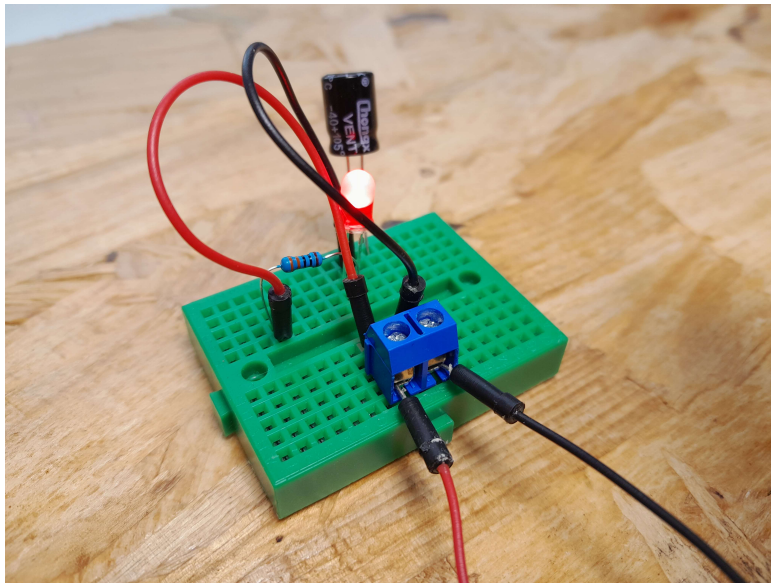


Grundkurs Elektronik

Teil 2 – Bauteile und Schaltungen



Dieser Teil des Kurses enthält theoretisches Grundwissen zu elektronischen Bausteinen und elektrischen Größen. Wem das zu sehr ins Detail geht, der kann diesen Teil auch überspringen und sich einzig und allein an die Anweisungen in Teil 3 halten. Trotzdem empfehlen wir, diesen Teil durchzuarbeiten, damit ihr die Voraussetzungen für den dritten Teil versteht.

Lizenz:

Dieser Kurs wurde unter den Bedingungen der „Creative Commons - Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen“ - Lizenz (abgekürzt „cc-by-sa“) in der Version 3.0/-de veröffentlicht. Der Kurs darf entsprechend dieser weiterverwendet werden! Die Übersicht der Nutzungsbedingungen finden Sie unter <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/de/deed.de>.

Den Lizenzvertrag finden Sie unter <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>

Für eine von den Bedingungen abweichende Nutzung wird die Zustimmung des Rechteinhabers benötigt!

Urheber und/oder Rechteinhaber: Andreas Karo, Delphin Projekte gGmbH im Karree49 (www.karree49.de)

Titel: Grundkurs Elektronik, Teil 2- Bauteile und Schaltungen

Kontakt Daten: KARREE49, Peterstraße 26, 09130 Chemnitz, Tel.: 0371-45040910,
info@karree49.de, www.karree49.de

Inhaltsverzeichnis:

- 2.0. Zielgruppen und Lerninhalte
- 2.1. Materialliste
- 2.2. Etwas über elektrische Größen, Spannungsquellen und Verbraucher
- 2.3. Nun zur Praxis – LED mit Vorwiderstand anschließen
- 2.4. Eine kleine Wiederholungsübung
- 2.5. Wir messen mit einem Multimeter
- 2.6. Kondensatoren
- 2.7. Transistoren, Metal–Oxide–Halbleiter–Feldeffekttransistoren

2.0. Zielgruppen und Lehrinhalte:

Dieser Teil des Kurses soll einen Kurzeinblick in verschiedene elektronische Bauteile der Elektronik bieten und sowohl für Einzelne als auch für Gruppen, Schulen, ausbildende Betriebe oder Bildungsträger, Vereine, Einrichtungen für Menschen mit Behinderungen etc. zur Lehrinhaltsvermittlung dienen. Wir erfahren dabei etwas über wichtige Grundlagenkenntnisse der Spannung, Kapazität und Stromstärke. Der Kurs soll uns ein logisches Grundverständnis für das Zusammenwirken verschiedener Bauteile geben. Außerdem lernen wir etwas über die Grundlagen von Widerständen, Kondensatoren, Transistoren, MOS–FETs und einiges mehr. Aufgrund der oftmals geringen Budgets für Arbeitsmaterialien wurden die benötigten Bauteile bewusst so gewählt, dass die Ausgaben erschwinglich (unter 5€) bleiben und trotzdem eine gute Wissensbasis bilden.

2.1. Materialliste

Die Materialien sind in der Regel im Internet zu erwerben:

- Breadboard
- Batterie 9V
- 1 LED
- 2 Anschlusskabel
- Widerstand 300 Ω
- Anschlussklemme für Breadboards
- Mikrotaster
- Kondensator 16V / 47 μF

2.2. Etwas über elektrische Größen, Spannungsquellen und Verbraucher

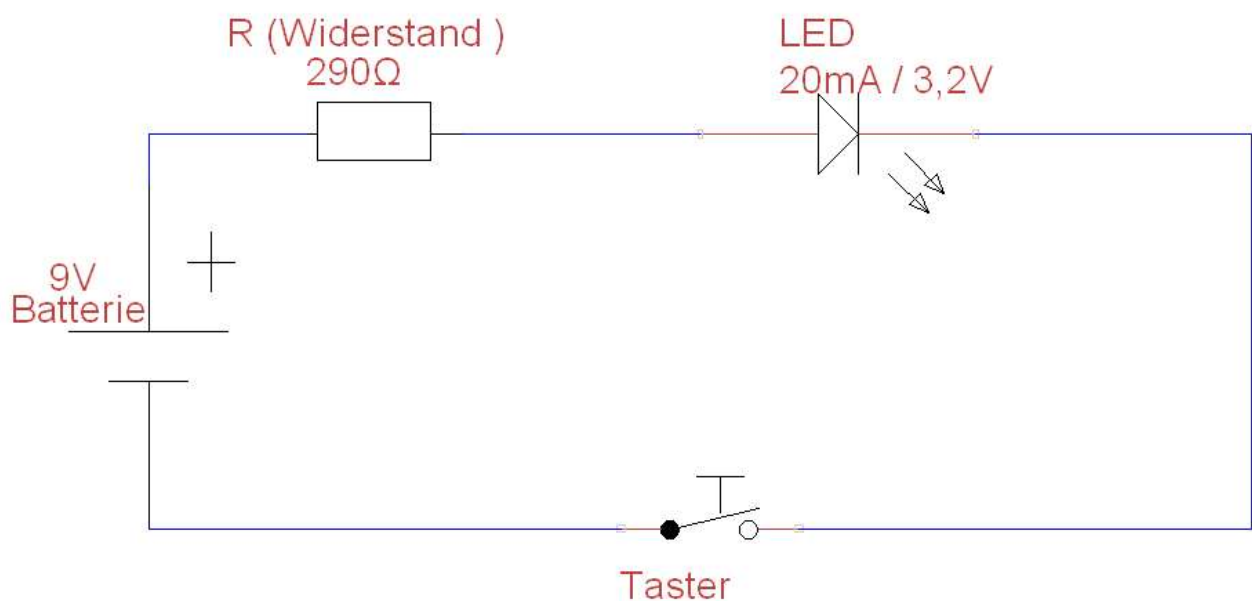
Vielen ist zwar das Anschließen einer

„LED mit einem 290Ω - Vorwiderstand an eine 9 V / 4,6 Ah Batterie“

geläufig. Man findet dazu jede Menge Material im Internet.

Jedoch ist gar nicht so viel Wissen darüber verbreitet, was die ganzen Angaben bedeuten und was beim Stromfluss eigentlich physikalisch genau passiert. Weil man den Strom nicht sehen kann, fällt es zunächst schwer, sich darunter etwas vorzustellen. Fangen wir deshalb mal ganz am Anfang an und widmen uns etwas der Theorie...

Schaltplan - Anschluss einer LED mit Vorwiderstand und Taster an eine 9V Batterie:



Was bedeuten eigentlich die Angaben Spannung „Volt“ (V) und Stromstärke „Amper“ (A) ?

Versuchen wir das mit dem Stromfluss mal zu verbildlichen und vergleichen das Ganze mit einem Wasserrohr.

Die Angabe Ampere gibt an, wie viele Elektronen gleichzeitig durch den Leiter fließen. Beim Wasserrohr wäre das die Wassermenge, die sich aufgrund des Rohrdurchmessers ergibt.

Die Angabe Volt wäre dann die Geschwindigkeit, mit der die Elektronen durch den Leiter fließen. Beim Wasserrohr wäre das die Geschwindigkeit des Wassers. Je länger die Rohre sind, desto mehr Kraft braucht man um das Wasser zu bewegen. Das bedeutet, dass das Wasser träger und langsamer fließt, je länger die Verrohrung ist.

Mit beiden dieser Angaben könnte man ausrechnen, welche Menge an Elektronen (oder Wasser) vom Punkt A zu Punkt B innerhalb eines Zeitraumes transportiert werden.

Die Formelzeichen in den eckigen Klammern beim Strom bedeuten übrigens:

[I] = (engl. Intensity) ist die Stromstärke und wird in Ampere angegeben

[U] = die Spannung und wird in Volt angegeben

[P] = (engl. Power) ist die Leistung. Sie wird in Watt (W) angegeben. Manchmal wird statt „W“ auch „VA“ angegeben. Warum können wir uns denken. (Volt * Ampere). Es gibt auch jede Menge weitere Einheiten. Für uns hier im Kurs genügt Watt.

Wasserrohr	Strom
[x] Menge des Wassers in 1 m Rohr: 10 Liter	[I] Anzahl Elektronen
[v] Wassergeschwindigkeit: 0,5 m / Sekunde	[U] Geschwindigkeit der Elektronen (Spannung)
[Q] Durchfluss = x*v (5,0 Liter)	[P] Leistung in Watt (W) = I*U

Stromspeicher

Nun haben wir etwas über Stromstärke, Spannung und Leistung gelernt und können vielleicht schon ableiten, was die Angaben auf einer Batterie bedeuten könnten. Gehen wir nochmal zu unserer 9V Blockbatterie mit **4,6 Ah**. Man könnte das auch so schreiben:

$$4,6 \text{ A} \cdot 9 \text{ V} / 1 \text{ h}$$

Das bedeutet also, dass die vollgeladene Batterie leer ist, wenn man 1 Stunde lang 4,6 Ampere aus ihr „herauszieht“, bei einer Spannung (wir erinnern uns – das war die Geschwindigkeit der Elektronen) von 9 Volt. Da es sich um einen Stromspeicher handelt, der irgendwann mal leer werden kann, reden wir hier von einem gewissen „Fassungsvermögen“ – im elektrischen Bereich nennt man das Kapazität (engl. Capacity). Diese wird mit dem Formelzeichen [C] abgekürzt. Es handelt sich also um eine Leistungsangabe des Herstellers der Batterie. Wie wir wissen können wir die Leistung [P] in Watt berechnen und die Angabe wie folgt ausdrücken:

$$C = 41,4 \text{ Wh}$$

(Wattstunden)

oder :

$$C = 41.400 \text{ mWh}$$

(Milliwattstunden)

In der Regel sind Batterien mit höherer Leistung teurer, halten jedoch bei gleichen elektrischen Verbrauchern länger. Bei billigen Batterien merkt man das schon am Gewicht. Sie sind wesentlich leichter. *Hinsichtlich der Herstellungs- und Logistikprozesse kann man folglich beim Kauf etwas Einfluss auf die Ökobilanz nehmen.*

Verbraucher:

Wir haben den Begriff bereits mehrfach gehört. Ein Verbraucher ist wie es der Name schon sagt ein elektrisches Bauteil, welches elektrische Energie „verbraucht“. Dabei entsteht eine neue Energieform, so wie wir Menschen sie gern nutzen möchten. Das kann Wärme, Licht, Bewegung usw. sein. Mit einer Glühlampe wollen wir aus der elektrischen Energie möglichst viel Licht erzeugen. Leider wird mit vielen Leuchtmitteln (insbesondere älteren Leuchtmitteln wie z. B. Glühbirnen) mehr Wärme als Licht produziert. Ungefähr 5 % Licht bleiben bei einer 40 W Glühbirne übrig. Der Rest von 95 % ist Wärme. Bei LED-Leuchtmitteln sind es ca. 36 % Lichtleistung. Energiesparlampen haben es immerhin auf ca. 25 % Lichtleistung geschafft. Bei jedem Verbraucher findet man wieder die Angaben wie Volt und Ampere oder Watt. Das ist wichtig, denn jeder elektrische Verbraucher ist für unterschiedliche Spannungen und Stromstärken hergestellt worden. Da wir im oberen Teil schon gelernt haben, wie wir die Leistung berechnen, können wir die Formel entsprechend umstellen und die Stromstärke [I] für jeden Verbraucher ausrechnen.

Schließen wir zum Beispiel eine 230 V / 20 Watt Lampe an unsere Steckdose zu Hause an, fließen dort ca. 86,96 mA Strom:

$$I = P / U$$

$$I = 20 \text{ W} / 230 \text{ V}$$

$$I \approx 0,08696 \text{ A} \quad (86,96 \text{ mA})$$

Elektrischer Widerstand und Abhängigkeiten

Nun kommt noch eine weitere, wichtige Komponente ins Spiel – der elektrische Widerstand [R] (engl. Resistance). Er drückt in der Einheit „Ohm“ (Ω) aus, wie stark die elektrische Strömung behindert bzw. wie viel Energie benötigt wird, um den Strom durch den Leiter strömen zu lassen. Bei unserem Vergleich mit dem Wasserrohr würden das zum Beispiel Verstopfungen, Verengungen usw. bedeuten. Dort entstehen dann Druckveränderungen, Reibung usw. Beim elektrischen Widerstand entsteht meist Wärme. Der Draht, der in einer Glühbirne zu sehen ist, ist bewusst so dünn gewählt, damit er bei hohem Stromfluss warm wird und dann anfängt zu glühen.

Wie wir merken, ergibt sich für den Widerstand ganz logisch der Zusammenhang mit Spannung, Stromstärke, Leistung. Aus diesem Grund gilt folgende Formel:

$$R = U / I$$

Viele Verbraucher mit verschiedenen Größen

Je nachdem ob wir mit großer oder kleiner Spannung arbeiten, gibt es dafür verschieden ausgelegte Verbraucher. Der Vorteil an hohen Spannungen ist zum Beispiel, dass man dünnere Drähte verwenden kann um die gleiche Leistung zum Verbraucher zu transportieren. Der Strom fließt halt „schneller“. Wie man in der nachfolgenden Tabelle sehen kann, fließen bei gleicher Leistung ganz unterschiedliche Ströme. Um 5 A durch eine Leitung zu bringen, benötigt man viel dickere Leitungen. Dickere Leitungen vom gleichen Material haben einen geringeren Widerstand als dünne Leitungen. Das betrifft auch den Glühfaden in unserer Glühbirne.

Lampe 1	Lampe 2
$P = 60 \text{ W}$	$P = 60 \text{ W}$
$U = 12 \text{ V}$	$U = 230 \text{ V}$
$R = 2,4 \ \Omega$	$R = 884,61 \ \Omega$
$I = 5 \text{ A}$	$I = 0,26 \text{ A}$
Dicker Glühfaden	Dünner Glühfaden

Warum brennt eigentlich ein falsch dimensionierter Verbraucher durch?

Würden wir eine 12 V Lampe an eine 230 V Steckdose anschließen, würde die Lampe schnell durchbrennen, denn die Lampe ist nicht dafür konzipiert, die Elektronen in einer „derartig großen Geschwindigkeit“ zu verarbeiten. Man kann sich leicht ausrechnen, wie viel Leistung kurzzeitig fließen würde, bis die Lampe durchbrennt, indem wir unsere beiden gelernten Formeln umstellen und kombinieren:

gegeben: $U = 230 \text{ V}$, $R = 2,4 \ \Omega$

gesucht: I in Ampere und P in Watt

Formel für I : $I = U / R$

$$I = 95,83 \text{ A}$$

Formel für P : $P = U * I$

$$P = 22041,66 \text{ Watt}$$

Um es nochmal mit unserem Wasserbeispiel zu vergleichen: Das wäre in etwa so, als kämen die 150 Liter, die wir bei einer 10 minütigen Dusche benötigen würden, in 30 Sekunden aus dem selben Duschkopf geschossen. Von uns wäre vermutlich nicht mehr viel übrig.

Anders herum verhält es sich bei der Stromstärke. Wenn man beispielsweise eine 230 V Glühlampe an eine 12 V Spannungsquelle anschließt, dann würde die Lampe, wenn überhaupt, nur sehr geringfügig leuchten.

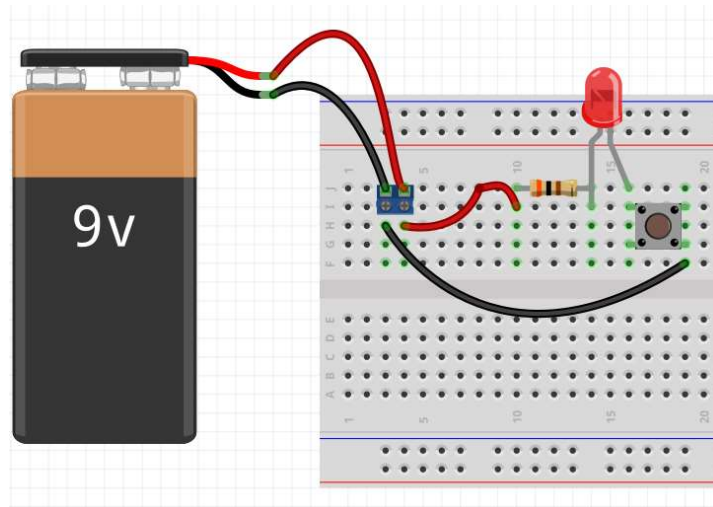
Es ist also sehr wichtig die Spannungen, Ströme, Widerstände und Leistungen an jedem einzelnen Bauteil zu kennen, damit keine Schäden oder ungewollten Effekte auftreten.

Kurzschluss

Sind keine Verbraucher in der Schaltung vorhanden und der Stromkreis trotzdem geschlossen, fließt ein sehr hoher Strom ungehindert durch die einzelnen Leiter. Das schwächste Glied in dieser Kette wird diesen hohen Stromfluss nicht aushalten und entsprechend Schaden nehmen.

2.3. Nun zur Praxis – LED mit Vorwiderstand anschließen

Wir nehmen unser Steckbrett (auch Experimentierbrett oder Breadboard genannt) und lassen eine LED leuchten. Wir stellen dabei das obige Schaltbild auf dem Steckbrett nach.



Diese Abbildung haben wir mit der Software „fritzing“ erstellt. Zu finden unter „<https://fritzing.org>“

Reihenschaltung:

Wenn wir uns die Bauteile auf dem Schaltplan anschauen, stellen wir fest, dass diese verkettet sind. Das nennt man Reihenschaltung. Es gibt auch noch ein paar weitere Schaltformen. Da es in diesem Kurs gar nicht so sehr um vertiefte Elektronik gehen soll, sondern nur um ein Grundverständnis einzelner Baugruppen, verzichten wir hier auf die anderen Schaltformen. Bei der Reihenschaltung teilen sich alle Verbraucher die Gesamtspannung, die in dieser Reihe anliegt. In unserem Fall die 9 Volt.

Wir wissen, dass unsere Batterie 9 V hat. Die LED verträgt jedoch nur 3,2 V und zieht 20 mA (0,02 A). Das bedeutet, dass wir die Elektronen verlangsamen müssen, damit die LED nicht durchbrennt.

Wie in dem Beispiel mit unserem Wasserrohr müssen wir dafür den Weg bis zur LED verlängern und damit den Widerstand erhöhen.

In der Reihenschaltung ist die Stromstärke [I] an allen Verbrauchern gleich groß. Das bedeutet, dass die Ampere-Zahl nur maximal so hoch sein kann wie der „kleinste“ Verbraucher.

Wir schalten deswegen einen weiteren Verbraucher (einen so genannten Vorwiderstand) vor die LED und ziehen so die gewünschte Spannung herunter auf 3,2 V.

Dafür wenden wir wieder unsere Formeln an:

Gegeben: 9 V Spannung Batterie
3,2 V, 20 mA LED
5,8 V „zu verbrennende“ Spannung

Gesucht: Vorwiderstand: R in Ohm
P in Watt

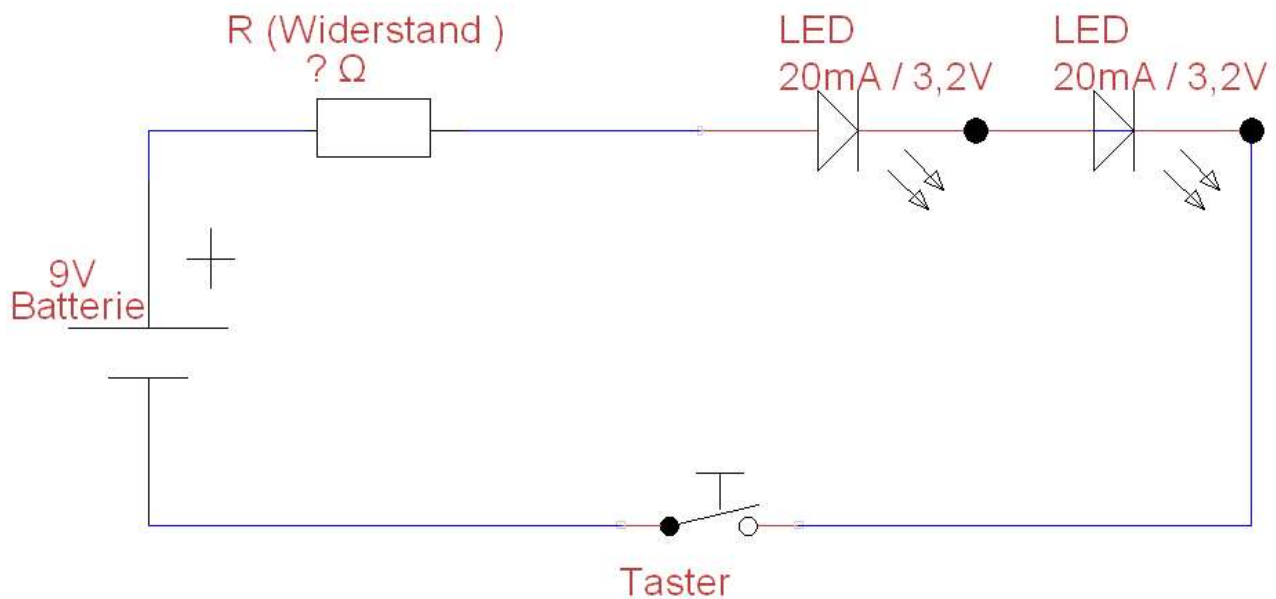
Formel: $R = U / I \rightarrow R = 5,8 \text{ V} / 0,02 \text{ A} \rightarrow R = 290 \Omega$
 $P = U * I \rightarrow 5,8 \text{ V} * 0,02 \text{ A} \rightarrow P = 0,116 \text{ W}$

Der Widerstand nimmt bei der angeschlossenen LED eine Leistung von 0,116 W auf. Wir können statt den 290 Ω Widerstand ruhig einen mit 300 Ω verwenden. Dadurch bekommt die LED nicht ganz so viel Strom und hält etwas länger.

Es gibt auch Beispiele, bei denen die Verbraucher, die hinter den Widerständen gereiht sind, weit mehr Leistung verursachen. Dort müssen wir entsprechend aufpassen, dass diese Leistung nicht zu groß für den Widerstand ist. Die Widerstände haben deshalb neben der Ohm-Angabe auch noch eine Maximal-Leistungsangabe, oft direkt in Watt angegeben. Die Watt-Zahl auf dem Widerstand sollte immer höher sein als die tatsächlich anliegende Leistung. Manche Widerstände haben deshalb auch Kühlkörper um die entstehende Hitze abzuleiten.

2.4. Eine kleine Übung zur Wiederholung

So, nun schauen wir mal ob wir alles verstanden haben und rechnen mal den Vorwiderstand für das folgende Schaltbild mit **zwei LEDs** aus:



1. Wie viel Ohm und wie viel Watt muss unser Vorwiderstand haben?
2. Wie viel Leistung [P] in Watt verbraucht die Schaltung bei voll geladener Batterie?

Eine kleine Hilfestellung zum Lösungsansatz:

- die zwei LEDs teilen sich die Spannung [U]. Da beide LEDs die gleichen Werte haben, benötigen sie zusammen 6,4 V. Den Rest soll der Widerstand verbrauchen.
- In einer Reihenschaltung ist an allen Stellen die Stromstärke [I] gleich groß.

2.5. Wir messen mit einem Multimeter:

Nun messen wir unsere drei Hauptwerte mit einem Messgerät nach. Wir benötigen ein Messgerät, mit dem man Volt, Ampere und Ohm messen kann. Für 10–20 € sind Standardmessgeräte unter dem Namen „Multimeter“ für unsere Zwecke erhältlich.

Wenn wir uns das Messgerät genau anschauen, sehen wir viele Einstellungsmöglichkeiten. Es gibt einen Ohm-Bereich, einen Volt-Bereich und einen Ampere-Bereich. Je nachdem was wir messen wollen, stellen wir das Messgerät immer auf den nächsthöheren zu erwartenden Messbereich ein.

Das Messgerät stellen wir immer erst vor dem Anlegen der Messspitzen ein, da es sonst Schaden nehmen kann.

Den Wert des Vorwiderstands messen:

Wir bauen den Widerstand aus unserer Schaltung aus und legen ihn auf den Tisch. Jetzt stellen wir unser Messgerät auf den Wert im Ohm-Bereich, der etwas höher ist, als der zu erwartende Wert des Widerstandes. Jedes Messgerät ist etwas anders. Bei einem 300 Ohm Widerstand wäre bei unserem Messgerät der nächsthöchste Messbereich: 2 k (2 Kiloohm = 2000 Ohm). Jetzt legen wir die Messspitzen an die Kontakte des Widerstandes an. Das Messgerät zeigt den entsprechenden Wert.

Die Spannung messen

Die Spannung messen wir im laufenden Betrieb der Schaltung indem wir das Messgerät zunächst auf den nächsthöheren zu erwartenden Messbereich in Volt einstellen und die Messspitzen an die Kontakte der einzelnen Verbraucher (parallel) halten. Das Messgerät zeigt die Spannung in Volt an.

Die Stromstärke messen

Zuerst stellen wir das Messgerät wieder auf den nächsthöheren zu erwartenden Messbereich in A oder mA ein. Hier ist bei Schaltungen mit höheren Stromstärken besondere Vorsicht geboten! Das Messgerät nimmt bei falscher Einstellung schnell Schaden!

Da die Stromstärke nicht parallel sondern in Reihe gemessen wird, hängen wir das Messgerät an geeigneter Stelle ein, als wäre es ein ganz normaler Verbraucher. Das Messgerät darf **bei einer Stromstärke-Messung niemals parallel** zur Spannungsquelle angeschlossen werden, da sonst ein **Kurzschlussstrom** das Messgerät beschädigt!

2.6. Kondensatoren

Ein weiteres, sehr verbreitetes Bauteil ist der „Kondensator“. Er ist auch ein Stromspeicher. Im Gegensatz zur Batterie, die ihre Energie mit Hilfe von chemischer Reaktion speichert, speichert er seine Energie in einem elektrischen Feld zwischen voneinander isolierten **Platten**. Deswegen heißen manche Kondensatoren auch **Plattenkondensatoren**. Im Gegensatz zu Batterien kann der Kondensator viel schneller ge- und entladen werden, je nach Beschaffenheit sogar schon in Bruchteilen einer Sekunde. Im Vergleich zur Batterie kann er jedoch bei gleicher Baugröße und gleichem Gewicht nicht so viel Energie speichern wie Batterien. Sie haben also eine geringere Kapazität als Batterien.

Bei Kondensatoren verwendet man die Maßeinheit „Farad“ (F). 1 F entspricht 26,8 Ah (Ampere-stunden). Zudem ist auf Kondensatoren auch noch eine Maximalspannung angegeben, beispielsweise 50 V. Keinesfalls darf man dort mehr Spannung anlegen als angegeben. Ein Kondensator kann schnell explodieren!

Übrigens gibt der Kondensator, genau wie eine Batterie, nur maximal so viel Spannung ab, wie bei der Ladung maximal angelegt worden ist. Laden wir also einen 50 V Kondensator mit 5 V auf, kann dieser auch nur maximal 5 V wieder abgeben.

Wir schalten einen Kondensator in Reihe zu einer LED mit Vorwiderstand und schließen unsere Batterie an. Was passiert? Die LED geht eine Weile an und dann auf einmal aus. Warum ist das so?

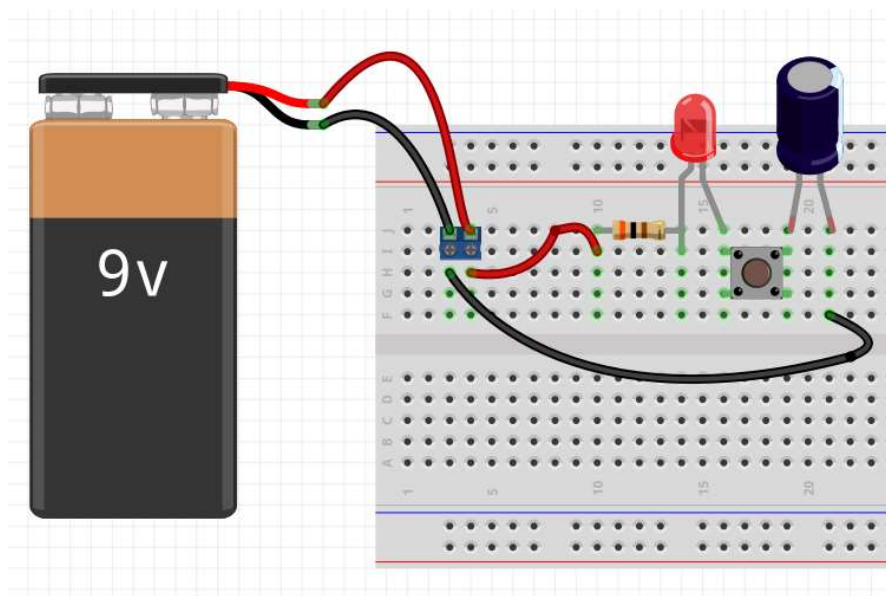
Wenn der Kondensator leer ist, wird er aufgeladen und so lange fließt Strom durch unsere leuchtende LED. Irgendwann ist der Kondensator jedoch aufgeladen und es besteht eine Feldstärke zwischen den Platten. Dadurch kann kein Ladestrom mehr fließen und die LED geht aus.

Nun machen wir etwas mit dem Kondensator, was man im Normalfall eigentlich nicht macht. Da der Kondensator jedoch sehr klein ist und wir nur mit 9V arbeiten, passiert nichts.

Wir berühren den geladenen Kondensator nur an der Oberseite (nicht an den Kontakten) und ziehen ihn vorsichtig von unserem Steckbrett ab.

Nun halten wir beide Kontakte an einen Metallgegenstand um ihn zu entladen.

Ein Kondensator kann also recht schnell viel Strom speichern und wieder abgeben. Das macht größere Kondensatoren sehr gefährlich. Deswegen haben viele Geräte eine Schaltung, die dafür sorgt, dass die Kondensatoren nach dem Ausschalten des Gerätes entladen werden. Bei einigen Geräten kann man beobachten, dass eine LED noch eine Weile leuchtet obwohl man den Stecker bereits aus der Steckdose gezogen hat. Dort ist eine entsprechende Schaltung verbaut, die dafür sorgt, dass die Verbraucher in dem Gerät den Reststrom der Kondensatoren verbrauchen.



Diese Abbildung haben wir mit der Software „fritzing“ erstellt. Zu finden unter „<https://fritzing.org>“

2.7. Transistoren

Ein weiteres wichtiges Bauteil der Elektrotechnik ist der Transistor. Was ist das eigentlich?

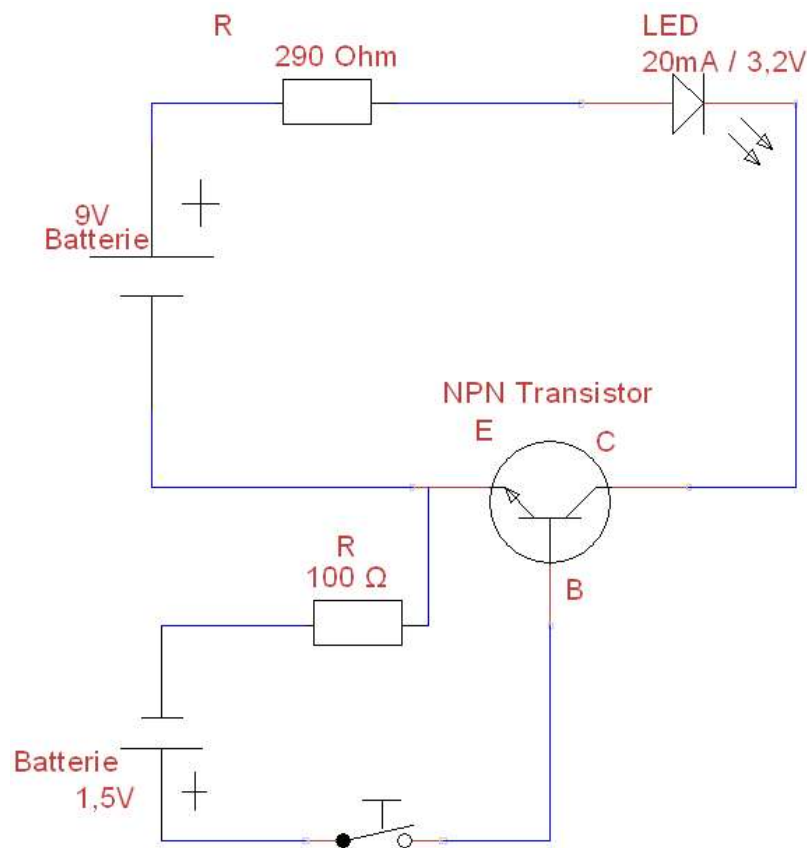
In unserer ersten Schaltung in diesem Kurs haben wir einen Taster verbaut, der durch Drücken den Stromkreis schließt, damit unsere LED leuchtet. Stellen wir uns vor wir hätten eine Schaltung in der Verbraucher immer dann eingeschaltet werden sollen, wenn gewisse Bedingungen erfüllt sind. Zum Beispiel wenn es kalt, dunkel oder beides ist. Es macht wenig Sinn, dass wir mit dem Finger den Schalter drücken, wenn die Bedingungen erfüllt sind.

Deswegen soll das unsere Elektronik übernehmen. Einen Transistor kann man also zum Beispiel als elektronischen Schalter nutzen. Damit, der Transistor weiß ob er ein- oder ausschalten soll, benötigt er eine kleine Steuerspannung. Deswegen hat der Transistor auch 1 Kontakt mehr als unserer Taster – nämlich insgesamt drei:

- Den erste Kontakt zum **Ansteuern** des Basisstroms nennt man „**Basis**“.
- Der zweite Kontakt ist der **Stromeingang**. Diesen nennt man auch „**Kollektor**“.
- Den dritte Kontakt für den **Ausgang** nennt man „**Emitter**“.

Schauen wir uns mal die folgende Schaltung an:

Hier haben wir unseren Taster durch eine kleine Zusatzschaltung ersetzt und können nun den Transistor mit einem Basisstrom ansteuern. Fließt an der Basis und am Emitter der Schaltung Strom, dann schaltet der Transistor den zweiten Stromkreis zwischen Kollektor und Emitter durch. Das Schöne an der Schaltung ist, dass die zwei Stromkreisläufe getrennt sind. Somit benötigt man am Basiskreis nur einen geringen Stromfluss, während man im Kollektorkreis höhere Lasten schalten kann.



MOS-FET's

Transistoren haben einen relativ hohen Eigenstromverbrauch. Deswegen wurden diese weiter entwickelt. Man hatte sich unter anderen überlegt, wie man den Stromverbrauch und die Wärmeentwicklung der Bauteile senken könnte. So wurde auch mit verschiedenen Materialien und Schichten der Bauteile geforscht, die eine sehr geringe Leitfähigkeit haben (und damit auch sparsam sind).

Aus den alten Transistoren mit drei Halbleiterschichten wurden die so genannten „Feldeffekttransistoren“ mit nur einer Halbleiterschicht und derzeit ist der so genannte „MOS-FET“ der Star im Ring.

MOS-FET heißt „**Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistor**“ – zu deutsch – **ein Feldeffekttransistor dessen Halbleiter auf Metalloxid basiert**“. Geräte mit eingebauten MOS-FET sind im Vergleich zu ihren vorherigen Generationen deutlich leichter, weil teilweise auf Kühlkörper und große Spulen verzichtet werden kann.

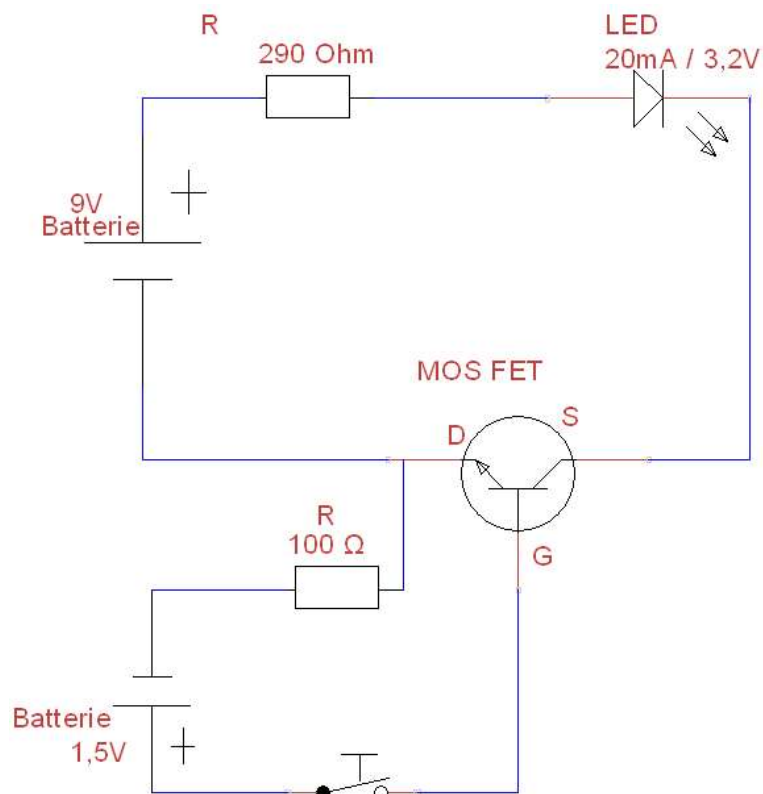
Ein bisschen Wissen am Rande

Bei Geräten wie Verstärkern oder Schweißgeräten macht sich das besonders bemerkbar. Hat ein Schweißgerät früher 50 kg gewogen, sind es heute nur noch 5–10 kg. Als Laie denkt man schnell, die Geräte von früher waren besser und deswegen schwerer. Das ist in der Elektronik meistens nicht der Fall. Transistoren werden immer kleiner.

Nicht nur die Größe sondern auch die Bezeichnungen der Anschlüsse an den FET's heißen anders:

- Den ersten Kontakt zum **Ansteuern** des Basisstroms nennt man „**Gate**“.
- Der zweiten Kontakt ist der **Eingang**. Diesen nennt man auch „**Source**“.
- Den dritten Kontakt für den Ausgang nennt man „**Drain**“.

Schließt man in diesem Beispiel eine Spannung zwischen Gate und Source an, fließt zwischen Drain und Source Strom.



Noch etwas Schönes an Transistoren:

Diese Bauteile können nicht nur zwischen EIN und AUS unterscheiden, sondern funktionieren auch als Linear-Verstärker. Das heißt, dass man die Ausgangsleistung auch stufenlos einstellen kann. Wir kennen das zum Beispiel von Dimmern, mit denen man das Licht stufenlos hell und dunkel einstellen kann.

Dazu ersetzen wir einfach unseren Widerstand im Basisstromkreis mit einem verstellbaren Widerstand. Das ist ein Bauteil mit Dreh – oder Schieberegler, ein so genanntes „Potentiometer“.



Diese Abbildung haben wir mit der Software „fritzing“ erstellt. Zu finden unter „<https://fritzing.org>“

Unendlich viele Bauteile

Es gibt noch jede Menge andere verschiedene Bauteile. Wir haben hier nur einen kleinen Bruchteil kennengelernt. Bei allen Bauteilen, die wir miteinander kombinieren, müssen wir auf die jeweiligen Werte achten. Für jedes Bauteil gibt es eine Wertetabelle des Herstellers. Dort finden wir alles, was wir für unsere Schaltungen benötigen. Beim Entwurf einer Schaltung ist es für Herstellungsbetriebe immer ein Wettbewerb, ein gutes Maß zwischen allen Einzelteilen zu haben. Die Bauteile sollen möglichst wenig Eigenenergie verbrauchen, nicht zu warm werden, wenig kosten, nicht zu groß sein und trotzdem ihren Zweck möglichst lange erfüllen.

Es gibt auch Bauteile mit ganzen integrierten Schaltkreisen. Dort sind viele verschiedene Bausteine zu einem funktionalen System kombiniert. Entsprechend gibt es hierfür Schaltpläne. Wir müssen die vielen Milliarden Bauteile nicht alle kennen. Dafür gibt es große Datenbanken, in denen man nach Werten, Funktionen usw. filtern kann.