

Maker Guide Elektronik

Was du als Checker:in
wissen musst.



Elektronik-Grundkurs
für Kinder und Jugendliche
im Mittelschulalter.

**Mit Experimenten
und Projekten zum
selber machen!**



Technik – voll dein Ding?

Technik? Das ist Raumfahrt, Robotik, Künstliche Intelligenz, Social Media, Rennautos, E-Gitarren, Rauchmelder, PlayStation und noch so vieles mehr.

Technik ist vielseitig, innovativ, kreativ, spannend und zukunftsorientiert. Das Wichtigste ist aber: Technik ist Teamwork.

Hinter jeder Erfindung, jedem Projekt steht ein ganzer Haufen an Techniker:innen aus verschiedenen Sparten mit verschiedenen Stärken und Schwächen.

In diesem Kurs lernst du einen der stärksten und wichtigsten Zweige der Technik kennen: Die Elektronik.

Elektroniker:innen bringen die Lampe zum Leuchten, den Wecker zum Piepsen, die Musikbox zum Lärmen.

Wenn du gerne bastelst und Bock hast, deine eigenen kleinen Geräte zu erfinden und zu bauen, dann bist du hier spot-on.

Prof. (FH) Dipl.-Ing. Dr. techn.
Franz GEIGER

Dipl.-Ing.
Christian ANSELMINI

Was wird das hier?

Du hältst gerade den offiziellen Maker-Guide zum Flying Classroom Elektronikkurs in den Händen.

Der Kurs wurde für dich und deine Klasse von Studierenden der Fachhochschule Vorarlberg entwickelt. Dabei lernst ihr durch Experimente und Projekte die Welt der Elektronik kennen.

Am Schluss hast du eine ganze Reihe an selbstgebastelten Geräten und einen Haufen neuer Skills. Mach dich auf viel Bastelei gefasst!

Dieser Maker-Guide führt dich durch den Kurs und hilft dir auch bei deinen eigenen Ideen. Im ersten Teil findest du alle wichtigen Infos zu den Bauteilen und Geräten und was du beim Tüfteln beachten musst.

Kapitel 2 hilft dir mit den physikalischen Basics weiter. Im Heft „Maker Projects“ sind alle Projekte zu finden, die wir im Kurs machen werden - und sogar noch ein paar mehr.

Mit dem Guide und dem Projektheft kannst du die Projekte und Experimente auch zuhause nachmachen. Achte dabei aber auf die Sicherheitshinweise auf den Seiten 4 und 5.

Cyber Niki begleitet dich!

Unser Maskottchen gibt dir zusätzliche Tipps und Tricks, wie du die Projekte wie ein Profi umsetzen und vielleicht auch schon selbst etwas erfinden kannst. Ab und zu gibt er dir auch ein Experiment oder eine Erklärung, damit du besser verstehst, wie eine Schaltung oder ein physikalischer Vorgang funktionieren.



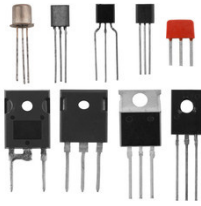
Sicherheitshinweise

Wir werden im Kurs mit verschiedenen Werkzeugen und Materialien arbeiten, die gefährlich sein können.

Es ist wichtig, dass du achtsam bleibst und mögliche Fehler und Unfälle vermeidest.

Hier findest du die wichtigsten Sicherheitshinweise, die du beim Arbeiten mit Elektronik wissen musst.





Kleinteile

Im Kit sind viele kleine Bauteile enthalten. Gehe damit vorsichtig um und halte sie vor jüngeren Kindern fern, die sich daran verschlucken könnten.



Bastelarbeiten

Du wirst beim Arbeiten mit Elektronik einige Werkzeuge brauchen, zum Beispiel Zangen, LötKolben, Schraubenzieher, Heißklebepistole, Abisolierzange und so weiter. Sieh zu, dass du dir vor dem Arbeiten mit Werkzeugen von einer Lehrperson, einem Elternteil oder dem Team der FHV zeigen lässt, wie man damit umgeht. Halte spitze und scharfe Gegenstände von deinem Gesicht fern und passe immer gut auf, wenn Strom oder Hitze im Spiel sind. Fürs Löten findest du einen Guide im Kapitel „Crash Course“. Wenn du dir nicht sicher bist, frag einfach nochmal nach.



Steckdose vs. Batterie

Der Strom aus der Steckdose kann lebensgefährlich werden. Wir werden hier nur mit Batterien arbeiten, die höchstens 9 Volt liefern. Passe beim Arbeiten mit elektronischen Bauteilen immer auf, dass keine Drahtstücke in die Nähe von Steckdosen kommen.



Batterie vs. Akku

Die Batterien, die wir hier verwenden, gibt es auch in wiederaufladbarer Akku-Ausgabe. Wird ein Akku aber kurzgeschlossen, kann er explodieren. Verwende deshalb für die Experimente und Projekte keine wiederaufladbaren Akkus. Achte aber trotzdem auch bei Batterien darauf, dass die beiden Pole nicht mit einem Stück Metall direkt verbunden werden - das kann recht schnell heiß werden!



Alte Batterien

Leere Batterien enthalten giftige Stoffe und gehören nicht in den Restmüll. Es gibt Sammelstellen für Altbatterien.

Elektro-Schrott

Beim Tüfteln kann ab und zu mal ein Bauteil kaputt gehen - das passiert sogar den Profis. Solltest du in die Situation kommen, schmeiße das Teil nicht in den Restmüll. Alle elektrischen und elektronischen Komponenten müssen von Restabfällen getrennt werden.



Licht- und Geräuschwarnung

Manche Experimente können Lichtblitze, akustische Töne oder physische Irritationen erzeugen. Solltest du oder jemand in deinem Umfeld auf solche Reize sensibel wirken, frage bitte eine:n Erwachsene:n um Beaufsichtigung.

Crash Course

Hier findest du alles, was du wissen musst, um in der Elektronik durchzustarten. Du lernst:

- was „Elektronik“ überhaupt bedeutet
- welche Bauteile es gibt und wie du sie verwendest
- wie du deine Ideen auf einem Steckbrett verwirklichst
- wie du richtig lötest
- wie du von deiner Idee zum fertigen Projekt kommst





Was ist Elektronik eigentlich?

Denke an irgendein Gerät oder eine Maschine. Ein Computer, ein Mixer, das Navi im Auto, ein Kran, ein Fernseher, eine Ampel, ganz egal. Was ist die Aufgabe dieses Gerätes? Was ist eigentlich ein „Gerät“ oder eine „Maschine“?



Jede Erfindung in der Geschichte des Menschen hat einen bestimmten Zweck und soll ein bestimmtes Ergebnis liefern. Ein Wasserkocher soll Wasser kochen, eine Taschenlampe soll leuchten, ein Mixer soll Obst in einen Smoothie zerhackeln, ein Auto soll Personen von A nach B befördern, ein Thermometer soll die Temperatur anzeigen. Damit diese Prozesse funktionieren, braucht es Energie. Ein Auto braucht Sprit, ein Mixer braucht Strom – sogar ein Thermometer ohne Batterie braucht die Wärme von außen, damit sich das Quecksilber ausdehnen kann.



Das Prinzip hinter diesen Vorgängen ist die Umwandlung von Energie und Informationen in andere Arten von Energie und Informationen.

Wir Menschen haben gelernt, die natürliche Energie auf unserem Planeten einzufangen, umzuwandeln und für unsere Zwecke zu nutzen. Wir können verschiedenste Arten von Energie umwandeln und verwenden: Bewegungsenergie, Wärmeenergie, Sonnenenergie, Verbrennungsenergie, Windenergie, chemische Energie und so weiter. Wir nutzen sogar die Kernenergie, die fest in einem Uranatom verankert ist.

Diese Energieformen können zum Beispiel in elektrische Energie umgewandelt werden, die dann über Steckdosen und Batterien für viele Menschen zugänglich ist.

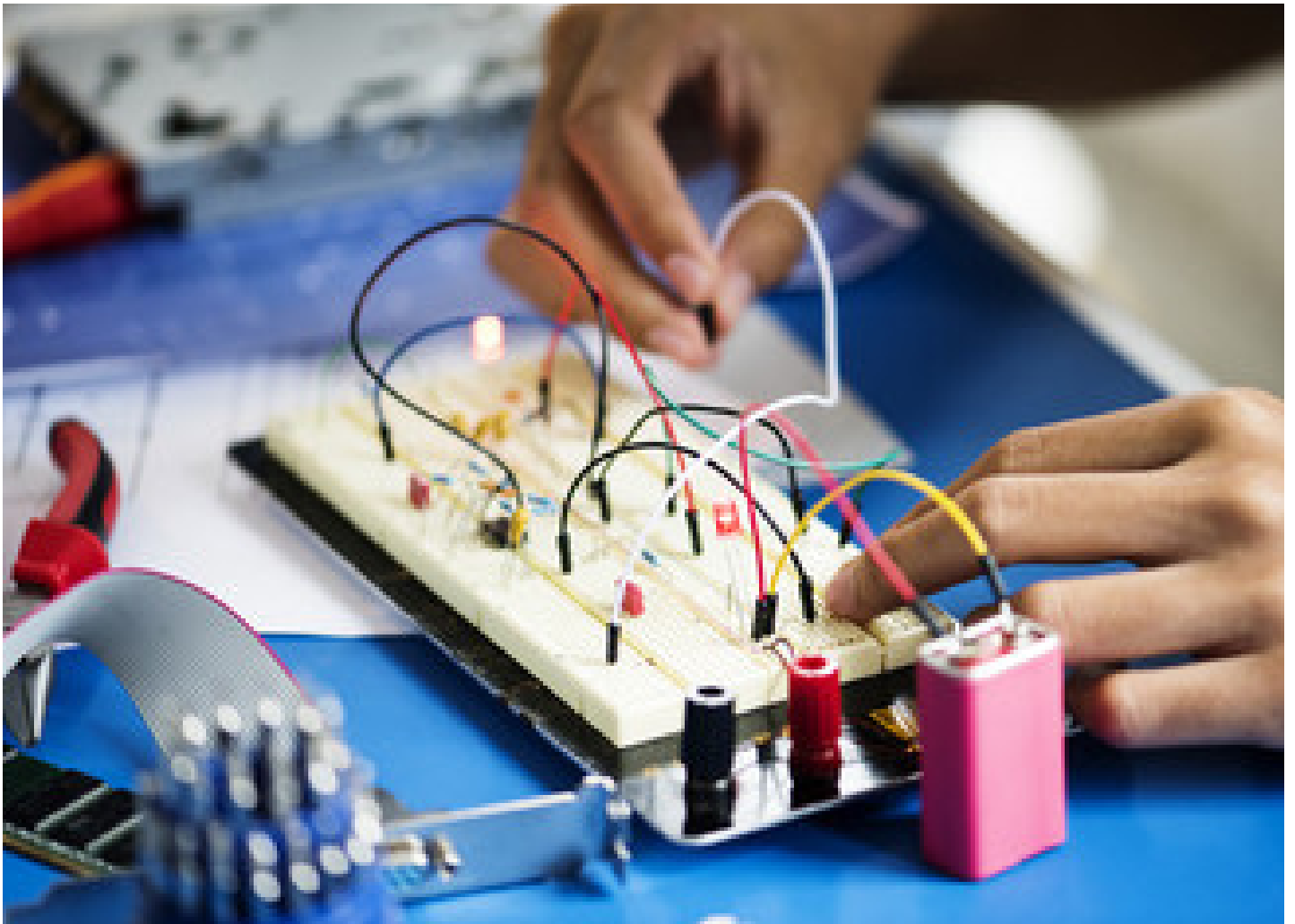


Im Laufe der Zeit haben viele kluge Köpfe geniale Wege gefunden, elektrische Energie mit verschiedenen Materialien zu wandeln und zu lenken und damit komplexe Systeme anzutreiben. Aus dem Wunsch, so wenig Energie wie möglich zu verschwenden und das bestmögliche Ergebnis zu erzielen, ist die Elektronik entstanden.

Elektronik ist die Kunst, ein Gerät oder eine Maschine schneller, robuster, effizienter und/oder leistungsstärker zu machen und damit Aufgaben des alltäglichen Lebens zu vereinfachen.

Im 19. Jahrhundert bei der Erfindung der Glühlampe war es eine große Errungenschaft, nachts genug Licht fürs Lesen zu haben. Heute können wir ganze Fußballstadien und Straßen mit LED-Lampen ausleuchten!

Heute gibt es eine ganze Reihe an Sparten in der Elektronik, die sich mit verschiedenen Problemen beschäftigen: Drahtlose Kommunikation über Antennen, Computertechnologien, Mikro- und Nanotechnik, Design von Steuerungen für komplexe Systeme und vieles mehr.

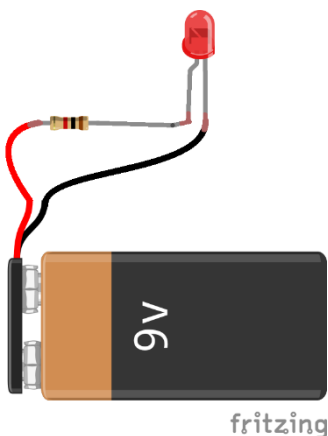


Was ist eine elektronische Schaltung?

Jedes elektronische Gerät ist eigentlich nur eine Zusammenstellung von einzelnen Bauteilen und Leitungen, die in der richtigen Menge, Art und Reihenfolge miteinander verbunden wurden. Diese Systeme aus einfachen Komponenten sind elektronische Schaltungen.

Eine elektronische Schaltung muss mit einer bestimmten Spannung und einem bestimmten Strom versorgt werden, um zu funktionieren. Wie hoch Strom und Spannung sein müssen, hängt von deinen Bauteilen ab.

< Hier siehst du eine einfache Schaltung:

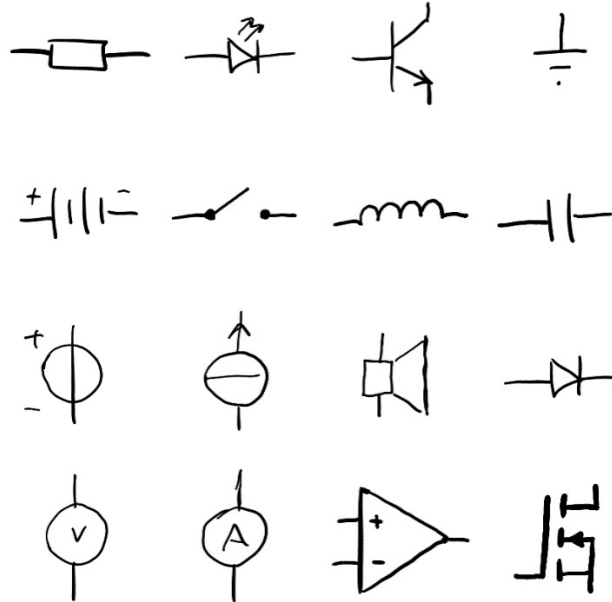


Der rote Knubbel mit den zwei Drahtfüßchen ist eine LED. Wenn du die richtige Spannung anlegst, fließt der Strom und die LED leuchtet. Der kleine Zylinder mit den bunten Streifen ist ein Widerstand, der dafür sorgt, dass nicht zu viel Strom durch die LED fließt. Die Batterie liefert die nötige Spannung, damit die LED leuchtet. Wäre die Spannung zu niedrig, würde die LED dunkel bleiben.

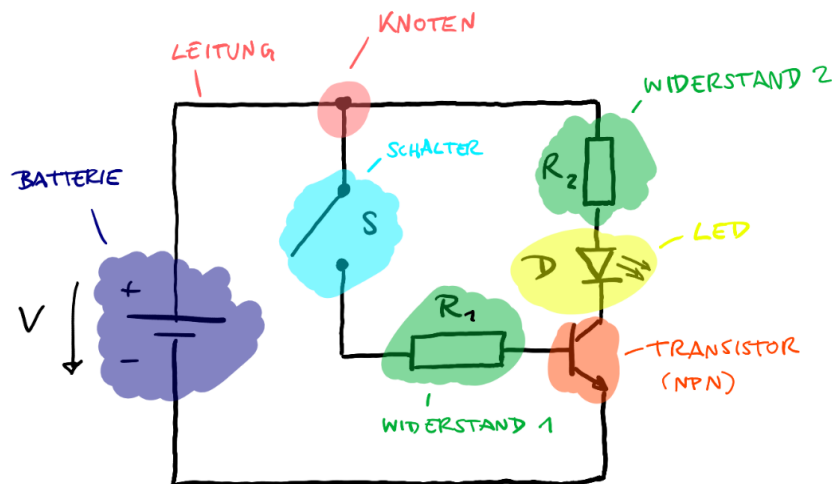
Fließt zu viel Strom durch die LED, kann sie kaputt gehen. Wenn du den richtigen Widerstand wählst, kannst du das verhindern. Du musst als Elektroniker:in also genau über die Bauteile in deiner Schaltung Bescheid wissen!

Schaltbilder

Ein Schaltbild ist ein einfacheres Abbild deiner Schaltung, das dir hilft, den Überblick zu behalten. Es gibt für die verschiedenen Bauteile bestimmte Symbole, die von Elektroniker:innen verwendet werden. Du wirst typischerweise auf solche Zeichen stoßen.

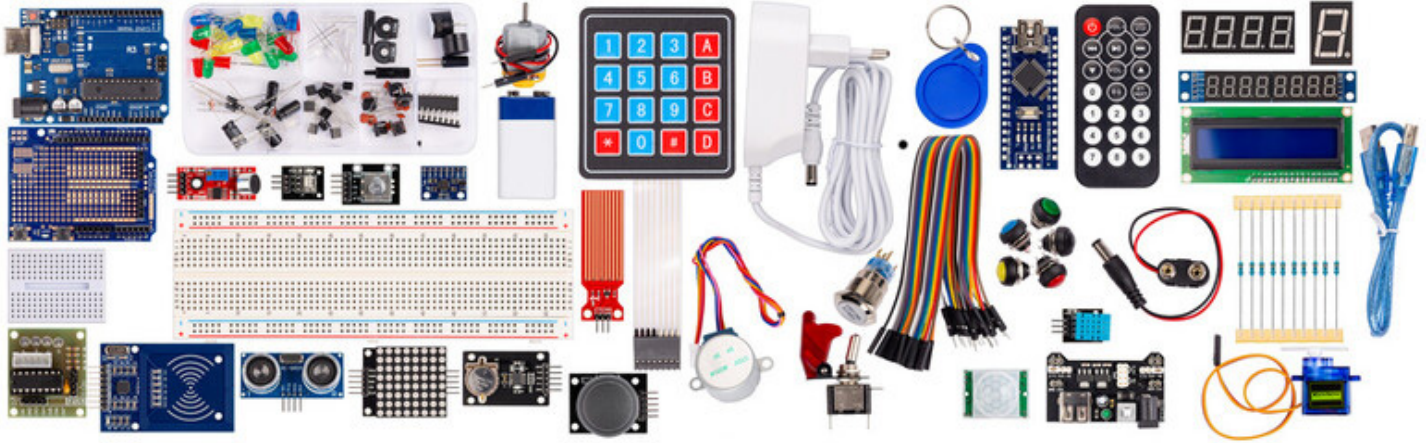


Die Verbindungen zwischen den Bauteilen sind gerade Striche. Wenn mehrere Verbindungen zusammenlaufen, wird das mit einem Punkt gekennzeichnet. Hier siehst du ein Beispiel für ein Schaltbild:



< Hier findest du ein Online-Tool, mit dem du dich am Schaltbildzeichnen versuchen kannst:

Mit dem Tool kannst du auch schon eine Simulation mit Strom und Spannung laufen lassen. Experimentiere etwas herum. Du musst dabei noch nicht alles verstehen. Was genau hier passiert, klären wir später!



Bauteile made easy

Elektronische Bauteile kommen in den verschiedensten Ausgaben und Größen. In komplexen Geräten wie z.B. deinem Handy sind etliche elektronische Bauteile eingebaut, die teilweise winzig klein sind. Die Bauteile, die du für den Kurs brauchst, sind etwas größer und handlicher und werden in diesem Kapitel beschrieben.

Kabel und Isolierungen

Strom kann nur über bestimmte Stoffe fließen. Diese Stoffe heißen elektrische Leiter. Dazu gehören Metalle wie Kupfer, Gold, Eisen und Aluminium. Damit der Strom genau dort fließt, wo du ihn brauchst, gibt es Kabel in verschiedensten Formen und Farben.

Dein Handy-Ladekabel bringt die Energie vom Ladegerät zu deinem Handy. Diese und die meisten anderen Kabel sind mit einem Stoff eingehüllt, der keinen Strom leitet, zum Beispiel Plastik. Diese Stoffe nennt man elektrische Nichtleiter. Glas, Gummi, Plastik, Luft und noch viele mehr sind allesamt Nichtleiter und können als sogenannte „Isolatoren“ verwendet werden, die den Strom von allem abschirmen, wo kein Strom hinfließen sollte. Eine gute elektrische Verbindung lässt den Strom ungehindert von einem Ort zum nächsten fließen.

Sieh dir die kleinen bunten Kabel in deinem Kit an. Das farbige Plastik ist der Isolator, und innendrin befindet sich ein Kupferdraht. Vorne und hinten am Kabel stehen kleine Metallspitzen hinaus. Dort kannst du das Kabel mit deinem Stromkreis verbinden.

Auf einem Schaltbild sind alle direkten Verbindungen zwischen zwei Bauteilen als einfacher Strich erkennbar. Ein „Knoten“, also ein Punkt, an dem mehrere Leitungen zusammenkommen, ist auf dem Schaltbild ein kleiner Punkt.

Ob für die elektrische Verbindung zwischen zwei Punkten ein Kabel brauchst oder nicht, kommt ganz auf den Kontext an: Sind zwei Bauteile zu weit voneinander entfernt und können nicht direkt über ihre Füßchen verbunden werden, kannst du ein Kabel verwenden.

Batterien

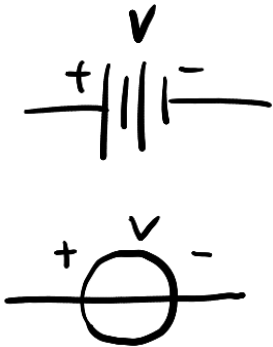
Batterien und Akkus sind tragbare Energiespeicher.

Eine Batterie besteht aus einer positiven und einer negativen Elektrode und einem Elektrolyt, das die Elektronen zwischen den Elektroden leitet. Wenn die Batterie an eine Schaltung angeschlossen wird, fließen Elektronen von der negativen Elektrode durch die Schaltung zur positiven Elektrode, wodurch elektrische Energie freigesetzt wird.

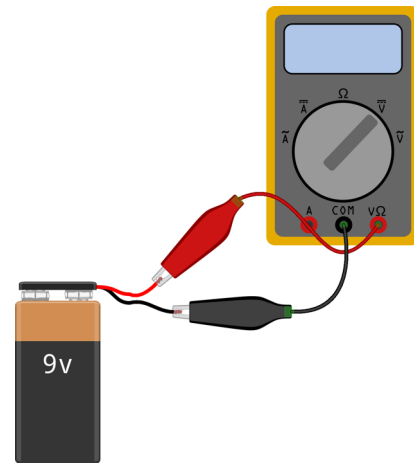
Batterien gibt es in allen möglichen Ausgaben: Klein, groß, rund, eckig und so weiter. Kleine Geräte wie eine Uhr oder für große Maschinen wie ein Auto können batteriegetrieben sein. Die meisten Batterien sind entweder wiederaufladbar oder einmalig verwendbar.

Wiederaufladbare Batterien können durch Anschließen an eine Stromquelle aufgeladen werden, während einmalige Batterien nach Entladung entsorgt werden müssen. Im Kit findest du eine 9-Volt-Batterie.

Wichtig bei Batterien ist, dass du die Pole nicht verwechselst. Der Strom fließt immer vom Pluspol zum Minuspol. Beachte, dass Batterien und vor allem Akkus bei falschem Umgang oder Entsorgung gefährlich sein können.



Experiment

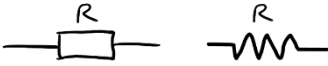


fritzing

- Nimm die 9V-Batterie und ein Multimeter.
- Stecke das andere Ende der roten Messspitze in das Loch mit „V“ und das schwarze in „COM“.
- Stelle das Multimeter auf „V--“ ein.
- Halte die beiden Messspitzen auf jeweils einen Pol. A₊ auf dem Display sollten jetzt ungefähr 9 oder -9 Volt angezeigt werden.



Widerstände

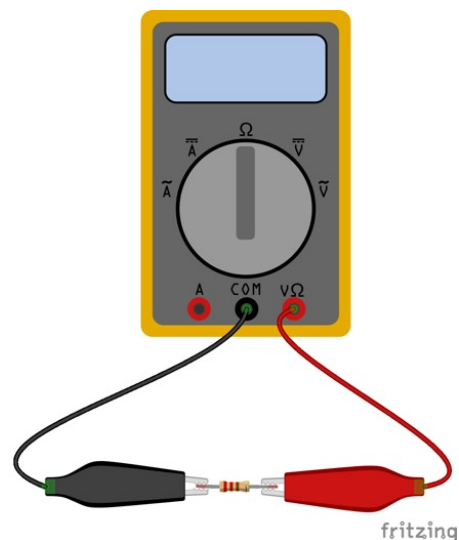


Widerstände sind wichtige Bauteile. Sie können steuern, wie groß der Strom ist, der durch deine Schaltung fließt.

Du kannst dir den Strom als den Wasserfluss durch einen Gartenschlauch und die Spannung als den Wasserdruck vorstellen. Du kannst einen „Widerstand“ herstellen, indem du auf den Schlauch trittst. Am Ende des Schlauches tritt weniger Wasser aus, je fester du trittst. Widerstände können verhindern, dass andere Bauteile zu viel Strom abbekommen und dadurch kaputt gehen. Die Einheit von Widerstand ist Ohm, oft mit einem „ Ω “ (Omega) gekennzeichnet. In einem Schaltplan sind sie mit einem „R“ gekennzeichnet.

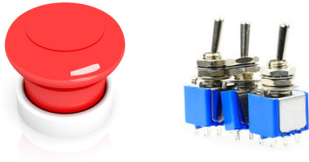
Widerstände gibt es mit den verschiedensten Werten zu kaufen. Es gibt Widerstände mit einem Tausendstel Ohm sowie mit einigen Millionen Ohm. Je höher der Widerstandswert eines Widerstands ist, desto mehr wird der Stromfluss in einer Schaltung verkleinert. Wenn du beispielsweise eine LED mit einer neun-Volt-Batterie verbindest, ohne einen Widerstand dazwischen zu schalten, kann die LED durchbrennen, da zu viel Strom durch sie fließt. Durch Hinzufügen eines Widerstands zur Schaltung wird der Strom verkleinert und die LED kann ohne Durchbrennen leuchten.

Experiment



Nimm irgendeinen Widerstand und ein Multimeter. Stecke das rote Messkabel in das Loch mit „ Ω “ und das schwarze in „COM“. Stelle das Multimeter auf „ Ω “ ein. Halte die beiden Messspitzen auf jeweils ein Drahtfüßchen am Widerstand.

- _ Wie viel Ohm hat dein Widerstand?
- _ Denkst du, der Widerstand ist hoch oder niedrig?



Knöpfe und Schalter

Schalter und Knöpfe können den Stromfluss in einer Schaltung oder einem Bereich der Schaltung ein- und ausschalten.

Ein Knopf unterbricht den Stromfluss typischerweise für eine kurze Zeit, während ein Schalter den Stromkreis für längere Zeit ein- oder ausschaltet. Ein klassisches Beispiel ist der Lichtschalter.

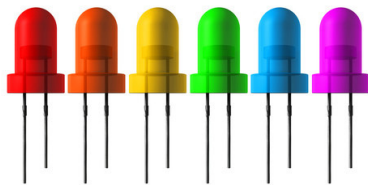
Schalter und Knöpfe sind in verschiedenen Größen und Formen erhältlich, je nach Anwendung. Beispielsweise gibt es Kippschalter, Drucktastenschalter und Drehschalter. Diese Bauteile sind in vielen Geräten zu finden, von Fernbedienungen bis hin zu Musikinstrumenten.



LEDs

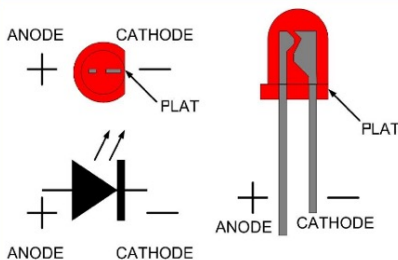
LEDs (Licht emittierende Dioden) sind elektronische Bauteile, die leuchten, wenn Strom durch sie fließt. Es gibt LEDs in verschiedenen Farben, wie Rot, Grün, Blau und Gelb.

LEDs haben viele Anwendungen, wie zum Beispiel als Anzeigeleuchten auf dem Zugticketautomaten oder als Beleuchtung in einem Fußballstadion. Sie verbrauchen wenig Energie und halten länger als Glühlampen.



Wichtig bei LEDs ist, dass der Strom nur in eine Richtung durchfließen kann. Das Schaltsymbol ist deshalb wie ein Pfeil, der dir die richtige Richtung vorgibt: Die zwei kleineren, schrägen Pfeile bedeuten, dass es sich um eine leuchtende Diode, also eine LED, handelt. Die Anode ist der positive Anschluss und die Kathode der negative.

Nimm eine LED in die Hand. Du wirst merken, dass ein Füßchen kürzer als das andere ist. Das ist die Kathode. Auf der gleichen Seite ist der Glaskörper der LED abgeflacht. Du kannst dir diese flache Kante als den Strich auf dem Schaltsymbol vorstellen.



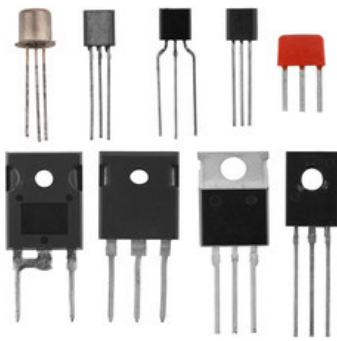
Es gibt auch noch andere Dioden mit anderen Funktionen, zum Beispiel Ultraviolett-LEDs, Schutzdioden oder Photodioden, die als Lichtsensoren verwendet werden können. Die Eigenschaft von Dioden, dass sie den Strom nur in eine Richtung fließen lassen, kann auch auf verschiedene Arten genutzt werden.

LEDs sind eine super Möglichkeit, deine Elektronikprojekte aufzuhellen und visuelle Signale zu senden.

LEDs funktionieren mit einem Prozess namens „Elektrolumineszenz“, bei dem Elektronen durch ein spezielles Material fließen und dabei Energie abgeben, die als Licht sichtbar wird. Wenn du mehr wissen willst, scanne den QR-Code links.



< Wenn du mehr über Dioden und wie sie funktionieren wissen willst, findest du hier noch ein Video

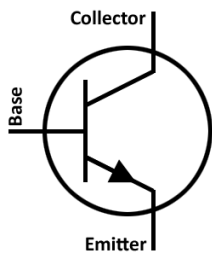


NPN-Transistoren

Transistoren können elektrischen Strom und Spannung steuern.

Es gibt viele verschiedene Arten von Transistoren wie MOSFETs oder PNP-Bipolartransistoren. Wir sprechen hier aber nur über den NPN-Bipolartransistor. Der ist einfach zu verstehen und anzuwenden. Wenn du mehr über Transistoren wissen willst, scanne den QR-Code rechts.

Ein NPN-Bipolartransistor hat drei Füßchen: Emitter, Kollektor und Basis oder abgekürzt E, C und B.



Der kleine Pfeil bedeutet, dass der Strom wie bei einer Diode nur in eine Richtung fließen kann. Du kannst dir diesen Transistor wie einen Schalter vorstellen, der den Strom von C nach E durchlässt, wenn er gedrückt wird.

Der Unterschied ist aber, dass du den Schalter nicht selbst drücken musst: Der Strom von C nach E kann fließen, wenn B einen leichten Stromfluss spürt. Du kannst also einen größeren Strom mit einem sehr viel kleineren Strom steuern!



Transistoren haben noch weitere Fähigkeiten und werden auch in Computern oder Audioverstärkern verwendet. Alleine in deinem Handy sind unglaublich viele winzige Transistoren. Der Prozessor-Chip in einem iPhone 13 hat 15 Milliarden Transistoren eingebaut, und das auf nur 100 Quadratmillimetern!

Buzzer, Sensoren, Motoren

Es gibt noch viele weitere elektronische Bauteile, die in verschiedenen Schaltungen und Projekten verwendet werden können.

Ein Buzzer ist ein akustisches Signalgerät, das einen Ton ausgibt, wenn Strom durchfließt. Es kann zum Beispiel als Alarm verwendet werden.

Sensoren können verschiedene Dinge messen, wie Temperatur, Feuchtigkeit, die Stoffe in der Luft, Licht und vieles mehr. Die Messungen werden in ein elektrisches Signal umgewandelt, das du dann in deiner Schaltung verwenden kannst. So kannst du zum Beispiel eine Heizung bauen, die automatisch wärmer wird, wenn die Luft im Raum kälter wird. Oder du kannst eine Lampe entwerfen, die sich selbst im Dunkeln einschaltet.

Motoren kennst du bestimmt von Autos oder ferngesteuerten Fahrzeugen. Es gibt auch kleine Motoren, die du mit einer Batterie zum Laufen bringen kannst. Damit kannst du zum Beispiel einen Ventilator, ein kleines Fahrzeug oder einen Mini-Kran bauen.



Wo finde ich mehr Bauteile?

Du findest im Internet zu jedem Bauteil Informationen über die höchsten Ströme, Spannungen und andere Größen, meistens in Form eines Datenblattes.



Es gibt noch viel mehr Bauteile, die du für deine Schaltungen und Erfindungen verwenden kannst. Wichtig dabei ist, dass du verstehst, wie jedes Bauteil funktioniert und was es aushält.

< Falls du dich für elektronische Bauteile interessierst, findest du mit diesem QR-Code eine Liste mit Bildern und Erklärungen zu verschiedenen Komponenten:

Datenblätter

Datenblätter (oder „Datasheets“ auf Englisch) sind Dokumente mit Informationen über ein Bauteil.

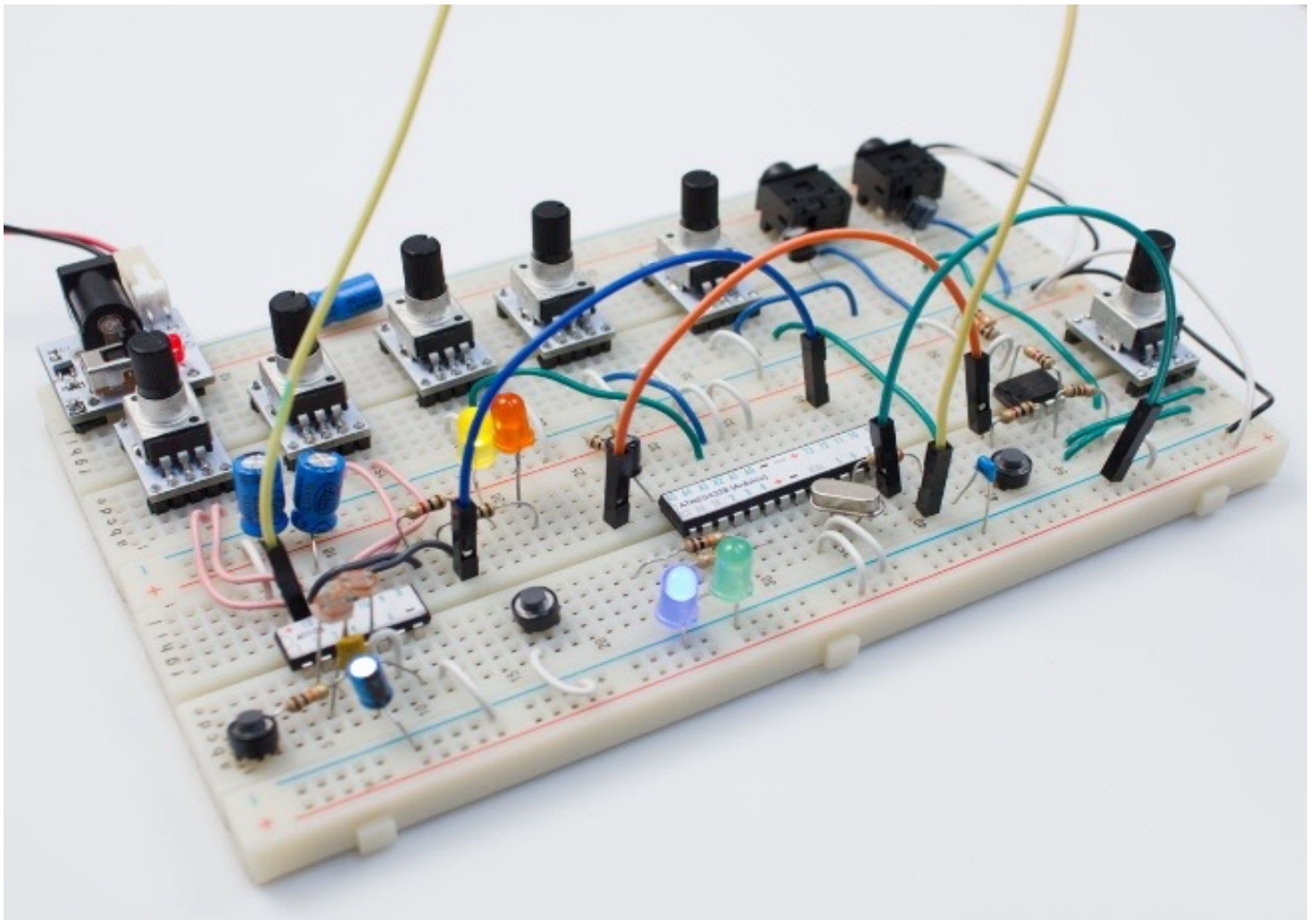
Du findest zu jedem Bauteil, das du kaufen kannst, ein Datenblatt im Internet. Darin findest du die wichtigsten Informationen zu den maximalen Werten von Strom, Spannung, Leistung, Temperatur und so weiter. Das Datenblatt gibt dir auch Werte, die typisch für das Bauteil sind.

Hier siehst du eine Tabelle, wie du sie in einem Datenblatt für eine rote LED finden könntest. Die „Absolute Maximum Ratings“ sind die höchsten Werte, denen du deine LED aussetzen darfst.

Du musst nicht alles verstehen, was im Datenblatt steht. Wichtig sind Werte wie „Forward Current“. Dieser Wert sagt dir, wie viel Strom maximal durch deine LED von + nach - fließen darf. Wenn du deine Versorgungsspannung (zum Beispiel neun Volt aus einer 9V-Batterie) kennst, kannst du berechnen, wie groß dein Widerstand vor der LED mindestens sein muss, damit die LED nicht durchbrennt. Wie du diese Berechnungen durchführst, erfährst du im Kapitel „Physics“.

Am besten richtest du dich nach den empfohlenen Werten („Rated Values“), dann bist du auf der sicheren Seite.

Parameter	Maximum	Unit
Power Dissipation	80	mW
Peak Forward Current	100	mA
Continuous Forward Current	20	mA
Derating Linear From 50°C	0.4	mA / °C
Reverse Voltage	5	V
Operating Temperature Range	-25°C to +80°C	
Storage Temperature Range	-40°C to +100°C	
Lead Soldering Temperature	260°C for 5s	



Breadboard-Guide

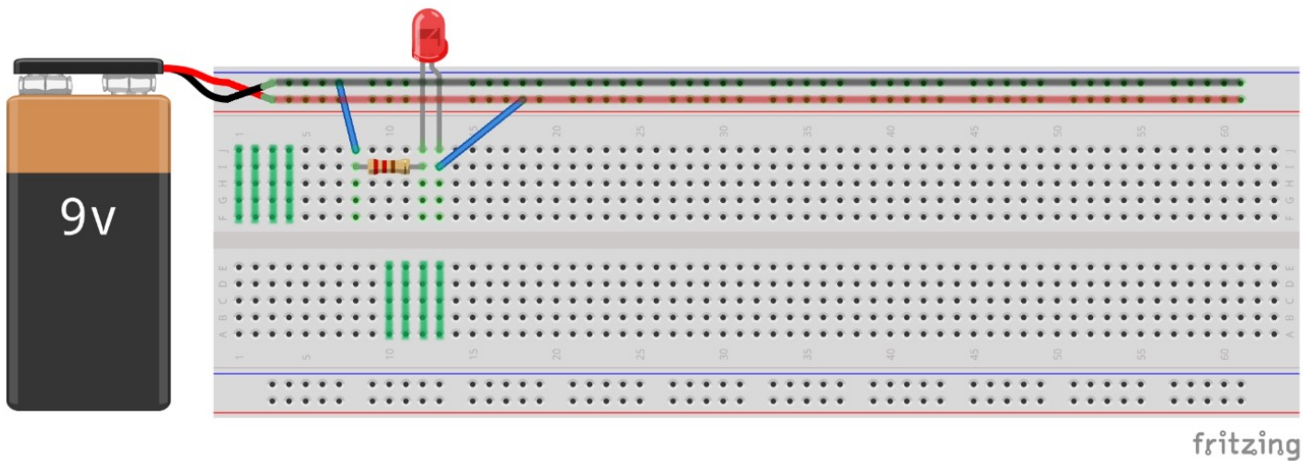
Breadboards (oder „Steckbrett auf Deutsch) sind kleine Steckraster mit elektrischen Verbindungen. Mit Breadboards kannst du deine Schaltung zuerst aufbauen und testen, bevor du zu löten anfängst.

Das Steckbrett

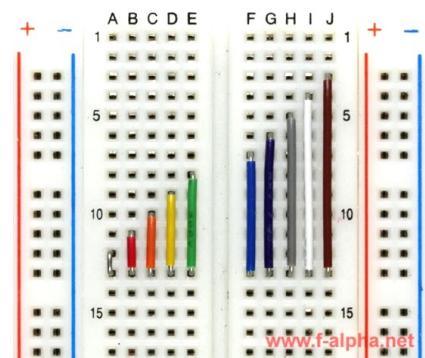
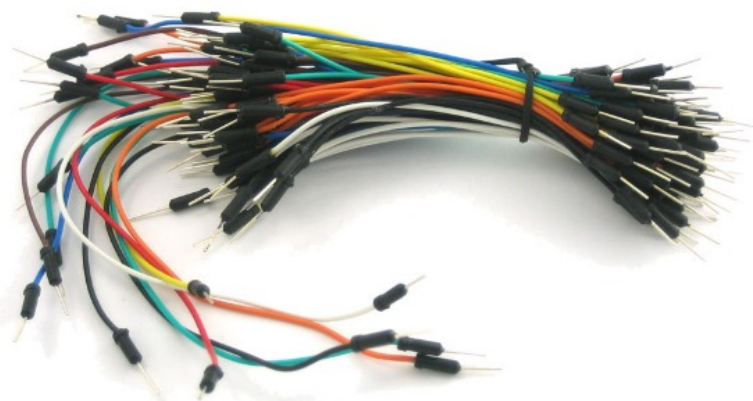
Wenn du dein Breadboard aufrecht vor dir hinlegst, sind die Slots ganz außen auf beiden Seiten vertikal miteinander verbunden. Dort kannst du die Versorgung, zum Beispiel Plus- und Minuspol deiner Batterie, anschließen. In der Mitte findest du horizontale Reihen mit jeweils 5 Slots, die miteinander verbunden sind.

In der Mitte ist nochmal eine Abtrennung. Du siehst ganz oben und unten, dass die Spalten mit Buchstaben von a bis j und die Reihen mit Zahlen von 1 bis 30 (oder mehr oder weniger) nummeriert sind. Die Slots a4 und c4 sind hier zum Beispiel miteinander verbunden.

Der Slot d16 ist aber nicht mit f16 verbunden, weil die Abtrennung dazwischen liegt. Die Plus-Spalte links ist auch nicht mit der Plus-Spalte rechts verbunden.



Hier siehst du ein Beispiel für einen Breadboard-Aufbau. Im Bild sind auch nochmal die Verbindungen markiert: Entlang der grünen Streifen sind die Slots miteinander verbunden. Die roten und schwarzen Linien sind für Plus- und Minuspol deiner Batterie da. Der Pluspol und alle Leitungen, die direkt daran angeschlossen sind, werden meistens rot markiert. Der Minuspol ist dann schwarz.



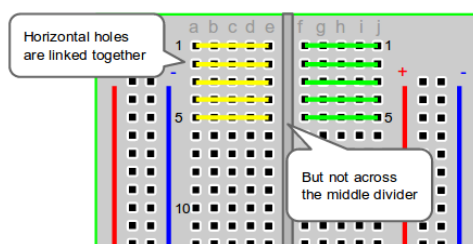
Patch-Kabel

Patch-Kabel werden oft bei Elektronik-Paketen wie von Arduino mitgeliefert. Auch hier gibt es verschiedene Arten, Farben und Längen.

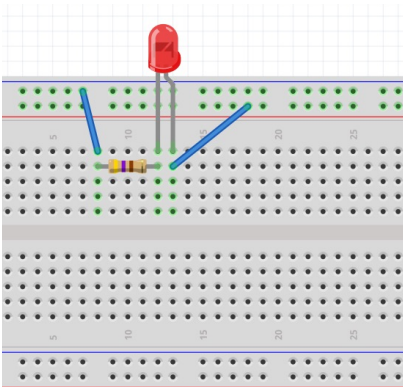
Wie's funktioniert

Du kannst die Bauteile so wie auf dem Bild rechts in die Slots stecken. Bei manchen Bauteilen wie Widerständen musst du vorher die Bauteildrähte umbiegen. Achte darauf, dass deine Verbindungen stimmen und dass sich die Bauteilfüßchen nicht aus Versehen berühren.

Am besten und sichersten ist es, wenn du die Bauteile zuerst auf das Breadboard steckst, deine Schaltung nochmal kontrollierst und dann erst die Batterie oder eine andere Spannungsquelle ansteckst.

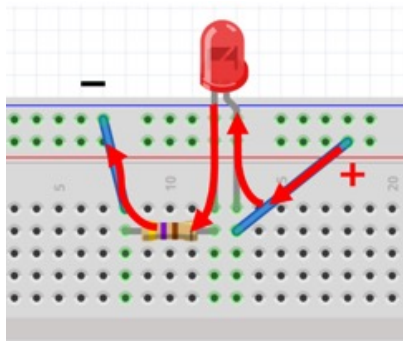


Experiment



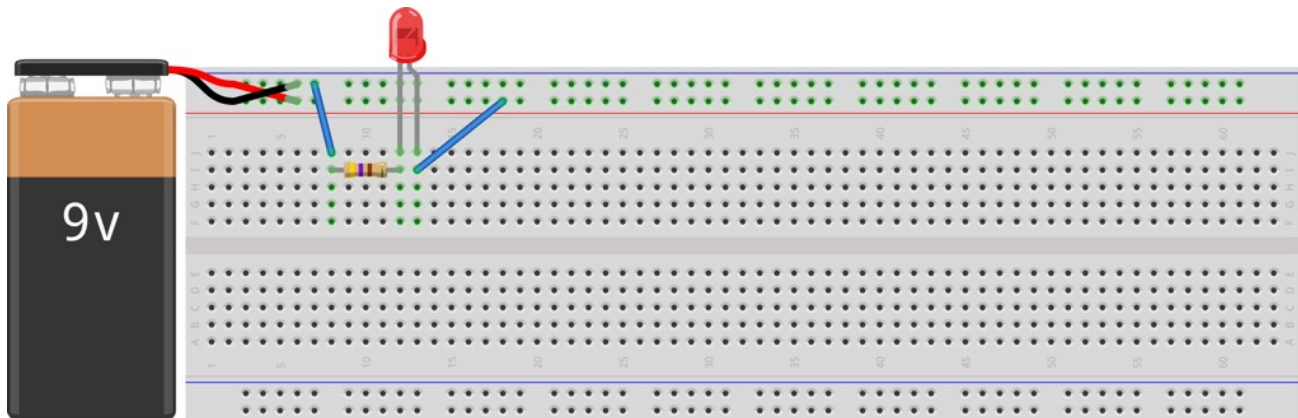
Das Arbeiten mit Breadboards wird mit der Zeit immer leichter. Versuche es gleich selbst! Nimm eine rote LED, einen Widerstand mit 470 Ohm und Baue die Schaltung wie auf dem Bild auf:

< Achte darauf, dass die LED mit dem negativen Anschluss, also dem kürzeren Drähtchen, an den Widerstand angeschlossen ist. Hier siehst du, in welche Richtung der Strom fließen muss:



< Bei dem roten Plus kannst du jetzt den Pluspol deiner Batterie einstecken. Den Minuspol verbindest du mit dem Minus:

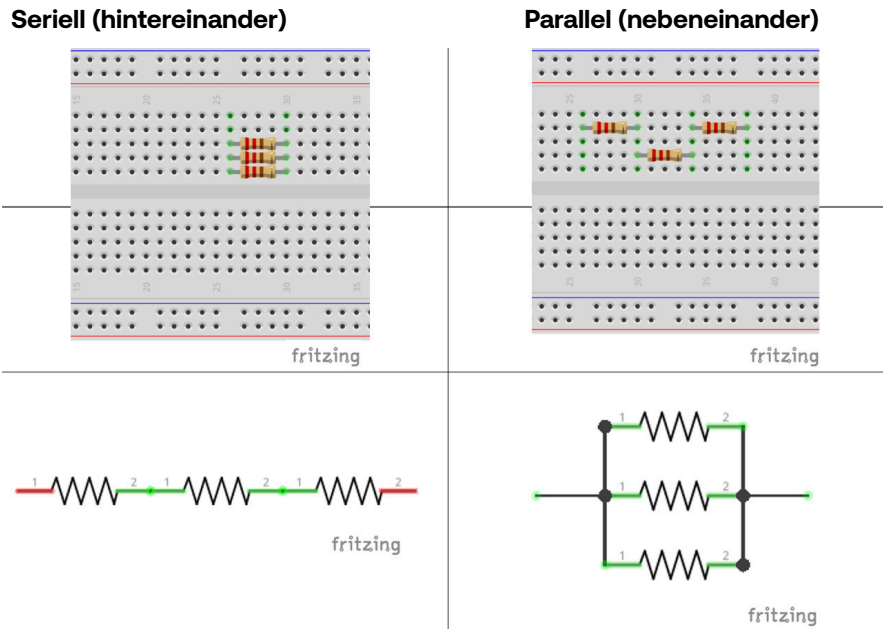
Die LED sollte jetzt leuchten!



Parrallel und Seriell

Du kannst Bauteile auf zwei Weisen miteinander verbinden:

Hier findest du mehr
über Parallel- und
Seriellschaltungen



Die Widerstände bei (a) sind direkt aneinanderghängt. Fließt hier Strom durch, kann er nur in eine Richtung fließen. Es muss also der gleiche Strom durch alle drei Widerstände fließen, egal, ob die Widerstände verschiedene Werte haben oder nicht. Die Spannungen, die an den einzelnen Widerständen aber abfällt, kann verschieden sein.

In einer Parallelschaltung gibt es zwei Knoten. Der Strom, der von links in die Schaltung fließt, muss sich auf die drei einzelnen Leitungen aufteilen. Sind die Widerstände nicht gleich groß, fließt auch nicht der gleiche Strom über die Leitungen. Rechts führen die drei Leitungen aber wieder in einem Knoten zusammen. Das heißt, dass die aufgeteilten Ströme rechts wieder zusammenfließen. Die Spannung ist über jeden Widerstand die gleiche.

Aha!
Strom-Spannung
seriell - parallel

Serienschaltung:

- Strom bleibt gleich
- Spannung teilt ich auf

Parallelschaltung:

- Strom teil sich auf
- Spannung bleibt gleich





Multimeter-Guide

Ein Multimeter ist ein Messgerät, mit dem du die verschiedenen Größen in deinem Schaltkreis messen kannst. Der Name „Multimeter“ kommt davon, dass es mehr als nur etwas messen kann. Hier siehst du ein Handmultimeter von der Marke FLUKE:

Diese Multimeter sind auch im Elektronik-Labor der Fachhochschule Vorarlberg zu finden. Du brauchst für eine Messung ein rotes und ein schwarzes Messkabel (auch „Messspitzen“ genannt). Das schwarze Kabel kommt immer in die Buchse mit „COM“. Das rote Kabel musst du je nach Messung in die richtige der drei roten Buchsen stecken. Das ist sehr wichtig, denn eine falsche Verbindung kann das Multimeter beschädigen.

Es gibt verschiedene Messkabel, die du verwenden kannst. Die klassischen Messspitzen sind super für eine flotte Spannungsmessung. Damit kannst du die Messpunkte einfach berühren. Du brauchst dazu aber zwei freie und ruhige Hände. Solltest du deine Hände für etwas anderes brauchen, kannst du auch die Kabel mit den Kroko-Klemmen verwenden.

Es gibt noch andere Arten von Messkabeln wie Stecker, Klemmen mit kleinen Häkchen oder Pinzetten. Mit dem Drehschalter in der Mitte kannst du einstellen, was du messen möchtest. Die wichtigsten Messeinstellungen findest du hier:

KROKO-KLEMMEN



MESSSPITZEN



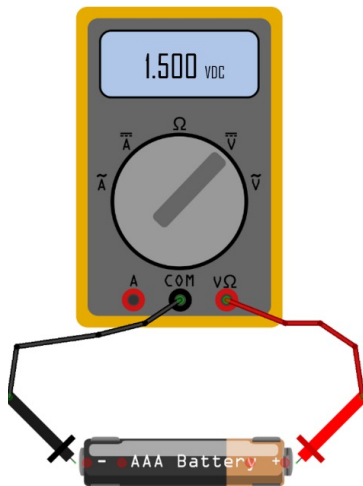


Spannung messen

Du kannst die Spannung (von zum Beispiel einer Batterie) messen, indem du den Drehschalter auf das „V“ mit der vollen und gestrichelten Linie drehst.

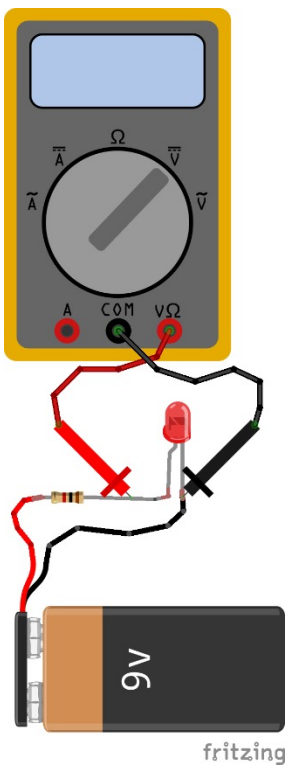
Das „V“ steht für „Volt“ (Maßeinheit der Spannung). Die Striche bedeuten, dass deine Spannung konstant ist, also sich über die Zeit nicht verändert. Die Spannungsmessung mit dem Multimeter ist sehr praktisch, weil du deinen Stromkreis nicht verändern musst.

Für eine Spannungsmessung brauchst du immer zwei Punkte in deiner Schaltung, zum Beispiel vor und nach einem Widerstand. Eine Spannung entsteht aus einem Ladungsunterschied zwischen zwei Punkten. Mehr Infos dazu findest du im Kapitel „Physics“.

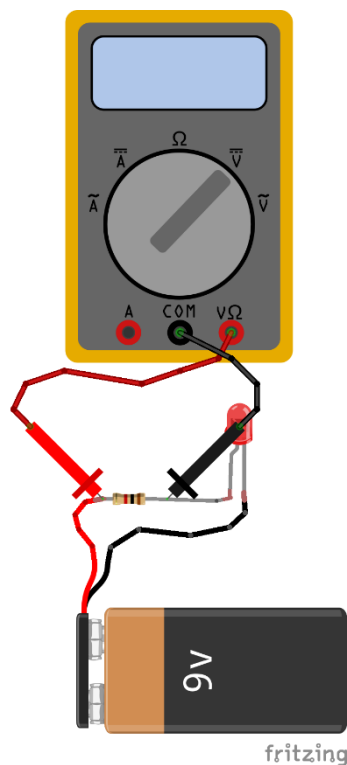


Hier siehst du ein paar Beispiele für Spannungsmessungen. Über den Widerstand und die LED fällt immer ein bisschen Spannung ab. Wie viel Spannung an einem Bauteil abfällt, kommt ganz auf das Bauteil und die Versorgungsspannung (hier also 9 Volt von der Batterie) an.

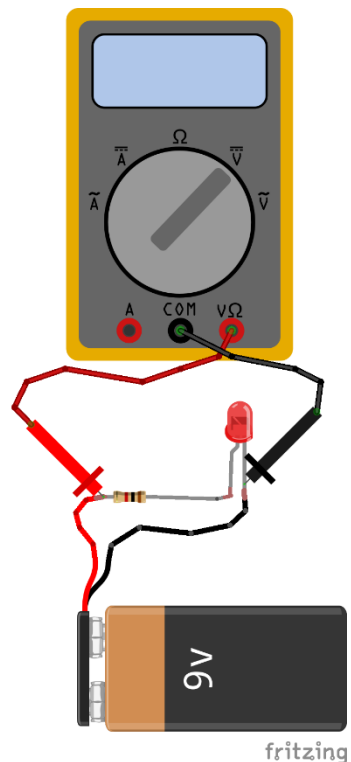
Spannung an der LED

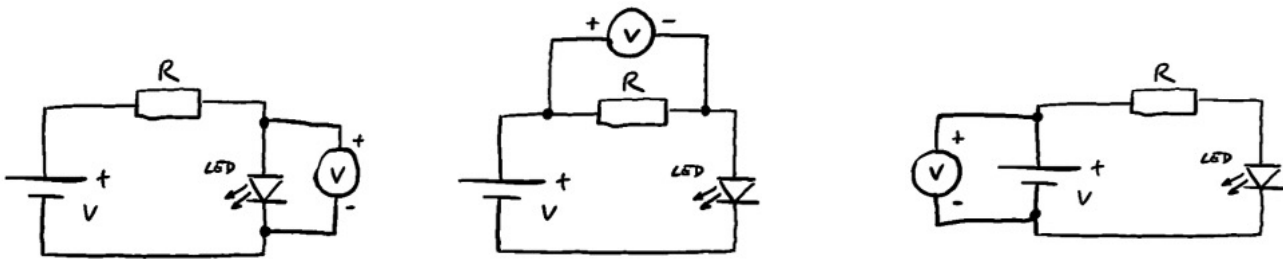


Spannung am Widerstand



Spannung an der Batterie





Der Kreis mit dem V ist das Schaltsymbol für ein Voltmeter. Ein Voltmeter ist ein Spannungsmessgerät („Volt“ -> Spannung, „Meter“ -> Messgerät). Ein Multimeter hat ein Voltmeter eingebaut, ebenso wie ein Ampèremeter (Strommessung), ein Ohmmeter (Widerstandsmessung) und andere Funktionen. Verwendest du das Multimeter zur Spannungsmessung, kannst du es in deinem Schaltplan mit diesem Symbol zeichnen.

Experiment

Du kannst die Schaltung von oben selbst einmal auf dem Breadboard aufbauen und die verschiedenen Messungen ausprobieren. Nimm eine 9V-Batterie, einen Widerstand mit 470 Ohm und eine rote LED. SchlieÙe sie wie in der Schaltung oben zusammen. Beachte, dass du die LED in der richtigen Richtung mit dem Stromkreis verbindest. Nimm das Multimeter. Stecke das rote Kabel in die Buchse mit „V“ und die schwarze in „COM“. Messe jetzt die Spannungen an jedem Bauteil.

- Was passiert, wenn du die schwarze und rote Messspitze vertauschst? Zeigt das Multimeter dann die gleiche Spannung an?
- Rechne die Spannung an Widerstand und LED zusammen. Was ergibt das?

Spannung am Widerstand	V
Spannung an der LED	V
Summe	V





Einstellung für Strommessung

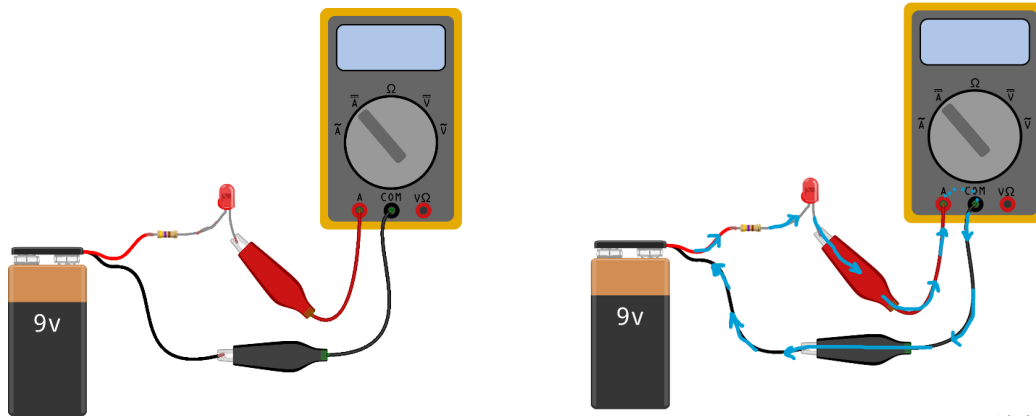


Strom messen

Drehe den Schalter des Multimeters auf das „mA“. Das A steht für „Ampère“, das ist die Einheit für elektrischen Strom. Das kleine m steht für „Milli“ und bedeutet, dass du eher kleine Ströme misst. Für unsere Experimente reicht das vollkommen. Beim FLUKE 87 V aus dem Elektroniklabor der FHV musst du zusätzlich auf den orangenen Knopf drücken, damit die Messung für Gleichstrom geeignet ist.

< Stecke das rote Messkabel diesmal in die Buchse mit „mA“ ein:

Die Strommessung mit dem Handmultimeter ist hier ein bisschen komplizierter. Du musst dazu nämlich deinen Stromkreis an einer Stelle auseinandernehmen, also „öffnen“. Damit das Multimeter den Strom messen kann, muss der Strom durch das Multimeter selbst fließen. Nehmen wir das Beispiel von der Spannungsmessung, sieht das dann so aus:



Rechts siehst du, wie der Strom durch die Schaltung und das Multimeter fließt.

Ströme in kleinen Schaltungen wie dieser sind nur einige Milli-Ampère („mA“) groß. Größere Ströme findest du eher in größeren Maschinen und Anlagen. Ein E-Auto braucht zum Beispiel zwischen 30 und 50 Ampère, um aufzuladen. Das ist schon recht viel! Durch eine rote LED dürfen z.B. maximal 20 Milli-Ampère (0,02 Ampère oder zwei Hundertstel Ampère) fließen.

Experiment

Versuche jetzt selbst, den Strom zu messen. Verwende die Schaltung von vorhin auf dem Breadboard und trenne die Verbindung zwischen der Kathode der LED und dem Minuspol der Batterie. SchlieÙe die beiden Kroko-Klemmen so an, dass der Strom aus der LED über das rote Messkabel in das Multimeter und aus dem durch das schwarze Messkabel wieder in die Batterie fließt. Schreibe den Strom in die Tabelle. Versuche das Gleiche nochmal, aber schlieÙe das Multimeter jetzt zwischen den Widerstand und die LED. Schreibe den Strom in die zweite Zeile und messe dann den Strom, der von Pluspol der Batterie zum Widerstand fließt. Was fällt dir hier auf?

Strom von LED zu Minus	A
Strom von Widerstand zu LED	A
Strom von Plus zu Widerstand	A



Aha! Strom vs Spannung im Multimeter

Warum wird das Multimeter bei der Strommessung anders an den Stromkreis gehängt als bei der Spannungsmessung?

Zwischen dem „COM“-Anschluss und „V“ ist ein sehr hoher Widerstand, dort fließt also fast kein Strom durch. Das ist wichtig, damit der Strom nicht über das Multimeter verschwindet, anstatt durch z.B. die LED zu fließen.

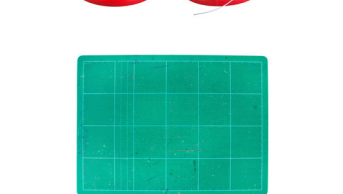
Zwischen den Anschlüssen „COM“ und „A“ (oder „mA“) am Multimeter ist aber fast gar kein Widerstand. Das ist wie, als würdest du die Leitungen direkt zusammenschließen. Du darfst das Multimeter deshalb nie parallel an die Schaltung hängen! Wenn die Spannung zwischen den beiden Messpunkten zu hoch ist und du den Strom misst, kann das Multimeter kaputt gehen.

Löt-Guide

Das Breadboard ist eine coole Möglichkeit, schnell Schaltungen aufzubauen und zu testen. Willst du aber eine Schaltung bauen, die lange halten soll und in ein Projekt eingebaut werden kann, kannst du die Bauteile und Verbindungen zusammenlöten.

Löten ist ein Vorgang, bei dem Lötzinn (ein schnell schmelzendes, metallenes Material) geschmolzen und auf eine Bauteilverbindung gegeben wird. Wenn das Lötzinn abkühlt, wird es wieder hart und verbindet die beiden Bauteile miteinander. Strom kann problemlos durch dieses Lötzinn fließen.

Wie funktioniert's? Für das Löten brauchst du:

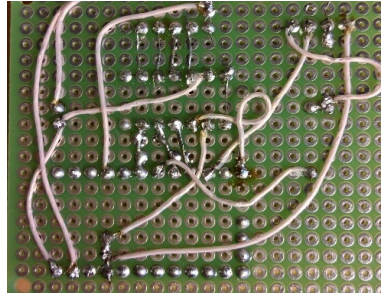


Was?	Warum?
Lötstation	Die Lötstation ist das Gerät, das den LötKolben auf ungefähr 320°C erhitzt.
LötKolben	Der LötKolben ist der Metallstift, mit dem du das Lötzinn schmilzt.
Lötzinn	Lötzinn ist das Material, das geschmolzen wird. Es ist meistens als Draht auf einer Rolle aufgewickelt.
Unterlage	Der LötKolben wird sehr heiß. Verwende deshalb eine Unterlage, damit du den Tisch nicht beschädigst.
Absauganlage	Wenn Lötzinn schmilzt, steigt ein Dampf auf, der schädlich sein kann, wenn du zu viel davon einatmest. Arbeite immer mit eingeschalteter Absauganlage.
Schraubstock oder Helping Hands	Damit du alle Hände für das Löten frei hast, kannst du Helping Hands oder einen Schraubstock verwenden, der dir das Bauteil an der richtigen Stelle fixiert.

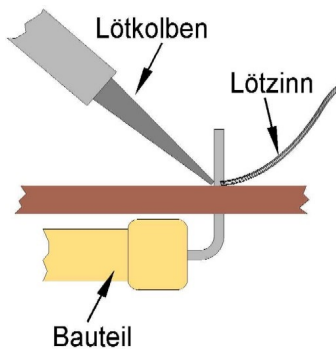
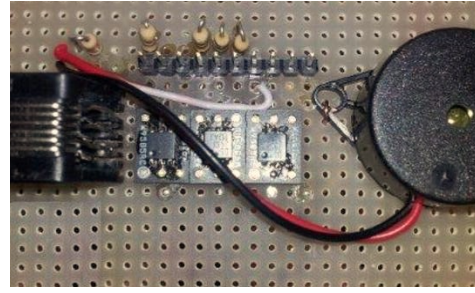
Auf dem Bild siehst du zwei miteinander verlötete Kabel:



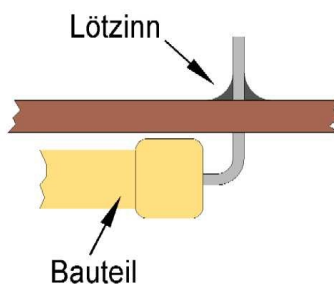
Hier sind Bauteile und Kabel, die auf einen Lochraster gelötet wurden (von unten zu sehen):



Von oben sieht das dann so aus:



Das Lötzinn schmiegt sich wie ein Kegel um das Bauteilfüßchen. So sollte das ungefähr aussehen:



Hier findest du auch ein super Video, das dir zeigt, wie Löten funktioniert:



Tutorial

1. Vorbereitung

Wähle eine Lötspitze, die zum Bauteil und der Lötposition passt. Schalte die Lötanlage ein und stelle sicher, dass du die Spitze jetzt nicht mehr anfasst. Richte die Halterung für den LötKolben her, damit du ihn jederzeit ablegen kannst. Nimm den kleinen Schwamm und mache ihn ein bisschen nass. Lege eine Rolle Lötzinn griffbereit auf den Tisch.

2. Bauteil vorbereiten

Biege die Bauteilfüßchen in einem rechten Winkel nach unten, schiebe sie in das entsprechende Loch und biege sie unten an der Lochrasterplatte so, dass sie flach anliegen.

3. LötKolben positionieren

Nimm den LötKolben und das Lötzinn zur Hand. Halte den Lötzinndraht kurz an die Lötspitze, bis ein bisschen Zinn schmilzt und an der Spitze hängen bleibt. Platziere die Lötspitze auf der Stelle, an der du das Bauteil befestigen möchtest. Halte den LötKolben ruhig und warte ein wenig (2-3 Sekunden), bis die Lötstelle die gleiche Temperatur hat wie der LötKolben.

4. Lötzinn hinzufügen

Führe den Lötzinndraht direkt an die Lötstelle (nicht an die LötKolbenspitze!) und halte ihn dort, bis etwas Zinn schmilzt. Füge eine ausreichende Menge Lötzinn hinzu, um die Lötstelle vollständig zu füllen.

5. Entferne den LötKolben

Entferne den Lötzinndraht und lasse den LötKolben für einige Sekunden an der Lötstelle, um sicherzustellen, dass das Pad und das Bauteilfüßchen gut mit Zinn benetzt sind. Entferne dann den LötKolben vorsichtig.

6. Überprüfung

Überprüfe die Lötstelle visuell, um sicherzustellen, dass sie gleichmäßig und glatt ist. Die Lötstelle sollte einen kleinen, glänzenden Kegel bilden und keine Lücken haben. Du kannst deine Platine auch unter ein Mikroskop halten oder mit einem Vergrößerungsglas ansehen, um die Lötstellen auf kleine Risse oder Löcher zu überprüfen.

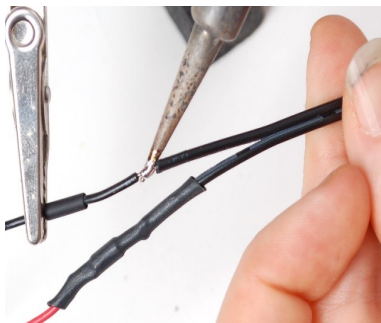
Achtung heiss!



Denke daran, dass ein LötKolben und alles, was er berührt, sehr heiß werden kann. Der Lötzinndraht wird nicht heiß, du kannst ihn problemlos mit den Händen angreifen. Halte deine Finger aber von LötKolben und Bauteilen fern. Verwende eine Pinzette und Helping Hands.

Arbeite vorsichtig und konzentriert. Stecke den LötKolben immer in die Halterung zurück, wenn du ihn gerade nicht brauchst. Vergiss nicht, die Station nach Verwendung abzuschalten und den LötKolben abkühlen zu lassen, bevor du ihn wegräumst.

Es kann trotz allem passieren, dass du dir mit dem LötKolben deine Finger verbrennst. Eine Verbrennung beim Löten ist zwar meistens klein, kann aber ziemlich schmerzen. Solltest du dir eine Verbrennung zuziehen, dann schalte die Anlage ab, lasse kaltes Wasser über die Stelle laufen und benachrichtige eine:n Erwachsene:n.

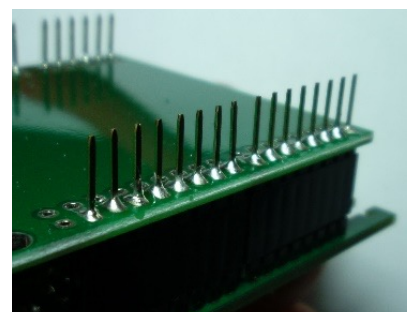
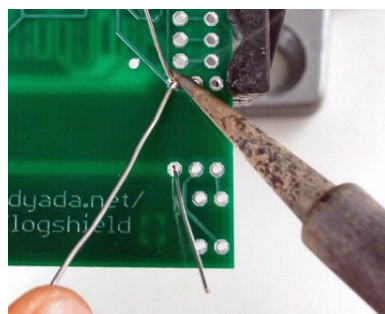
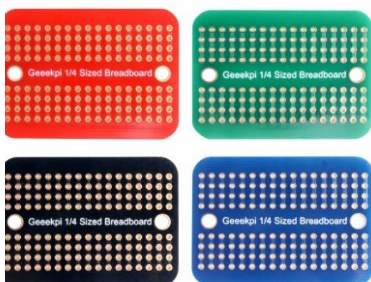


Löt-Experimente

Wenn du dich am Löten versuchen willst, kannst du diese Experimente ausprobieren. Frage davor eine:n erfahrene:n Tüftler:in, ob er oder sie dir ein oder zwei Tricks zeigen kann, bevor du beginnst.

1. Drahtenden löten

Schneide ein paar 5-10 cm lange Drähte ab und entferne etwa 1 cm Isolierung von beiden Enden. Löte nun die Enden der Drähte aneinander. Das Ziel ist es, eine starke und haltbare Verbindung herzustellen.

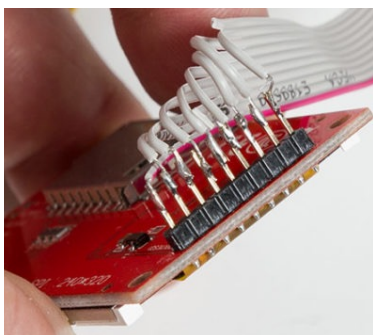


2. Bauteile an Lochrasterplatine löten

Nimm eine Lochrasterplatine und löte ein paar Widerstände, LEDs oder andere Bauteile an. Achte darauf, dass du die Bauteile auf der richtigen Seite der Platine platzierst und dass sie sicher und gerade befestigt sind.

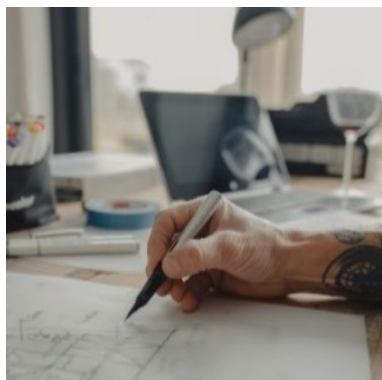
3. Steckverbindungen löten

Schneide ein paar 5-10 cm lange Drähte ab und löte an einem Ende eine Steckverbindung (z.B. eine Buchse oder einen Stift) an.



Von der Idee zum Projekt zum Ziel

Beim Design eines Geräts hat man ein bestimmtes Ziel vor Augen, was es schlussendlich können soll. Doch wie kommt man als Elektroniker:in von der Idee zum Ergebnis? Hier erfährst du, was du tun kannst, um deine Ideen besser zu realisieren.



Schritt 1: Bleistift & Papier

Beim Design eines Projektes (ganz egal, um was es geht) hilft es immer, deine Ideen einfach mal auf Papier zu bringen. Wie soll das Ergebnis aussehen? Was soll es können? Was fällt dir spontan an Ideen für die Umsetzung ein? Hast du schon eine Idee für die Schaltung und die Bauteile, die du brauchen könntest? Am Anfang stehen dir alle Wege offen. Ein Haufen Platz für crazy Ideen und Kreativität! Ob du alle Tools und Skills hast, um auch zum Ziel zu kommen, kannst du hier erst einmal ignorieren. Je besser du dich in der Elektronik auskennst, desto cooler ist dieser erste Schritt!

Du kannst dein Design auch mit Software oder Online-Tools simulieren, um es zu testen:

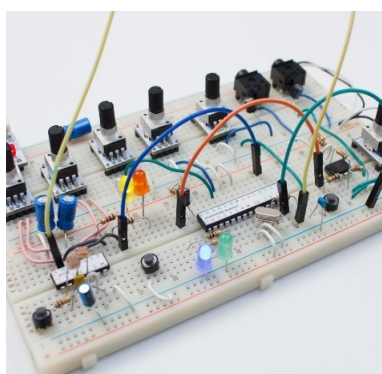


Schritt 2: Die Schaltung

Wenn du deine Idee vor dir auf dem Tisch liegen hast, kannst du dir überlegen, welche Bauteile du dafür brauchst. Muss etwas leuchten? Piepsen? Wird die Schaltung komplex oder eher einfach? Wie viele Dinge soll dein Design können? Wenn du genau weißt, was bei deinem Design alles dabei sein muss, kannst du dir überlegen, wie du die Bauteile miteinander verbinden kannst. Beachte dabei, dass jedes Bauteil bestimmte Strom-, Spannungs- und Leistungsgrenzen hat, die du nicht überschreiten darfst.

Schritt 3: Breadboard

Baue dein Projekt auf einem Steckbrett auf. Achte darauf, dass alle Komponenten richtig angeschlossen sind und dass du keine Kurzschlüsse verursachst. Beim Breadboard-Aufbau kannst du auch Messungen machen, um sicherzustellen, dass Strom und Spannung an jedem Bauteil passen. Teste deinen Aufbau, indem du ihn an eine Spannungsquelle anschließt. So kannst du alle Funktionen testen und sicherstellen, dass alles wie geplant läuft.



Schritt 4: Platine

Wenn dein Projekt funktioniert, kannst du es in ein Gehäuse einbauen oder es auf einer Platine verlöten. Mache danach nochmals Tests mit dem Multimeter. Überprüfe, ob alle Bauteile noch funktionieren und alle Verbindungen vorhanden sind. Schließe das Gehäuse oder die Platine an eine Stromversorgung an und ... enjoy!

Nix funktioniert. Was tun?

Sollte dein Projektstück schlappmachen, kannst du versuchen, den Weg des Stromes nachzufahren, um zu prüfen, ob auch alles deinem Schaltplan entspricht. Messe mit dem Multimeter, ob die Verbindungen stimmen. Prüfe dann, ob bei Anschluss an eine Spannungsquelle überhaupt ein Strom fließt, und ob er mit deinen Berechnungen übereinstimmt.

Solltest du nichts finden, kann es auch sein, dass ein Bauteil kaputt gegangen ist. Wenn nichts hilft, dann versuche, die gleiche Schaltung nochmal auf einem Breadboard aufzubauen. Vielleicht liegt der Fehler in deinem Schaltplan.

Mach dir wegen deiner Fehler nicht zu viele Gedanken. Fehler gehören schließlich zum täglichen Business eines jeden Profis. Je mehr Fehler du machst, desto besser wirst du im Finden und Vermeiden der Fehler.

Kopf hoch und weitertüfteln!



Physics

Das genialste Design überhaupt:
die Physik der Elektronik

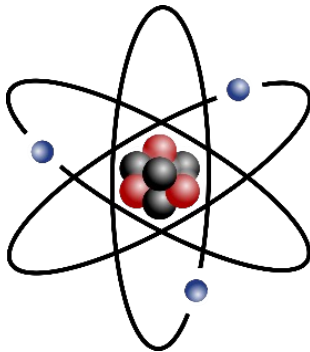
In diesem Kapitel erfährst du,
wie elektrische Ladung, Strom,
Spannung, Leistung, Widerstand
und Energie zusammenhängen
und wie du sie steuern kannst.

Alles, was wir über Elektronik wissen, hat seinen Ursprung in der Physik. Physik mag erstmal langweilig klingen, und – um ehrlich zu sein – das kann sie auch manchmal sein.

Das Coole an der Elektronik ist, dass du viele Projekte und Experimente machen kannst, ohne dass du ein Physik-Genie sein musst. Elektronik kann aber umso cooler sein, wenn du verstehst, wie diese Experimente funktionieren und was dahintersteckt. Mit ein bisschen physikalischem Wissen kannst du deine Projekte auf das nächste Level bringen!



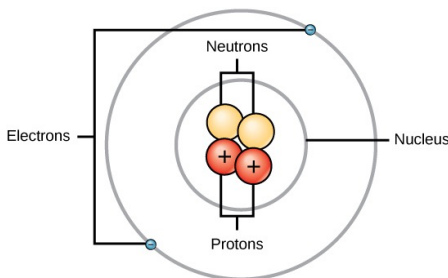
Elektrische Ladung



Jedes Atom im Universum hat eine Anzahl an Protonen und Neutronen im Kern und Elektronen in der Schale, die um den Kern herumkreisen. Jedes Proton ist positiv geladen, jedes Elektron negativ.

Normalerweise ist die Anzahl der Elektronen und Protonen in einem Atom gleich, so dass das Atom insgesamt keine elektrische Ladung hat, also elektrisch neutral ist. Wenn jedoch ein Elektron von einem Atom auf ein anderes übertragen wird, kann ein Ungleichgewicht in den Ladungen entstehen und es entstehen elektrostatische Ladungen.

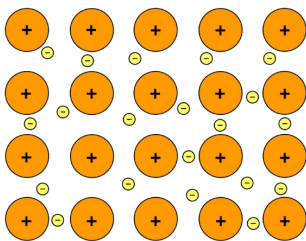
Wenn zwei Stoffe unterschiedliche Fähigkeiten haben, Elektronen zu halten oder abzugeben, können die Elektronen von einem Stoff zum anderen wandern. Zum Beispiel kannst du, wenn du einen Luftballon an deinen Haaren reibst, die Elektronen von deinen Haaren auf den Ballon übertragen. Die zu vielen Elektronen auf dem Ballon (negative Ladung) ziehen dann die Atome in deinen Haaren mit zu wenigen Elektronen (positive Ladung) an und deine Haare schweben in Richtung des Ballons.



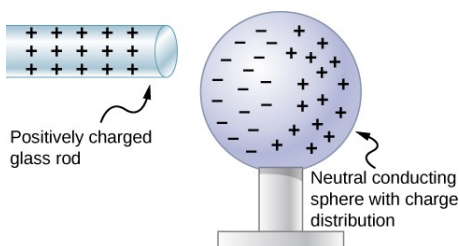
Strom

Immer, wenn diese Ladungen von einem Material auf ein anderes übertragen werden oder sich von einem Ort zum anderen bewegen, fließt ein Strom.

Bei einem Blitz passiert das schlagartig. Es gibt aber auch Möglichkeiten, den Strom zu kontrollieren, um durchgehend eine gewisse Menge an Energie zu liefern. Metall hat eine spezielle Atomstruktur, die einem Gitter ähnelt:



Die positiven Atomkerne „teilen“ sich die Elektronen. Das führt dazu, dass die Elektronen nicht mehr fest an ein Atom gebunden und frei beweglich sind. Würdest du den Ballon mit der positiven Ladung jetzt an ein Stück Metall halten, fingen die Elektronen an, sich in die Richtung des Ballons zu bewegen und sich am Rand des Metallstücks anzusammeln. Das wäre dann also ein (sehr kurzer) Stromfluss, und das ganz ohne Übertragung der Elektronen. Diese bleiben nämlich im Metall drin, wechseln aber ihre Position.

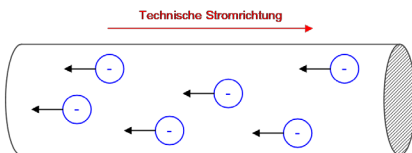


Das Minus und das Plus, das hier die einzelnen Ladungen kennzeichnet, sind übrigens auch der Grund für die Minus- und Pluszeichen, die du auf den Schaltsymbolen mancher Bauteile findest.

Stromrichtung

Das mit der Stromrichtung ist ein bisschen verzwickt. Du weißt, dass die positiven Atomkerne in einem Metall fest in ein Gitter angeordnet sind und die Elektronen sich frei bewegen können.

Wenn sich in einem Metall also Ladungen bewegen, sind das meistens die negativ geladenen Elektronen. Und negativ geladene Teilchen bewegen sich in die Richtung einer positiven Ladung. Wenn man von elektrischem Strom spricht, fließt dieser aber von Plus nach Minus, und nicht von Minus nach Plus wie die Elektronen. Diese „verkehrte“ Stromrichtung hat sich in der Elektronik und Elektrotechnik als „Technische Stromrichtung“ durchgesetzt und wird für Berechnungen und Schaltbilder verwendet. Wir verwenden in diesem Kurs auch diese Variante. Merke dir: Elektronen wandern von Minus nach Plus, elektrischer Strom fließt von Plus nach Minus.



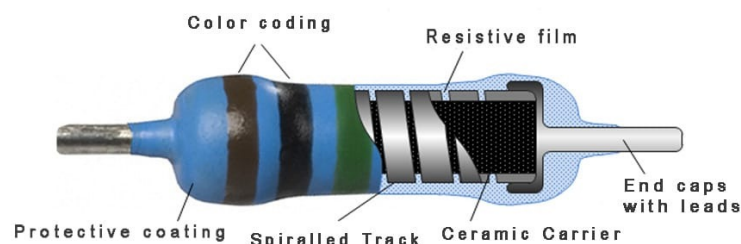
Elektrischer Strom transportiert elektrische Energie von einem Ort zum nächsten. Nur mit Strom können Lampen leuchten, Kühlschränke kühlen und Elektromotoren laufen.

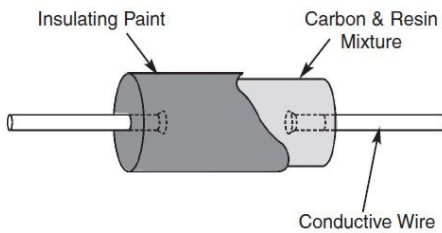
Widerstand

Wir wissen jetzt, dass Strom fließt, wenn sich Elektronen in die entgegengesetzte Richtung bewegen. Schließen wir die beiden Pole einer Batterie direkt zusammen, versuchen die Elektronen, sich so schnell wie möglich von Minus nach Plus zu bewegen, um den Ladungsunterschied auszugleichen. Es ist aber nicht sehr praktisch, wenn die Elektronen ungehindert fließen können – dann wäre ja die Batterie gleich leer, und es würde viel zu kurz viel zu viel Strom fließen. Wie können wir einen durchgehenden, kontrollierten Stromfluss erzeugen?

Wir brauchen einen Weg, die Elektronen zu verlangsamen. Oben haben wir festgestellt, dass sich Elektronen in einem Metallatomgitter frei bewegen können. Das stimmt nicht ganz, weil die Atome im Gitter Platz aufbrauchen und den Elektronen im Weg stehen. Diese müssen sich durch das Gitter schlängeln, was sie langsamer macht. Bei einem guten Leiter wie einem kurzen Kupferkabel ist das kein Problem. Wenn wir die Elektronen aber durch ein sehr langes Kabel schicken, macht sich die Verzögerung bemerkbar, und der Strom wird immer schwächer.

Wir können diesen Effekt für uns nutzen und einen langen Draht aufwickeln, um die Elektronen zu verlangsamen:





Eine andere Möglichkeit, die Elektronen zu bremsen, ist die Verwendung von Stoffen mit einer engeren Anordnung der Atomgitter. Kohlenstoff hat beispielsweise eine andere Struktur als Metalle wie Kupfer und lässt die Elektronen nicht so leicht durch.

Die Eigenschaft eines Materials, Elektronen zu bremsen, heißt elektrischer Widerstand. Je höher der Widerstand, desto stärker wird der Elektronenfluss gebremst. Die Maßeinheit ist Ohm (oft als großes Omega, also „ Ω “ geschrieben). In Berechnungen und Formeln wirst du oft ein „R“ als Symbol für den Widerstand finden. Das steht für „Resistance“, also „Widerstand“ auf Englisch.

Widerstand vs. Widerstand

Du hast im Kapitel „Crash Course – Bauteile“ das Bauteil Widerstand kennengelernt. Ein bisschen verwirrend ist hier die Namensgebung. Das Wort „Widerstand“ ist gleichzeitig der Name für das Bauteil und die physikalische Größe. Du könntest also über einen Satz wie diesen stolpern: „Der Widerstand hat einen Widerstand von 300 Ohm.“ Auf Englisch gibt haben die zwei Dinge ihren eigenen Namen: „Resistance“ für die physikalische Größe und „Resistor“ für das Bauteil.

Spannung

Positive und negative Ladungen ziehen sich an. Diese Anziehung erzeugt eine Art „Druck“ zwischen den Ladungen. Diesen Druck nennt man elektrische Spannung.

Spannung existiert immer zwischen zwei Punkten, wenn die Ladungen nicht gleich sind. Werden die zwei Punkte mit einem guten Leiter elektrisch verbunden, gleichen sich die Ladungen aus und die Spannung verschwindet.

Der Punkt mit der positiveren Ladung ist der Pluspol, der andere der Minuspol. Spannung gibt an, wie groß der Ladungsunterschied zwischen zwei Punkten ist. Die Maßeinheit ist Volt oder kurz „V“. In Formeln wird Spannung oft als „U“ gekennzeichnet.

Wenn Strom durch einen Widerstand fließt, entsteht ein Ladungsunterschied zwischen dem Bereich vor und dem Bereich nach dem Widerstand. Wäre der Widerstand nicht da und der Strom könnte ungehindert fließen, würde sich der Ladungsunterschied ausgleichen und die Spannung fällt auf null.

U-R-I als Gartenschlauch

Die vielen Größen können etwas verwirrend werden. Hier wird der Zusammenhang zwischen Spannung, Strom und Widerstand mithilfe eines Wasser-Vergleichs erklärt.

Stell dir vor, du hast einen Schlauch, durch den Wasser fließt. Die Spannung ist wie der Druck im Schlauch, der das Wasser vorantreibt. Der Strom ist die Menge an Wasser, die durch den Schlauch fließt. Der Widerstand ist wie ein Hindernis im Schlauch, das den Wasserfluss verlangsamt.

Wenn du den Druck erhöhst, fließt mehr Wasser durch den Schlauch. Das Gleiche passiert mit der Spannung - wenn sie höher ist, fließt mehr Strom durch den Stromkreis. Wenn du das Hindernis im Schlauch erhöhst, fließt weniger Wasser durch den Schlauch. Und das Gleiche gilt für den Widerstand - je höher der Widerstand ist, desto kleiner ist der Strom.

Wenn du den Schlauch ganz abklemmst, stoppt der Wasserfluss. Das Gleiche passiert mit dem Stromkreis - wenn die Spannung zu niedrig ist oder der Widerstand zu hoch ist, fließt kein Strom mehr. Das bedeutet, dass der Stromkreis nicht mehr funktioniert und kein Gerät mehr betrieben werden kann.

Insgesamt bedeutet das also: Je höher die Spannung und je niedriger der Widerstand, desto mehr Strom kann fließen. Und umgekehrt: Je niedriger die Spannung und je höher der Widerstand, desto weniger Strom kann fließen.

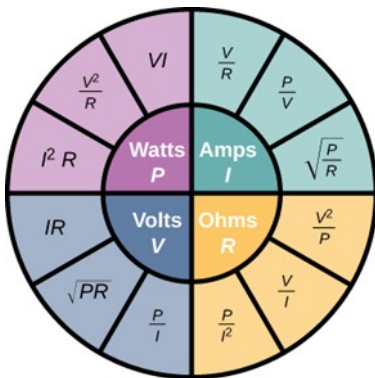
Leistung und Energie

Die Leistung ist die Menge an Energie, die pro Sekunde verbraucht wird oder pro Sekunde zur Verfügung steht. Stell dir vor, du bist in einem Schwimmbad und musst Wasser aus einem Becken herauspumpen.

Die Leistung, die du dafür benötigst, hängt davon ab, wie schnell du das Wasser aus dem Becken pumpen musst. Wenn du schneller pumpen musst, brauchst du mehr Leistung. Dabei ist aber egal, wie viel Wasser schlussendlich im Becken ist. Es zählt nur, wie viel du in diesem Moment pumpen willst. Die Einheit der Leistung ist Watt oder kurz „W“.

Die Energie ist die Menge an Arbeit, die von einem elektrischen System verrichtet wird oder die in einem System gespeichert ist. Stell dir wieder das Schwimmbecken vor. Die Energie, die du benötigst, um das Wasser aus dem Becken herauszupumpen, hängt davon ab, wie viel Wasser du pumpen musst und wie hoch das Becken ist. Je mehr Wasser du pumpen musst, desto mehr Energie benötigst du. Die Einheit der Energie ist Joule. Leistung findest du in der Elektronik in verschiedenen Formen wieder:

Wärme, Bewegung, Licht, Lärm. Wenn du einen Widerstand an eine Batterie schaltest, wandelt der Widerstand Spannung und Strom in Wärme um. Die Energie ist die Menge der Leistung über eine bestimmte Zeit. Du brauchst eine bestimmte Leistung in deinem Stromkreis, wenn eine LED eine bestimmte Helligkeit haben soll. Wenn die LED diese Helligkeit für eine bestimmte Zeit halten soll, brauchst du eine bestimmte Energiemenge.



P = Power I = Current
V = Voltage R = Resistance

Rechnen mit Strom und Spannung

P-U-R-I-Formeln

Du hast jetzt bereits Spannung (U oder V), Strom (I), Widerstand (R) und Leistung (P) kennengelernt. Diese vier Größen hängen mit ein paar einfachen Formeln zusammen. Mit diesen Gleichungen kannst du deine Schaltung genau so designen, dass sie optimal funktioniert. Willst du zum Beispiel eine LED leuchten lassen, hast aber nur eine Batterie mit zu hoher Spannung, kannst du dir ausrechnen, welcher Widerstand den Strom und die Spannung deiner LED perfekt ausbalancieren würde.

Experiment

Du hast eine 9V-Batterie und willst einen Strom von 10mA über einen Widerstand fließen lassen. Wie groß muss der Widerstand dann sein? Teste deine Rechnung, indem du die Schaltung mit dem richtigen Widerstand aufbaust und den Strom mit dem Multimeter misst!

Lösung:

Deine Spannung ist 9V. Dein gewünschter Strom ist 0,01A.

Teile die Spannung durch den Strom:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{9V}{0,01A} = 900 \text{ Ohm}$$

Der Widerstand, den du brauchst, hat 900 Ohm!

Wie du den richtigen Widerstand für eine LED berechnest, findest du hier heraus >



Cooler Ideen und Experimente zum Selbermachen

Wenn du jetzt genug von Physik hast, gut so! Hier startet der allerwichtigste Teil des Kurses: Das Machen.

In diesem Kapitel findest du einige Experimente und Projekte, die du nachbasteln kannst.

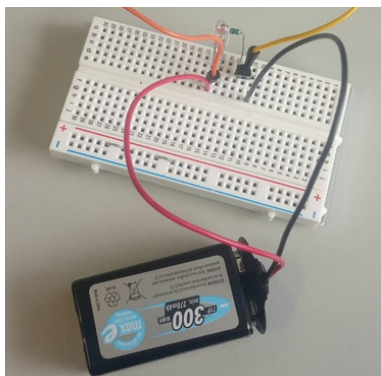
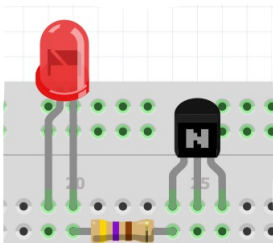
Manche Projekte sind schwieriger als andere, aber keine Sorge: Du kannst dir für die komplizierten Schritte natürlich Hilfe holen oder ein Team mit Freund:innen bilden.

Wichtig ist vor allem, dass du Spaß hast und etwas Neues ausprobierst. Viel Erfolg!



Was du brauchst

- Was du brauchst
- Breadboard
- Batterie 9V
- Batterieanschluss
- Widerstand 470 Ohm
- Rote LED
- BC547 Transistor
- Zwei Breadboard-Kabel



Wusstest du, dass dein Körper elektrisch leitet? Deine Nervenzellen senden elektrische Signale an benachbarte Nervenzellen und tauschen so Informationen aus. Jede Bewegung und jeder Gedanke basieren auf sehr kleinen elektrischen Strömen, die dein Körper erzeugt. Auch deine Haut kann Strom leiten. Du kannst das sogar ausprobieren: Nimm ein Multimeter, stelle es auf „Ohm“ und berühre die beiden Messspitzen mit jeweils einer Hand. Dein Körper hat einen Widerstand! Wir können diese geringe Leitfähigkeit für ein Experiment verwenden

Wie's geht

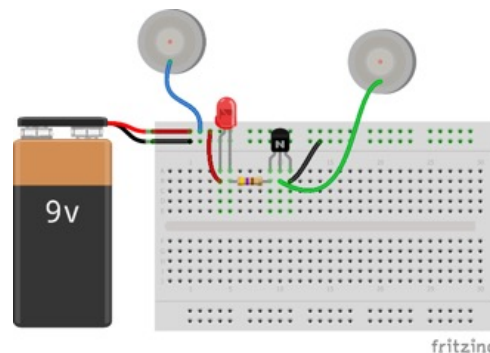
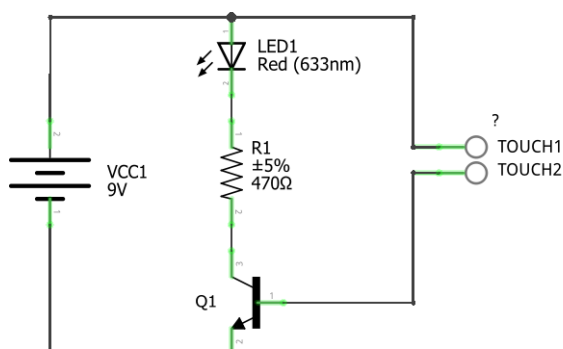
1. Biege die Füßchen des Widerstandes nach unten.
2. Stecke die Bauteile so in das Breadboard:
3. Verbinde das rote Kabel des Batterieanschlusses mit dem Pluspol der LED.
4. Verbinde das schwarze Kabel des Batterieanschlusses mit dem Emitter-Füßchen des Transistors.
5. Nimm jetzt zwei gelbe Kabel. Verbinde eines mit der Basis des Transistors und das andere mit dem roten Batteriekabel.
6. Nimm die zwei Enden der gelben Kabel in jeweils eine Hand. Die LED sollte jetzt aufleuchten!

Das Experiment funktioniert auch mit mehreren Menschen. Schnapp' dir ein paar Freunde und haltet euch an den Händen. Die letzten Beiden in der Reihe fassen jetzt jeweils eine Kabelspitze an.

Was passiert hier?

Das wichtigste Bauteil bei diesem Experiment ist der Transistor. Würdest du den Transistor mit einer einfachen Verbindung wie einem Kabel austauschen, wäre es ein einfacher Stromkreis, der eine LED zum Leuchten bringt. Der Widerstand ist zur Strombegrenzung da. Wenn du aber Kollektor und Emitter des Transistors dazwischenschaltest, lässt der Transistor nur Strom durch, wenn auch ein Strom in die Basis fließt. Die Spannung an der Basis kann aber sehr klein sein. Ein Transistor funktioniert also wie ein Schalter, nur eben mit einem kleinen elektrischen Signal.

Schaltung





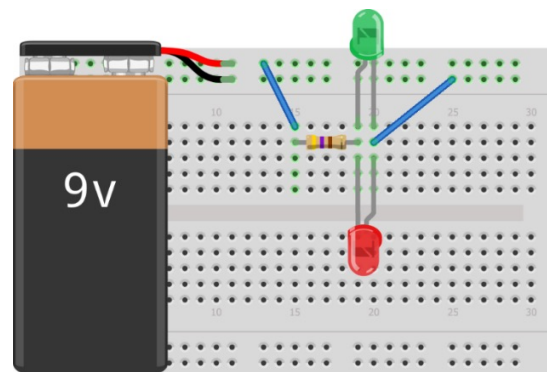
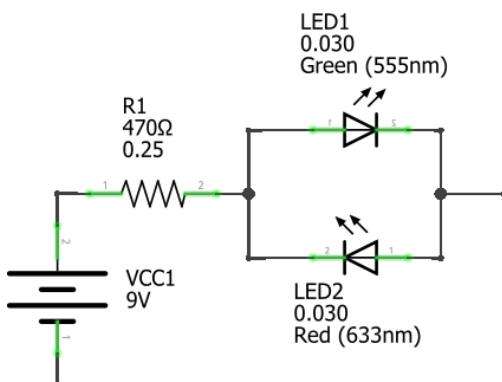
Vibrobot

Was du brauchst

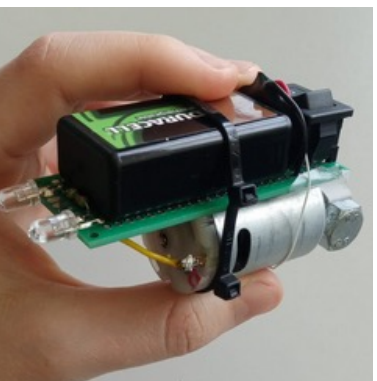
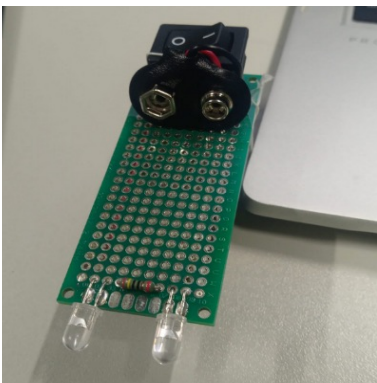
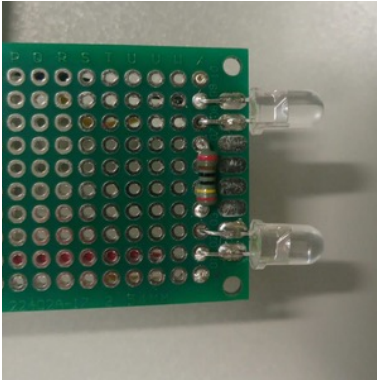
- Batterie 9V
- Batterieanschluss
- DC-Motor 9-12V
- 2 rote LEDs
- Widerstand 370 Ohm
- Kippschalter
- Ein kleines Gewicht (z. B. Schraube)
- Ein Stück Lochrasterplatte (3x5 cm)
- Starken Draht für die Beine
- Lötzinn
- Heißkleber
- LötKolben
- Heißklebepistole
- Seitenschneider
- (Multimeter)
- Drahtzange (fürs Zurechtbiegen der THT-Teile)

Mit einer 9V-Batterie kannst du bereits einiges zum Laufen bringen: zum Beispiel einen kleinen Motor. In diesem Projekt baust du einen Vibrobot, der durch Vibration durch die Gegend wandert.

Schaltung



PROFI-TIPP: Du kannst die Projekte vor dem Löten auch zuerst auf dem Breadboard zusammenbauen und testen, wenn du dir nicht sicher bist.



Wie's geht

1. Biege die beiden LEDs so um, dass sie am längeren Ende der Lochrasterplatte überstehen und mit ihren Drahtfüßchen in die letzte Lochreihe passen. Stecke sie in die äußersten oder zweitäußersten Löcher. Achte darauf, dass die Minuspole beider LEDs nach links sehen.
2. Biege die Drähte des Widerstands möglichst nah am Bauteil nach unten. Stecke den Widerstand zwischen die zwei LEDs in der letzten Lochreihe der Platine.
3. Löte den linken Draht des Widerstands mit dem Pluspol der linken LED zusammen. Löte den rechten Draht des Widerstands mit dem Minuspol der rechten LED zusammen.
4. Nimm den Kippschalter und platziere ihn am anderen längeren Ende der Lochrasterplatte. Löte die beiden Füßchen von unten fest.
5. Schneide ein rotes Kabel auf 6 cm zurecht. Löte es an einem Ende an das äußere Füßchen des Kippschalters und am anderen Ende an den Pluspol der rechten LED.
6. Schiebe das schwarze Kabel des Batterieclips von oben durch den Lochraster beim Kippschalter. Ziehe das Kabel bis zu den LEDs und verlöte das Kabelende mit dem Minuspol der linken LED. Lasse genug Kabellänge übrig, damit der Clip noch Platz für den Anschluss der Batterie hat.
7. Schiebe das rote Kabel des Batterieclips von oben durch den Lochraster und verlöte das Kabelende mit dem mittleren Füßchen des Schalters.
8. Schneide zwei 5 cm lange Kabel zurecht und verlöte sie mit jeweils einem Anschluss des Motors.
9. Lege den Motor so auf die Unterseite der Platine, dass die Welle komplett über den Rand der Platine schaut.
10. Verlöte ein Kabel des Motors mit dem Pluspol der rechten LED bzw. mit dem Pluspol-Kabel der Batterie.
11. Verlöte das andere Motorkabel mit dem Minuspol der linken LED bzw. mit dem Minuspol-Kabel der Batterie.
12. Schalte den Kippschalter auf „Aus“, stecke die Batterie an den Clip. Befestige Batterie und Motor mit Kabelbindern an der Platine. Achte darauf, dass die Welle des Motors nach wie vor über den Rand der Platine hinaussteht.
13. Befestige ein kleines, asymmetrisches Gewicht an der Motorwelle.
14. Schneide vier Stück mit einer Länge von 10 cm von dem dicken Draht ab. Befestige jedes Stück an jeweils einer Ecke der Platine. Verbiege die Drähte so, dass sie die Beine des Vibrobots bilden.
15. Stelle den Vibrobot auf den Boden und schalte den Kippschalter auf „Ein“. Die LEDs sollten leuchten und der Motor sollte sich drehen. Der Vibrobot wandert durch die Vibrationen über den Boden.

Was passiert hier?

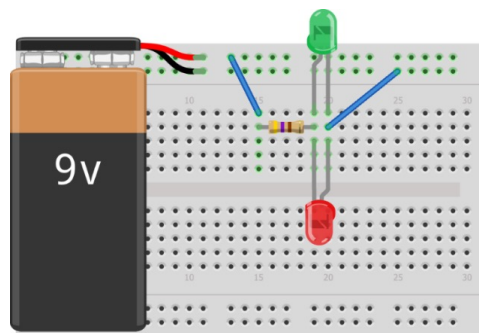
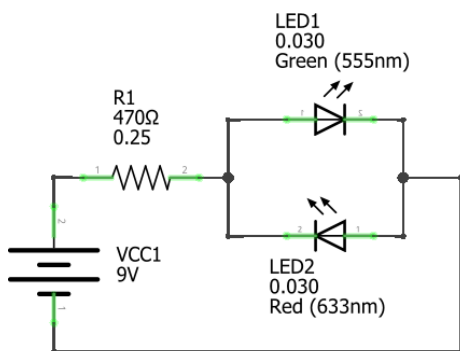
Das gleiche Prinzip wie in Handys wird hier angewandt: Ein Gewicht, das nicht symmetrisch auf der Drehachse sitzt, wird von einem Motor rotiert. Dadurch entsteht eine Vibration.

Batterie-Pol-Tester



So etwas passiert schnell: Die Spannungsversorgung falsch herum angesteckt und schon ist ein Bauteil dahin. Besonders bei Dioden, Transistoren und digitalen Bausteinen kann das schnell verheerend sein. Für solche Situationen kannst du einen Tester bauen, der dir anzeigt, ob der Strom in die richtige Richtung fließt.

Schaltung



Was du brauchst

- 9V-Batterie
- Batterie-Clip
- Widerstand 470 Ohm
- Rote LED
- Grüne LED
- 2 Patch-Kabel
- Breadboard

Wie's geht

1. Stecke die beiden LEDs parallel zueinander. Drehe die grüne LED so, dass der Minuspol rechts ist und die rote LED so, dass der Minuspol links ist.
2. Stecke den Widerstand seriell vor die beiden LEDs.
3. Verbinde den linken Draht des Widerstands mit der oberen Versorgungs-Line.
4. Verbinde den Minuspol der grünen und den Pluspol der roten LED mit Ground.
5. Stecke die Spitzen des Batterie-Clips in die Versorgungs-Lines (rot oben, schwarz unten).
6. Halte die Batterie an den Clip, ohne sie ganz einzustecken. Drehe sie einmal um und versuche es nochmal. Welche LED leuchtet bei richtigem Anschluss?

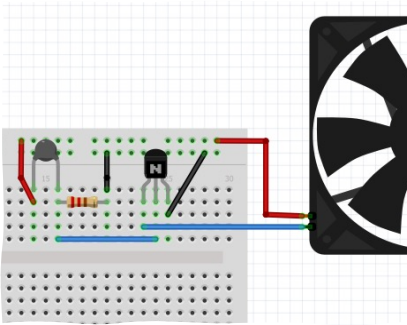
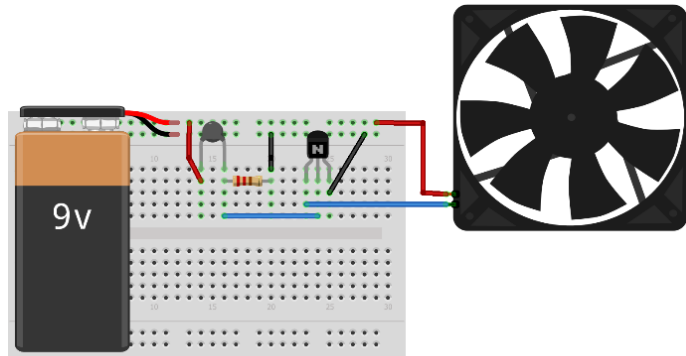
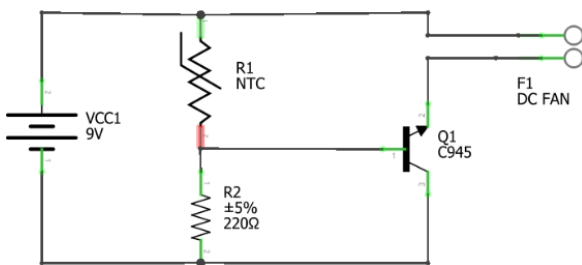
Was passiert hier?

Die beiden Dioden sind parallelgeschaltet und genau entgegengerichtet. Wenn der Strom vom roten Kabel zum schwarzen fließt, sperrt die rote LED und die grüne leuchtet („richtig herum“). Wenn der Strom von Schwarz zu Rot fließt, ist es genau umgekehrt: Die grüne LED lässt keinen Strom durch und die rote LED leuchtet („falsch herum“).



Bastle deine eigene, selbstregelnde Klimaanlage mit einem Thermistor. Ein Thermistor ist ein Widerstand, der seinen Wert ändert, wenn er wärmer oder kälter wird. Wir nutzen diesen Effekt hier für die Steuerung eines kleinen Ventilators, der bei Hitze stärker bläst.

Schaltung



Wie's geht

1. Stecke die Bauteile wie im Bild so auf das Breadboard und verbinde den DC-Ventilator mit der Schaltung:
2. Verbinde das rote Kabel des Batterie-Clips mit der obersten Leiste und das schwarze mit der zweiten.
3. Teste die Schaltung, indem du den Thermistor mit deiner Hand erwärmst. Dreht sich der Ventilator schneller, wenn der Thermistor wärmer wird?

Was du brauchst

- 9V-Batterie
- 10k Ohm NTC-Thermistor
- Batterie-Clip
- 220 Ohm Widerstand
- C945 NPN-Transistor
- DC-Ventilator
- 6 Patch-Kabel
- Breadboard

Was passiert hier?

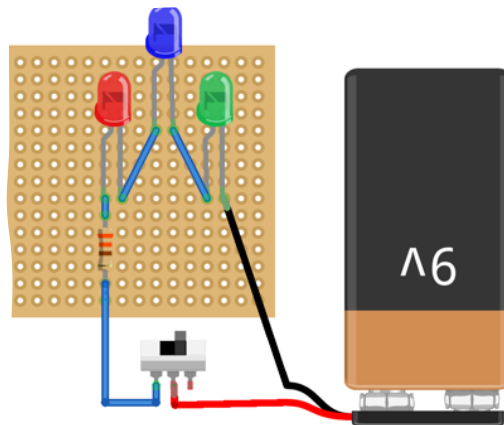
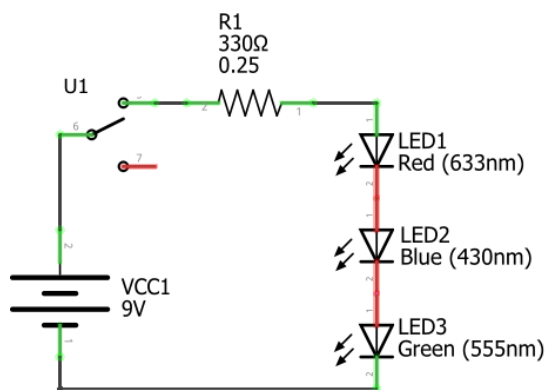
Der Thermistor lässt mehr Strom fließen, wenn er erwärmt wird. Dadurch erhöht sich auch der Strom durch die Basis des Transistors, der dann mehr Strom über den Ventilator durchlässt. Der 220-Ohm-Widerstand verringert den Strom zur Basis, damit der Ventilator nicht zu stark bläst oder zu viel Strom bekommt.

Custom Nachttisch-Projekt



Baue dir dein eigenes kleines Nachttlicht aus einer Konservendose, das dir etwas auf deine Schlafzimerdecke projiziert. Mit 3 verschiedenen farbigen LEDs und einem Stück Pappe kannst du einen hübschen optischen Effekt erzielen.

Schaltung



Was du brauchst

- Batterie 9V
- Batterie-Clip
- Leiterdraht
- Konservendose
- ein Kreis schwarze Pappe als Deckel
- ein Stück Lochrasterplatte (ca. 3x3cm)
- 330 Ohm Widerstand
- rote LED
- grüne LED
- blaue LED
- Schalter
- Lötkolben
- Stifte
- Schere/Stanzer/Stanley-Messer
- Heißkleber

Wie's geht

1. Stelle sicher, dass die Lochrasterplatte flach auf den Boden in der Konservendose passt.
2. Stecke die drei LEDs in einer Dreiecksformation in die Lochrasterplatte. Drehe die Platte um und verbiege die Drähte, dass die LEDs halten.
3. Biege den Minuspol der roten LED und den Pluspol der blauen so, dass sie direkt nebeneinander liegen. Mache das gleiche mit Minuspol der blauen und Pluspol der grünen LED.
4. Stecke den Widerstand in die Lochrasterplatte und biege den oberen Draht in Richtung rote LED. Verbiege den Pluspol der roten LED so, dass er den Widerstandsdraht berührt.
5. Löte die LEDs und den Widerstand an die Lochrasterplatte.
6. Löte die Füßchen der LEDs und des Widerstandes, die nebeneinander liegen, zusammen.

7. Löte das rote Batterie-Clip-Kabel an den mittleren Pin des Schalters.
8. Zwicke ein 5cm-Stück Kabel ab und verlöte es mit dem einem der äußeren Schalter-Pins.
9. Verlöte das Kabel aus Schritt 8 mit dem freien Draht des Widerstands.
10. Verlöte das schwarze Kabel des Batterie-Pins mit dem Minuspol der grünen LED.
11. Teste, ob die LEDs leuchten, wenn du die Batterie anhängst und den Schalter umlegst.
12. Nimm das Stanley-Messer und schneide ein kleines rechteckiges Loch in die Konservendose. Dorthin kommt der Schalter. Biege die scharfen Kanten des Loches etwas um, damit du dich nicht verletzt.
13. Stecke die Batterie an den Clip. Sollten die LEDs bereits aufleuchten, schalte den Schalter einmal um, dass sie dunkel sind. Lege die ganze Schaltung in die Dose und drehe sie so, dass der Schalter beim Loch in der Dose ist. Lege die Batterie neben die Platine, sodass alles gut hineinpasst.
14. Fädle den Schalter durch das Loch und klebe ihn vorsichtig mit Heißkleber an.
15. Platziere die Platine flach auf dem Boden der Dose. Positioniere sie ungefähr in der Mitte.
16. Stelle die Dose auf ein Stück schwarze Pappe und male den Kreisumriss auf. Schneide den Kreis aus und suche dir ein Motiv aus (Stern, Herz, Blume...). Male das Motiv in der Mitte des Kreises auf und schneide es mit Schere oder Stanley-Messer aus. Du kannst auch mehrere solche Kreise machen, um das Motiv zu wechseln.
17. Lege den Kreis als Deckel auf die Dose, gehe in einen dunklen Raum und schalte dein Nachtlicht ein.

So sieht es am Schluss aus.



Was passiert hier?

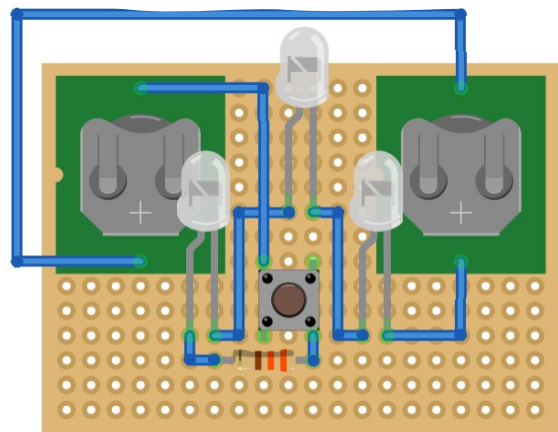
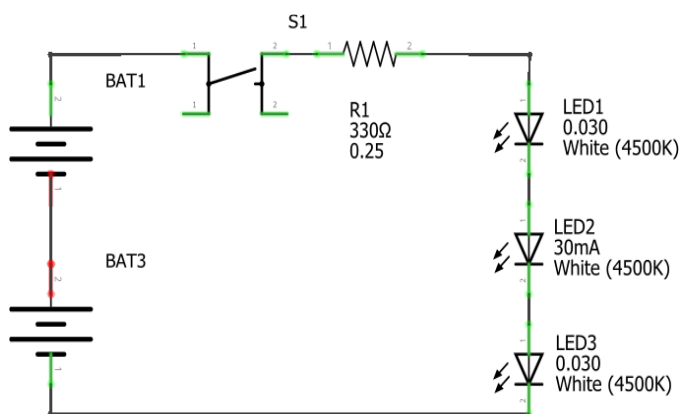
Da die drei LEDs leicht versetzt sind, treffen die Lichtstrahlen auch leicht versetzt auf der Decke auf. Die verschiedenen Farben erzeugen einen coolen Effekt. Du kannst versuchen, die Schaltung mit noch mehr LEDs zu erweitern. Beachte aber dabei, dass deine Batterie nur 9 Volt liefert, und jede LED ein paar Volt braucht, damit sie leuchtet. Wieviel Spannung und Strom eine LED braucht, hängt auch von ihrer Farbe ab.

Getränke-Untersetzer



Aus einer einfachen Pringles-Dose bastelst du mit dieser Anleitung einen Party-Getränkeuntersetter, der dein Getränk leuchten lässt, wenn du es abstellst.

Schaltung



Was du brauchst

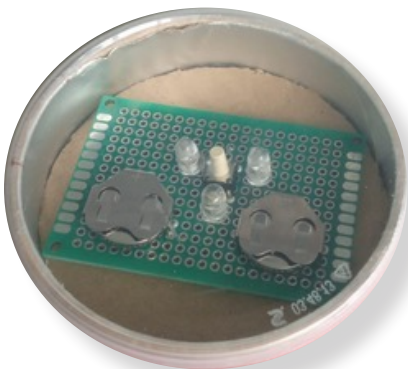
- Pringles-Dose
- zwei 3V-Knopfbatterien
- zwei Knopfbatterienhalterungen
- eine Lochrasterplatine
- 3 Weiße LEDs
- Taster
- 330-Ohm-Widerstand
- Heißkleber
- Lötzinn

Wie's geht

1. Stecke die LEDs mit dem Pluspol nach links in einer Dreiecksform in den Lochraster und biege die Drähte um. Das Dreieck sollte genau in der Mitte der Platine sein.
2. Verbiege die Drähte so, dass die beiden unteren LEDs mit jeweils dem Näheren Füßchen zur oberen LED zeigen. Biege dann die beiden Drähte der oberen LED parallel zu den beiden eben gebogenen Drähten.
3. Stecke den Widerstand wie im Bild in die Lochrasterplatine und biege das linke Drähtchen zur linken LED (von oben gesehen).

4. Löte die vier Bauteile von unten an die Platine. Du kannst auch gleich die Verbindungen zwischen den LEDs und dem Widerstand zusammenlöten, die du dir eben vorbereitet hast.
5. Stecke den Taster in der Mitte der drei LEDs durch den Lochraster und löte die Beinchen von unten an.
6. Stecke die beiden Batteriehalterungen in die Lochrasterplatine und löte die Beinchen von unten an.
7. Verlöte den übrigen Widerstandsdraht mit dem rechten unteren Füßchen des Schalters (von oben gesehen).
8. Schneide ein Stück Kabel zurecht, das vom Pluspol der linken Knopfzellenhalterung bis zum linken oberen Beinchen des Tasters reicht. Löte es von unten an diese beiden Stellen.
9. Schneide ein kurzes Kabel als Verbindung zwischen Minuspol der rechten Batterie und Minuspol der rechten LED zurecht und löte es an diesen Stellen an.
10. Verbinde den Minuspol der linken Batterie mit dem Pluspol der rechten (Serienschaltung).
11. Gib zwei Knopfzellen in die Halterungen und teste deine Schaltung mit einem Knopfdruck.
12. Nimm die Pringles-Dose und schneide alles bis auf die obersten 1,5cm ab. Behalte den Deckel.
13. Fahre den Umfang der Dose mit einem Stift auf einem Stück Pappe nach und schneide es aus. Klebe deine Platine mit Heißkleber auf den Pappkreis.
14. Schiebe den Kreis mit der Platine von unten in das übrige Stück der Pringles-Dose. Setze den Deckel darauf und teste, ab wo der Knopf leicht durch den Plastikdeckel gedrückt wird. Später soll ein Getränk daraufgestellt werden und den Schalter auslösen.
15. Wenn du die optimale Höhe gefunden hast, klebe den Kreis mit Heißkleber fest. Entferne wenn nötig den überstehenden Rand des Dosenstücks.
16. Mach dir ein leckeres Getränk in einem durchsichtigen Glas und teste dein Projektstück!

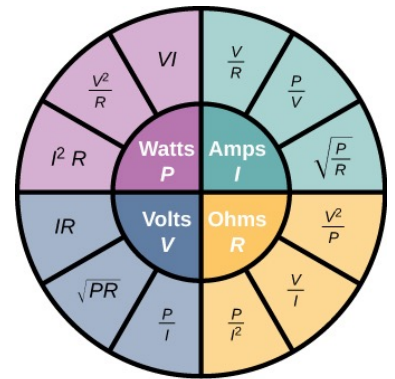
So sieht es am Schluss aus.



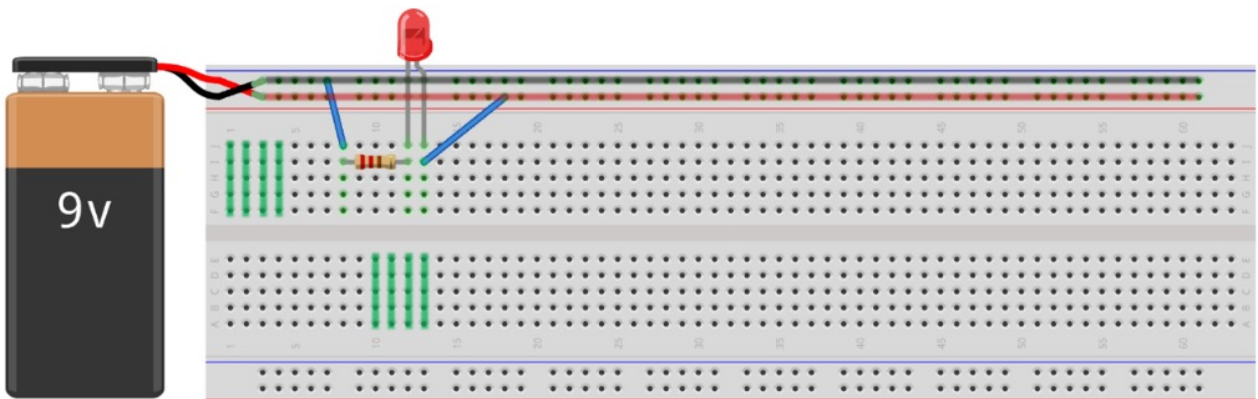
Elektronik-Cheatsheet

Kurz	Name	Dezimalzahl	Exponent	Ausgesprochen	Englisch
f	Femto	0,000'000'000'000'001	10^{-15}	Billiardstel	quadrillionth
p	Piko	0,000'000'000'001	10^{-12}	Billionstel	trillionth
n	Nano	0,000'000'001	10^{-9}	Milliardstel	billionth
μ	Mikro	0,000'001	10^{-6}	Millionstel	millionth
m	Milli	0,001	10^{-3}	Tausendstel	thousandth
c	Zenti	0,01	10^{-2}	Hundertstel	hundredth
d	Dezi	0,1	10^{-1}	Zehntel	tenth
da	Deka	10	10^1	Zehn	ten
h	Hekto	100	10^2	Hundert	hundred
k	Kilo	1'000	10^3	Tausend	thousand
M	Mega	1'000'000	10^6	Million	million
G	Giga	1'000'000'000	10^9	Milliarde	trillion
T	Tera	1'000'000'000'000	10^{12}	Billion	billion
P	Peta	1'000'000'000'000'000	10^{15}	Billiarde	quadrillion

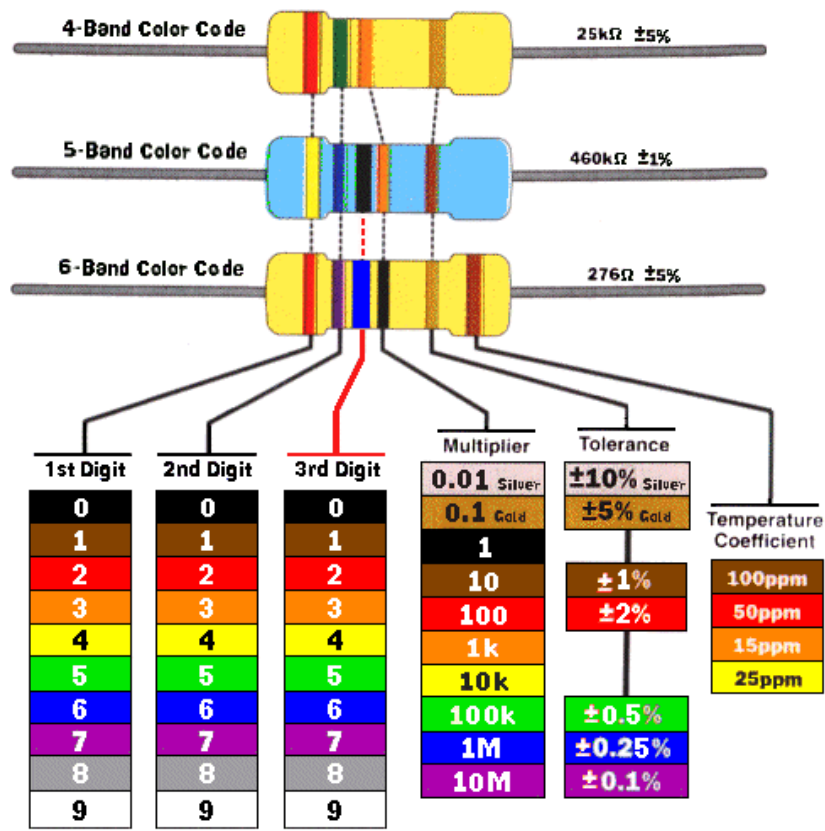
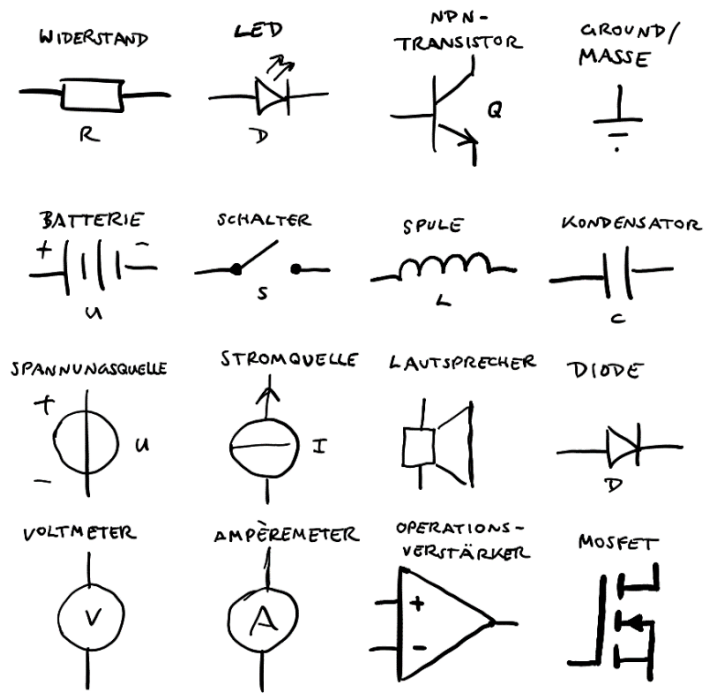
Physikalische Größe	SI-Einheit
Elektrische Stromstärke I	Ampere (a)
Elektrische Spannung U	Volt (V)
Kraft F	Newton (N)
Energie E	Joule (J)
Leistung P	Watt (W)
Elektrischer Widerstand R	Ohm (Ω)
Elektrische Ladung Q	Coulomb (C)



P = Power I = Current
V = Voltage R = Resistance



fritzing



Sei dabei - werde ein Maker!

Wenn dir der Guide gefallen hat,
dann bist du startklar für die Welt
der Elektronik!

Das Wichtigste ist nämlich, dass
du Spaß an der Sache hast. Das
Wissen kommt dann mit der Zeit.

Die Maker-Community ist eine riesige Gemeinschaft, die sich über das Internet oder Vereine vernetzt. Es gibt einen Haufen spannende Dinge zu entdecken. Wenn du mehr über Elektronik wissen möchtest, dann melde dich gerne bei maker@fhv.at oder schau' an der Langen Nacht der Forschung oder einem Tag der Offenen Tür bei der Fachhochschule Vorarlberg in Dornbirn vorbei. Frohes Tüfteln!

