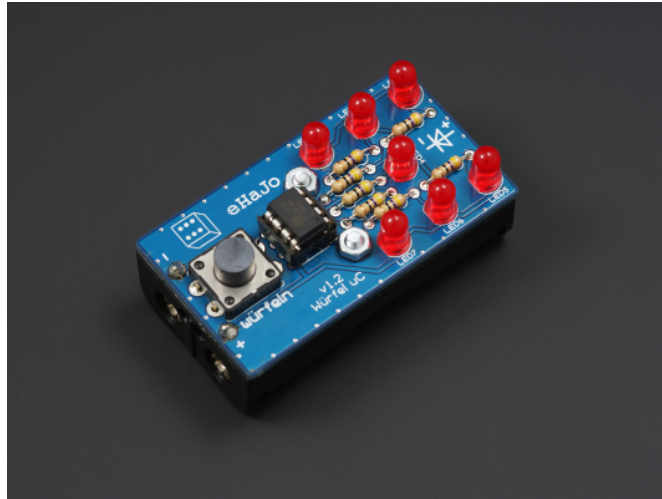

WÜRFEL SMD



ANLEITUNG

ELEKTRONIK HANNES JOCHRIEM

INH. HANNES JOCHRIEM
OBERFELDWEG 12
D - 83080 OBERAUDORF
MAIL: [INFO@EHAJO.DE](mailto:info@ehajo.de)

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|-----------------------------|----------|
| 1 | Grundlagen | 2 |
| 1.1 | Löten | 2 |
| 1.2 | SMD-Löten | 2 |
| 1.3 | Widerstände | 3 |
| 1.3.1 | Übungen | 4 |
| 1.4 | Leuchtdiode (LED) | 5 |
| 1.4.1 | Übungen | 6 |
| 1.5 | IC | 6 |
| 2 | Würfel SMD | 8 |
| 2.1 | Stückliste | 8 |
| 2.2 | Schaltplan | 9 |

1 Grundlagen

1.1 Löten

Unsere Lötübungen sind darauf ausgelegt, dir die Grundlagen des Lötens Schritt für Schritt näherzubringen. Keine Sorge, es ist noch kein Meister vom Himmel gefallen! Auch beim Löten gilt wie so oft: *"Übung macht den Meister."*

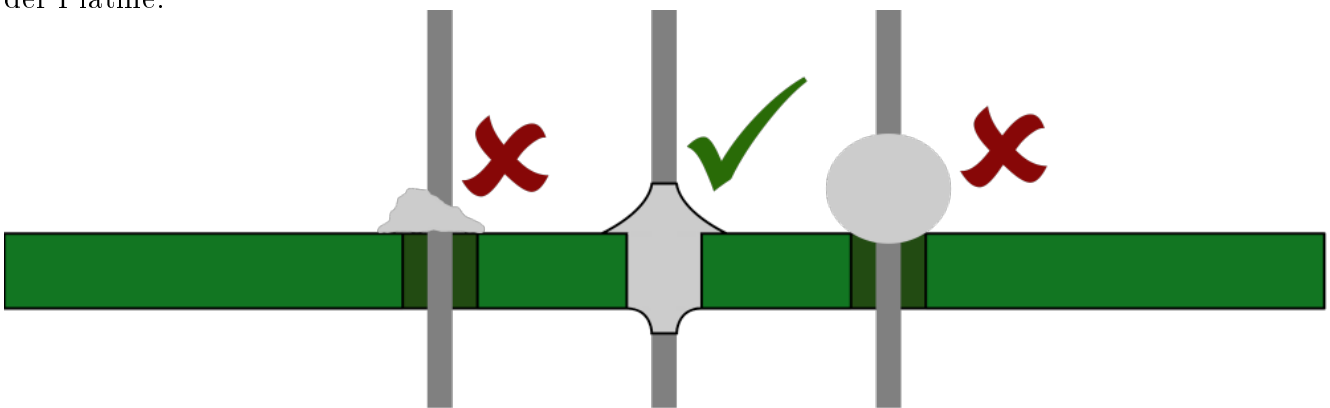
Ein hilfreiches Video zu den häufigsten Lötfehlern findest du auf unserem YouTube-Kanal:
<https://youtu.be/CPXZM8r8xFw>

Hier einige wichtige Punkte in Kürze:

- Die ideale **Temperatur** des LötKolbens sollte bei etwa **350°C** liegen. Es wird empfohlen, bleifreies Lötzinn zu verwenden.
- Die Wahl der Lötspitze sollte an die Bauteilgröße angepasst sein. Eine **1,6 mm Meißelspitze** ist für die meisten Lötstellen ideal – sie eignet sich sowohl für SMD-Bauteile der Größe 0805 als auch für Leitungen bis zu 1,5 mm².
- Um dich vor Lötspritzern oder abfliegenden Drähten beim Abschneiden zu schützen, ist das Tragen einer **Schutzbrille** ratsam.
- Verwende eine **temperaturbeständige Unterlage**, um Brandflecken auf deinem Tisch zu vermeiden.

Die richtige Menge Lötzinn ist entscheidend. Achte darauf, dass das Lötzinn sowohl das Bauteil als auch die Platine benetzt. Der LötKolben muss dabei gleichzeitig das **Bauteil** und die **Platine** berühren, damit beide Komponenten ausreichend erhitzt werden.

Die folgende Abbildung zeigt typische Lötstellen: Links ist zu wenig Lötzinn verwendet worden, während sich rechts eine Kugel bildet – dies geschieht, wenn nur der Draht erhitzt wird. Eine ideale Lötstelle (Mitte) bildet eine gleichmäßige Hohlkehle und das Lot fließt bis zur Unterseite der Platine.



1.2 SMD-Löten

Wenn du die Grundlagen des Lötens mit bedrahteten Bauteilen beherrschst, kannst du dich nun an das **nächste Level** wagen: das SMD-Löten!

Auch wenn die Bauteile **sehr klein** sind, brauchst du **keine Angst** zu haben. Mit den richtigen Techniken wird es nach etwas Übung ganz **einfach**.



Ein häufiger Fehler ist zu denken, dass man für das SMD-Löten eine besonders kleine Lötspitze braucht. Das ist nur teilweise richtig. Sehr kleine Lötspitzen haben oft eine schlechte Wärmeübertragung. Verwende daher immer eine Lötspitze, die zu deinen **Bauteilen passt**. In den meisten Fällen eignet sich eine 1,6mm breite Lötspitze perfekt für 0805-Bauteile und viele ICs!



Die Größe von Widerständen und Kondensatoren wird in Formaten wie **1206** oder **0805** angegeben. Sprich die Zahlen immer einzeln: Null-Acht-Null-Fünf.

Die Grundschrirte des SMD-Lötens erkläre ich dir in diesem Video:

<https://youtu.be/tvVbB6LRx-U>

Die häufigsten Fehler findest du hier:

<https://youtu.be/4GrQNH80oDY>

Hier einige wichtige Punkte in Kürze:

- Verwende keine zu kleine Lötspitze
- Die Temperatur sollte etwa 350°C betragen
- Verzinne zuerst ein Pad des Bauteils
- Schmelze das Lot auf dem Pad und platziere das Bauteil mit einer Pinzette in das flüssige Lot. Entferne den LötKolben und halte das Bauteil fest, bis das Lot erkaltet.
- Verlöte nun die zweite Seite
- Schmelze die erste Seite noch einmal kurz auf, um kalte Lötstellen zu vermeiden



Beim SMD-Löten gilt: „**Viel hilft viel**“, insbesondere beim Flussmittel. Ohne zusätzliches Flussmittel ist das SMD-Löten deutlich schwieriger!

1.3 Widerstände

Widerstände sind in nahezu jeder Schaltung zu finden und gehören neben Spulen und Kondensatoren zu den drei klassischen **passiven Bauelementen**.

Ein Widerstand hat die Funktion, den Stromfluss zu **begrenzen**. Die Maßeinheit des Widerstands ist das Ohm¹ (Ω). Der Zusammenhang zwischen Strom, Spannung und Widerstand wird durch das bekannte **Ohmsche Gesetz** beschrieben:

$$U = R \cdot I$$

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

Der **Widerstandswert** eines Bauteils kann je nach Bauform unterschiedlich abgelesen werden: Bei SMD²-Bauteilen erfolgt dies direkt über eine aufgedruckte Kennzahl, bei bedrahteten Widerständen über die Farbcodierung.

¹Benannt nach dem deutschen Physiker Georg Simon Ohm, geboren 1789

²Surface Mount Device

SMD-Widerstände tragen meist eine dreistellige Zahl, wie beispielsweise 471. Die ersten beiden Ziffern geben den Wert an, die letzte Ziffer die Anzahl der Nullen. In diesem Fall entspricht 471 also 47 gefolgt von einer Null, was 470Ω ergibt. Eine Kennzeichnung wie 683 bedeutet 68 gefolgt von drei Nullen, also 68000Ω oder $68k\Omega$.

Bei bedrahteten Widerständen wird der Wert anhand der Farbringe ermittelt. Wie dies funktioniert, zeigt das folgende Bild:

| Farbe | 1. Stelle | 2. Stelle | (3. Stelle) | Multiplikator | Toleranz |
|---------|-----------|-----------|-------------|------------------------|--------------|
| Silber | | | | $\times 0,01$ | $\pm 10\%$ |
| Gold | | | | $\times 0,1$ | $\pm 5\%$ |
| Schwarz | 0 | 0 | 0 | $\times 1$ | |
| Braun | 1 | 1 | 1 | $\times 10$ | $\pm 1\%$ |
| Rot | 2 | 2 | 2 | $\times 100$ | $\pm 2\%$ |
| Orange | 3 | 3 | 3 | $\times 1.000$ | |
| Gelb | 4 | 4 | 4 | $\times 10.000$ | |
| Grün | 5 | 5 | 5 | $\times 100.000$ | $\pm 0,5\%$ |
| Blau | 6 | 6 | 6 | $\times 1.000.000$ | $\pm 0,25\%$ |
| Violett | 7 | 7 | 7 | $\times 10.000.000$ | $\pm 0,1\%$ |
| Grau | 8 | 8 | 8 | $\times 100.000.000$ | $\pm 0,05\%$ |
| Weiß | 9 | 9 | 9 | $\times 1.000.000.000$ | |

| | | | | |
|---|---|--------------|------------|---------------------------|
| 4 | 7 | $\times 100$ | $\pm 5\%$ | = $4k7\Omega$ |
| 6 | 8 | 0 | $\times 1$ | $\pm 0,1\%$ = 680Ω |

Keine Sorge beim Einlöten von Widerständen: Sie sind sehr hitzebeständig und kaum durch den Lötvorgang zu beschädigen. Außerdem spielt es keine Rolle, in welche Richtung der Widerstand eingelötet wird, da er keine Polarität besitzt. Für die Perfektionisten unter uns: Es sieht allerdings ordentlicher aus, wenn die Farbringe alle in die gleiche Richtung zeigen.

1.3.1 Übungen

Ein Widerstand kann ja den Stromfluss begrenzen, dies ist sehr oft praktisch, wenn man zum Beispiel einen maximalen Strom nicht überschreiten will.

Im Folgenden werden zwei Beispiele vorgestellt, um zu veranschaulichen, wie man den Widerstand mit dem Ohmschen Gesetz berechnet. Das Ohmsche Gesetz lautet:

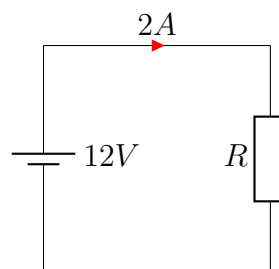
$$U = R \cdot I \quad \text{bzw.} \quad R = \frac{U}{I}$$

Beispiel 1:

Gegeben sei eine Schaltung, bei der eine Spannung von $U = 12V$ anliegt und ein Strom von $I = 2A$ fließt. Um den Widerstand zu berechnen, setzen wir die Werte in die Formel ein:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{12V}{2A} = 6\Omega$$

Der Widerstand in dieser Schaltung beträgt also 6Ω .

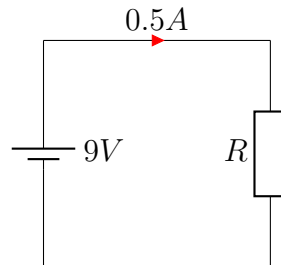


Beispiel 2:

In einem zweiten Beispiel sei die Spannung $U = 9V$ und der fließende Strom $I = 0,5A$. Der Widerstand wird wie folgt berechnet:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{9V}{0,5A} = 18\Omega$$

Der Widerstand in dieser Schaltung beträgt also 18Ω .



Wie man sieht, kann der Widerstand einfach berechnet werden, wenn Spannung und Strom bekannt sind.

Rechenbeispiele:

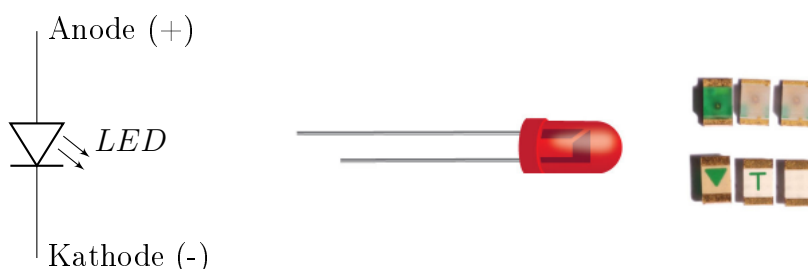
- Ein Widerstand mit $R = 470\Omega$ wird an eine Spannungsquelle mit $5V$ angeschlossen, wie hoch ist der maximale Strom? (Lösung: $10.6mA$)
- Eine Spannungsquelle von $24V$ soll maximal $200mA$ an Strom liefern, wie groß muss der Widerstand sein? (Lösung: 120Ω)
- Welche Spannung hat eine Spannungsquelle, wenn sie an 470Ω einen Strom von ca. $7mA$ liefert? (Lösung: $3,3V$)

1.4 Leuchtdiode (LED)

Eine Leuchtdiode (LED) ist ein elektronisches Bauteil, das **Licht** emittiert, sobald ein Strom hindurchfließt.

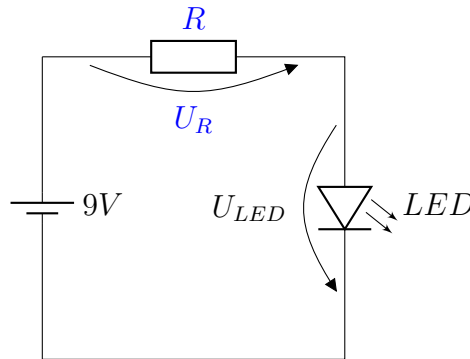
Dabei ist die korrekte **Polarität** der LED von entscheidender Bedeutung. Wird sie falsch herum in die Platine eingelötet, leuchtet sie nicht und kann im schlimmsten Fall beschädigt werden.

Die LED besitzt zwei Pole: die **Anode** (Pluspol, +) und die **Kathode** (Minuspole, -). Zur Unterscheidung dient die Länge der Beinchen. Ein einfacher Merksatz lautet: *Minus zieht immer den Kürzeren* – das kürzere Beinchen markiert also die Kathode. Bei SMD-LEDs ist der Minuspole (Kathode) häufig durch einen farbigen Punkt auf der Oberseite oder durch ein Diodensymbol auf der Unterseite gekennzeichnet.



Eine Leuchtdiode (LED) wird in der Regel nie ohne einen **Vorwiderstand** betrieben. Dieser Vorwiderstand begrenzt den maximalen Strom, der durch die LED fließt, und schützt sie so vor einer Überlastung und möglichen Beschädigung. Um die korrekten Werte für die LED zu ermitteln, sollten immer die Datenblattangaben beachtet werden.

Beispiel zur Berechnung eines Vorwiderstands:



Nehmen wir an, wir haben eine LED, die bei einer Spannung von $U_{LED} = 2V$ leuchtet und für den Betrieb einen maximalen Strom von $I_{LED} = 20mA$ benötigt. Die Versorgungsspannung beträgt $U_S = 9V$.

Da von den 9V der Versorgungsspannung 2V an der LED abfallen, bleiben nach dem Maschensatz noch 7V für den Widerstand übrig:

$$U_R = U_S - U_{LED} = 9V - 2V = 7V$$

Der Strom, der durch die LED fließt, ist derselbe, der durch den Vorwiderstand fließt. Somit können wir den Wert des Widerstands einfach mit dem Ohmschen Gesetz berechnen:

$$R = \frac{U_R}{I_{LED}} = \frac{7V}{0.02A} = 350\Omega$$

Der benötigte Vorwiderstand beträgt also 350Ω . Da Widerstände üblicherweise nur in bestimmten genormten Werten, den sogenannten E-Reihen, erhältlich sind, muss der Widerstandswert oft aufgerundet werden. Der nächstliegende, gängige Wert wäre 360Ω .

Ein Video zum Thema Vorwiderstand berechnen bei LEDs findest du auch auf unserem Youtubekanal:

<https://youtu.be/p0dt-6F-EZg>

1.4.1 Übungen

Die Lösungen sind auf Widerstände der E-Reihe gerundet!

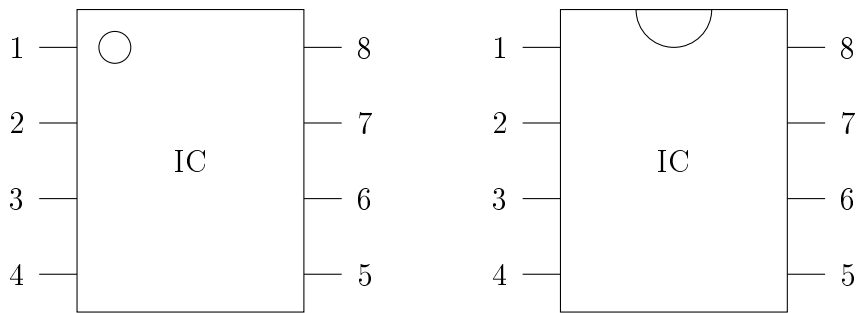
- Du hast eine Low-Current LED, die mit $I = 2mA$ läuft und eine Spannung von 2,5V benötigt. Diese willst du an 5V betreiben, welchen Vorwiderstand benötigst du? (Lösung: 1300Ω)
- Eine blaue LED benötigt 4V bei einem Strom von 17mA, welchen Vorwiderstand solltest du verwenden, wenn du diese an 12V betreiben willst? (Lösung: 470Ω)

1.5 IC

Integrierte Schaltungen (ICs) sind kompakte Bauteile, die in vielen verschiedenen Varianten erhältlich sind. Von einfachen Logikgattern über Operationsverstärker bis hin zu komplexen Mikrocontrollern reicht die Bandbreite. Typischerweise sind sie kleine, schwarze Bauelemente mit Beinchen, entweder in bedrahteter oder SMD-Technologie.

Ein wichtiger Aspekt beim Umgang mit ICs ist die Beachtung der **Polarität**, die durch einen kleinen Punkt oder eine Kerbe im Gehäuse gekennzeichnet ist. Diese Markierung befindet sich immer an der Position des **Pins 1**. Achte beim Einbau des ICs in die Platine unbedingt auf die **richtige Ausrichtung** der Polarität, da eine falsche Platzierung zu Beschädigungen des Bauteils

führen kann.



Die Markierung für Pin 1 findest du auch auf der Platine, um dir die richtige Ausrichtung des Chips beim Einlöten zu erleichtern.

2 Würfel SMD

2.1 Stückliste

Folgende Bauteile werden für den Aufbau benötigt:

- Platine
- 7x Widerstand 0805
- IC (Attiny13A, vorprogrammiert)
- Taster SMD
- 7x LED rot
- Batteriehalter



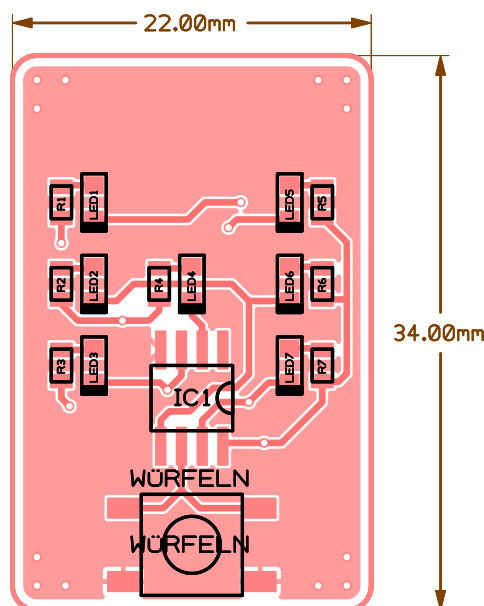
Der Batteriehalter auf der Unterseite sollte erst ganz am Schluss verlötet werden. Sonst liegt die Platine nicht mehr schön auf dem Arbeitstisch und das erschwert das Löten

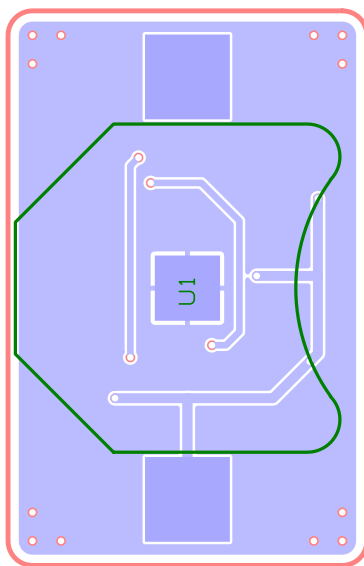
Die kritischen Bauteile in diesem Bausatz sind die LEDs und der IC. Bitte achte dort genau auf die Polarität, bevor du diese einlöttest. Diese ist in den Grundlagenkapiteln erklärt.

Bevor du den Batteriehalter einlöttest, musst du das mittlere Pad mit etwas Lötzinn verzinnen, sonst hat die Batterie keinen Kontakt. Die passende Batterie, die du benötigst ist eine CR2032.

Ein einfaches Video vom Aufbau des Würfels findest du auf unserem Youtube-Kanal:

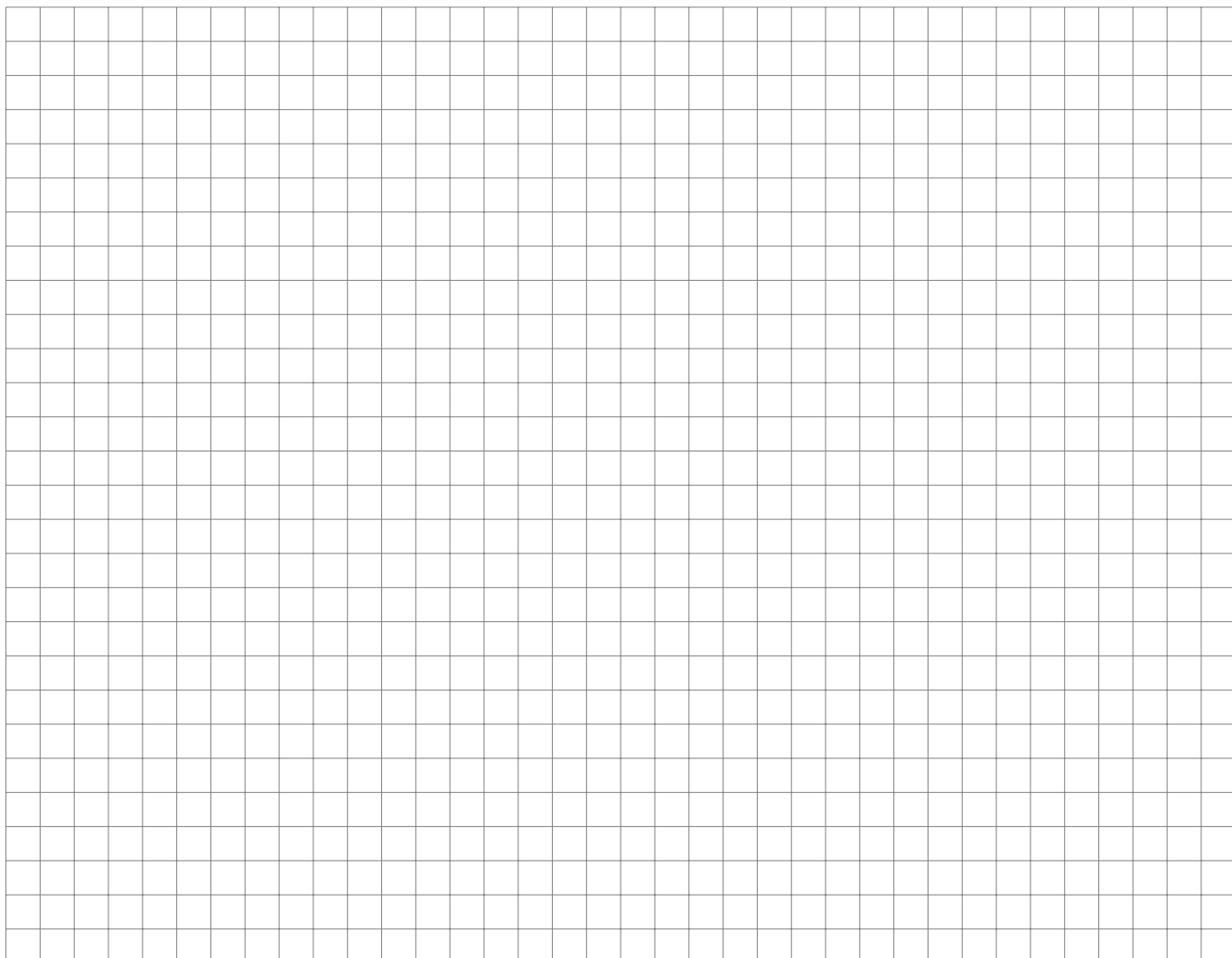
<https://youtu.be/pJ-d1wIgMUY>

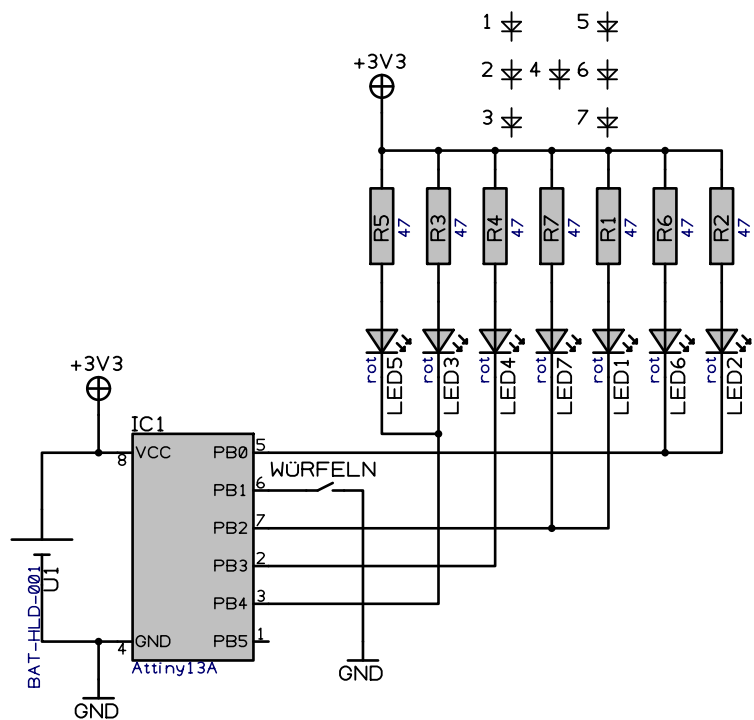




2.2 Schaltplan

Der Schaltplan für den Bausatz ist auf der nächsten Seite zu finden, damit er die korrekte Skalierung besitzt. Den Leerraum kannst du für Notizen benutzen!





| | | | | | |
|--|--|----------------------------------|--------------|---------------------------|-------------|
| Autor hajo | Kunde meinerer | Seitenname Page1 | | | |
| eHaJo Elektronik Hannes Jochriem Oberfeldweg 12 83080 Oberaudorf Tel.: 08033 / 695 69 89 https://www.eHaJo.de | Dokumentenart Schaltplan | Dokumentenstatus frei gegeben | | | |
| | Titel, zusätzlicher Titel wuerfel_002 | Sachnummer | | Gespeichert 10.06.2021 | |
| | | Rev. 6 | Blatt 1/1 | Spr. de | Größe A4 |