Was ist das Spannende an Strom?

Elektronische Geräte funktionieren nur, wenn sie mit Strom versorgt werden. Das kann zum Beispiel über ein Kabel geschehen, das in einer Steckdose steckt, oder über eine Batterie. Wenn die Batterie irgendwann leer ist, dann funktioniert das Gerät allerdings nicht mehr. Was steckt drin in so einer Batterie, was ist das Geheimnis von elektrischem Strom? Eine spannende Frage … hier ein kleiner Überblick.

Von Elektrizität zur Elektrotechnik

An jeder Straßenecke blinkt es. Große Leuchttafeln erzählen uns, was wir als Nächstes kaufen sollen. Und zu Hause flimmern im Fernseher und Computer die neuesten Nachrichten vor sich hin. Das ist *Elektrizität*, die wir in unserem Alltag nutzen.

Aber auch in der Natur finden wir die Elektrizität: Wenn dunkle Wolken am Himmel ihre Blitze zucken lassen oder Zitteraale Stromstöße erzeugen. Reibungselektrizität kannst du selbst herstellen, wenn du einen aufgeblasenen Luftballon an deinen Haaren reibst: Die Haare stehen dann wild ab. Man sagt, sie *laden sich auf*. Dieser Effekt wurde vor über 2500 Jahren schon von den Griechen beobachtet.

Der Grieche Thales von Milet entdeckte, dass Bernstein nach dem Abreiben mit einem Tuch kleine Teile wie Wollfusseln anziehen konnte. Von dem griechischen Wort für Bernstein, *Elektron*, stammen daher auch unsere heutigen Wörter Elektrizität, Elektrotechnik und Elektronik.

Lange Zeit nach der Antike hat sich die *Elektrotechnik* zur Aufgabe gemacht, Elektrizität näher zu erforschen und ihre Auswirkungen durch das Bauen von Maschinen und Geräten zum Vorteil der Menschen einzusetzen. Elektrotechniker bringen Lampen zum Leuchten, Motoren zum Drehen oder Radios zum Musikspielen.

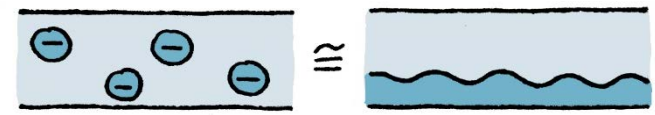
Die wichtigsten Begriffe dabei sind *Strom* und *Spannung*. Beide hast du sicher schon einmal gehört. Aber was ist das überhaupt, und was können wir alles damit anfangen?

Elektrotechnik
Die Elektrotechnik beschäftigt sich mit der Erforschung der Gesetze der Elektrizität und mit der Nutzung von Strom und Spannung in Maschinen und Geräten.

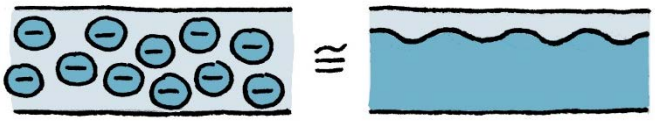
Strom: Wie Wasser, aber trocken

Wenn wir von einer »Strömung im Fluss« sprechen, weiß jeder, was damit gemeint ist. Ein großer Fluss heißt ja auch Strom. Wenn ein Fluss schnell fließt und viel Wasser enthält, dann hat er eine hohe Strömung. Das Gleiche gibt es in der Elektrotechnik. Statt Wasser im Flussbett haben wir ganz kleine Teilchen, die sich in einem Draht bewegen. Wir nennen diese Teilchen *Ladungsträger* und deren Bewegung *Strom*. Es gibt zwei unterschiedliche Arten von Ladungsträgern, man nennt sie *negativ* geladen oder *positiv* geladen.

Negativ geladene Teilchen heißen auch *Elektronen*.Sie beschreiben den Stromfluss und werden oft als kleine Kreise mit einem Minussymbol darin gemalt.



Fließen wenige Elektronen in einem Draht, dann sprechen wir von einer geringen *Stromstärke*. Sind es dagegen viele Ladungsträger, so sprechen wir von einer hohen *Stromstärke*.

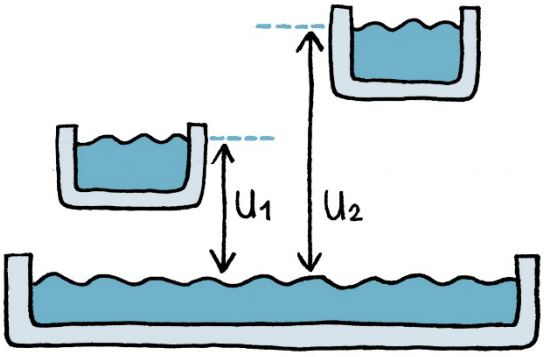


Spannung: Der Fluss soll fließen können

Wie fließt ein Fluss? Natürlich nur bergab, denn auf das Wasser wirkt die Erdanziehungskraft. Sie ist die Ursache der Strömung. Alles »will« nach unten: ein Apfel, den ich fallen lasse, oder das Wasser, welches bergab fließt.

In der Elektrotechnik gibt es ebenfalls eine Ursache für Stromfluss, diese nennen wir *Spannung* (auch *Potenzialunterschied* genannt). Nur wenn Spannung vorhanden ist, bewegen sich die Ladungsträger. Nur dann also fließt Strom.

Du kannst dir eine kleinere oder höhere Spannung so vorstellen, als hättest du zwei obere Wasserbecken in unterschiedlichen Höhen und ein unteres Wasserbecken. Je höher das obere Becken, desto höher ist die Spannung (im Bild »U« genannt). Noch fließt hier kein Wasser: Aber sobald die Becken über Rohrleitungen miteinander verbunden werden, kann Wasser von den oberen Becken in das untere fließen.



Strom und Spannung messen

Menschen, die herausfinden wollen, wie Dinge funktionieren, gehen meistens recht planmäßig vor. Sie sehen sich die Dinge erst einmal genau an und messen ihre Eigenschaften.

Mit einer Uhr kannst du messen, wie lange etwas dauert, zum Beispiel fünf Sekunden. Mit einem Zollstock misst du eine Strecke, zum Beispiel zwei Meter. Man nennt die Begriffe Sekunde und Meter auch *Maßeinheiten* oder einfach *Einheiten*. Du notierst dann deine Messergebnisse mit Abkürzungen, »5 s« oder »2 m«. Klar, du kannst Zeit auch in Stunden messen und Entfernung auch in Kilometern. Aber streng genommen könntest du jede Zeitspanne in Sekunden angeben und jede Strecke in Metern. So kannst du Messwerte gut vergleichen.

Auch in der Elektrotechnik wird viel gemessen. Später im Buch machst du das selbst. Hier ist interessant, wie groß die Stromstärke oder die Spannung ist. Daher brauchen wir auch für diese beiden Größen Einheiten, damit wir beides messen können.

Viele Einheiten in der Elektrotechnik sind nach berühmten Physikern und Physikerinnen benannt, die wichtige Dinge über Strom und Spannung herausgefunden haben.

Die Einheit für Stromstärke heißt *Ampere*, gesprochen »Ampehr«), zum Andenken an den französischen Physiker André Marie Ampère. Sie wird mit dem Buchstaben *A* abgekürzt.

Die Einheit für Spannung heißt *Volt*), zum Andenken an den italienischen Physiker Alessandro Volta. Sie wird mit dem Buchstaben *V* abgekürzt.

Spannung in der Natur: Wie entsteht ein Blitz?
Durch die Reibung, die der Wind in Gewitterwolken verursacht, werden große Ladungsmengen aufgebaut. Die Oberseite der Wolke, die kalt ist und Eiskristalle enthält, ist positiv geladen. Die Unterseite der Wolke (nahe am Erdboden), die Wassertröpfchen enthält, ist negativ geladen. Wir haben also einen riesigen Potenzialunterschied, manchmal mehrere hundert Millionen Volt. Wenn die Spannung so groß wird, dann wird die Luft in der Wolke schlagartig leitend. Die aufgebaute Spannung entlädt sich durch die Luft. Diese Entladung sehen wir als grellen Blitz und hören sie kurz danach als lauten Donner.

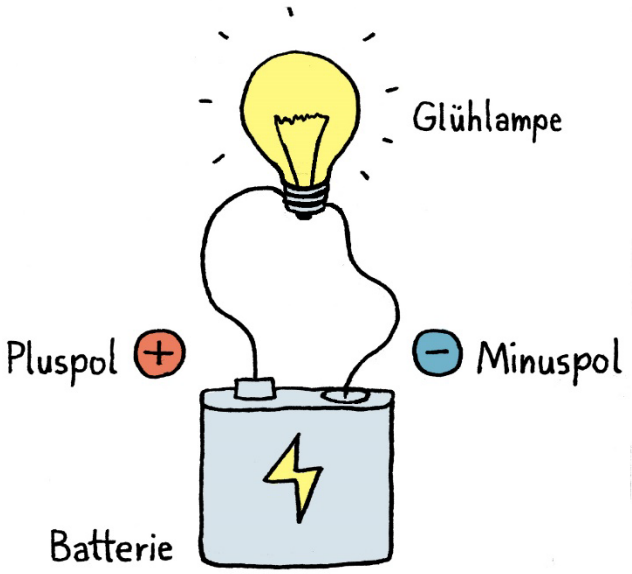
Stromkreis: Ein Bett für den Stromfluss

Ein Fluss braucht außer der Ursache, die ihn zum Fließen bringt, eine Begrenzung, nämlich das Flussbett, in dem er fließen kann, oder eine Rohrleitung. Der elektrische Strom benötigt hierfür Materialien, die Strom leiten können, wie zum Beispiel Kupferdraht. Nur dort können sich Ladungsträger frei bewegen.

Verbinden wir leitende Materialien und elektrische Bauteile (z.B. ein Glühlämpchen), so entsteht das »Flussbett« (die *Leitung*) für elektrischen Strom. Jetzt fehlt nur noch die Spannung, damit tatsächlich Strom fließt.

Spannung bekommen wir, wenn die Enden der Leitung mit einer Batterie als Spannungsquelle verbunden werden. Man sagt dann es wird *eine Spannung angelegt*.

Die Spannung in der Batterie entsteht, weil die positiv und die negativ geladenen Ladungsträger in einer Batterie getrennt vorliegen. In einem Bereich der Batterie sind die negativ geladenen Teilchen, die Elektronen. Im anderen Bereich sind die positiv geladenen Teilchen. Jeder der beiden Bereiche hat einen Anschluss oder *Pol*, sie heißen *Minuspol* und *Pluspol*. Die Elektronen sind am Minuspol und wollen zum Pluspol. Sie können aber nur dorthin wandern, wenn beide Pole über eine Leitung verbunden werden.



Nun kann endlich Strom im Flussbett fließen, denn unterschiedlich geladene Ladungsträger ziehen sich an: Die Elektronen fließen vom Minuspol der Batterie durch die leitendenden Materialien über die Lampe zum Pluspol der Batterie und bringen so den Draht in der Lampe zum Glühen.

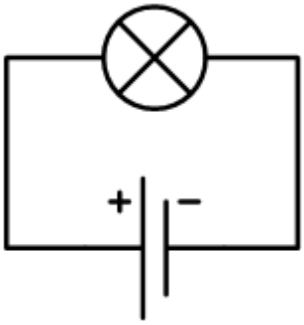
Weil der Strom von der Batterie erst weg und dann wieder zurück zur Batterie fließt (wenn auch zu einem anderen Pol), sprechen wir hier von einem *Stromkreis*.

Auch wenn wir einen Stecker in eine Steckdose stecken (und das Gerät anschalten), schließen wir einen Stromkreis. Nur dann funktioniert unser Gerät.

Stromkreise professionell zeichnen

Unser Bild vom Stromkreis mit der Lampe sieht zwar ganz hübsch aus, kann aber nicht von allen Elektrotechnikern und -technikerinnen auf der Welt verstanden werden. Nicht alle sprechen Deutsch, und manchmal sehen Batterien und Lampen auch ganz anders aus. Elektrotechniker haben sich deshalb auf eine einfachere, weltweit gültige Art geeinigt, solche Stromkreise zu zeichnen und zu beschriften, auf sogenannte *Schaltpläne*.

In einem Schaltplan werden Bauteile als Symbole gezeichnet (genannt *Schaltsymbole*), und elektrische Leitungen wie Drähte sind immer waagerechte oder senkrechte Linien. Im Schaltplan für den Stromkreis mit der Lampe siehst du das Symbol für die Batterie (ein längerer und ein kürzerer Strich für die beiden Pole, beschriftet mit + (Plus) und – (Minus)) und das Symbol für eine Lampe (Kreis mit einem Kreuz darin).

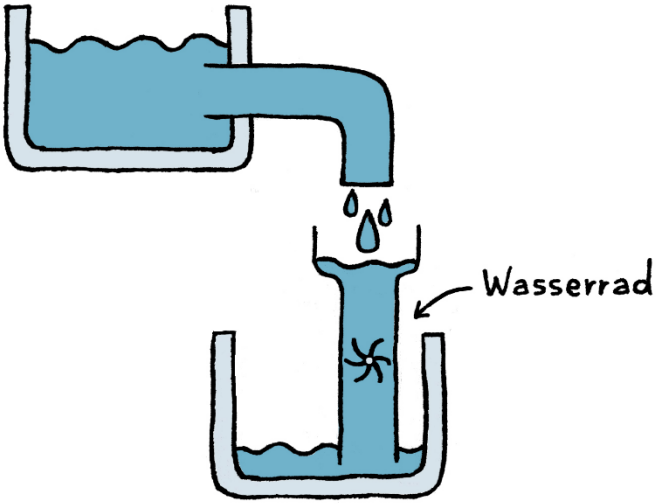


Du wirst beim Weiterlesen nach und nach immer mehr neue Schaltsymbole kennen lernen und in Schaltplänen verwenden.

Batterie: Die Quelle des Stromflusses

Du weißt ja schon: Ohne Batterie als Spannungsquelle würde unser Stromkreis mit der Lampe nicht funktionieren. Ohne Batterie hätten wir keine Spannung; ohne sie könnte kein Strom fließen.

Bei unserem Wasserbeckensystem ist die Batterie das obere Wasserbecken (das entspricht dem Ladungsträger-Bereich am Minuspol der Batterie). Damit das Wasser in das niedrig gelegene Becken (zum Pluspol) laufen kann, muss eine Verbindung über eine Rohrleitung dorthin geöffnet werden. Statt einer Glühlampe treibt Wasser dann beispielsweise ein Wasserrad an. Wenn das obere Wasserbecken leer ist, dann ist gewissermaßen die Batterie entladen.



Wenn du mit einem Wasserhahn die Rohrleitung sperrst, dann ist das so, als ob du die Leitung von der Batterie entfernst. Das übriggebliebene Wasser (die Restladung der Batterie) kann dann später noch genutzt werden.

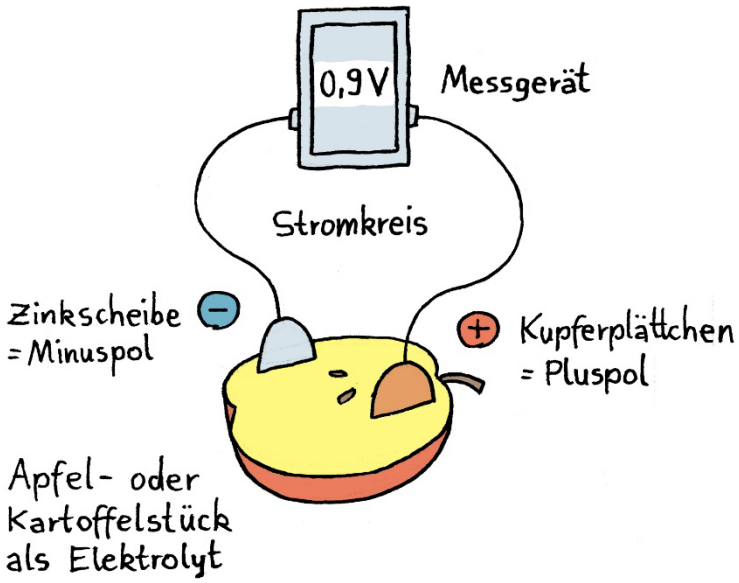
Auf Batterien findest du immer eine Angabe zur Höhe der Spannung, die die Batterie liefert. Auf einer Blockbatterie beispielsweise findest du den Aufdruck »9V-Block«, was bedeutet, dass diese Batterie eine Spannung von 9 Volt liefert, wenn du sie anschließt. Das ist eine so kleine Spannung, dass sie für uns Menschen nicht gefährlich ist. Wie groß die Stromstärke ist, das steht nicht auf der Batterie. Die Stromstärke hängt davon ab, wofür du die Batterie einsetzt.

Vorsicht
Im Gegensatz zur Spannung einer 9V-Blockbatterie ist die Spannung der Steckdose für Menschen lebensgefährlich. Sie beträgt ungefähr 230V.

Wie funktioniert eine Batterie?

Der Forscher Alessandro Volta (ja, der, nach dem wir die Einheit Volt für Spannung benannt haben) hat schon vor über 200 Jahren erkannt, dass es mehr oder weniger »edle« Metalle gibt. Er und sein Kollege Luigi Galvani konnten Spannung und Strom erzeugen, wenn sie zwei verschieden edle Metalle (z.B. Zink und Kupfer) über einen säurehaltigen Stoff miteinander verbanden. So eine Verbindung nennt man heute daher auch *Galvanische Zelle*.

Was passiert in einer solchen Zelle? Die beiden Metalle (auch *Elektroden* genannt) haben unterschiedliche Eigenschaften: Aus dem »unedleren« Metall (Zink) lösen sich Elektronen, wenn das Metall mit Säure oder Feuchtigkeit (dem *Elektrolyt*) in Berührung kommt. Als Elektrolyt lässt sich zum Beispiel ein Stück Kartoffel, Apfel oder Zitrone verwenden. In der Zink-Elektrode bildet sich nun ein Überschuss an Elektronen: ein Minuspol. Im »edleren« Metall (Kupfer) befinden sich durch chemische Reaktion positiv geladene Kupferteilchen. Diese ziehen die aus dem Zink gelösten Elektronen an: Es gibt eine kleine Spannung und es fließt ein wenig Strom – fertig ist die Galvanische Zelle.



Materialien in einer Batterie
Beispiele für unedle Metalle sind Zink, Aluminium und Lithium. Als Elektrode eingesetzt erzeugen unedle Metalle einen Elektronenüberschuss. Diese negative Elektrode bildet den Minuspol der Batterie. Beispiele für edle Metalle sind Gold, Silber, Kupfer, Eisen und Zinn. Sie können als Material für die Pluspol-Elektrode verwendet werden. In einer echten Batterie wird am häufigsten Lithium als negative Elektrode verwendet und ein Stoff namens Mangandioxid als positive Elektrode. Du findest Lithiumbatterien als Knopfzellen in Kameras und Uhren oder im Computer als Backup-Batterie.

Leider sind Batterien, die auf dem Prinzip der Galvanischen Zellen beruhen, irgendwann verbraucht, also entladen. Durch die chemische Reaktion können nur eine bestimmte Menge Elektronen aus der negativen Elektrode gelöst werden, weil irgendwann das Elektrodenmaterial aufgelöst ist. Solche Batterien können darum auch nicht wieder aufgeladen werden.

Wie du sicher weißt, gibt es aber auch *Akkus* (»Akkumulatoren«), die wie Batterien aussehen, die du aber in einem Ladegerät wieder aufladen kannst. Akkus werden beispielsweise in Laptops, Handys und Elektroautos verwendet.

Vorsicht
Akkus explodieren, wenn sie beschädigt sind oder falsch verwendet werden. Benutze daher für deine Experimente ausschließlich normale, nicht aufladbare Batterien. Und lege diese niemals in ein Ladegerät für Akkus. Die Batterien gehen dabei kaputt und giftige Stoffe können austreten. Sollte deine Batterie mal auslaufen oder sich verformen, muss sie entsorgt werden. Aber bitte nicht einfach in den Hausmüll werfen. Dort, wo man Batterien kaufen kann, gibt es auch Sammelkästen für die kostenlose Rückgabe.

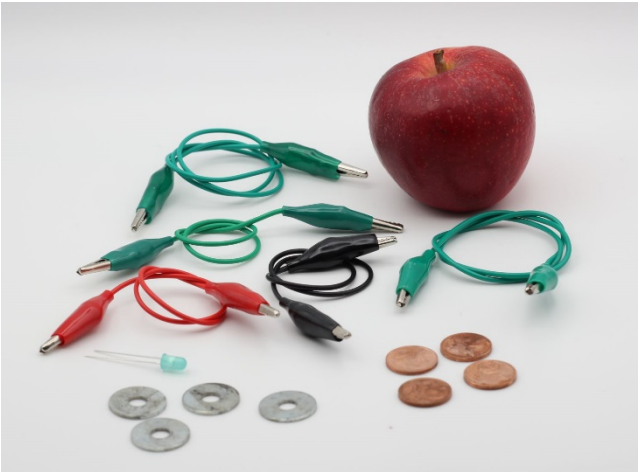
Eine einzige Galvanische Zelle ist allerdings zu schwach, um eine Lampe zum Leuchten zu bringen. Um das hinzubekommen, brauchst du mehrere Galvanische Zellen hintereinander. Das ist Voltas berühmte Erfindung, die *Volta'sche Säule*.

Das folgende Experiment zeigt dir, wie du selber vier Galvanische Zellen zu einer Batterie zusammenschließen kannst, die dann immerhin stark genug ist, um eine kleine LED zum Glimmen zu bringen.

Experiment »Apfelbatterie«

Du brauchst:

- ✓ fünf Krokodilklemmen
- ✓ vier Apfelstücke
- ✓ vier Kupferplättchen (z.B. 1- oder 2-Cent-Münzen)
- ✓ vier verzinkte Unterlegscheiben (oder vier verzinkte Nägel) aus dem Baumarkt
- ✓ eine Leuchtdiode (LED) aus dem Elektronikfachhandel



Du machst Folgendes:

1. **Stecke in jedes Apfelstück ein Kupferplättchen und eine verzinkte Scheibe.**

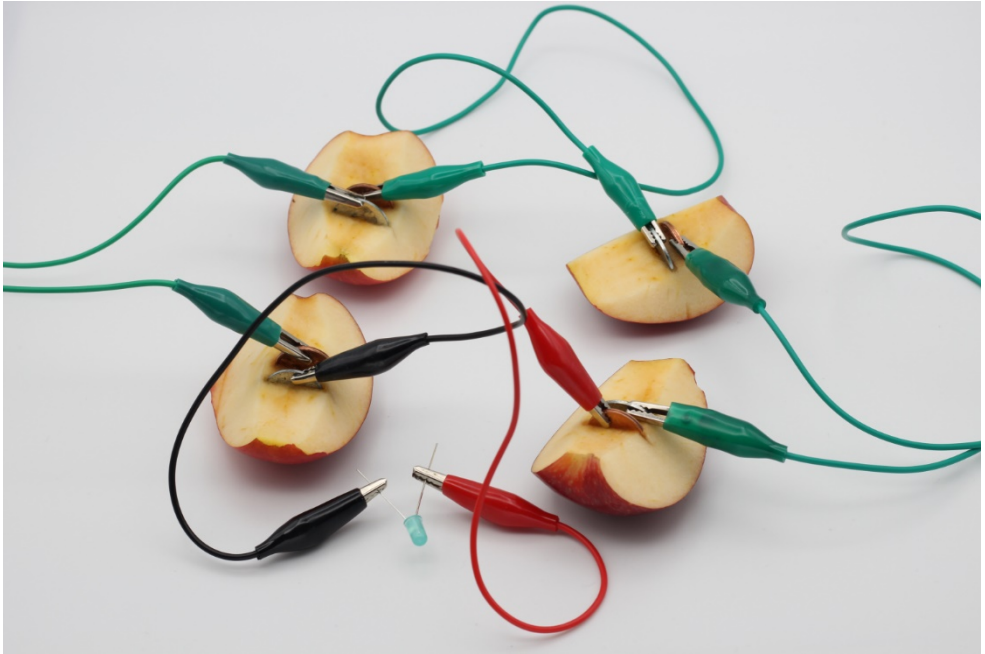
   Die beiden Metallteile dürfen sich nicht berühren, sollten aber eng nebeneinander stecken.

2. **Verbinde mit einer Krokodilklemme das Kupferplättchen von einem Apfelstück mit der Zinkscheibe vom nächsten Apfelstück. Verbinde auch die restlichen Apfelstücke auf diese Weise.**

   Die Zinkscheibe des ersten Apfelstücks und das Kupferplättchen des letzten Apfelstücks werden nicht miteinander verbinden.

3. **Verbinde das lange Beinchen der LED mit dem Kupferplättchen des ersten Apfelstücks (dem Pluspol deiner Batterie) und das kurze Beinchen der LED mit dem Zinkplättchen des letzten Apfelstücks (dem Minuspol deiner Batterie).**

   Nun solltest du die LED schwach leuchten sehen, wenn du sie mit deinen Händen etwas abschirmst.



Vorsicht
Achtung, den Apfel darfst du nach dem Experiment nicht mehr essen und musst ihn wegwerfen. Durch die chemischen Reaktionen hat er seinen Geschmack und seine Zusammensetzung verändert.

Von der Elektrotechnik zur Elektronik

Bisher haben wir über Elektrotechnik gesprochen und du hast die wichtigsten Begriffe wie Strom, Spannung, Stromkreis und Batterie kennen gelernt. Aber wo liegt denn nun der Unterschied zwischen *Elektrotechnik* und *Elektronik*?

Genau genommen ist *Elektronik* ein Teilbereich der Elektrotechnik. Tatsächlich hast du im Experiment mit der Apfelbatterie bereits ein elektronisches Bauteil verwendet: die *Leuchtdiode*. Eine Leuchtdiode (LED) hat die Eigenschaft, dass sie den Strom nur in einer Richtung durchlässt (genannt *Durchlassrichtung*). Du musst sie also richtig herum in den Stromkreis einsetzen.

Damit du nicht raten oder probieren musst, hat die Leuchtdiode zwei unterschiedlich lange Beinchen. Das kurze wird mit dem Minuspol der Batterie verbunden und das lange mit dem Pluspol. Das hast du bei der Apfelbatterie auch gemacht. In der anderen Richtung (genannt

Sperrrichtung) verbunden hätte die LED nicht geleuchtet, sondern »gesperrt«. Das ist wie bei einem Fahrradventil, das die Luft zwar in den Reifen hineinlässt, aber in der anderen Richtung (hoffentlich) nicht wieder hinaus.

Ein Bauteil oder Material, das Strom nur mittelgut leitet, heißt *Halbleiter* (im Gegensatz zu *Leitern* wie Metalle, die gut leiten, und *Nichtleitern* wie Glas oder Keramik, die gar nicht leiten). Außer LEDs gibt es noch andere Halbleiterbauelemente wie weitere Dioden und Transistoren, die du in anderen TU-it-yourself-Elektronik-Projekten noch kennen lernen wirst.

Richtige Polung einer Batterie
Legt man eine Batterie versehentlich falsch herum in ein Gerät ein (mit dem Minuspol dort, wo eigentlich der Pluspol sein sollte), kann das Gerät kaputt gehen. Zum Schutz vor dem falschen Anschließen einer Batterie wird in Geräten oft eine *Schutzdiode* eingesetzt, so dass nur dann Strom in der Schaltung fließt, wenn die Batterie auch richtig herum angeschlossen ist.

Halbleiter-Bauelemente eignen sich sehr gut für Schaltungen, mit denen man technische Geräte steuern möchte. Man nennt solche Bauelemente auch *aktive Bauelemente*, weil sie in der Lage sind, auf Dinge in ihrer Umgebung zu reagieren. Man kann damit beispielsweise *Sensoren* bauen, die erkennen, ob es hell oder dunkel ist, oder ob ein Hindernis im Weg steht. Sensoren sind ganz wichtig für Roboter oder für autonom fahrende Autos. Die müssen ihre Umwelt von alleine wahrnehmen können und sich darin bewegen. In solchen komplexen Systemen steckt ganz viel Elektronik.

In der *Mikroelektronik* beschäftigen sich die Forscher damit, elektronische Bauelemente und Schaltungen immer kleiner zu machen. Elektronische Geräte enthalten meistens Mikrochips (winzig kleine, programmierbare Schaltungen). Weitverbreitete elektronische Geräte sind Computer, Smartphones, MP3-Player, Tablets, Digitalkameras, Navis, die Einparkhilfe im Auto oder medizinische Geräte wie Herzschrittmacher.