

### 1. Kleine Wiederholung:

Wir haben eine LED zum Leuchten gebracht.  
Wie geht das mit einem Mikrocontroller?  
Ein kleiner Ausflug in die Elektrotechnik...

### 2. Jedes elektrische Bauteil hat ein Schaltzeichen.

Für einen **Widerstand R** ist das ganz einfach.

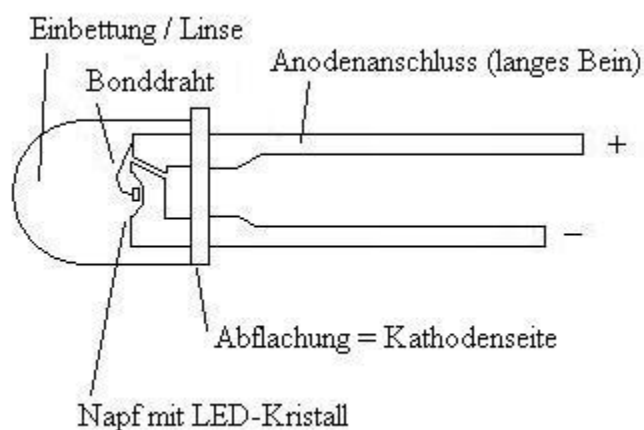


Bei einem Widerstand ist es egal, wie herum man ihn anschließt.

### 3. Dies ist das Schaltzeichen einer **Leuchtdiode** (LED).



Bei einer LED muss man auf die richtige Polung achten, sonst leuchtet die Diode nicht.



Der längere Anschluss ist die Anode, sie muss mit Plus verbunden werden.  
Der kürzere Anschluss ist die Kathode (**K**athode wie **k**urz), sie muss mit Minus verbunden werden.  
Das Gehäuse der LED ist an der Kathode meist etwas abgeflacht.

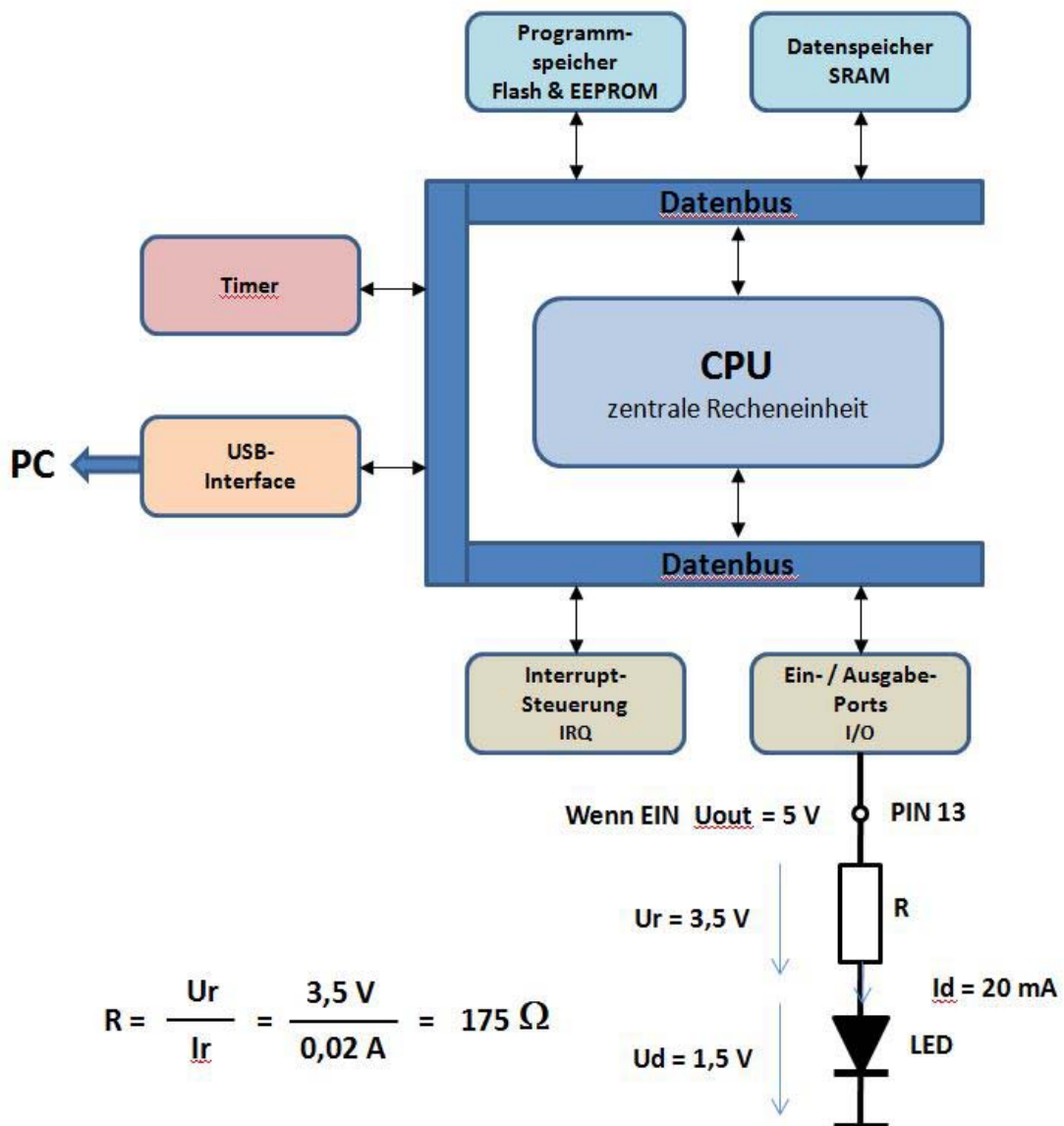
Wenn ein Strom von + nach – fließt, dann leuchtet die Diode. Die Helligkeit der LED hängt vom der Größe des Stroms ab. Je größer der Strom, desto heller. Der maximal zulässige Strom  $I_{max}$  darf dabei nicht überschritten werden.

Faustformel für  $I_{max}$ :

3 mm LED 20 mA

5 mm LED 50 mA

#### 4. Unsere Schaltung (Demo in PPTX):



5. Typische Spannungen für LEDs

rot	1,5 V
gelb	1,8 V
grün	1,8 V
blau	2,8 V
weiß	2,5 V

6. Wie können wir die Helligkeit ändern?

7. Gibt es noch andere Methoden?

8. Die Pulsweitenmodulation **PWM**

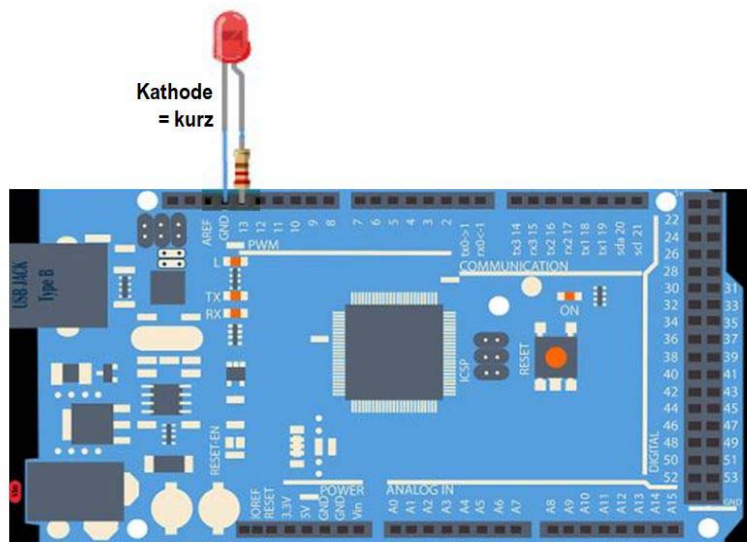
9. Versucht doch mal ein kleines Programm

z. B. 100 ms **EIN** und 100 ms **AUS**

dann 10 ms **EIN** und 10 ms **AUS**.

Bei 10 ms **EIN** und 10 ms **AUS** ist die Periodendauer 20 ms, die Frequenz also 50 Hz. Das Auge nimmt das **EIN/AUS** nicht mehr wahr. Die LED scheint mit halber Helligkeit zu leuchten.

10. Es geht auch anders. Alle  
PINs 2 bis 13 können  
direkt ein pulsweiten-  
moduliertes Signal  
(PWM) ausgeben.



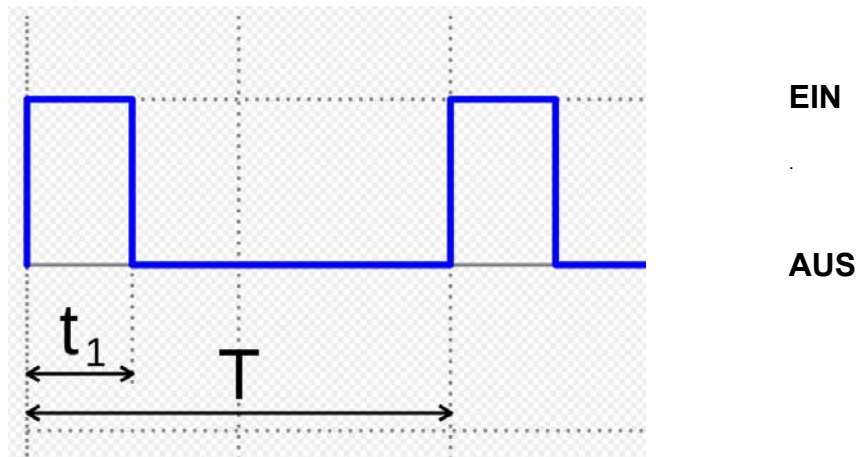
Statt

***digitalWrite(LED\_L, HIGH)***

schreiben wir jetzt

***analogWrite(LED\_L, Wert)***

Wobei **Wert** zwischen 0 und 255 liegen kann.



T ist die Periodendauer. Die zugehörige Frequenz f ergibt sich:

$$f = 1 / T$$

Ein **PWM**-Signal (wie im Bild oben) mit einem Tastgrad  $t_1/T = 0,25 = 25 \%$ , also 25 % der Zeit ist eingeschaltet.

**Wert** wäre dabei  $256/4-1 = 63$ .

**Wert** = 0 heißt immer AUS, **Wert** = 255 heißt immer EIN.

Wenn Ihr wollt, können wir das gerne probieren!  
LED mit Widerstand bei GND und PIN 13 anschließen (siehe Abb. oben).  
Das kurze Anschluss der LED ist die Kathode also GND = 0V.

Wir haben sowas vorbereitet.

**ACHTUNG:** Die PWM funktioniert nicht auf allen I/O-Ports, nur 2 bis 13.

Die Pulsweitenmodulation brauchen wir später, um unsere Roboter motoren schneller oder langsamer laufen zu lassen.