraftwerken auf dieselbe Weise. Nur lässt man hier unter anderem den Magnet innerhalb der Spule rotieren. In Generatoren besteht der drehbare Magnet außerdem nicht aus eisernen Dauermagneten, sondern aus Elektromagneten.

Eine Spule muss aus Kupferdraht mit einer isolierenden Lackschicht hergestellt werden, denn Kupfer ist nicht magnetisch. Entscheidend für die Höhe der induzierten Spannung und Stromstärke sind unter anderem Faktoren wie: die Anzahl der Windungen, Durchmesser des Kupferdrahtes, die Qualität bzw. Ausführung der Spule oder Stärke des Magneten. Theoretisch könnte jeder starke Magnet verwendet werden. Da im Experiment aber nur eine überaus rudimentäre Spule zum Einsatz kommt, sind die Wahlmöglichkeiten für die Magnete hier stark eingeschränkt.

Elektrische Spannung wird nur induziert werden, wenn der Magnet exakt in Nord/Süd Ausrichtung der Pole senkrecht durch die Spule tritt. Flache Magnete drehen sich beim Schütteln in einer Spritze oder Dose um, teilweise sind sie beim Durchgang durch die Spule dann „hochkant“. Die LED blinkt nur gelegentlich mal auf und es ist nicht nachvollziehbar warum.

Meist entsteht der Eindruck, dass das Blinken der LED durch die Auf- und Abwärtsbewegung des Magneten in der Spritze zustande kommt. Als Schülererklärung ist dies prinzipiell ausreichend. Ursache für das Blinken ist aber nicht das Stoppen der Bewegung, sondern die erzeugte Wechselspannung. Das Magnetfeld, also die Kraft eines Magneten, ist an seinen Polen am stärksten. Beim Durchgang des Magneten durch die Spule erzeugt jeder Pol für sich eine Spannung. Da Nord- und Südpol gegensätzliche Richtungen induzieren, entsteht eine Wechselspannung.

Die Entstehung von Wechselstrom können Sie wie folgt zeigen:

Schließen Sie 2 LED gleichzeitig an eine Spule. Wichtig ist, dass die LED nicht in Reihe sondern parallel und in unterschiedlicher Durchflussrichtung [langes und kurzes Beinchen entgegengesetzt anschließen] angeschlossen werden. Schneiden Sie dazu zwei kurze Stücke des Kupferlackdrahtes ab, entfernen an den Enden die Lackschicht und schließen damit eine zweite LED „huckepack“ an die erste. Schütteln Sie die Spritze werden beide LED alternierend aufblinken. Bei nur einem Durchgang des Magneten durch die Spule wird erst die eine dann die andere LED einmal aufleuchten. Drehen Sie den Magnet um, ebenso, nur in anderer Reihenfolge.

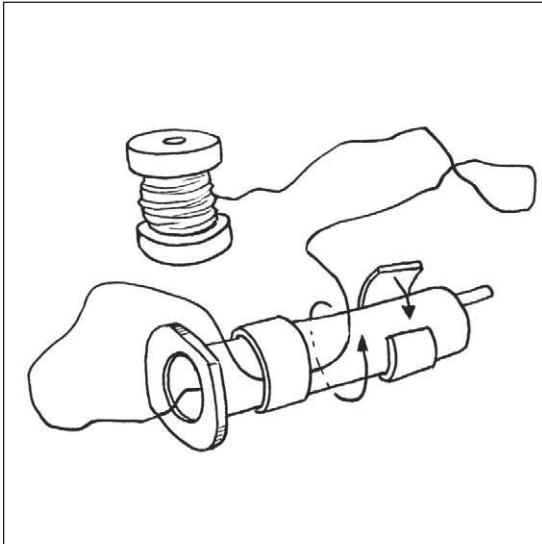
Lösung des Arbeitsblattes:

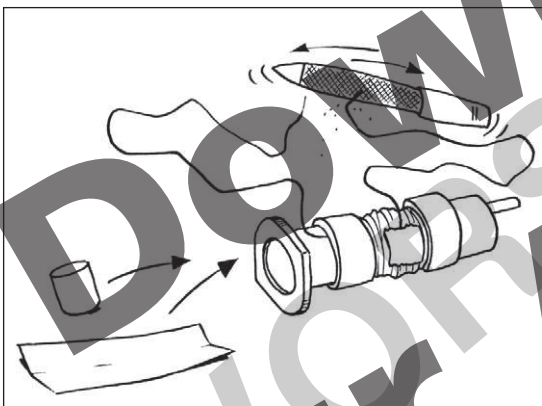
Mögliche Lösung:

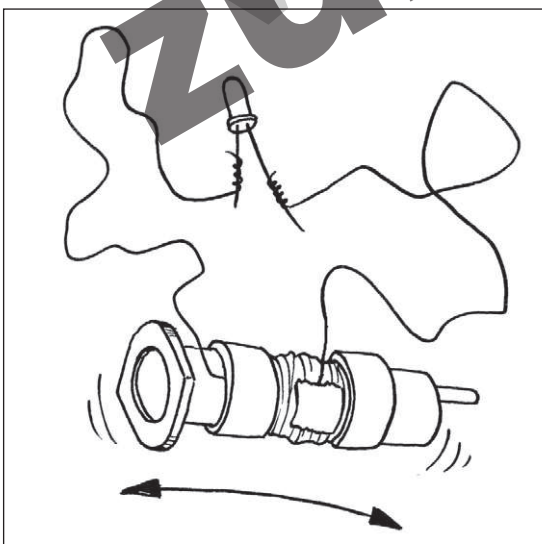
1. Zwei Streifen aus Moosgummi werden mit doppelseitigem Klebeband ringförmig auf die Spritze geklebt. Kupferlackdraht wird dazwischen zu einer Spule gewickelt.
2. Die Lackbeschichtung der Drahtenden wird mit einer Nagelfeile entfernt. Ein starker Magnet wird mit einem Papierstreifen als Führung in die Spritze gelegt.
3. Eine LED wird angeschlossen und die Spritze auf und ab geschüttelt. Die LED blinkt.



1 Beschreibe das Experiment mit eigenen Worten! Die Bilder helfen dir bei der Reihenfolge.









Hintergrundwissen:

Volta'sche Säule / Galvanisches Element

Als Galvanisches Element bezeichnet man zwei Werkstoffe, die auf elektrochemischem Weg eine Spannung erzeugen. Das kann bereits passieren, wenn man mit einem „Silberpapier“, z. B. von einem Kaugummi, an eine Zahnfüllung aus einem Metall wie Amalgam kommt. Es entsteht eine elektrische Spannung und über den Speichel als Elektrolyt fließt Strom und der Zahn schmerzt. Flüssigkeiten, die elektrischen Strom leiten, nennt man Elektrolyte.

Die Höhe der elektrischen Spannung ist von der Art der Werkstoffe und des Elektrolyten abhängig. Die erzeugte Stromstärke hingegen ist von der Bauweise des Galvanischen Elementes abhängig. Wiederaufladbare 1,2 V Akkus erhält man z. B. mit Stromstärken von 500 bis 2600 mAh. Normale Batterien bestehen aus Zink / Kohle-Elementen, sie erzeugen eine Spannung von 1,5 V. Sind bereits mehrere Elemente in einer Batterie vorhanden, erhält man Batterien immer mit einem Vielfachen von 1,5 V, z. B. 4,5 V Flachbatterien oder 9 V Blockbatterien. In den Experimenten wurden die Metalle Kupfer und Zink mit einer harmlosen Säure als Elektrolyt eingesetzt. Sie erzeugen eine Spannung von ca. 1 V, dabei gehen ein Teil von Kupfer und Zink bei der chemischen Reaktion als Ionen in Lösung. Das heißt: Sie befinden sich nun im Elektrolyten. Im Experiment „Volta'sche Säule“ sind sie nicht voneinander abgetrennt, daher benötigt man mindestens sechs Schichten Kupfer / Zink und Apfelstücke um genügend Energie für eine LED zu erzeugen. Noch besser sieht man im Experiment „Galvanisches Element“, dass jedes Paar praktisch einer Batterie entspricht und dass die erzeugte Spannung sich addiert, wenn man die einzelnen Elemente in einer Reihe miteinander verbindet. Allerdings addiert sich nicht die Stromstärke, sondern nur die Spannung. Mit einem einfachen Spannungsmessgerät kann dies den Schülern gezeigt werden.

Haben Sie ein solches Spannungsmessgerät, können Sie an einer „verbrauchten“ Flachbatterie den unterschiedlichen Energiebedarf zwischen einer Glühlampe und einer LED demonstrieren, aber auch, dass eine „leere“ Batterie nicht im wörtlichen Sinne leer ist. Sie können immer noch eine Spannung von 4,5 V messen, obwohl die 4,5 V Glühlampe nicht leuchtet. Schließen Sie nun eine beliebige LED an diese Batterie an leuchtet diese, bis die Batterie wirklich völlig verbraucht ist. Auch eine 1,5 V Glühlampe leuchtet noch. Achtung: LED oder 1,5 V Glühlampe auf keinen Fall an eine unverbrauchte 4,5 V Batterie anschließen!

Aufbauvarianten:

Bereits mit 3 Paaren verzinkter Scheiben und Cent-Münzen, jeweils in einem Eierbecher mit 10 ml saurem Wasser, kann ausreichend elektrischer Strom für eine 2,2 V LED erzeugt werden. Für die Schülerhand ist allerdings die praktische Umsetzung schwierig. Die einzelnen Bestandteile können nur schwer befestigt werden und müssten die ganze Zeit gehalten werden. Aus diesem Grund wurde der Aufbau mit größeren Materialien in Gläsern vorgestellt.

Anstelle der Gläser mit saurem Wasser können alternativ auch Apfelsinenviertel*, in die das Kupferrohr und die verzinkten Schrauben gesteckt sind, verwendet werden.

Bereits eine Büroklammer und eine Bleistiftmine aus Graphit in ein Stück Apfelsine* gesteckt, erzeugen eine messbare Spannung. Hier kann die Spannung allerdings nur an einem Messgerät gezeigt werden.

* Die Apfelsinenstücke dürfen prinzipiell danach nicht mehr gegessen werden!

Auswahl und Vorbereitung der Materialien:

Der Nachahmungseffekt bei den Schülern ist immer sehr hoch. Aus diesem Grund werden für die Experimente 4,5 V Flachbatterien verwendet. Sie sind handlich und an den Polstreifen lassen sich Stecker oder Klemmen leicht anbringen.

Üblicherweise müssen Sie die Stecker oder Klemmen erst an den Kabeln befestigen. Eine Ausnahme sind sogenannte Messstrippen, bestehend aus zwei Krokodilklemmen mit Kabel. Universell einsetzbar und bei den Schülern überaus beliebt sind Abgreifklemmen.

Verwenden Sie handelsübliche isolierte Elektroleitungen (in den Experimenten Kabel genannt) oder -litze und keine blanken Drähte. Eine Länge von 20–30 Zentimeter ist ausreichend. Achten Sie bei einadrigen Kabeln darauf, dass der Querschnitt des Kupferdrahtes ungefähr der einer Büroklammer entspricht. Ist der Draht zu dünn, bricht er leicht. Aufgrund der Isolierung ist diese Fehlerquelle nicht zu sehen.

Vor dem Anbringen der Stecker isolieren Sie die Kabelenden ca. 1 cm ab. Sehr einfach geht dies mit einer Abisolierzange, alternativ dazu kann die Isolation mit einem Küchenmesser eingeschnitten und abgezogen werden.

Bei einadrigem Kabel kann die Isolation nach dem Einschneiden mit dem Messer einfach und leicht von Hand abgezogen werden. Litze besteht immer aus mehreren dünnen Kupferdrähten. Hier geht die Isolation oft nur mit Hilfe einer Kombizange ab. Vorsicht, es kann ein erhöhter Kraftaufwand notwendig sein.

Je nach Art der Stecker oder Klemmen ist entweder ein kleiner Schraubendreher oder eine Quetschzange zum Befestigen der Kabel notwendig.

Achtung bei den Lampenfassungen. Je nach Art der verwendeten Fassung müssen Sie auf den korrekten Anschluss der Kabel achten!

Leuchtdioden („LED“) gibt es bereits mit einer Eingangsspannung von 1,6 V. Deutlich billiger, da in Packungseinheiten à 10 Stück erhältlich, sind LED mit einer Eingangsspannung von 2,2 V. Der Längenunterschied der LED „Beinchen“ beträgt nur ca. 2 mm! Dies ist für die Schüler nicht leicht zu erkennen.