

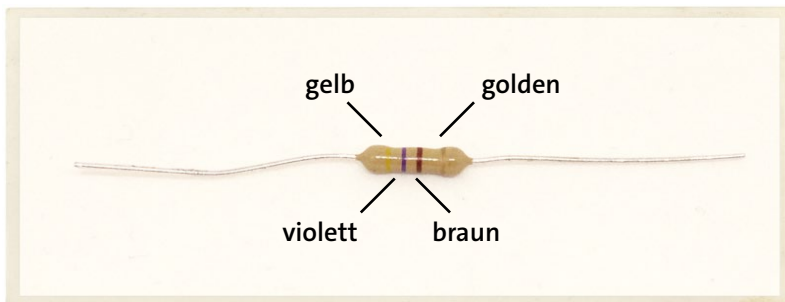


**L**euchtmittel, insbesondere LEDs, werden in der Elektronik sehr häufig verwendet. Manchmal sind es einfach Indikatoren, die anzeigen, ob ein Gerät an oder aus ist, sie können aber auch Teil komplexerer Bauelemente sein, beispielsweise in Computerdisplays. Tatsächlich bestehen manche Displays aus Tausenden von winzigen LEDs.

In diesem Kapitel lernst du, wie die in der Elektronik gebräuchlichsten Bauelemente funktionieren: der Widerstand und die Leuchtdiode (LED). Ich zeige dir, wie du eine LED ins Jenseits beförderst, doch keine Angst: Du lernst auch, wie du LEDs mithilfe von Widerständen am Leben erhältst. In den Projekten dieses Kapitels setzen wir auch ein neues Hilfsmittel – ein sogenanntes *Steckboard* – ein, um Schaltungen zusammenzustecken. Viele Projekte in diesem Buch verwenden Steckboards, und du kannst sie auch nutzen, um eigene coole Projekte darauf aufzubauen.

## Der Widerstand

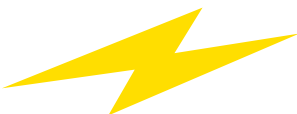
Wie du bereits weißt, wird der freie Stromfluss in einem Stromkreis durch eine Gegenwirkung eingeschränkt. Ein *Widerstand* ist ein Bauelement, das diese Gegenwirkung in einem Stromkreis verkörpert. Je größer der Widerstand im Stromkreis ist, desto geringer ist der fließende Strom.

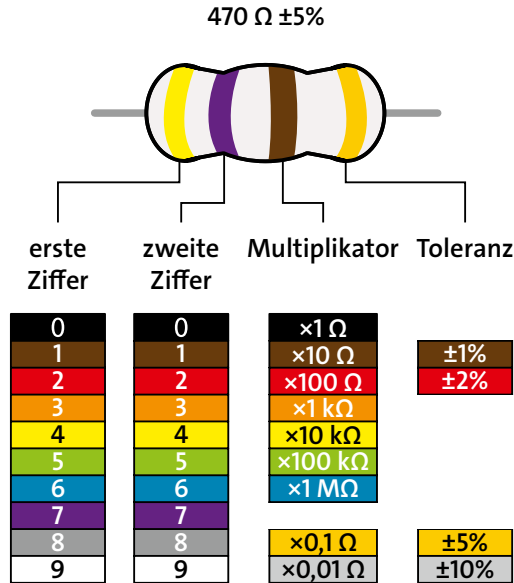


### Farbcodierung von Widerständen



Ein Widerstand ist oftmals mit mehreren Farbringen gekennzeichnet. Anhand der Farben kannst du den Wert des Widerstands ermitteln. Gemessen wird der Widerstand in *Ohm*. Diese Maßeinheit kürzt man mit dem Symbol  $\Omega$  ab, dem griechischen Buchstaben *Omega*. Mehr Ohm bedeutet mehr Widerstand.





Die meisten Widerstände haben vier Farbringe. Von links nach rechts gelesen liefert der erste Ring die erste Ziffer des Widerstandswerts. Im Beispiel ist der erste Ring gelb, die erste Ziffer lautet also 4. Der zweite Ring steht für die zweite Ziffer, im Beispiel violett für 7. Damit erhalten wir 47 als Basiswert. Als Nächstes multiplizieren wir 47 mit dem Wert des dritten Rings – dem *Multiplikator*. Da der braune Ring im Beispiel für »mal 10 Ω« steht, multiplizieren wir 47 mit 10:

$$47 \times 10 \Omega = 470 \Omega$$

**HINWEIS** Wenn ein Widerstand mit fünf statt vier Ringen versehen ist, geben die ersten drei Ringe die Ziffern an und der vierte den Multiplikator.

Der tatsächliche Wert eines Widerstands stimmt aber normalerweise nicht genau mit dem aufgedruckten Wert überein! Das klingt irgendwie verrückt, oder? Es ist relativ schwierig, Widerstände mit genau dem gewünschten Wert herzustellen. Deshalb produziert man Widerstände, deren Werte zumindest in der Nähe der Zielwerte liegen, und gibt an, wie weit der tatsächliche Wert vom aufgedruckten Wert entfernt sein kann.

Hier kommt die *Toleranz* ins Spiel. Unser Beispielwiderstand ist als  $470 \Omega$  mit einer Toleranz von 5 Prozent gekennzeichnet. Das bedeutet, dass der wirkliche Wert des Widerstands jeder Wert im Bereich von 5 Prozent niedriger bis 5 Prozent höher als  $470 \Omega$  sein kann. Da 5 Prozent von 470 etwa 24 ist, liegt der wirkliche Wert des Widerstands irgendwo zwischen  $446 \Omega$  und  $494 \Omega$ .

Normalerweise liegen die drei Farbringe für den Widerstandswert unmittelbar nebeneinander, und der vierte Farbring für die Toleranz ist von dieser Gruppe etwas abgesetzt. Manchmal aber sind die Abstände zwischen allen Ringen gleich und so klein, dass man kaum erkennen kann, welche drei Ringe den Wert angeben. Da aber der vierte Ring zum Glück in der Regel golden oder silbern ist, kannst du getrost davon ausgehen, dass mit diesem Ring die Toleranz gemeint ist.

### Wie man große Werte schreibt

In der Tabelle der Widerstandsfarben steht bei manchen Werten vor dem  $\Omega$ -Symbol ein *k* oder ein *M*. Mit diesen sogenannten Einheiten-vorsätzen lassen sich große Werte einfacher und kürzer schreiben. So ist es bei einem Widerstand von  $300.000 \Omega$  üblich, den Wert als  $300 \text{ k}\Omega$  abzukürzen, wobei *k* für *Kilo* steht und Tausend bedeutet. Das Symbol *M* ist die Abkürzung für *Mega* und bedeutet eine Million. Statt  $3.000.000 \Omega$  schreibt man also  $3 \text{ M}\Omega$ .

### Woraus bestehen Widerstände?

Um einen Widerstand zu erzeugen, könnte man einfach ein wirklich langes Stück von normalem Draht nehmen. Auch Drähte besitzen einen gewissen Widerstand, und je länger der Draht ist, desto höher ist sein Widerstand. Doch es ist nicht gerade wirtschaftlich, den Strom mithilfe von kilometerlangen Drähten zu reduzieren. Besser geeignet ist ein Material wie zum Beispiel Kohlenstoff, das bereits einen hohen Widerstand besitzt. Handelsübliche Widerstände bestehen häufig aus Kohlenstoff, der von einem Isolator umhüllt ist.

## Widerstände wirken auf Strom und Spannung

Auf den ersten Blick mag es so aussehen, dass der Widerstand eine langweilige Angelegenheit ist. Wenn du ihn mit einer Batterie verbindest, siehst du möglicherweise keine Reaktion; der Widerstand erwärmt sich lediglich, und du fragst dich, was daran spannend sein soll. Verwendest du aber einen Widerstand mit einem sehr niedrigen Wert, beispielsweise  $10 \Omega$ , kann er *richtig heiß* werden – heiß genug, um sich daran zu verbrennen –, und die Batterie geht schnell in die Knie.

**WARNUNG** *Einen kleinen Widerstand direkt zwischen Plus- und Minuspol zu schalten, kann bei manchen Batteriearten gefährlich sein. Denn wenn die Batterie genügend Strom liefern kann, geht der Widerstand möglicherweise in Flammen auf. Sei also bitte vorsichtig!*

Wirklich interessant bei Widerständen ist aber, dass du damit die Spannungen und Ströme in deiner Schaltung ändern kannst! Du wirst also zum Meister deiner Schaltung und entscheidest, wie sie sich verhalten soll.

## Das Ohmsche Gesetz - eine Einführung

Der Schlüssel dazu, Strom und Spannung in einer Schaltung zu steuern, ist eine Formel, die als *Ohmsches Gesetz* bezeichnet wird. Es setzt Widerstand, Spannung und Strom wie folgt in Beziehung zueinander:

$$U = I \times R$$

Die Buchstaben haben dabei folgende Bedeutung:

$U$  Spannung, gemessen in Volt (V)

$I$  Strom, gemessen in Ampere (A)

$R$  Widerstand, gemessen in Ohm ( $\Omega$ )

Mit diesen Definitionen liest sich das Ohmsche Gesetz so: »Spannung ist gleich Strom mal Widerstand.« Das Ohmsche Gesetz kannst du auch in den beiden folgenden Formen schreiben:

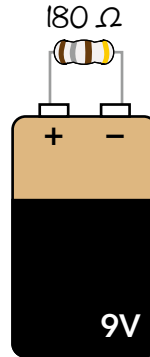
$$R = \frac{U}{I} \qquad I = \frac{U}{R}$$

Wenden wir das Ohmsche Gesetz an. Stell dir vor, du hast einen Widerstand und eine 9-V-Batterie. Durch den Widerstand soll ein Strom von 0,05 A fließen. Wie groß muss der Widerstand sein? Dies lässt sich mit dem Ohmschen Gesetz herausfinden:

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

$$R = \frac{9 \text{ V}}{0,05 \text{ A}}$$

$$R = 180 \Omega$$



Wenn du die Spannung der Batterie (9 V) durch den Strom, der durch den Widerstand fließen soll (0,05 A), dividierst, erhältst du einen Wert von 180 Ω für den Widerstand.

## Projekt #7: Zerstören wir eine LED!

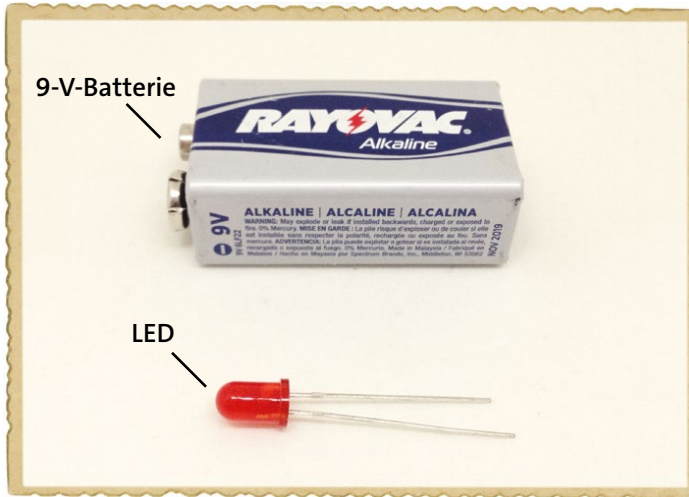
In fast allen elektronischen Geräten findest du LEDs, die ich in Kapitel 3 beschrieben habe. Wo LEDs eingebaut sind, gibt es auch Widerstände. Sieh dich bei dir zu Hause um. Es ist sehr wahrscheinlich, dass du einige LEDs findest, beispielsweise am Computer, an der Waschmaschine, am Fernseher oder am WLAN-Router. Siehst du blinkende Lichter, wenn du Tasten drückst? Das sind höchstwahrscheinlich LEDs in Reihe mit Widerständen.

In »Projekt #6: Ein Licht mit Zitronenkraft einschalten« (Seite 58) hast du eine LED einfach mit deiner Selbstbauzitronenbatterie verbunden und fertig! In den meisten Schaltungen musst du aber etwas mehr Aufwand treiben, um sicherzustellen, dass die LEDs nicht kaputtgehen. Wenn nämlich zu viel Strom durch eine LED fließt, erhitzt sie sich stark und brennt schließlich durch. Die Zitronenbatterie war zu schwach, der von ihr gelieferte Strom konnte der LED nicht schaden.

Natürlich könnte ich das immer wieder herbeten, doch die Dinge in der Praxis auszuprobieren, ist beste Weg zum Lernen! Ich musste selbst einige LEDs ins Jenseits befördern, bevor ich akzeptiert hatte, dass ich sie nicht direkt ohne Serienwiderstand an eine Batterie anschließen darf. Die gleiche

Erfahrung sollst du nun auch machen. Deshalb wirst du in diesem Projekt eine LED zerstören!

## Einkaufszettel

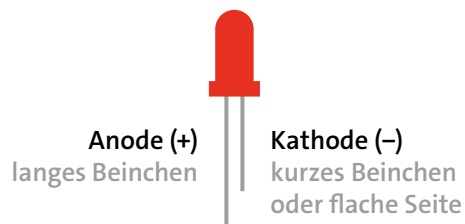


- ▶ eine **Standard-LED**
- ▶ eine **9-V-Blockbatterie**, um die Schaltung zu betreiben

## Schritt 1: Die Anschlüsse einer LED identifizieren

Wenn du dir die LED genauer ansiehst, wirst du feststellen, dass der eine Anschluss länger als der andere ist. LEDs sind *gepolt*, d.h., der Strom kann nur durch eine LED fließen, wenn sie in der Schaltung richtig herum eingebaut ist. Das längere Beinchen ist die sogenannte *Anode*; das ist der Anschluss, den du mit dem Pluspol der Batterie verbindest. Das kürzere Beinchen heißt Kathode; diesen Anschluss verbindest du mit dem Minuspol der Batterie.

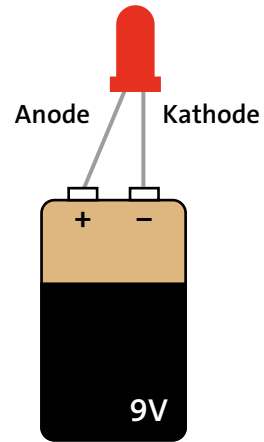
Bei manchen LEDs sind die Anschlüsse gleich lang. In diesem Fall ist die Kathode durch eine abgeflachte Stelle am Gehäuse der LED gekennzeichnet, d.h., der Anschluss an der abgeflachten Seite ist die Kathode.



## Schritt 2: Zerstöre diese LED!

Damit du dir die Finger nicht verbrennst, hältst du die LED an einem der Beinchen fest. Stelle dann die 9-V-Batterie auf den Tisch und halte die Beinchen der LED direkt an die Batterieanschlüsse.

Die LED sollte für einen kurzen Moment hell aufleuchten, heiß werden und dann dunkel werden. Teile der LED können jetzt tatsächlich schwarz aussehen. Glückwunsch: Du hast gerade deine erste LED kaputtgemacht!



**HINWEIS** *Bei manchen LEDs dauert es nur eine Sekunde, bis sie ausfallen, wenn man sie direkt an eine Batterie anschließt. Andere LEDs leuchten mehrere Sekunden.*

## Schritt 3: Was ist, wenn mit der LED nichts passiert?

Wenn nichts passiert, gibt es drei wahrscheinliche Ursachen:

- ▶ Du hast die LED verkehrt herum angeschlossen.
- ▶ Die LED ist bereits kaputt.
- ▶ Die Batterie ist erschöpft.

Schließe die LED zunächst in umgekehrter Richtung an die Batterie an. Wenn du dir sicher bist, dass sie in der richtigen Weise angeschlossen ist, dann ist entweder die LED bereits kaputt oder die Batterie verbraucht. Ersetze dann zuerst die Batterie, und wenn das nicht hilft, ersetze die LED. Jetzt solltest du in der Lage sein, die LED zu zerstören.

## Wie man eine LED richtig verwendet

Auch wenn es ganz unterhaltsam ist, LEDs zu zerstören, ist es besser zu wissen, wie man es *vermeidet*, dass LEDs kaputtgehen. Deine LED ist durchgebrannt, weil zu viel Strom durch sie geflossen ist. Doch mit deinem zuverlässigen Freund, dem Widerstand, kannst du das verhindern. Widerstände wirken dem Stromfluss entgegen, und wenn du den richtigen Widerstandswert auswählst, begrenzen sie den Strom gerade auf die richtige Größe für deine LED.



### Wie man kleine Werte schreibt

In Elektronikprojekten hat man es oftmals mit sehr kleinen Werten zu tun, insbesondere wenn es darum geht, Ströme zu messen oder zu berechnen. Zum Beispiel liegen die meisten Stromwerte in den Schaltungen dieses Buches unterhalb von 0,1 A und viele näher an 0,02 A. Um diese Werte einfacher notieren zu können, verwendet man den Einheitenvorsatz *Milli*, der mit dem Symbol m abgekürzt wird und ein Tausendstel bedeutet. Somit ist 1 mA gleich 0,001 A. Da 1.000 mA das Gleiche ist wie 1 A, kann man 0,02 A auch als 20 mA und 0,1 A als 100 mA schreiben.

## Die LED mit einem Widerstand schützen

In einer Schaltung sollte man eine LED normalerweise mit einem Serienwiderstand betreiben. Natürlich gibt es Widerstände mit den verschiedensten Werten, und man muss schon ein wenig rechnen, um den richtigen Widerstand für die jeweilige Schaltung zu finden.

Die meisten Standard-LEDs benötigen eine Spannung von ungefähr 2 V und einen Strom von etwa 20 mA, um normal zu leuchten. Diese beiden Werte und die Spannung deiner Batterie sind alles, was du für die Berechnung des richtigen Widerstands brauchst. Setze diese Werte einfach in die folgende Formel ein:

$$R = \frac{U_{\text{BAT}} - U_{\text{LED}}}{I_{\text{LED}}}$$

Wenn dir diese Formel bekannt vorkommt, dann deshalb, weil sie tatsächlich nur eine andere Version des Ohmschen Gesetzes ist. Die beiden  $U$  und das  $I$  bezeichnen nach wie vor Spannung und Strom, wobei aber  $U_{\text{BAT}}$  die Batteriespannung,  $U_{\text{LED}}$  die von der LED zum Leuchten benötigte Spannung (oftmals 2 V) und  $I_{\text{LED}}$  der von der LED benötigte Strom (oftmals 20 mA) sind. Diese Formel ist wie folgt zu lesen: »Um den Widerstand zu ermitteln, subtrahierst du die LED-Spannung von der Batteriespannung und dividierst das Ergebnis durch den LED-Strom.«

## Den erforderlichen Widerstand berechnen

Nehmen wir an, du hast eine 9-V-Batterie, einen Widerstand und eine Standard-LED. Welchen Wert sollte der Serienwiderstand haben? Mithilfe der Formel aus dem vorherigen Abschnitt berechnest du den Widerstand in folgenden Schritten:

$$\textcircled{1} \quad R = \frac{U_{\text{BAT}} - U_{\text{LED}}}{I_{\text{LED}}}$$

$$\textcircled{3} \quad R = \frac{7 \text{ V}}{0,02 \text{ A}}$$

$$\textcircled{2} \quad R = \frac{9 \text{ V} - 2 \text{ V}}{20 \text{ mA}}$$

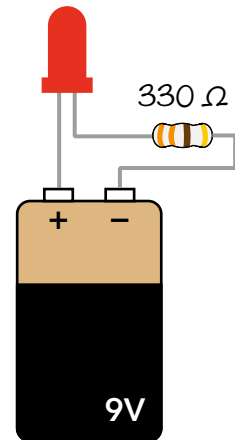
$$\textcircled{4} \quad R = 350 \, \Omega$$

Du brauchst also einen Widerstand von  $350 \, \Omega$ , um den richtigen Strom, der durch die Schaltung fließen soll, einzustellen.

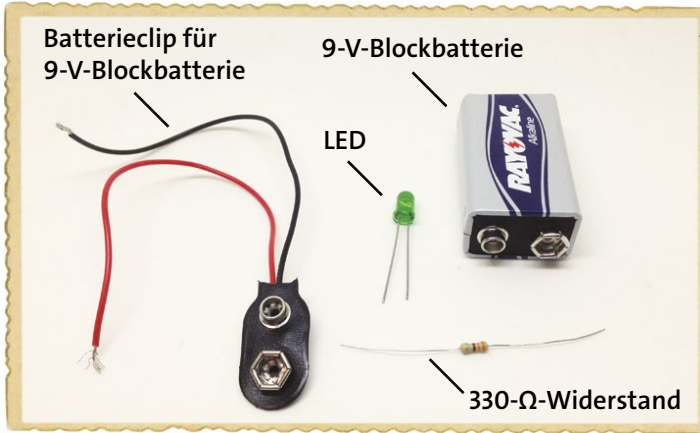
## Projekt #8: Eine LED betreiben

Wir wollen nun eine Standard-LED mit einem Schutzwiderstand ansteuern, damit die LED nicht durchbrennt. Wie wir eben berechnet haben, ist ein Widerstand von  $350 \, \Omega$  erforderlich, um eine LED an einer 9-V-Batterie zu betreiben.

Doch wie ich im Abschnitt »Farbcodierung von Widerständen« (Seite 70) erläutert habe, entsprechen die Standardwerte von Widerständen nicht immer genau dem benötigten Wert. Wenn du einen  $350\text{-}\Omega$ -Widerstand kaufst, hat er nicht unbedingt den Wert  $350 \, \Omega$ , sondern vielleicht  $370 \, \Omega$ . Und nicht alle Widerstandswerte sind stets greifbar. Für einen Widerstand in einer LED-Schaltung spielt der genaue Wert aber auch keine Rolle. Zum Glück, denn in einem Standardsortiment wirst du kaum einen  $350\text{-}\Omega$ -Widerstand finden. Stattdessen kannst du einen  $330\text{-}\Omega$ -Widerstand nehmen. Das ist ein Standardwert, der leichter aufzutreiben ist.



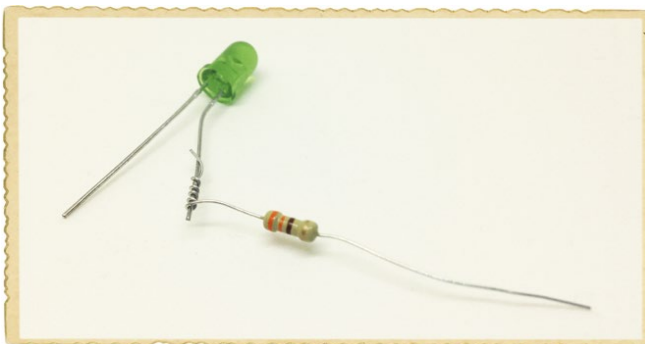
## Einkaufszettel



- ▶ eine **9-V-Blockbatterie**, um die Schaltung zu betreiben
- ▶ ein **Batterieclip für eine 9-V-Blockbatterie**, um die Batterie mit der Schaltung zu verbinden
- ▶ eine **Standard-LED**
- ▶ ein **330-Ω-Widerstand**, um den Strom durch die LED zu begrenzen

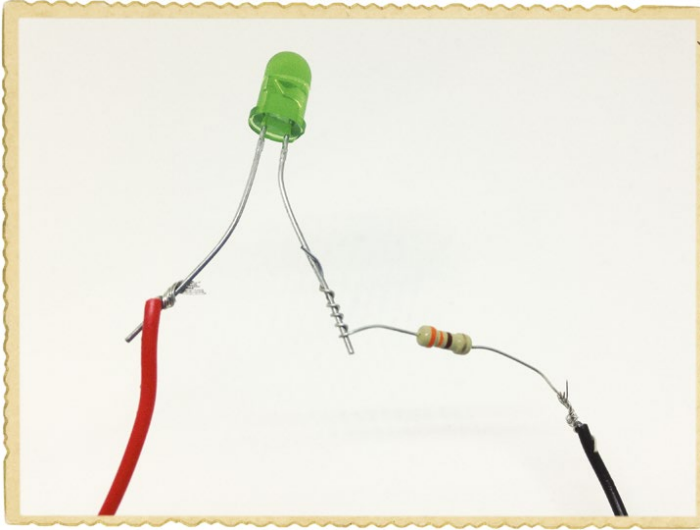
## Schritt 1: Widerstand und LED miteinander verbinden

Verbinde zuerst das kurze Beinchen – die Kathode – der LED mit einer Seite des Widerstands. Welche Seite des Widerstands du nimmst, spielt keine Rolle; wickle einfach den Anschlussdraht des Widerstands um das Beinchen der LED.



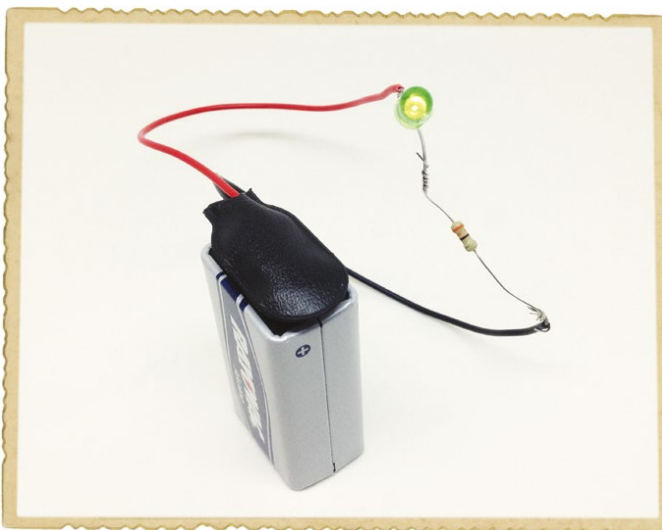
## Schritt 2: Den Batterieclip verdrahten

Zunächst verdrillst du den roten Anschluss des Batterieclips mit dem langen Beinchen der LED und dann den schwarzen Draht mit der noch nicht verbundenen Seite des Widerstands.



## Schritt 3: Es werde Licht!

Wenn du nun die Batterie auf den Clip steckst, sollte die LED leuchten!



## Schritt 4: Was tun, wenn die LED nicht funktioniert?

Wenn deine LED nicht leuchtet, klemmst du zuerst die Batterie ab und überprüfst, ob die Bauelemente genauso wie in den Schritten 1 bis 3 beschrieben miteinander verbunden sind. Es kann hilfreich sein, wenn dir jemand bei der Verdrahtungskontrolle assistiert; frage beispielsweise deine Eltern, Geschwister oder Freunde.

Sehen die Verbindungen ordnungsgemäß aus und die LED bleibt immer noch dunkel, kontrollierst du noch einmal genau, wie herum die LED eingebaut ist; fast jeder, der Elektronikprojekte aufbaut, hat mindestens schon einmal eine LED verkehrt herum angeschlossen. Das lange Beinchen ist die Anode, und in diesem Projekt sollte sie mit dem Pluspol der Batterie verbunden sein.

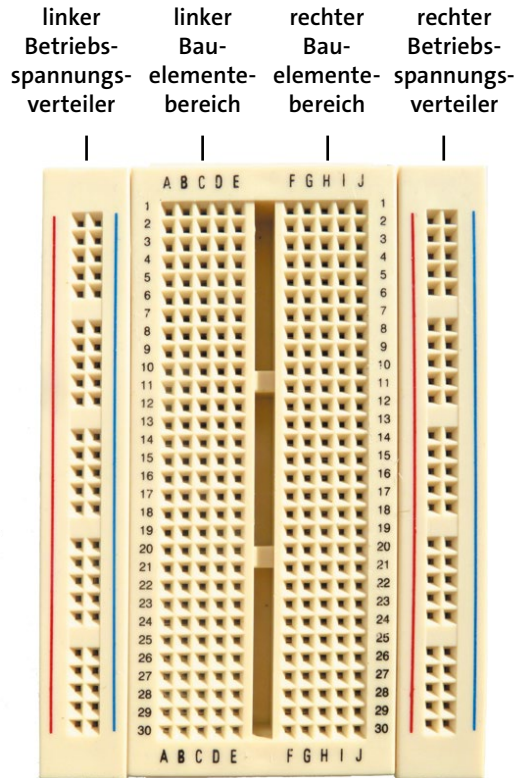
## Schaltungen auf einem Steckboard aufbauen

Bis jetzt hast du Verbindungen mit Isolierband fixiert oder die Bauelementanschlüsse miteinander verdreht. Allerdings ist das unpraktisch, wenn eine Schaltung nicht nur aus zwei oder drei Bauelementen besteht. Mit einem *Steckboard* lassen sich die Verbindungen leichter herstellen. Die Bauelemente steckt man in die Löcher des Steckboards, um Schaltungen aufzubauen. Wenn man die Schaltung nicht mehr benötigt, kann man einfach alle Bauelemente wieder herausziehen und in anderen Projekten wiederverwenden!

## Wie man Bauelemente und Drähte verbindet

Im Inneren eines Steckboards verbinden Metallstreifen die Kontaktlöcher, die man von außen sieht, in einem bestimmten Muster. Sehen wir uns ein Steckboard mit vier Verbindungsbereichen an – zwei Verteilern für die Versorgungsspannung und zwei Bereichen für Bauelemente.

In den Verteilern für die Versorgungsspannung auf beiden Seiten sind alle Löcher in jeder *Spalte* miteinander verbunden. Normalerweise steckt man den Pluspol der *Stromversorgung* – wie zum Beispiel bei den bisher verwendeten Batterien – in die roten Spalten und den Minuspol der Stromversorgung in die blauen Spalten. Im gesamten Buch bezeichne ich die Spalte, die mit einer roten Linie markiert ist, als *positiven Verteiler* und die Spalte, die mit einer blauen Linie gekennzeichnet ist, als *negativen Verteiler*.



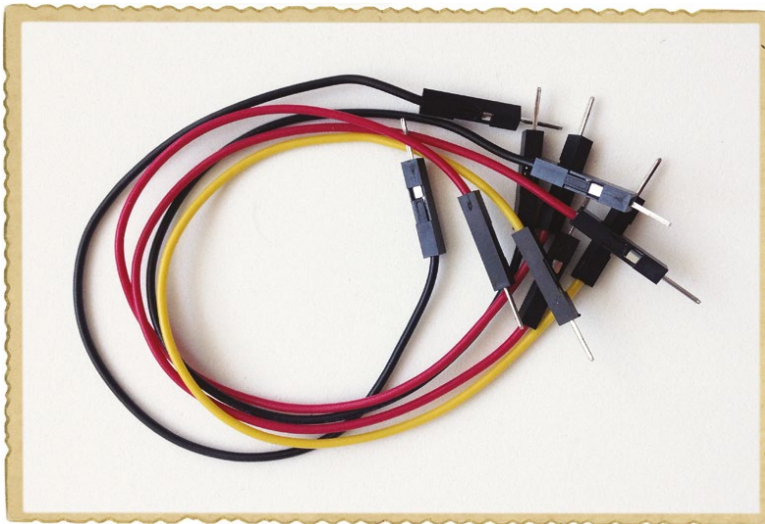
In den Bauelementebereichen sind alle Löcher in jeder *Zeile* untereinander verbunden, die Spalten sind nicht verbunden. Die linken und rechten Bauelementebereiche sind getrennt, zwischen ihnen besteht keine Verbindung. Zum Beispiel sind die Löcher A, B, C, D und E in Zeile 1 und die Löcher F, G, H, I und J in Zeile 1 miteinander verbunden. Es gibt aber keine Verbindung zwischen den Löchern E und F in Zeile 1.

Um ein Bauelement in ein Steckboard zu stecken, drückst du es einfach in das Loch, wo du die Verbindung haben möchtest. Soll zum Beispiel die eine Seite eines Widerstands mit der positiven Seite einer LED verbunden werden, steckst du einfach sowohl den Anschluss vom Widerstand als auch das Beinchen von der LED in zwei Löcher derselben Zeile im linken oder rechten Bauelementebereich. Hast du zwei Bauelementeanschlüsse oder Drähte, die nicht verbunden sein sollen, achte einfach darauf, dass sie entweder in verschiedenen Zeilen eines Bauelementebereichs oder in gegenüberliegenden Bauelementebereichen stecken.

## Drähte für ein Steckboard

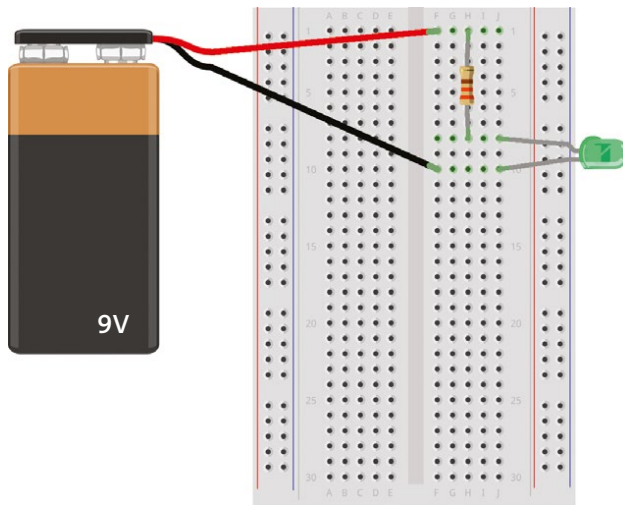
Irgendwann wirst du eine Zeile auf deinem Steckboard mit einer anderen Zeile verbinden. Hierfür nimmst du einen Draht, wobei aber nicht alle Drahtsorten für ein Steckboard geeignet sind. Der Draht muss steif genug sein, dass du ihn in das Loch stecken kannst, ohne ihn zu verbiegen, und er muss dick genug sein, damit er fest an den Kontaktfedern im Loch des Steckboards anliegt, ohne herauszufallen. Um Schaltungen auf einem Steckboard aufzubauen, sind *einadrige* Drähte am besten geeignet, weil sie eine massive Seele besitzen und nicht aus vielen winzigen Drähten bestehen, die miteinander verdreht sind. Der richtige Drahtdurchmesser hängt vom jeweiligen Steckboard ab, wobei in der Regel Durchmesser von 0,4 bis 0,7 mm passen sollten. Es gibt fertig zugeschnittene und abisolierte Drähte speziell für Steckboards zu kaufen, doch mit einem Seitenschneider kannst du deine Drähte auch selbst zuschneiden und abisolieren.

Eine andere Möglichkeit ist es, *Steckbrücken* zu verwenden. Die Drähte sind mit steifen Endstücken versehen, die sich gut in ein Steckboard einstecken lassen. Willst du auf einem Steckboard viele Schaltungen aufbauen (und das solltest du!), halte ein ganzes Bündel von Steckbrücken bereit, um dir die Arbeit zu erleichtern.



## Projekt #9: Deine erste Steckboard-Schaltung

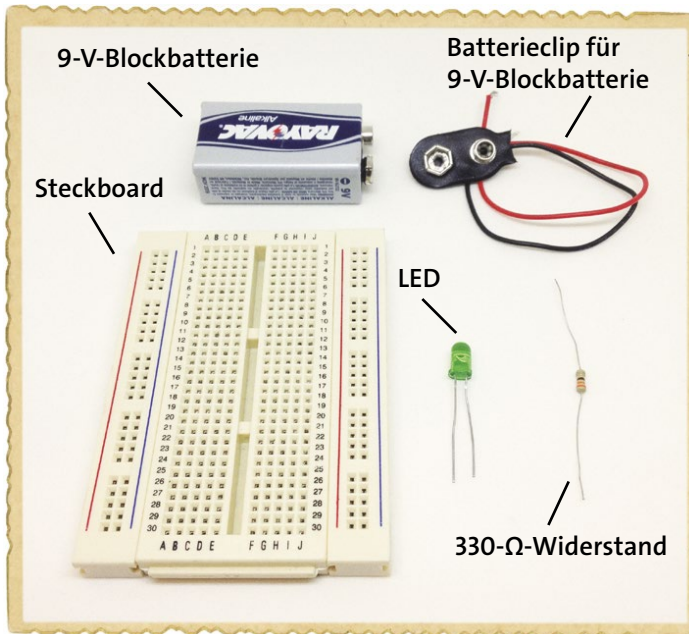
Verbinden wir nun eine einfache Schaltung auf einem Steckboard! Genau wie in »Projekt #8: Eine LED betreiben« auf Seite 78 bringt diese Schaltung eine LED zum Leuchten, doch diesmal bauen wir die Schaltung auf einem Steckboard auf. In diesem Projekt machen wir keinen Gebrauch von den Verteilerleisten an den Seiten des Steckboards, weil es bei dieser einfachen Schaltung sinnvoller ist, alles im Bauelementebereich zu verbinden.



### Einkaufszettel

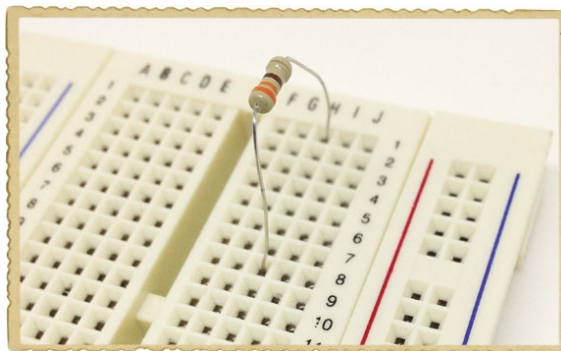
- ▶ ein **Steckboard** mit mindestens 30 Kontaktreihen
- ▶ eine **9-V-Blockbatterie**, um die Schaltung zu betreiben
- ▶ ein **Batterieclip für eine 9-V-Blockbatterie**, um die Batterie mit der Schaltung zu verbinden
- ▶ eine **Standard-LED**
- ▶ ein **330-Ω-Widerstand**, um den Strom durch die LED zu begrenzen





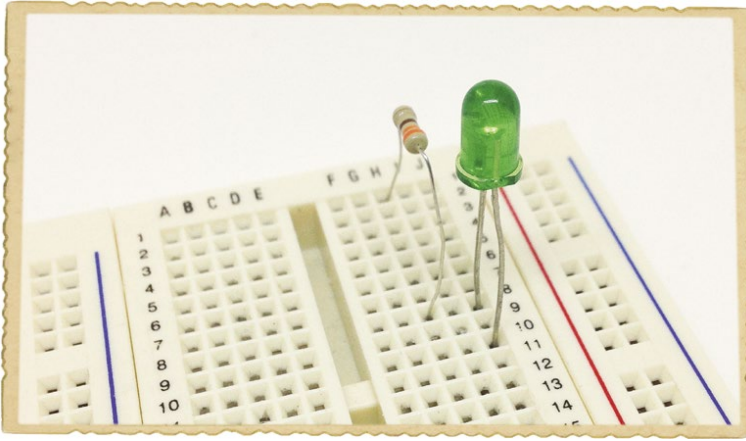
## Schritt 1: Den Widerstand platzieren

Stecke zuerst ein Beinchen des Widerstands in Reihe 1 und das andere in Reihe 8.



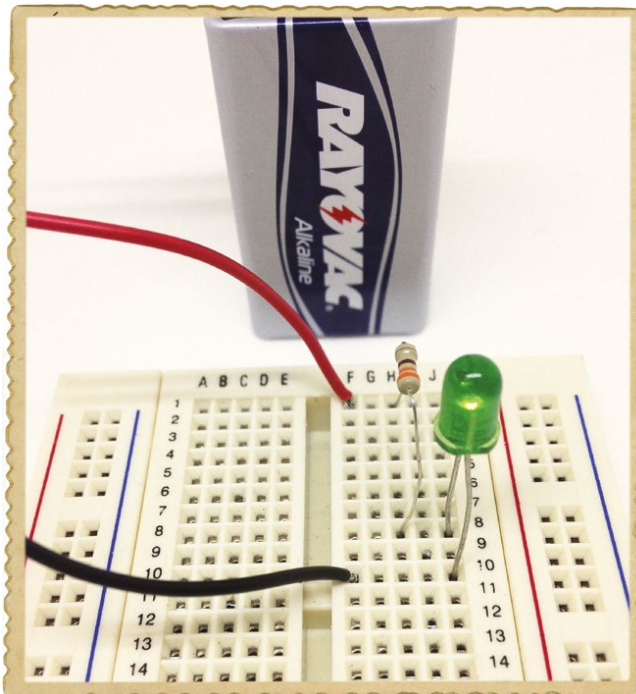
## Schritt 2: Die LED platzieren

Wie du inzwischen weißt, sind LEDs gepolte Bauelemente und müssen richtig herum angeschlossen werden, damit sie funktionieren. Stecke das lange Beinchen der LED in Reihe 8, in der sich bereits der eine Widerstandsanschluss befindet. Das andere Beinchen der LED steckst du in Reihe 10.



### Schritt 3: Den Batterieclip platzieren

Schließe nun die Batterie an die LED und den Widerstand an. Verbinde den roten Draht des Batterieclips mit Reihe 1 und den schwarzen Draht mit Reihe 10. Wenn du dann die Batterie in den Clip steckst, sollte deine LED leuchten!



## Schritt 4: Was tun, wenn das nicht funktioniert?

Falls die LED nicht leuchtet, ziehst du zuerst die Batterie ab. Prinzipiell solltest du bei jeder Änderung an einer Schaltung immer zuerst die Batterie abklemmen. Kontrolliere dann, ob das kurze Beinchen der LED mit der negativen Seite der Batterie verbunden ist.

Wenn die LED nicht leuchtet, obwohl sie richtig herum eingebaut ist, überprüfst du, ob deine Bauelemente genau wie in den Schritten 1 bis 3 beschrieben verbunden sind. Stecken das lange Beinchen der LED und einer der Widerstandsanschlüsse in Reihe 8? Führt der Pluspol der Batterie zur selben Reihe wie der andere Widerstandsanschluss? Befindet sich der Draht vom Minuspol der Batterie in Reihe 10 zusammen mit dem kurzen LED-Beinchen? Bitte auch jemanden, sich die Schaltung anzusehen. Außenstehende erkennen ein Problem oftmals leichter.

## Was kommt als Nächstes?

In diesem Kapitel hast du zwei sehr gebräuchliche Bauelemente kennengelernt: den Widerstand und die Leuchtdiode (LED). Außerdem weißt du jetzt, wie du mit dem Ohmschen Gesetz die Werte von Widerstand, Strom und Spannung berechnen kannst. Dieses Wissen bildet die Grundlage für viele Aspekte der Elektronik, denen du noch in diesem Buch begegnen wirst.

Das Steckboard, das in diesem Kapitel vorgestellt wurde, ist ein nützliches Hilfsmittel. Um etwas Übung beim Aufbau von Schaltungen auf einem Steckboard zu bekommen, solltest du versuchen, die weiter vorn in diesem Buch vorgestellten Projekte auf dem Steckboard aufzubauen, d.h. ohne Klebeband! Wie würdest du beispielsweise »Projekt #2: Einbruchsalarm« (Seite 11) auf einem Steckboard aufbauen?

Im nächsten Kapitel lernst du zwei weitere Bauelemente kennen: den Kondensator und das Relais. Dann zeige ich, wie du eine meiner Lieblingsschaltungen aufbaust – eine Blinklichtschaltung!

