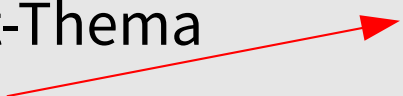


PHYSICAL INTERACTION

01 Physikalische Grundlagen

ORGANISATORISCHES

Hausaufgabe

- Finden Sie ein Projekt-Thema  Am 27.10.
 - ~~Nächste Woche (20.10.)~~ werden wir Ihre Ideen gemeinsam diskutieren
 - Jede*r soll mindestens einen Projekt-Vorschlag machen
 - Ideen dürfen von jede*r/m aufgegriffen werden
 - Anschließend: Teambildung
- Bitte schreiben Sie sich in den Moodle-Kurs ein
 - „Physical Interaction“ in Media / Interactive Media Design
 - <https://lernen.h-da.de/course/view.php?id=4257>

Kurz-Präsentationen

[Beliebiges Physical Interface vorstellen, ~5min]

- 20.10.: Luise Asmus, Dina Bisevac, Lennart Czienskowski, Ali Dindin, Isabel Gaubatz
→ HEUTE! Ab ca. 12:10
- 27.10.: Simone Haas, Lisa Key, Anja Kibies, Uwe Martin, Jan Messing
- 03.11.: Philipp Haase, Benedikt Müller, David Palomino Bueno, Patrick Renkel, Jonas Schlimbach
- 10.11.: Till Seigfried, Maximilian Sommer, Daniel Stehlik, Dogukan Yoltay, Olga Zimmermann
- 17.11.: Arif Basaran, Lisa Hofstädter, Romina Marsico, Aylin Sahin, Robin Ries

Fragen vom letzten Mal

- Laborzugang: nach der Löt-Einführung freier Zugang
- Stühle: Sollten nun genügend vorhanden sein
- Nächstes Semester Physical Interaction?
 - Gleiches oder sehr ähnliches Elective wird aller Voraussicht nach angeboten
 - Für die hier anwesenden wenig empfehlenswert, weil wenig Neues

Lötkurs

- Am 3.11.
- → Jede*r muss hier im Kurs mal etwas gelötet haben
- Wir stellen einen einfachen Bausatz, den wir gemeinsam und betreut anfangen
- Vorbereitung:
„Löten ist einfach“ - Löt-Anleitung in Comicform

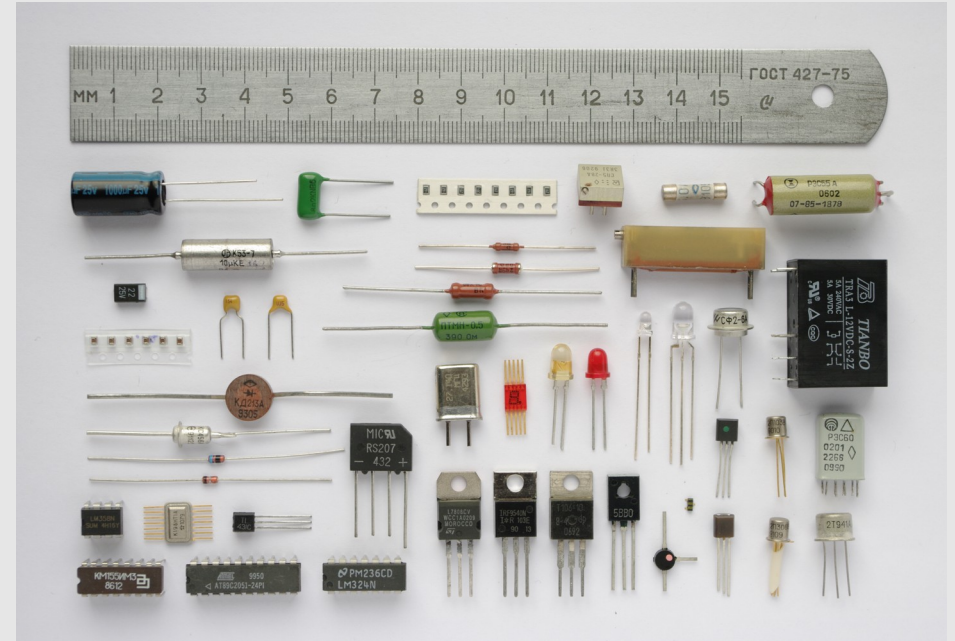
<https://mightyohm.com/blog/2011/05/loten-ist-einfach-soldering-is-easy-german-translation/>



Theorie-Themen

- Physik
- Elektronik / Bauteile
- Arduino / Fritzing
- Überschneidung mit Robotik
 - Sensoren / Aktoren
- Löten & Messen
- Projektbez. Themen nach Bedarf

+ Ihr Vorschlag hier?



SPANNUNG

Definition

- „Spannung ist das spezifische **Arbeitsvermögen** des elektrischen Feldes an einer **Ladung**.“ (Wikipedia)
- „Arbeit pro Ladung“ ist Spannung, sie wird gemessen in Volt
 $[Nm / C] = [V]$
- Sprachgebrauch: Eine Spannung „liegt an“
- Spannung sorgt dafür, dass ein Strom fließt

Spannungsbereich „Kleinspannung“

Praktisch, weil nicht lebensgefährlich!

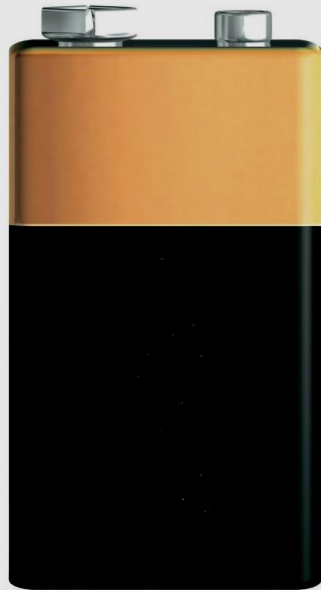
- Alles, womit wir hier arbeiten, fällt unter Kleinspannung
- LEDs: 1,5-3V je nach Farbe und Helligkeit
- Gängige Microcontroller: 3-5V
- DC-Motoren: 5-12V
- Spannungen bis 15V werden beim Anfassen in der Regel nichtmal „bemerkt“

Gängige Spannungs-Quellen (1)

- Steckdose
230V Wechselstrom, meist bis zu 16A
Vorsicht: das IST lebensgefährlich
- Transformator / Schaltnetzteil
Spezifikationen siehe **Aufdruck** oder
Datenblatt, meistens Gleichstrom
- Labornetzteil
Spannung und Strom genau regelbar und
per Instrument ablesbar
- USB-Anschluss
5V, 500mA-2A, Gleichstrom



Gängige Spannungs-Quellen (2)

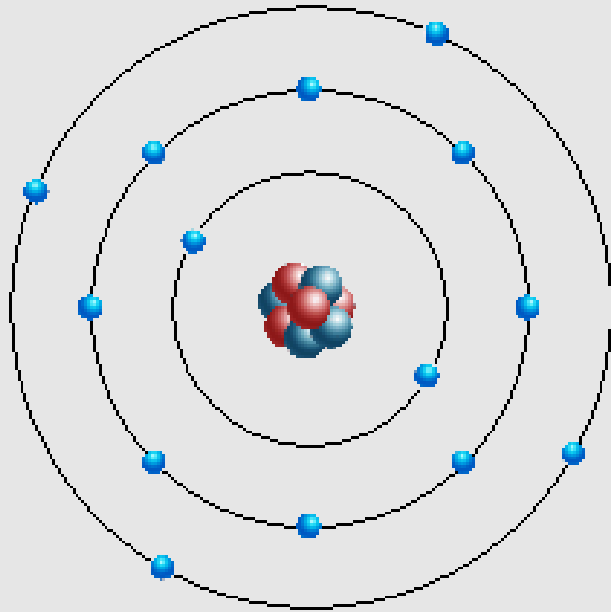


- Batterie
1,5 V pro Zelle
Maximalstrom und Kapazität meist unbekannt
Zellen auch gerne zu 4,5V oder 9V Blocks oder
ähnlichem Verpackt
- Akku
z.B. NiMH (1,2V) oder Li-Ion (3,6V)
Spannung, Kapazität siehe Aufdruck oder Datenblatt,
Gleichstrom
Bitte nicht kurzschließen, ansonsten aber ungefährlich



STROM

Bohr'sches Atommodell



- Kern: Protonen (positiv geladen) und Neutronen
- Hülle: Elektronen (negativ geladen)
- Je nach Element unterschiedliche Anzahl Protonen
- Elektronen je nach Element verschieden „fest“ an den Kern gebunden
- Protonen und Elektronen i.d.R. im Gleichgewicht (= neutral)

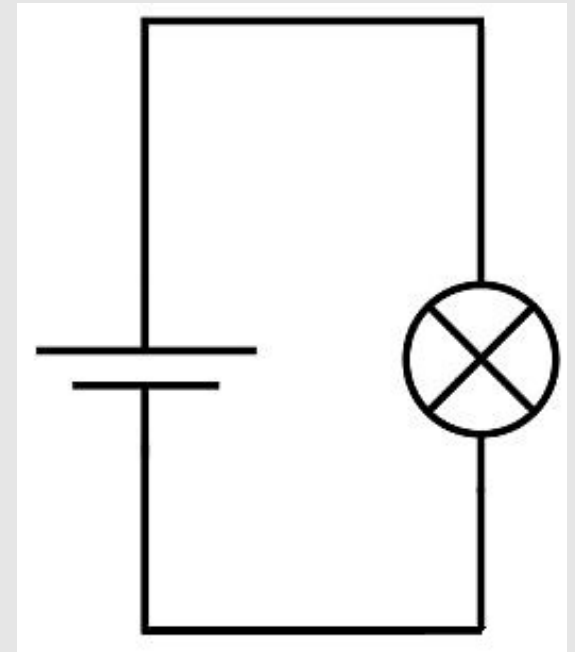
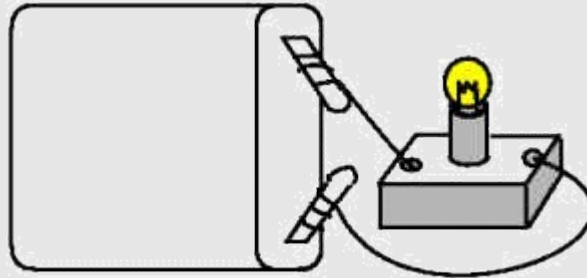
Was ist Strom?

→ Bewegte Ladung

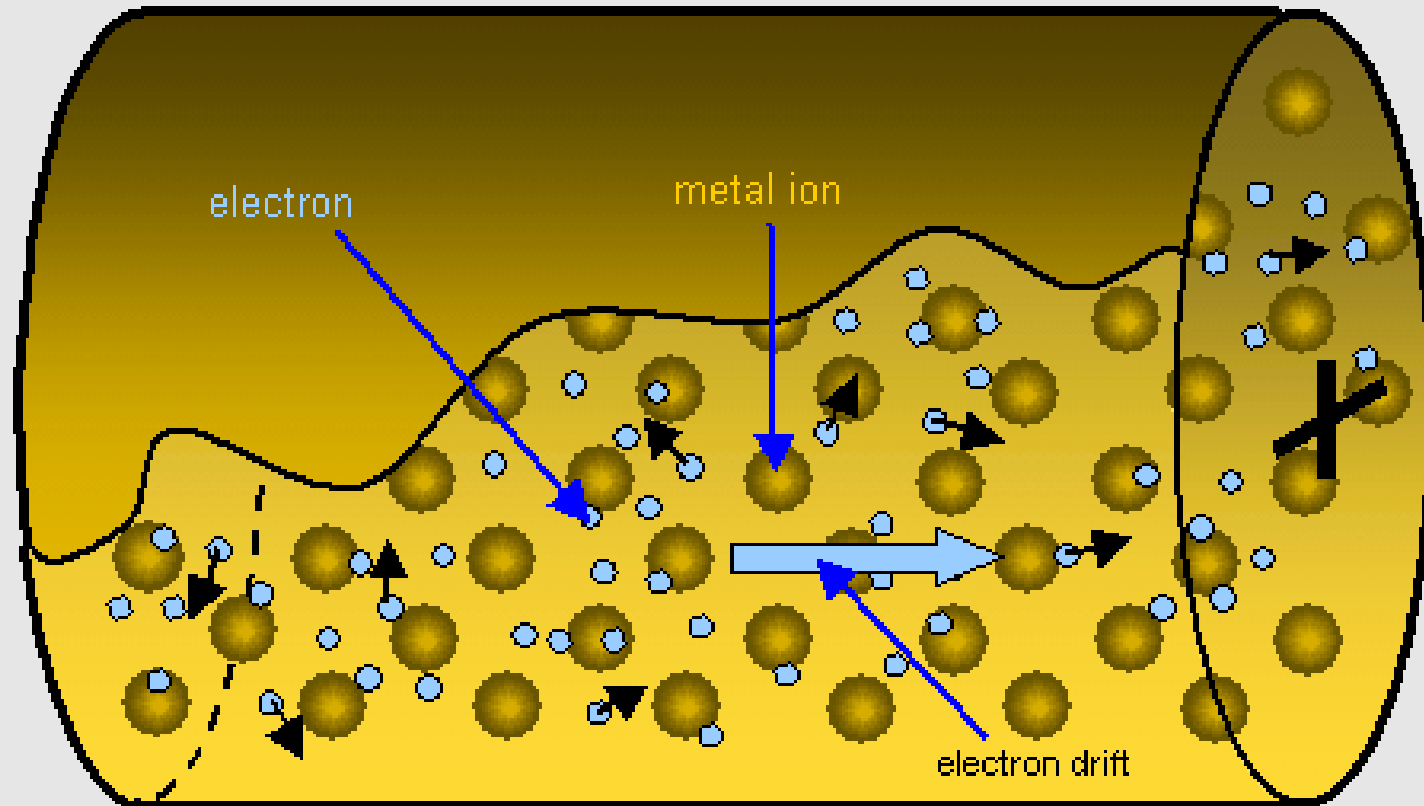
- Technische Stromfluss-Richtung von Plus nach Minus
- Elektronen fließen von Minus nach Plus
(aufgrund der negativen Ladung ist die technische Richtung trotzdem von Plus nach Minus)
- Ladung pro Zeit ist die Stromstärke, gemessen in den Einheiten
 $[\text{Coulomb} / \text{Sekunde}] = [\text{Ampère}]$

Stromkreis

Neue Schaltplan-Zeichen:
- Spannungsquelle
- Glühlampe

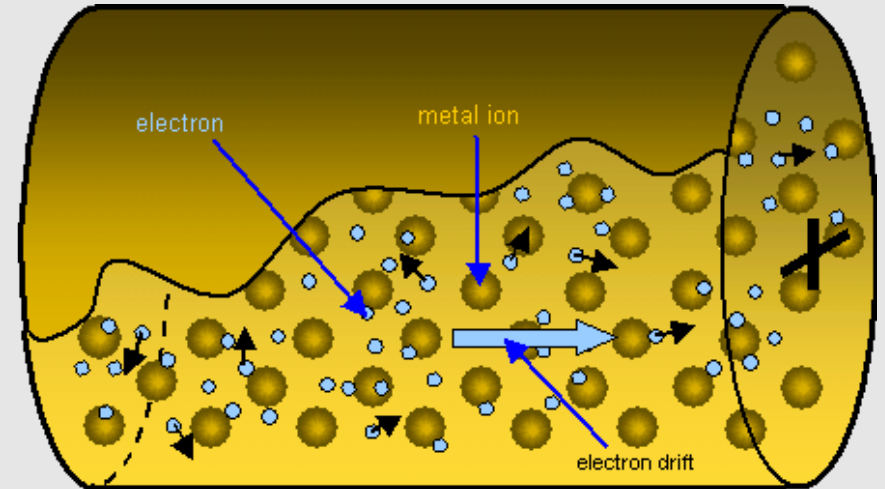


Elektrischer Leiter und Widerstand als Material-Eigenschaft



Elektrischer Leiter und Widerstand als Material-Eigenschaft

- Atomkerne sitzen fest
- Elektronen können sich bewegen
- Elektronen sind geladen
($-1,6 \cdot 10^{-19}$ Coulomb)
- Das Material legt fest, wie leicht
sich die Elektronen bewegen
können (→ „Widerstand“)
- Elektronen folgen einer
angelegten Spannung



Leiter / Nichtleiter

Dinge die Strom gut leiten

- Metalle, allen voran Silber, Kupfer, Gold, Aluminium
- Quecksilber
- Graphit
- Dotiertes Silizium

Dinge die Strom schlecht leiten

- Glas
- Keramik
- Haut
- Holz
- Destilliertes Wasser
- Die meisten Kunststoffe
- Viele Lackfarben

WIDERSTAND

Widerstand

- Strom folgt einer Spannung
 $U \sim I$
Mehr Spannung \rightarrow mehr Strom
 - Widerstand sorgt dafür, dass weniger Strom fließt
 - Spannung = Widerstand * Strom
 $U = R * I$
Einheiten: $[V] = [\Omega * A]$
- \rightarrow Formel notieren, brauchen wir ständig!



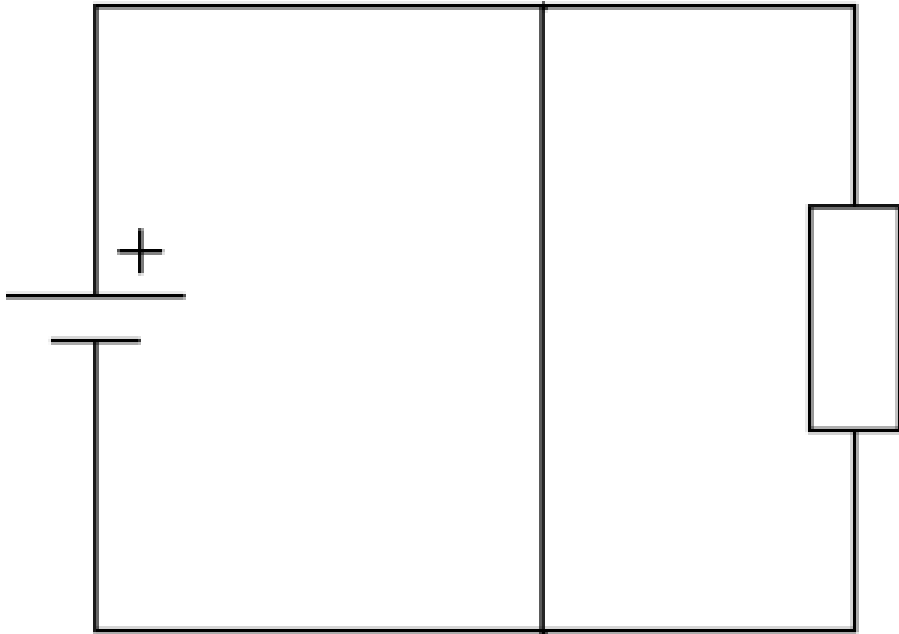


$U=R \cdot I$ Geller



Widerstand ist zwecklos

Neues Schaltplan-Zeichen:
Widerstand



- Widerstands-Symbol ist ein einfaches Rechteck, wahlweise mit Stärke oder Numerierung
- Merke:
Strom nimmt den Weg des geringsten Widerstands

WIDERSTAND

Moment, hatten wir doch schon?

Ja, als physikalische Eigenschaft.

Aha... und jetzt?



WIDERSTAND

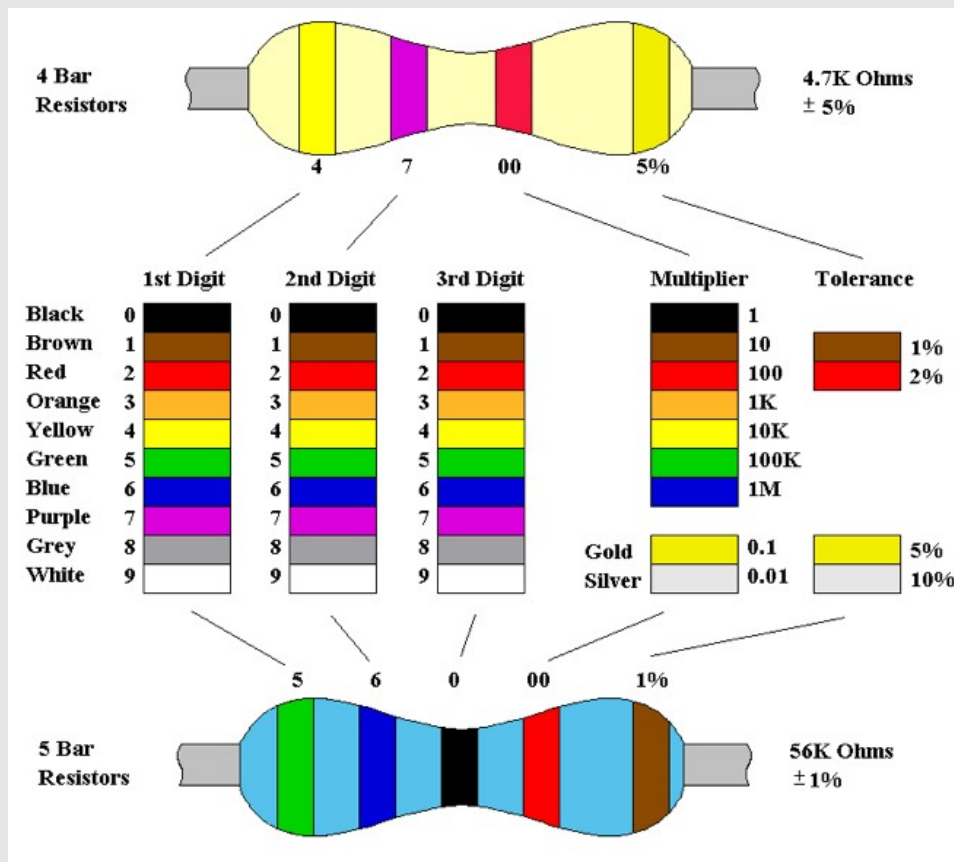
Das Bauteil

Widerstand, das Bauelement

- Farbcodierung gibt Auskunft über Spezifikationen

Leserichtung:

- Wenn ein Farbring einzeln abgesetzt oder breiter ist, dann die Toleranz
→ letztes Band
- Wenn eine Seite näher am Draht ist
→ erstes Band
- Im Zweifel: Multimeter (Widerstand ausbauen!)
- Neben dem Widerstandswert auch Toleranz
- Elektrische Energie wird in Hitze umgewandelt
- Widerstands-Tabellen gibt's auch als App!



Widerstand als Spannungsteiler

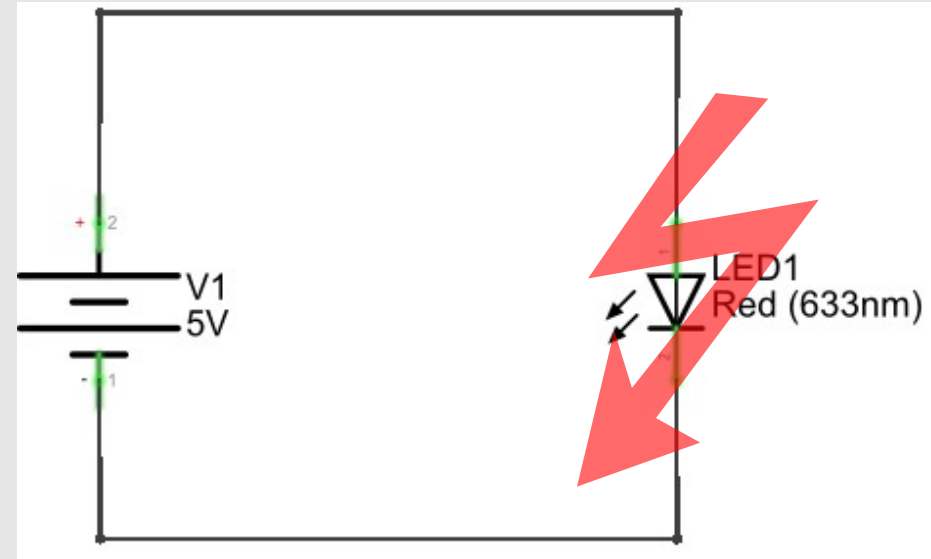
Beispiel:

Spannungsquelle hat 5V

LED will 20mA bei 1,8V

...

?!?!?!?



Mögliche Folge: Bauteil kaputt

Widerstand als Spannungsteiler

Exkurs: Widerstände „in Reihe“

- Widerstände in Reihe addieren sich

$$R_1 + R_2 = R_{\text{gesamt}}$$

- Der gleiche Strom muss durch beide Bauteile fließen

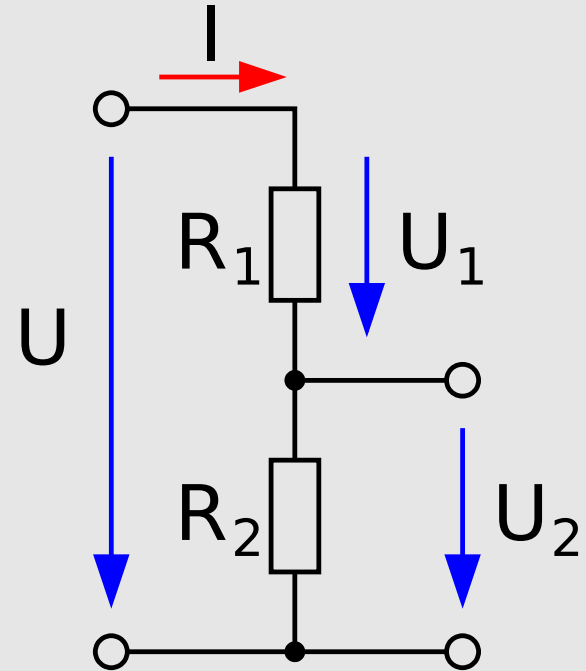
- $U_{\text{gesamt}} = R_{\text{gesamt}} * I$

- Daraus folgt:

$$U_1 = R_1 * I$$

$$U_2 = R_2 * I$$

- Es kommen verschiedene Spannungen in der Schaltung vor
- Die Spannungen sind proportional zu den Widerstands-Werten
- Wir machen uns diesen Effekt zunutze



Widerstand als Spannungsteiler

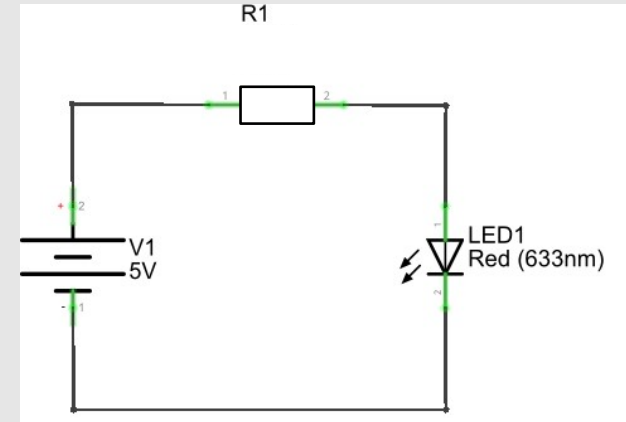
Beispiel:

Spannungsquelle hat 5V

LED will 20mA bei 1,8V

Herangehensweise:

- Strom ist an allen Stellen der Reihenschaltung gleich $\rightarrow 20\text{mA}$
- Spannung der LED soll 1,8V sein, die Quelle liefert 5V. Wir müssen 3,2V los werden.
- Wir berechnen einen Widerstand, der bei 3,2V 20mA durch lässt.
Wir stellen dazu die Formel $U = R \cdot I$ um; Wir rechnen mit der Formel $R = U / I$
- $R = 3,2\text{V} / 20\text{mA} = 160\Omega$
- Falls es den Widerstandswert nicht gibt, nimmt man hier den nächstgrößeren (220Ω)



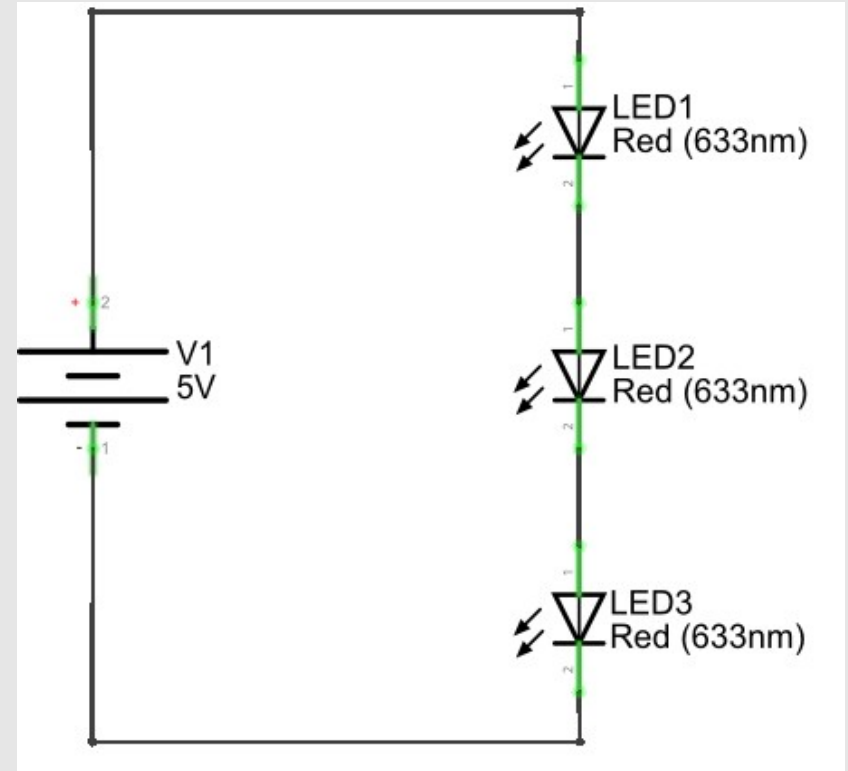
Alternative Lösung: Bauteile haben auch Widerstand

Beispiel:

Spannungsquelle hat 5V

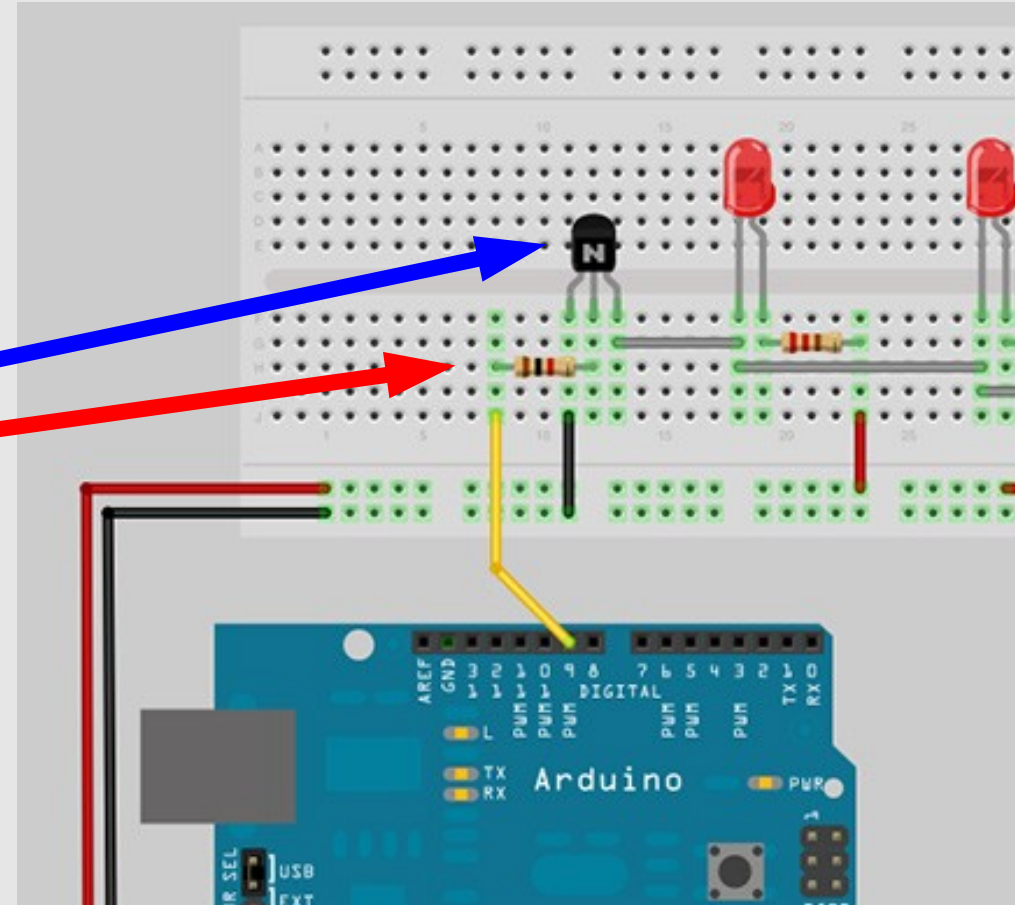
LED will 20mA bei 1,8V

3 LEDs in Reihe!

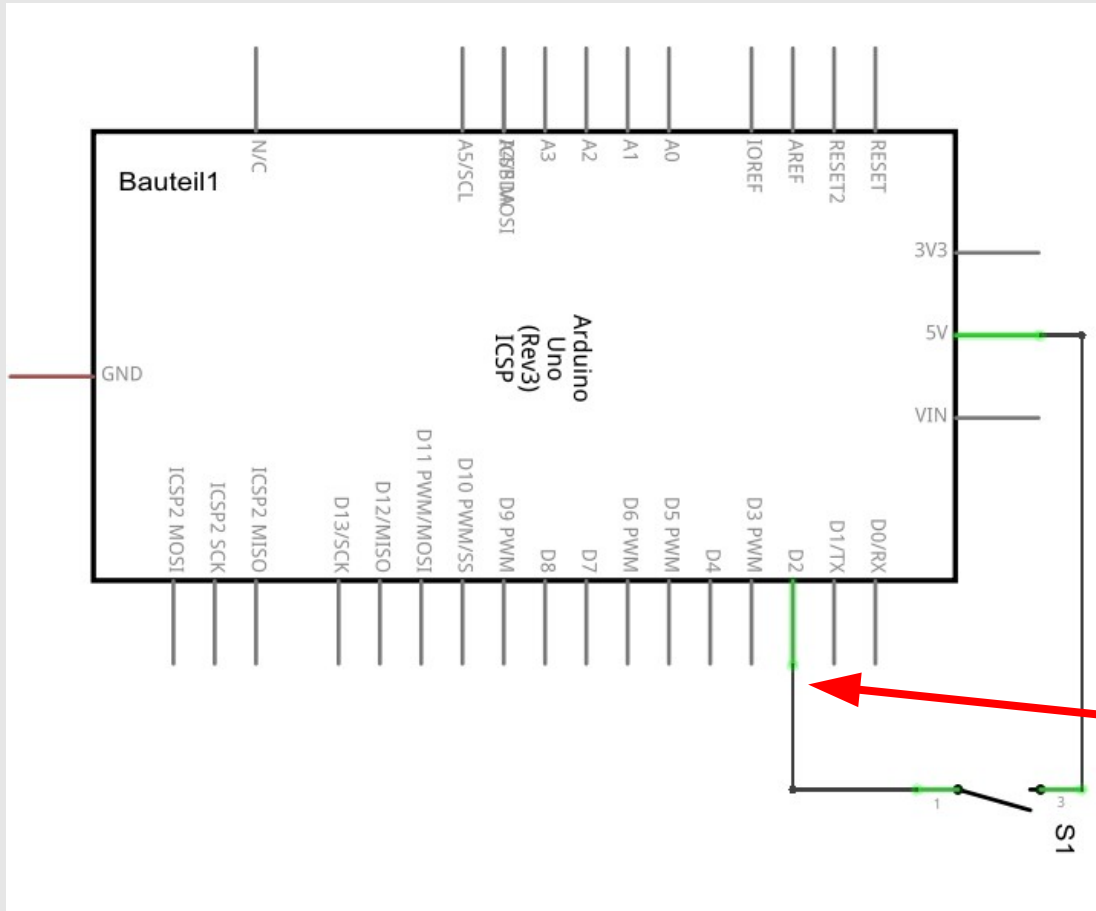


Widerstand als Schutz

- Manche Bauteile vertragen keinen hohen Strom
- Vielen (Digital-)Bauteilen kommt es gar nicht auf den Strom an
- Im Beispiel rechts ist ein Transistor über einen hohen Widerstand mit dem Arduino verbunden
- Genaue Größe meist egal. Gängig sind 1-10K Ω



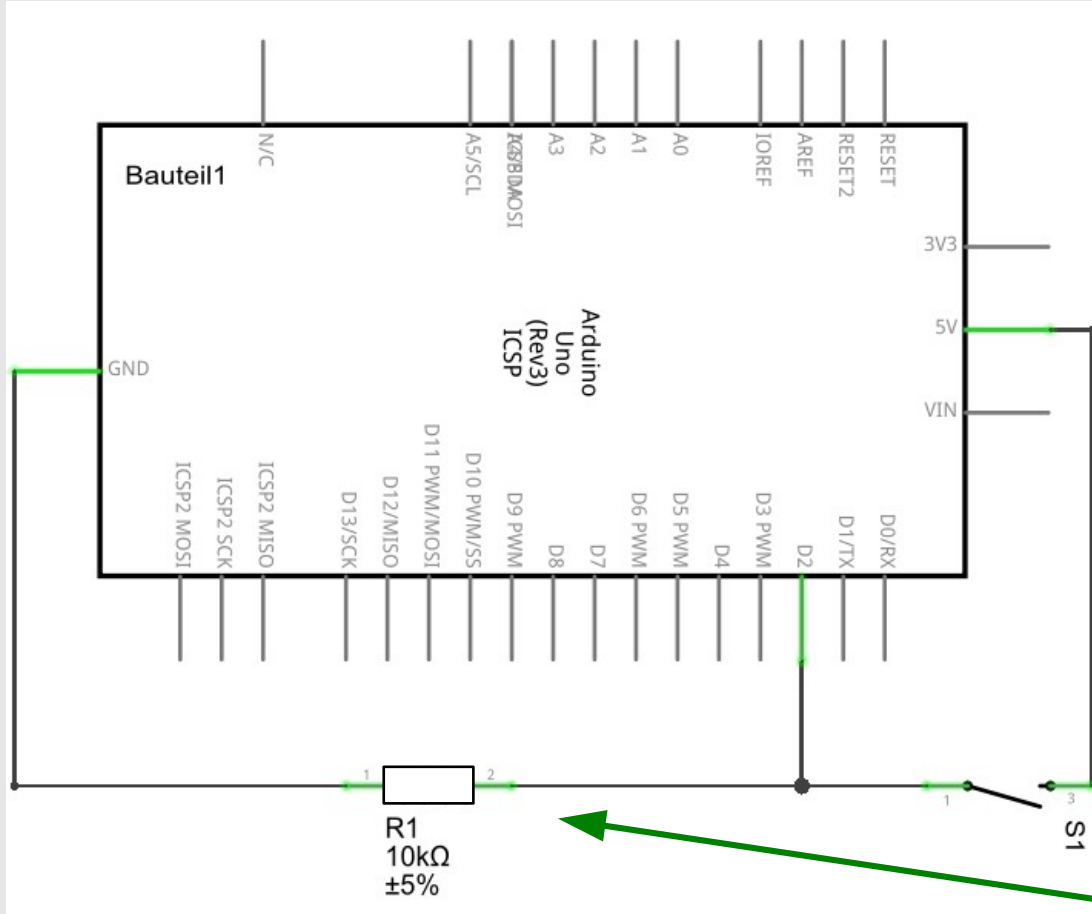
Widerstand als „Pull-Up“ oder „Pull-Down“



Neue Schaltplan-Zeichen:
- Chip / Blackbox
- Taster

Problem: Was liegt hier eigentlich an, wenn der taster offen ist?
→ Zufälliges Rauschen

Widerstand als „Pull-Up“ oder „Pull-Down“



Lösung: Wir fügen einen hochohmigen Widerstand ein, der einen definierten Zustand herstellt.

Widerstand als „Pull-Up“ oder „Pull-Down“

- Pull-Down: Widerstand in Richtung Ground / Minus / Masse
- Pull-Up: Widerstand in Richtung Versorgungsspannung
- Genauer Wert auch hier nicht wichtig, gängig sind $10\text{k}\Omega$
- Fun-Fact: Arduino hat Pull-Up Widerstände schon eingebaut, sie können einfach aktiviert werden!
(Siehe: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/DigitalPins>)

MULTIMETER (LIVE DEMO)

Kabel-Farben

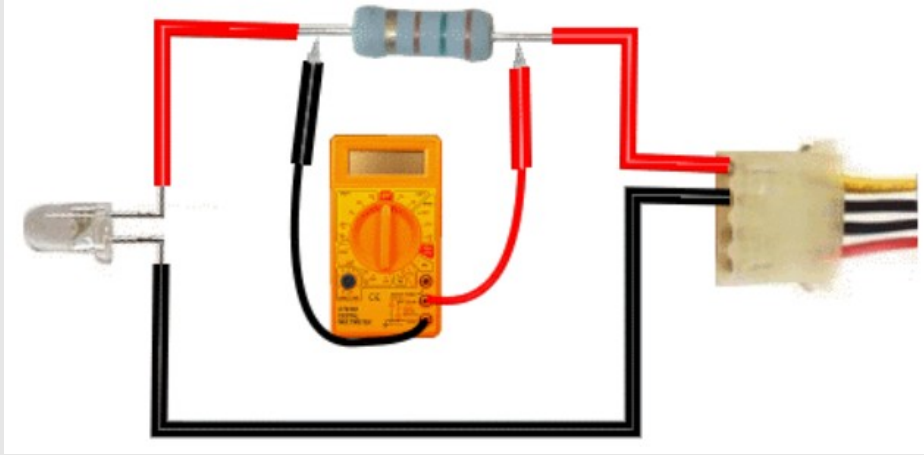
- Schwarz ist Minus (-) bzw. Masse, am Multimeter COMM oder Common genannt
- Rot ist Plus (+), an einem guten Multimeter gibt es mehrere rote Ports, je nachdem, was gemessen werden soll.
- Die Farbcodierung gilt auch an anderer Stelle, nicht nur für Multimeter (zB Lautsprecher-Boxen). Sie ist auch empfehlenswert für die eigenen Schaltungen und die eigene Dokumentation z.B. in Fritzing.

Spannung einer Batterie



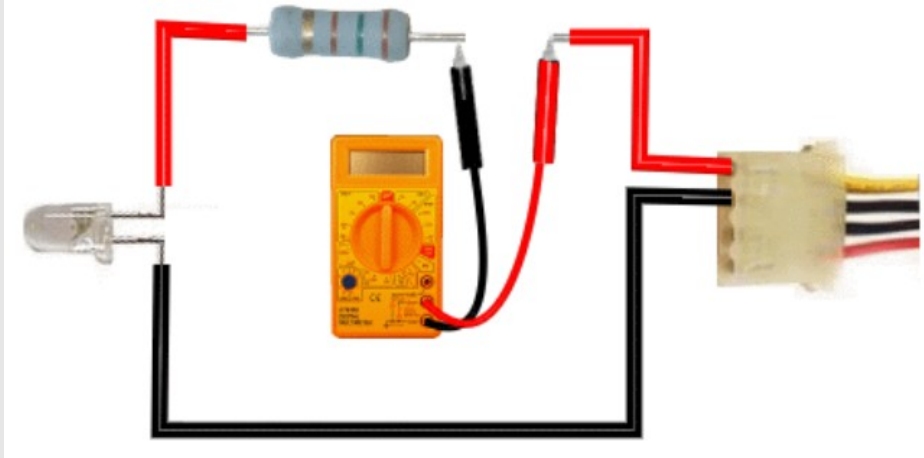
- Multimeter auf Gleichspannung, Volt einstellen
(z.B. „DCV“ oder V=)
- Multimeter ungefähr auf die erwartete Spannung einstellen, im Zweifelsfall höher einstellen und später „runter“ gehen.
- Mess-Spitzen an die Batteriepole halten
(schwarz an Plus, rot an Minus)
- Das Display sollte nach kurzer Zeit auf einen Wert eingependelt sein.
- Die Spannung sollte leicht über der aufgedruckten Spannung liegen.

Teilspannung in einem Stromkreis



- Messgerät (wie zuvor) auf Gleichspannung, Volt einstellen und die rote Messspitze am rechten Port einstecken
- Der Stromkreis wird zur Messung nicht verändert
- Messspitzen um das Bauteil ansetzen
- Spannung ablesen

Strom



- Messgerät auf Gleichspannung, Ampère einstellen und die rote Messspitze am richtigen Port einstecken, Messgeräte haben oft einen Port für starke Ströme (Messgerät in der h_da: 10A) und einen Port für schwache Ströme (hier: 400mA), bitte wählen Sie im Zweifelsfall den stärkeren Port!
- Das Messgerät wird an beliebiger Stelle in den Stromkreis eingestzt, der gesamte Strom fließt also einmal durch das Messgerät.
- Strom ablesen

Widerstand



- Bauteil im Idealfall vor Einbau ausmessen (oder ausbauen), die Gesamte Schaltung würde das Ergebnis verfälschen
- Messgerät auf Widerstand (Ω) einstellen und die rote Messspitze am richtigen Port einstecken
- Die Messspitzen um das Bauteil ansetzen
- Widerstand ablesen

Durchgangsprüfung („Durchpiepen“)

- Die meisten Multimeter haben einen Dioden-Modus, mit dem Sie die Polarität einer Diode überprüfen können. Dieser Modus eignet sich auch zum Überprüfen, ob eine Leitung funktioniert bzw. wo eine Leitung endet.
- Viele Multimeter geben einen Ton aus, wenn eine Leitung durchgängig ist, daher „durchpiepen“.