LED-Geist mit leuchtenden Augen

In diesem Projekt baust du ein gruseliges Gespenst mit rot leuchtenden Augen – perfekt für Halloween.

Eigentlich kann man ein kleines Gespenst immer gebrauchen, nicht nur zu Halloween. Auch einfach so ins Zimmer gehängt, verbreitet es abends Glanz in der Hütte. Und ist gar nicht so besonders schrecklich anzusehen!

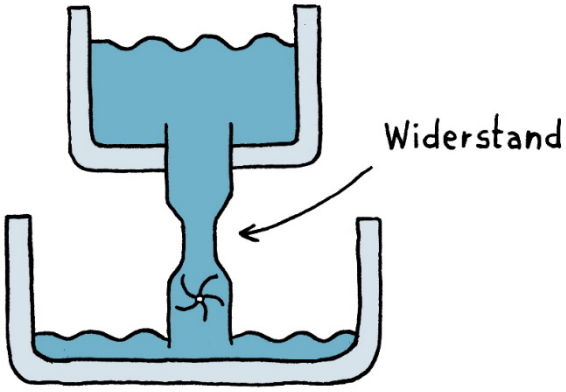
Ein zentrales Bauteil kommt ja schon im Titel dieses Kapitels vor: die LED. Wie man sie zum Leuchten bringt, das weißt du ja schon aus dem Projekt »Glückwunschkarte«. Wir wollen diesmal aber eine stärkere Batterie verwenden (9V anstatt 3V), damit dein Gespenst länger lebt und du nicht so häufig die Batterie wechseln musst. Außerdem wollen wir später mehr als eine LED damit betreiben. Durch die viel zu große Stromstärke der 9V-Batterie würde eine LED allerdings kaputt gehen, wenn wir sie direkt an die Batterie hielten.

Was können wir also tun?

Der Widerstand

Zum Glück gibt es ein Bauteil, das die Stromstärke reduziert. Es heißt »Widerstand«.

Mit Hilfe unseres Wassermodells kannst du dir das so vorstellen, dass der Widerstand den Querschnitt des Wasserrohrs reduziert. Die Wasserteilchen müssen sich durch die Engstelle hindurchquetschen und verlieren an Schwung. Dadurch kann im Vergleich zum Rohr ohne Verengung nur eine reduzierte Menge Wasser (Strom) in einer bestimmten Zeit durch das Rohr fließen.



Den Zusammenhang zwischen Widerstand, Spannung und Stromstärke kann man auch in einer Formel ausdrücken. In der Formel nennen wir den Widerstandswert R (wegen des englischen Worts *resistor* für Widerstand), den Spannungswert U und den Wert der Stromstärke I. Es gilt dann in einem einfachen Stromkreis das Gesetz: R = U/I. Das bedeutet, der Widerstandswert ist gleich dem Ergebnis der Division von Spannungswert geteilt durch Stromstärke.

Weil man die Spannung U in Volt (V) misst, und die Stromstärke I in Ampere (A), ergibt sich, dass man den Widerstand U/I in der Einheit V/A misst. Der Widerstand ist allerdings eine so wichtige Größe, dass man der Einheit V/A den Namen *Ohm* gegeben hat (nach dem Entdecker des Gesetzes, dem Forscher Georg Simon Ohm). Das Gesetz heißt daher auch *Ohmsches Gesetz*. Häufig wird die Einheit Ohm durch den griechischen Buchstaben Omega (Ω) abgekürzt.

Das Ohmsche Gesetz

Das Ohmsche Gesetz lernst du als angehender Elektronik-Profi am besten auswendig. Du wirst es immer wieder brauchen. Am besten, du merkst dir dafür den Kosenamen »**RUDI**« (R gleich U Durch I). Wenn du schon gelernt hast, wie man Brüche umformt, dann weißt du, dass $R = \frac{U}{I}$ das gleiche bedeutet wie:

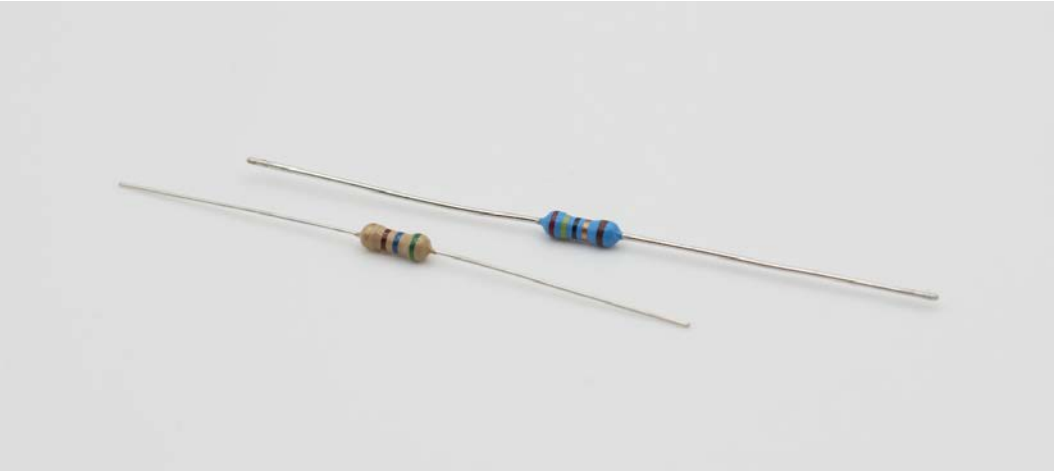
$$U = R * I \qquad \text{und}$$

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

Wenn du das noch nicht in der Schule hattest, dann glaubst du es uns jetzt einfach.

Aus der letzten Gleichung kannst du schlussfolgern, dass die Stromstärke gleichbleibt, wenn du mit der Spannung U gleichzeitig auch den Widerstand R entsprechend erhöhst.

Der Widerstand selbst ist außen aus Keramik, hat die Form einer kleinen Walze und ist mit bunten Ringen bemalt. Das macht man nicht, um einen Widerstand hübsch aussehen zu lassen, sondern die Ringe geben an, wie stark der Widerstand ist. Jede Farbe steht für eine Ziffer und die Ziffern müssen aneinandergehängt werden, um den Wert des Widerstands zu erhalten. Wie das genau funktioniert, steht im Kasten »Rätselhafte Farbringe«.



Falls du keine Lust hast, jedes Mal ein Rätsel zu lösen, wenn du den Wert eines Widerstands bestimmen willst, kannst du den Wert auch einfach mit dem Multimeter messen: Stelle dein Multimeter auf Ohm (bzw. Ω) und drücke die beiden Anschlussbeinchen des Widerstands an die beiden Messspitzen. Nun wird dir der Wert auf dem Display angezeigt (entweder in Ω, bei kleinen Widerständen in mΩ, bei großen in kΩ).

Rätselhafte Farbringe
Warum überhaupt gibt es die Farbringe auf dem Widerstand? Früher hat man den Wert eines Widerstands direkt auf das Bauteil gedruckt. Und dann gemerkt, dass man die Zahl nicht immer lesen kann, wenn der Widerstand erstmal auf die Platine gelötet war – meistens mit der Zahl nach unten. Farbringe kann man von allen Seiten erkennen. Aber man muss sie auch deuten können! Dafür gibt es die Farbcodetabelle.

Farbe		1. Ring	2.(3.) Ring	3.(4.) Ring	4.(5.) Ring
		1. Ziffer	**2. Ziffer**	**Multiplikator**	**Toleranz**
----------	Keine	--------	--------	----------	± 20 %
	Silber	--------	--------	0,01 Ω	± 10 %
	Gold	--------	--------	0,1 Ω	± 5 %
	Schwarz	--------	0	1 Ω	----------
	Braun	1	1	10 Ω	± 1 %
	Rot	2	2	100 Ω	± 2 %
	Orange	3	3	1 $k\Omega$	----------
	Gelb	4	4	10 $k\Omega$	----------
	Grün	5	5	100 $k\Omega$	± 0,5 %
	Blau	6	6	1 $M\Omega$	± 0,25 %
	Violett	7	7	10 $M\Omega$	± 0,1 %
	Grau	8	8	100 $M\Omega$	± 0,05 %
	Weiß	9	9	1 $G\Omega$	----------

Es gibt meistens vier oder fünf Ringe. Ein Ring an einem Ende hat einen etwas größeren Abstand zum Nachbarn als der andere Ring am anderen Ende. Der Ring mit dem Abstand markiert die rechte Seite. Bei vier Ringen entsprechen von links gesehen die ersten beiden Farben einem Zahlenwert, der dritte steht für eine Zahl (genannt Multiplikator), mit der der Zahlenwert multipliziert wird und der letzte Ring gibt die Herstellungstoleranz an. Bei fünf Ringen hat man drei Ringe für den Zahlenwert.

Wir errätseln ein Beispiel: Zu ermitteln ist der Widerstand mit den Farben Gelb-Violett-Rot-Silber. Die beiden ersten Ziffern sind 4 (Gelb) und 7 (Violett). Die reihst du aneinander: 47. Diese Zahl musst du nun mit dem Multiplikator (Farbe des dritten Rings) multiplizieren. Die Farbe ist Rot, also ist der Multiplikator 100 Ω. Du erhältst als Wert: 47 * 100 Ω = 4.700 Ω = 4,7 kΩ.

Das war es im Grunde schon. Was sagt uns jetzt noch der vierte Ring? »Toleranz«, was ist das denn? Dieser Ring gibt an, wie genau der Wert eigentlich ist. Ein silberner Ring bedeutet 10% Genauigkeit. Das heißt, der Wert darf in jeder Richtung 10% (also 1/100) vom angegebenen Wert abweichen, also etwas kleiner oder größer sein.

Falls du nicht so gerne rechnest: Es gibt Farbcodekonverter im Internet oder als App (beispielsweise Electrodroid), wo du Farben anklicken kannst und als Ergebnis den Wert erhältst.

Welchen Widerstand brauchen wir denn nun für unsere LED?

Wenn du noch nicht gelernt hast, mit Brüchen zu rechnen, dann verraten wir es dir hier: Es muss ein Widerstand von 270 Ω genommen werden.

Wenn du Bruchrechnung schon ein bisschen kennst und es dich interessiert, wie wir darauf kommen, dann lies den Kasten »Vorwiderstand einer LED ausrechnen«.

Vorwiderstand einer LED ausrechnen

Wir können das Ohmsche Gesetz (in der Form »RUDI«) nutzen, um den Wert des Widerstands zu berechnen, der die Stromstärke für eine LED reduziert. Man nennt so einen Widerstand den *Vorwiderstand* der LED.

Aus dem Ohmschen Gesetz erhalten wir die Gleichung zur Berechnung des Vorwiderstands R_V: wir müssen die Spannung am Vorwiderstand $U_R$durch die Stromstärke I der LED teilen.

$$\text{Vorwiderstand } R_V = \frac{\text{Spannung am Vorwiderstand } U_R}{\text{Stromstärke } I \text{ der LED}}$$

Die Stromstärke I beträgt bei einer normalen roten LED 30 mA, das sind 0,03 A. Den Wert der Spannung U_R am Vorwiderstand können wir folgendermaßen berechnen: Wir ziehen von den 9V Batteriespannung die Spannung ab, die die LED braucht. Das sind ungefähr 1,6 V.

$$U_R = 9V - 1{,}6\,V$$

$$U_R = 7{,}4\,V$$

Nun können wir mit dem Ohmschen Gesetz (»RUDI«) den Wert berechnen, den der Vorwiderstand haben sollte, damit die Betriebsspannung für die LED um 7,4 V reduziert wird.

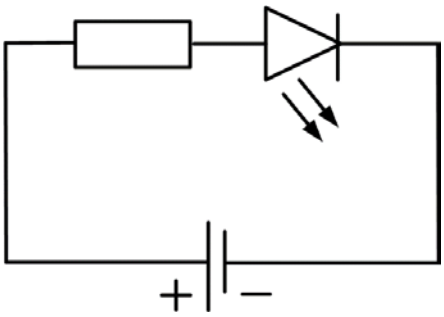
$$R_V = \frac{U_R}{I} = \frac{7{,}4\,V}{0{,}03\,A} = \frac{740\,V}{3\,A} \approx 247\,\Omega$$

Ein Vorwiderstand für eine rote LED sollte also einen Wert von 247 Ω haben. Einen Widerstand mit dem exakten Wert zu finden, wird uns nicht gelingen, da es für Widerstände bestimmte feste Werte gibt. Wir wählen sicherheitshalber den nächstgrößeren Widerstandswert und nehmen einen Widerstand von 270 Ω.

Führe das folgende Experiment durch, um zu verstehen, wie der Widerstand als Vorwiderstand für die LED funktioniert.

Experiment »Eine LED und ihr Vorwiderstand«

In diesem Experiment wird eine rote LED in Reihe mit einem Widerstand geschaltet, damit die LED nicht kaputt geht, wenn wir die 9V-Batterie anschließen. Der Schaltplan zeigt den Stromkreis mit Batterie, einer LED und dem Widerstand. Das ist das rechteckige Schaltsymbol.



Du brauchst:

✓ ein **Steckbrett**

Reichelt / STECKBOARD S4 / 4,25€

Segor / Protoboard 400 / 4,80€

Conrad / Steckbrett B.nr.: 802556391 – YS / 2,45 €

✓ eine **9V-Blockbatterie** (aus dem Supermarkt für ca. 1,00 €)

✓ einen **Batterieclip** für eine 9V Blockbatterie

Segor / Batterieclip I-Form/ 0,40 € ab 10 Stück

Reichelt / Batterieclip Art.-Nr.: CLIP HQ9V / 0,67 € pro Stück

Pollin / Druckknopfanschluss B.nr. 270188 / 0,21 € ab 10 Stück

✓ eine **rote LED** (Betriebsspannung ca. 1,6–2 V)

Reichelt / Artikel-Nr.: LED 5MM RT, 20mA/ 0,07 €

✓ einen **Widerstand 270 Ω**

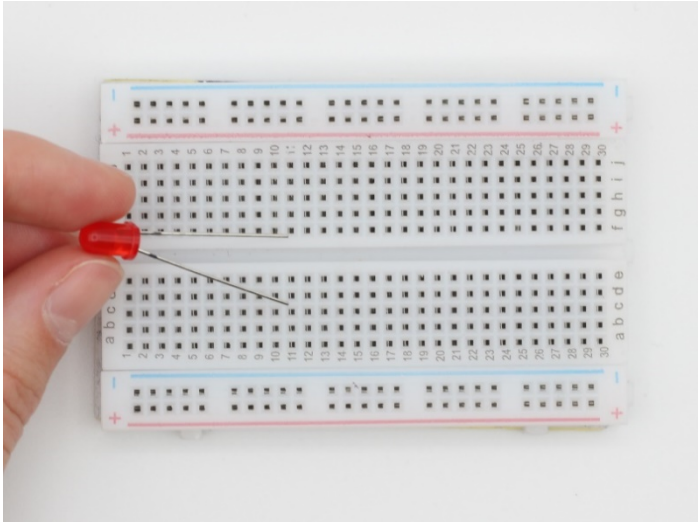
Wir empfehlen ein Set mit allen gängigen Widerständen (610 Stck.) der E12-Reihe:

Pollin / Widerstands Sortiment Bestellnr.221464/ 7,25 €

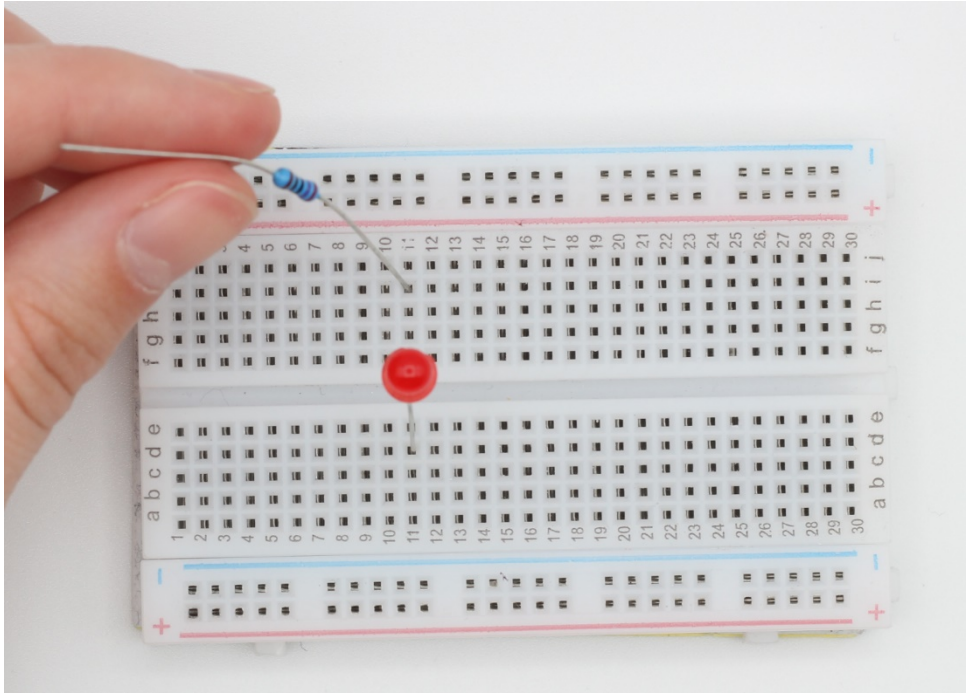
Reichelt/ Sortiment E12-Widerstände, Art.-Nr.: K/RES-E12 / 7,30 €

Du machst Folgendes:

1. **Stecke die LED in dein Steckbrett, so dass beide Anschlussbeine auf unterschiedlichen Kontaktreihen stecken und die Lücke in der Mitte überbrücken.**

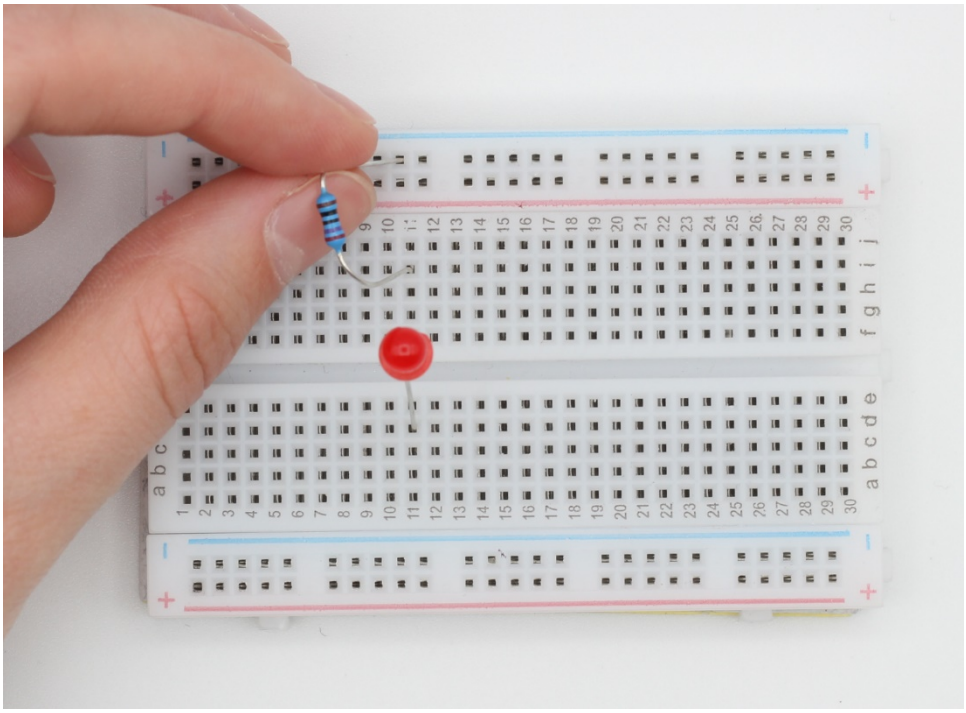


1. **Stecke jetzt das eine Bein des 270Ω-Widerstands in dieselbe Lochreihe, in der das kurze Anschlussbeinchen deiner LED steckt.**

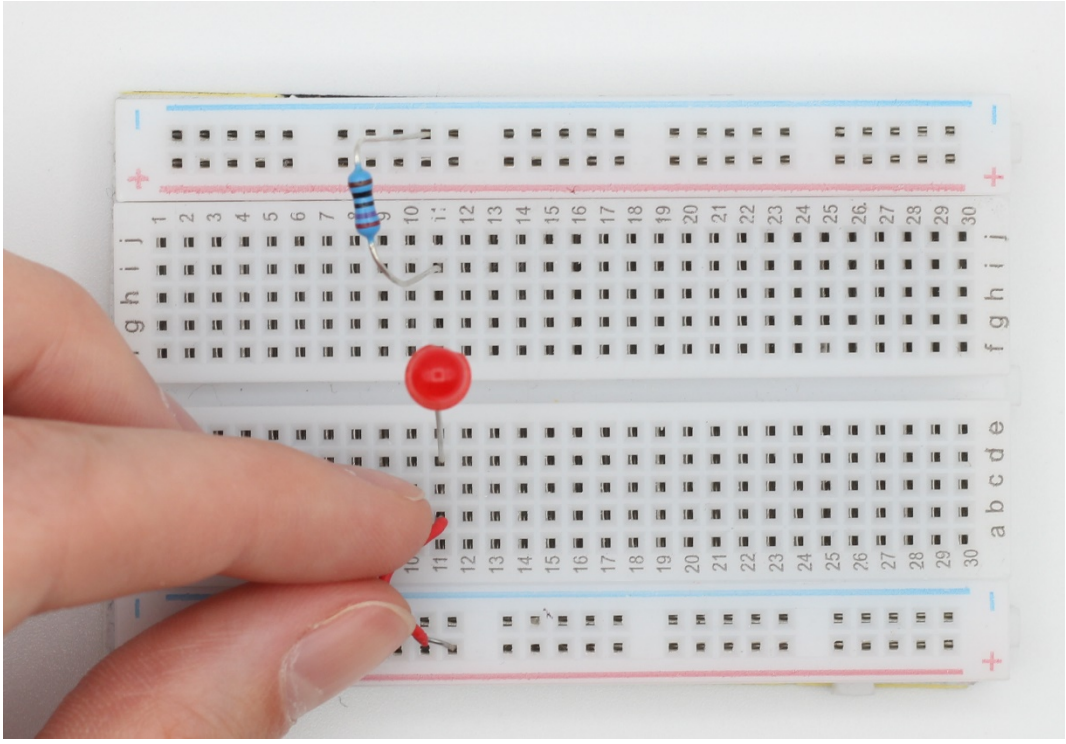


2. **Stecke das andere Anschlussbein des Widerstands in die Lochreihe, die mit einem – markiert ist (die Minusleiste vom Steckbrett).**

   Der Widerstand ist jetzt in Reihe zur LED geschaltet!

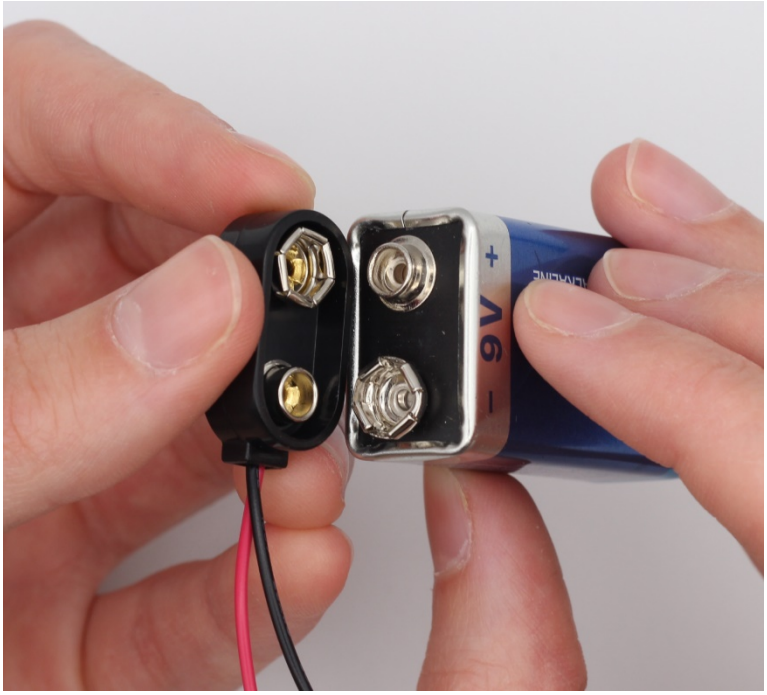


3. **Verbinde das lange Anschlussbein der LED über eine Drahtbrücke mit der Lochreihe, die mit einem + markiert ist (der Plusleiste vom Steckbrett).**



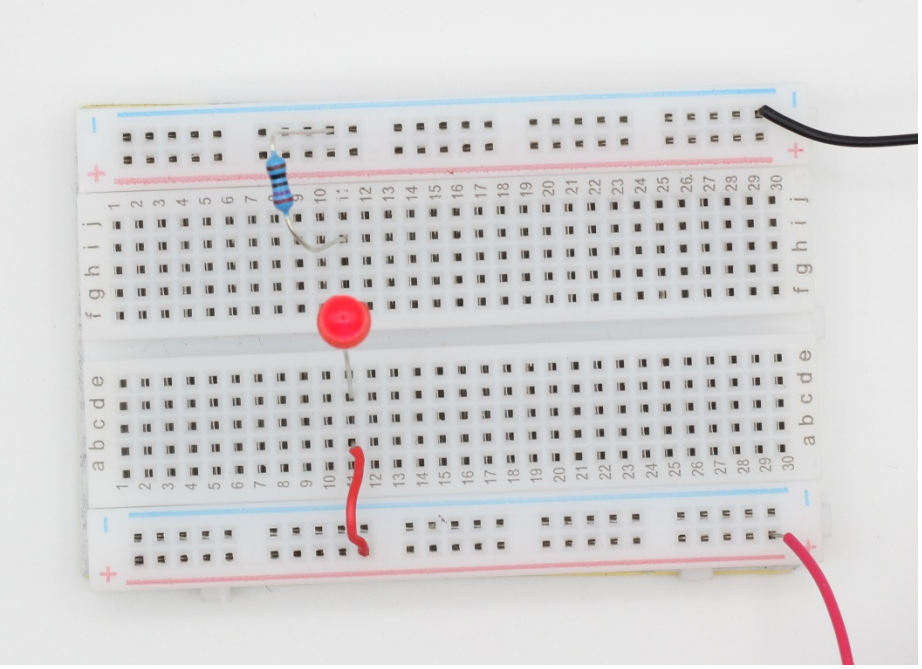
4. **Damit deine Schaltung funktioniert, braucht sie noch Strom. Befestige die Blockbatterie am Batterieclip.**

   Beachte dabei die Polung der Batterie.



5. **Stecke den roten Draht des Batterieclips in die Lochreihe, die mit einem + markiert ist. Stecke den schwarzen Draht in die Lochreihe, die mit einem – markiert ist.**

   Deine LED leuchtet jetzt!



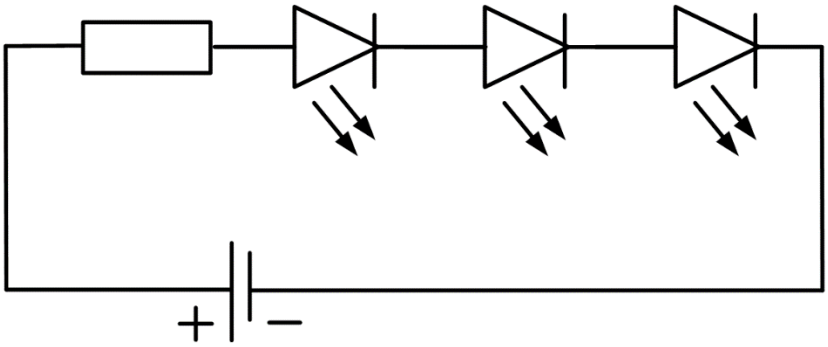
6. **Nimm dein Multimeter, schalte den Schalter auf Gleichspannung (Symbol *V*=) und miss die Spannung am Vorwiderstand, indem du mit den beiden Messspitzen die beiden Beinchen des Widerstands berührst.**

   Du solltest etwa 7,4V messen. Nun noch die Spannung an der LED messen: Bekommst du da etwa 1,6V heraus? Dann kannst du deine LED beruhigt brennen lassen.

Experiment »Drei LEDs in Reihe und ihr Vorwiderstand«

Natürlich braucht der LED-Geist am Ende zwei Augen. Und, falls du magst, noch eine dritte, gelbe LED, die den Bauch von innen beleuchtet. Das sind also insgesamt drei LEDs, die wir in Reihe schalten wollen. Die Frage ist nun: Welchen Vorwiderstand brauchen wir hierfür?

Als Schaltplan sieht unser Drei-LED-Stromkreis recht einfach aus.



Welchen Widerstand brauchen wir für drei LEDs, die in Reihe geschaltet sind?

Wenn du noch nicht gelernt hast, mit Brüchen zu rechnen, dann verraten wir es dir hier: Diesmal ist der Widerstand kleiner, weil man für drei LEDs eine höhere Spannung braucht. Es muss ein Widerstand von 120 Ω genommen werden.

Wenn du Bruchrechnung schon ein bisschen kennst und es dich interessiert, wie wir darauf kommen, dann lies den Kasten »Vorwiderstand von drei LEDs in Reihe ausrechnen«.

Vorwiderstand von drei LEDs in Reihe ausrechnen

Wir nutzen wieder das Ohmsche Gesetz, um den Wert des Vorwiderstands R_V zu berechnen, der die Stromstärke für drei LEDs, die in Reihe geschaltet sind, reduziert: Wir müssen die Spannung am Vorwiderstand U_R durch die Stromstärke I der drei LEDs teilen.

$$\text{Vorwiderstand } R_V = \frac{\text{Spannung am Vorwiderstand } U_R}{\text{Stromstärke I der drei LEDs}}$$

Die Stromstärke jeder einzelnen LED kennen wir. Sie beträgt 30mA, das sind 0,03A.

Den Wert der Spannung am Vorwiderstand können wir folgendermaßen berechnen: Wir ziehen von den 9V Batteriespannung für jede LED die Spannung ab, die sie braucht. Unsere roten LEDs benötigen jeweils eine Spannung von 1,6 V, die gelbe LED benötigt 2,2 V.

$$\text{Spannung am Vorwiderstand } U_R = \text{Betriebsspannung } U_{Gesamt} - (\text{Spannung an den LEDs})$$

$$U_R = 9V - (1{,}6\,V + 1{,}6\,V + 2{,}2\,V)$$

$$U_R = 9V - 5{,}4V = 3{,}6\,V$$

Damit können wir den Wert berechnen, den der Vorwiderstand haben sollte:

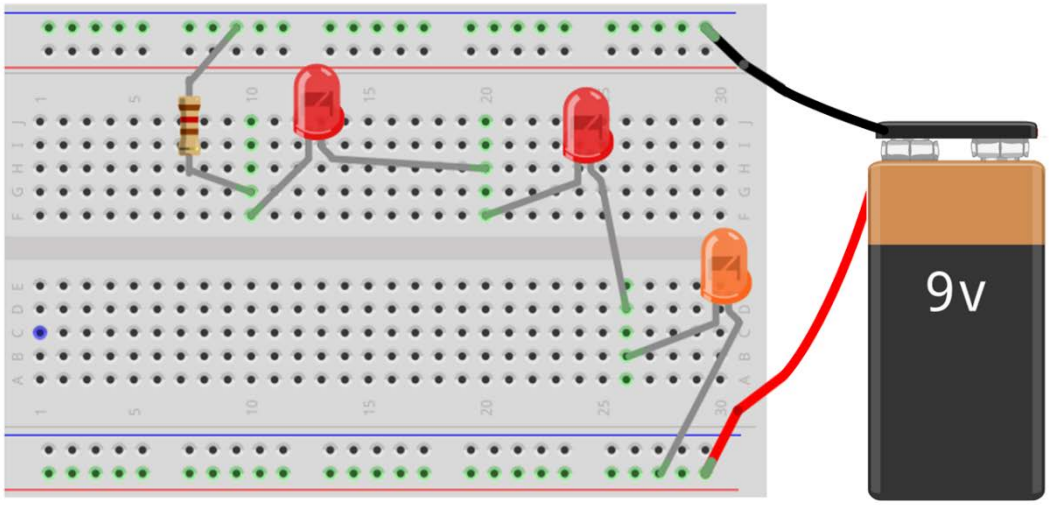
$$R_V = \frac{U_R}{I} = \frac{3{,}6\,V}{0{,}03A} = \frac{360V}{3A} = 120\,\Omega$$

Unser Vorwiderstand sollte also einen Wert von **120 Ω** haben.

Bekommst du das hin? Ändere die Schaltung aus dem letzten Experiment »Eine LED und ihr Vorwiderstand« auf deinem Steckbrett so, dass du nun drei LEDs (zwei rote und eine gelbe) in Reihe mit einem Widerstand von 120 Ω steckst. Wenn du alles richtig gesteckt hast (und alle LEDs mit ihren kurzen Beinen Richtung Minusleiste zeigen), dann sollten alle drei LEDs hell leuchten.

Es ist übrigens egal, ob der »Vorwiderstand« vor oder nach den drei LEDs angebracht wird. Hauptsache, er ist im Stromkreis, wo er den Strom dann insgesamt und überall bremst.

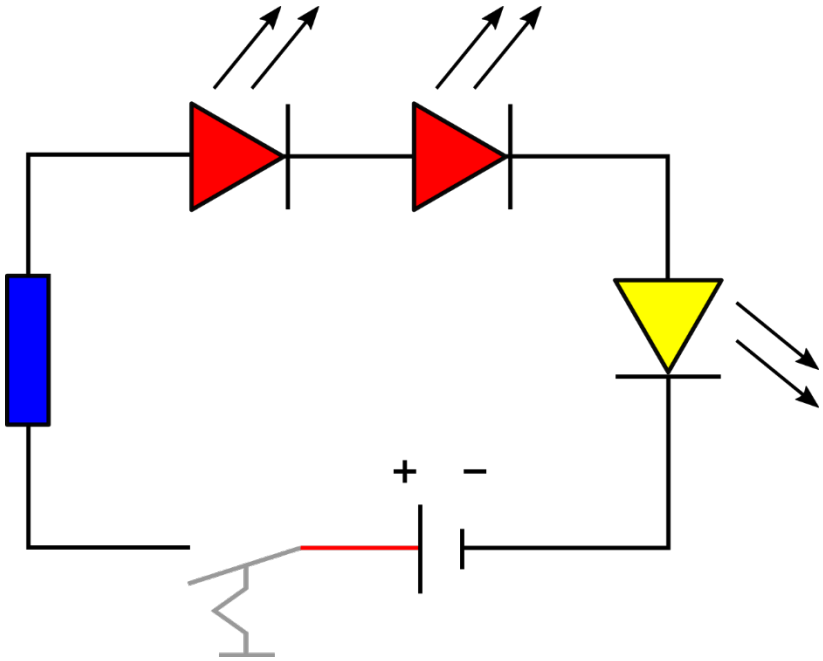
Hier ist ein Vorschlag, wie du die drei LEDs auf dem Steckbrett unterbringen kannst.



Projekt »LED-Geist«

Jetzt geht es los! Du baust dir deinen eigenen kleinen Geist mit eingebautem Drei-LED-Stromkreis!

Der Geister-Schaltplan ähnelt dem, den du eben auf dem Steckbrett gebaut hast. Die beiden roten LEDs werden die Augen, die gelbe LED beleuchtet das Geistertuch von innen. Der einzige Unterschied: Es kommt noch ein Schalter hinzu, damit du deinen Geist an- und ausschalten kannst, ohne jedes Mal die Batterie abzumachen. Das Schaltersymbol sieht im Schaltplan aus wie ein kleiner Hebel, mit dem man den Stromkreis schließen und öffnen kann.



Um richtig loszulegen, brauchst du natürlich die Bauteile und Materialien für die Schaltung.

Was du brauchst …

Bauteile für die Schaltung

✓ zwei **rote LEDs**

Reichelt / Artikel-Nr.: LED 5MM RT, 20mA/ 0,07 €

✓ eine **gelbe LED**

Reichelt / Artikel-Nr.: FR LED-5-YE-DIF / 0,09 €

✓ ein **Widerstand 120 Ω**

Wir empfehlen ein Set mit allen gängigen Widerständen (610 Stck.) der E12-Reihe:

Pollin / Widerstands Sortiment Bestellnr.221464/ 7,25 €

Reichelt/ Sortiment E12-Widerstände, Art.-Nr.: K/RES-E12 / 7,30 €

✓ ein **Kippschalter** mit zwei oder drei Lötanschlüssen

Pollin / Kippschalter MTS-101-A2, Bestellnr. 420430/ 0,65 €

Reichelt / Artikel-Nr.: RND 210-00471, Sub-Miniatur-Kippschalter, Ein-Ein/ 1,60 €

✓ eine **Blockbatterie** 9V (im Supermarkt, ca. 1,00 €)

✓ ein **Batterieclip** für die Blockbatterie

Reichelt / Batterieclip Art.-Nr.: CLIP HQ9V / 0,67 € pro Stück

Pollin / Druckknopfanschluss B.nr. 270188 / 0,21 € ab 10 Stück

Material

✓ ein Stück weißen **Stoff** (ca. 30 x 30 cm)

✓ eine **Styroporkugel** (Durchmesser 50 mm), am besten mit Aufhänger

✓ ein **Gummiring**

✓ **Klebefilm**

Werkzeug

✓ Lötkolben und Lötzinn

✓ Seitenschneider

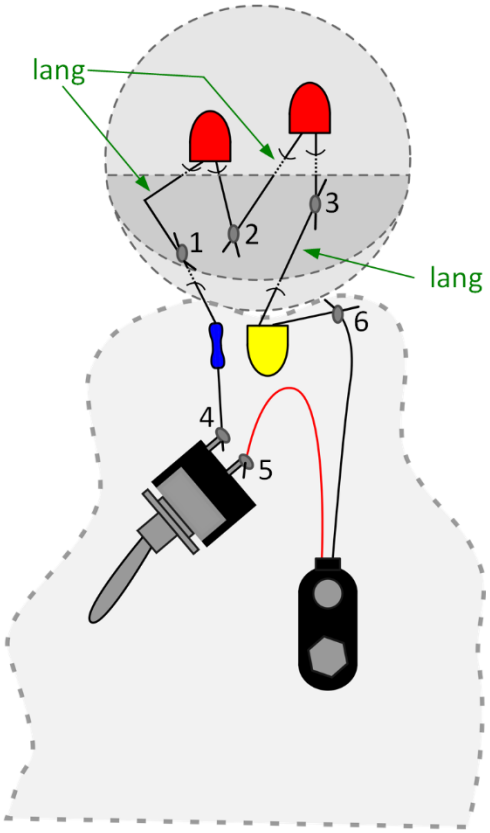
✓ Messer

✓ Schere

✓ Filzstift

Jetzt wird gebaut!

Die Geisterskizze zeigt dir, wie die Bauteile unter dem Geistertuch und am Geisterkopf angebracht werden. Die Nummern zeigen dir die Reihenfolge der Lötstellen.



1. **Als erstes bereitest du den Kopf vor: Entferne mit dem Messer vorsichtig ein Viertel des Kopfes.**

   Jetzt sieht die Styroporkugel aus wie ein dreidimensionaler Pacman.

2. **Stecke die erste rote LED mit beiden Beinchen an der linken Seite von oben durch den Kopf, so dass beide Beinchen im »Mund« herauskommen.**

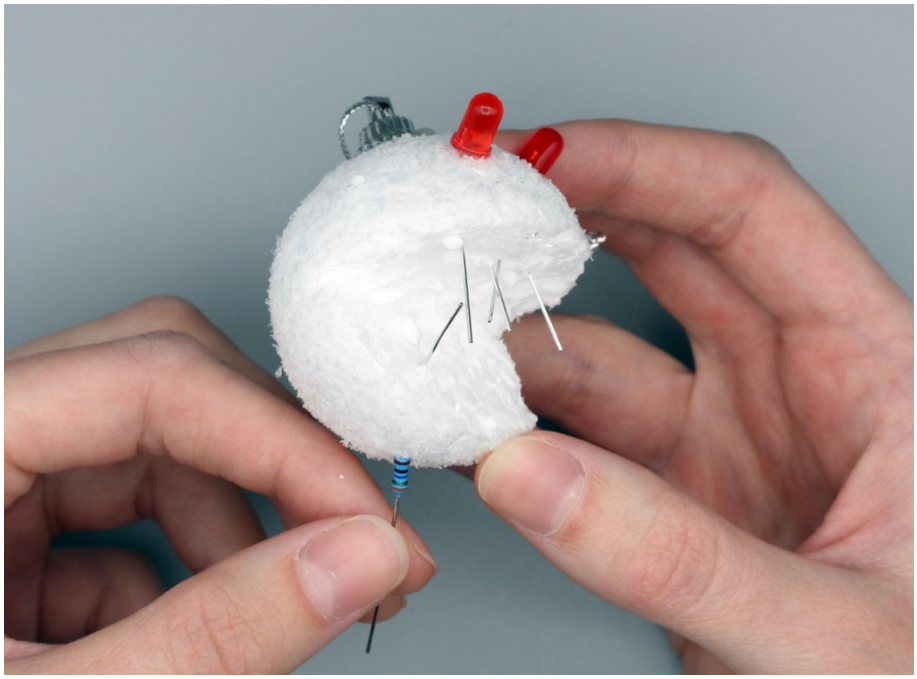
   Dies wird das erste Geisterauge. Von dir aus gesehen ist das lange Beinchen links, das kurze ist in der Mitte.

3. **Stecke nun die zweite rote LED ebenfalls mit beiden Beinchen an der rechten Seite durch den Kopf.**

   Dies wird das zweite Geisterauge. Von dir aus gesehen ist das lange Beinchen in der Mitte, das kurze ist rechts. Die beiden Beinchen in der Mitte sollten sich kreuzen und berühren. Biege sie entsprechend zurecht.

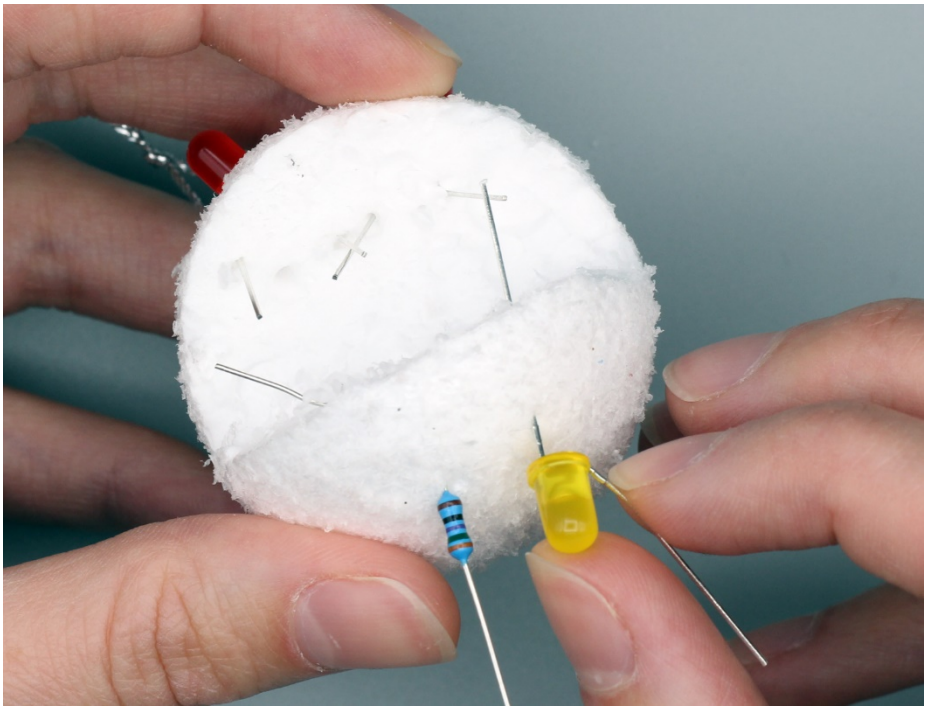
4. **Stecke nun links ein Beinchen vom Widerstand von unten durch den Kopf, so dass es an der linken Seite im »Mund« wieder herauskommt.**

   Der Plan ist, später dieses Beinchen an die linke rote LED zu löten.



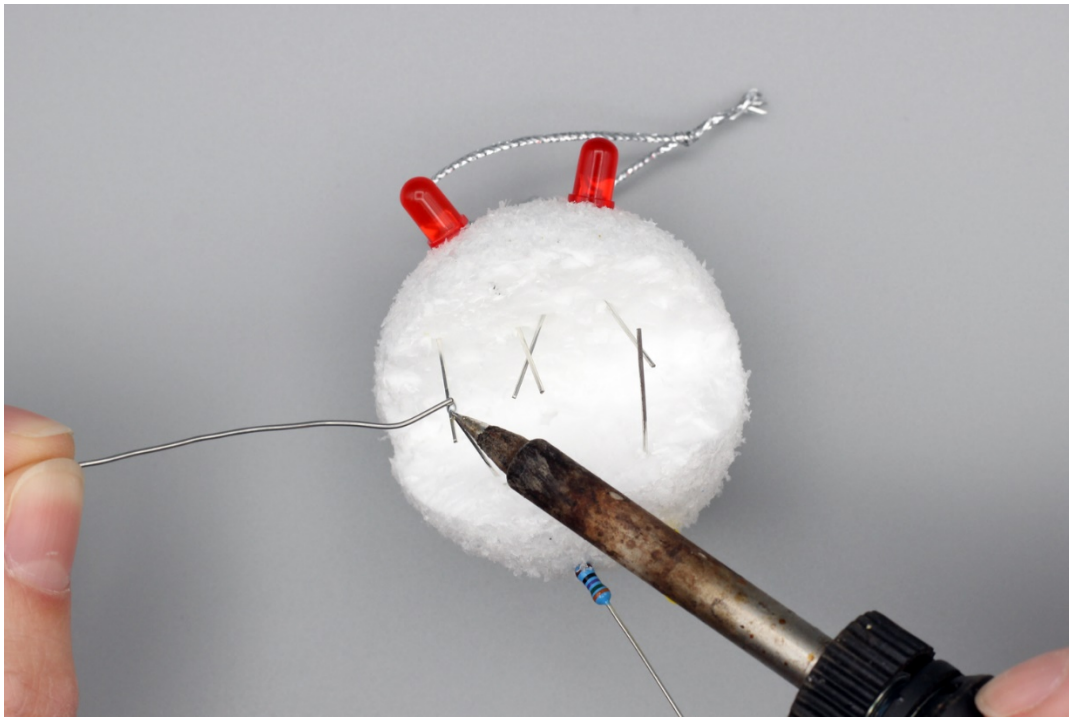
5. **Biege das kurze Beinchen der gelben (dritten) LED nach hinten weg und stecke ihr langes Beinchen rechts von unten durch den Kopf, so dass es an der rechten Seite im »Mund« wieder herauskommt.**

   Du ahnst es schon: Später wird dieses Beinchen an die rechte rote LED gelötet.

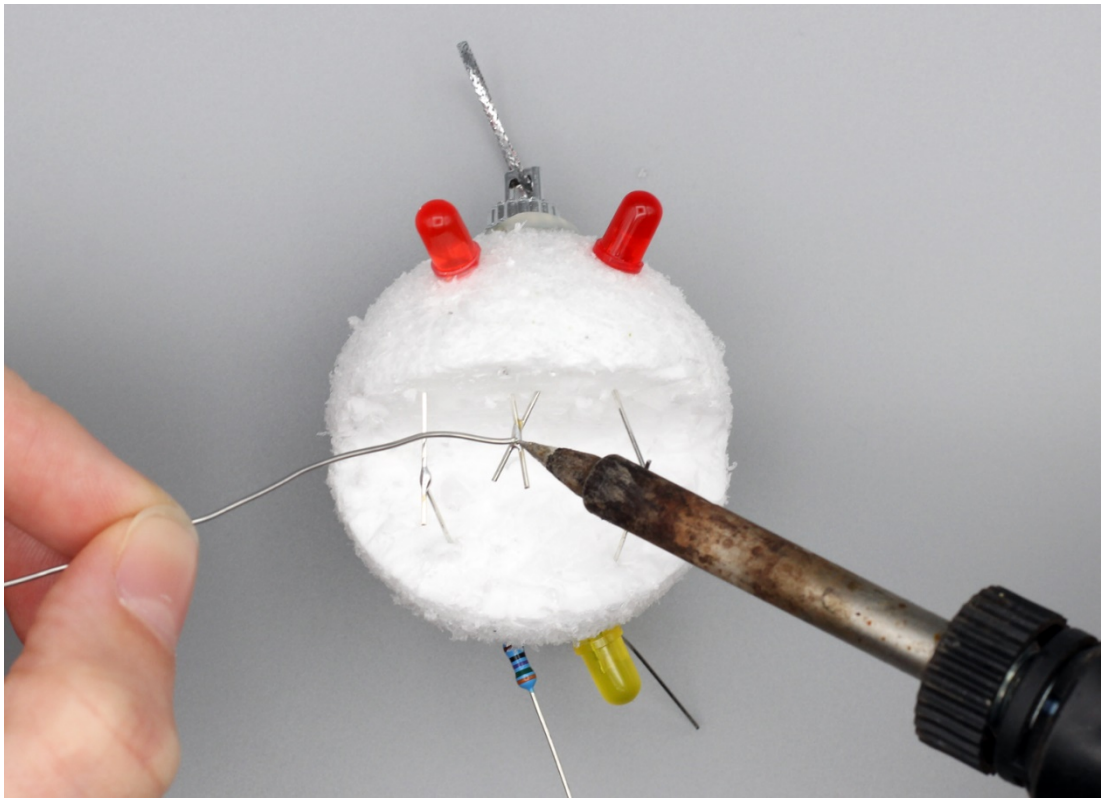


6. **Jetzt wird gelötet: Löte den Widerstand an die linke rote LED (Lötstelle 1).**

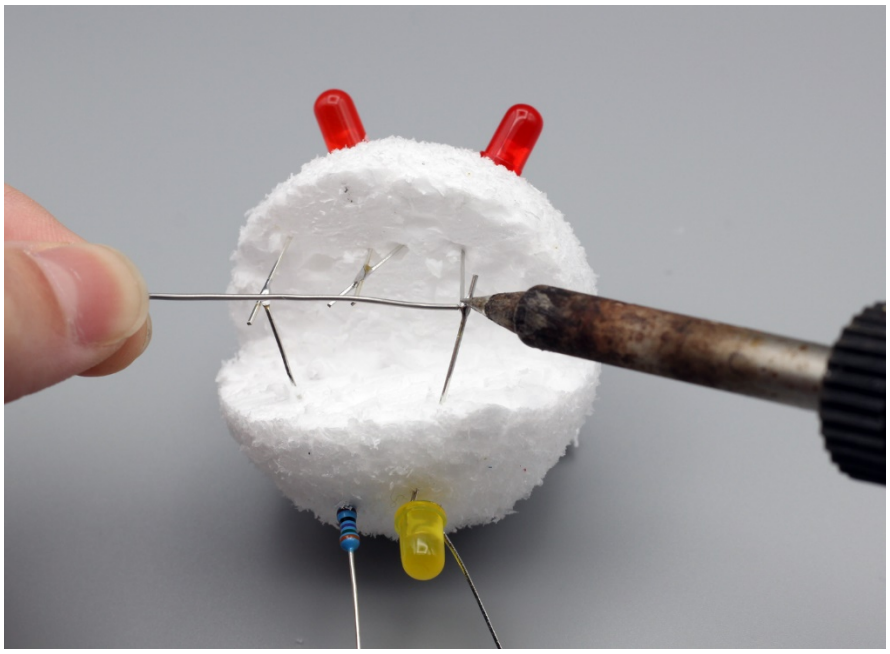
   Bestimmt kommst du dir jetzt vor wie ein Zahnarzt.



7. **Löte nun die beiden roten LEDs in der Mitte aneinander (Lötstelle 2).**

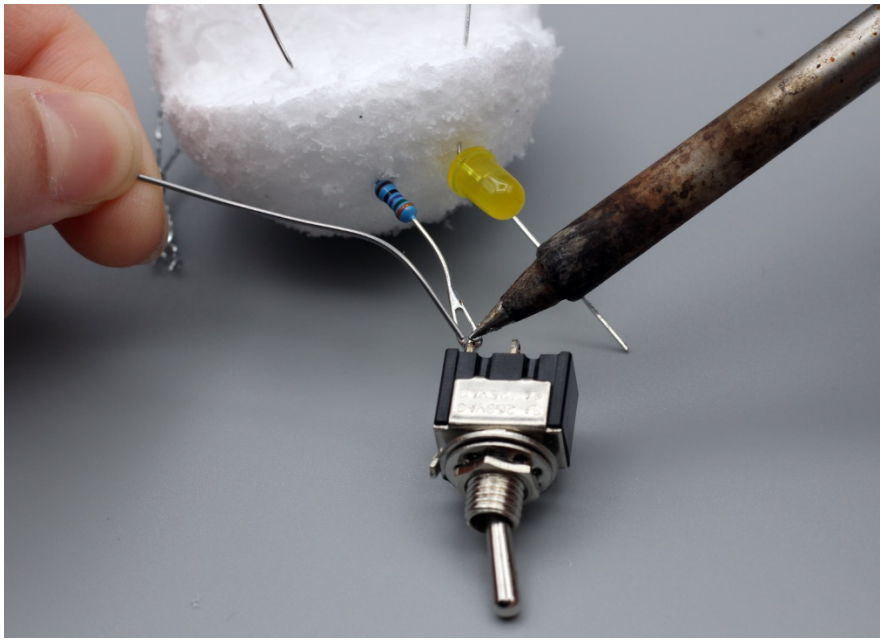


8. Löte die gelbe LED an die rechte rote LED (Lötstelle 3).

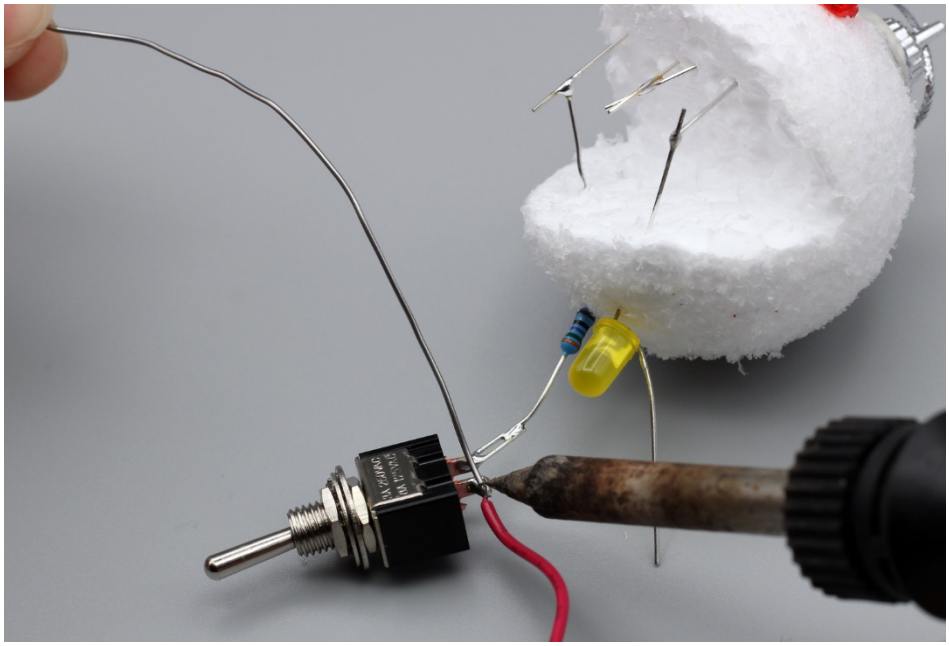


9. Löte als nächstes das freie Beinchen des Widerstands an ein Beinchen des Schalters (Lötstelle 4).

Sollte dein Schalter drei Beinchen haben statt zwei, dann nimm ein beliebiges äußeres Beinchen. Das andere äußere Beinchen bleibt frei. Stecke den Anschlussdraht des Widerstands durch die Lötöse des Schalters, bilde eine Schlinge und schließe die Öse beim Löten mit Lötzinn.

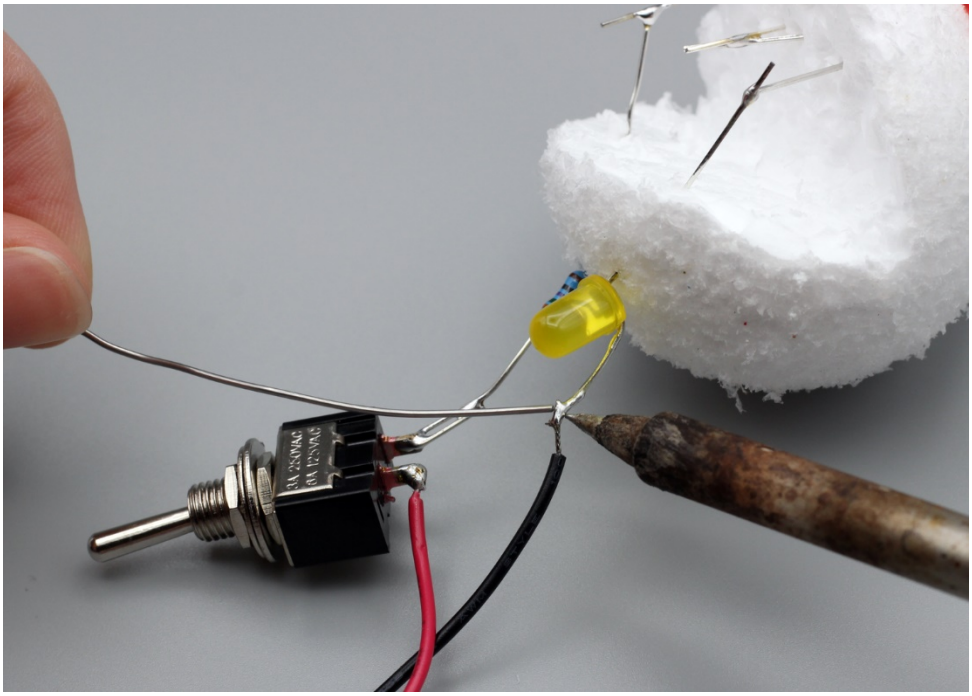


10. **Löte nun das rote Kabel vom Batterieclip an das freie Beinchen des Schalters (Lötstelle 5).**



Sollte dein Schalter drei Beinchen haben, so nimm das mittlere Beinchen. Das äußere bleibt dann frei. Achte darauf, dass sich die beiden Lötstellen am Schalter (Widerstand und rotes Kabel) nicht berühren.

11. **Auf zur letzten Lötstelle des Stromkreises: Kürze das freie Beinchen der gelben LED mit dem Seitenschneider auf die Hälfte seiner Länge und löte es an das schwarze Kabel vom Batterieclip (Lötstelle 6).**

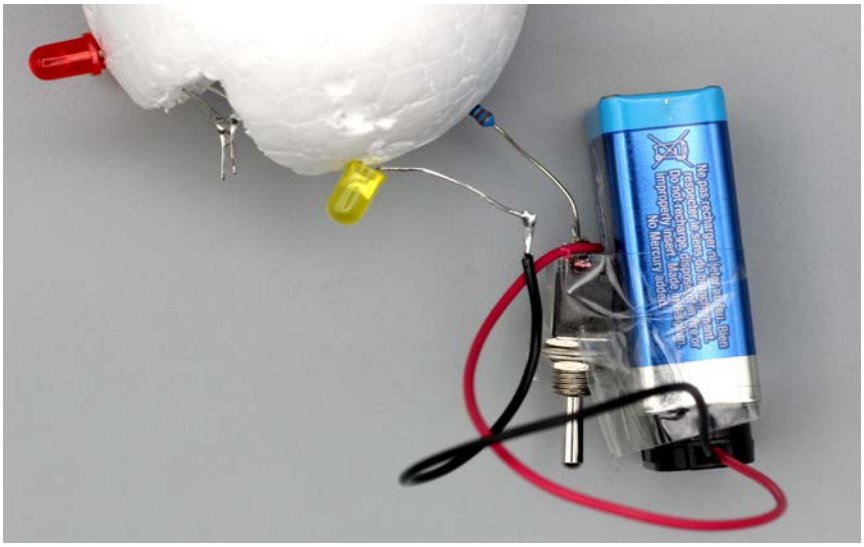


12. Teste deine Schaltung, indem du eine Batterie am Batterieclip befestigst.

Wenn die LEDs nicht gleich leuchten, dann schalte den Kippschalter hin und her (bei dreibeinigen Schaltern gibt es eine AN-Position und zwei AUS-Positionen). Wenn sie immer noch nicht leuchten, dann prüfe die Einbaurichtung aller drei LEDs und ob deine Lötstellen gut sind. Das Lötzinn sollte um die gelöteten Beinchen herum deutlich sichtbar sein, und alle Lötstellen sollten eine »Zerreißprobe« bestehen, wenn du von Hand daran ziehst. Notfalls lötest du noch einmal nach.

Nun ist das »Geisterskelett« fertig, und die LEDs lassen sich hoffentlich mit dem Schalter zum Leuchten bringen und auch wieder ausschalten. Es fehlt nur noch das Geisterkostüm.

13. Damit die Batterie nicht unter dem Geisterkleid hervorschaut, befestige den Schalter mit Klebefilm fest an der Batterie, so dass der Schalter nach unten ragt.



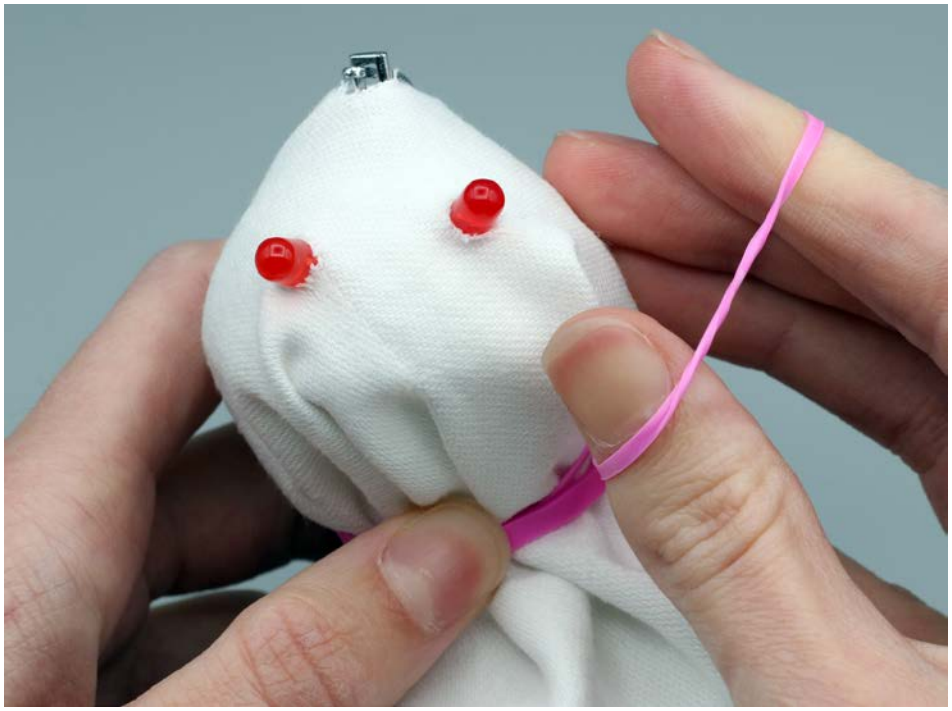
14. Schneide ein kleines Loch in die Mitte des Geistertuchs.

Falte dafür das Geistertuch zwei Mal und forme die Mitte des Tuchs zu einem Zipfel, den du dann abschneidest.

15. **Streife deinem Geist das Tuch über und markiere mit einem Stift die beiden Stellen, wo du die Augen-LEDs fühlen kannst.**

    Damit markierst du die Stellen für die Augenlöcher.

16. **Ziehe dem Geist das Tuch wieder aus und schneide mit der Zipfeltechnik zwei kleine Löcher für die Augen-LEDs an den Stellen mit den beiden Markierungen.**
17. **Ziehe nun dem Geist das Tuch wieder an, so dass der Aufhänger und beide LEDs durch ihre Löcher gesteckt werden können.**
18. **Befestige das Tuch mit einem Gummiring, den du dem Geist über den Kopf streifst.**



19. Biege die gelbe Bauch-LED vorsichtig zurecht, so dass das Licht gut durch das Tuch zu sehen ist.

Natürlich kannst du auch für die gelbe Bauch-LED ein Loch in das Tuch schneiden, damit sie besser zu sehen ist. Sie kann auch die Nase sein (falls Geister Nasen haben …).

Nun ist dein Geist fertig. Sollte die Batterie irgendwann entladen sein, kannst du den Klebefilm entfernen, mit dem der Schalter an die Batterie geklebt wurde, und die Batterie wechseln.

Happy Halloween!