



Grundlagen der Programmierung von Microcontrollern

Michael Reichart, GFU Cyrus AG, Köln

Das Arduino Board

2021 Michael Reichart, copyleft CC BY-NC-SA

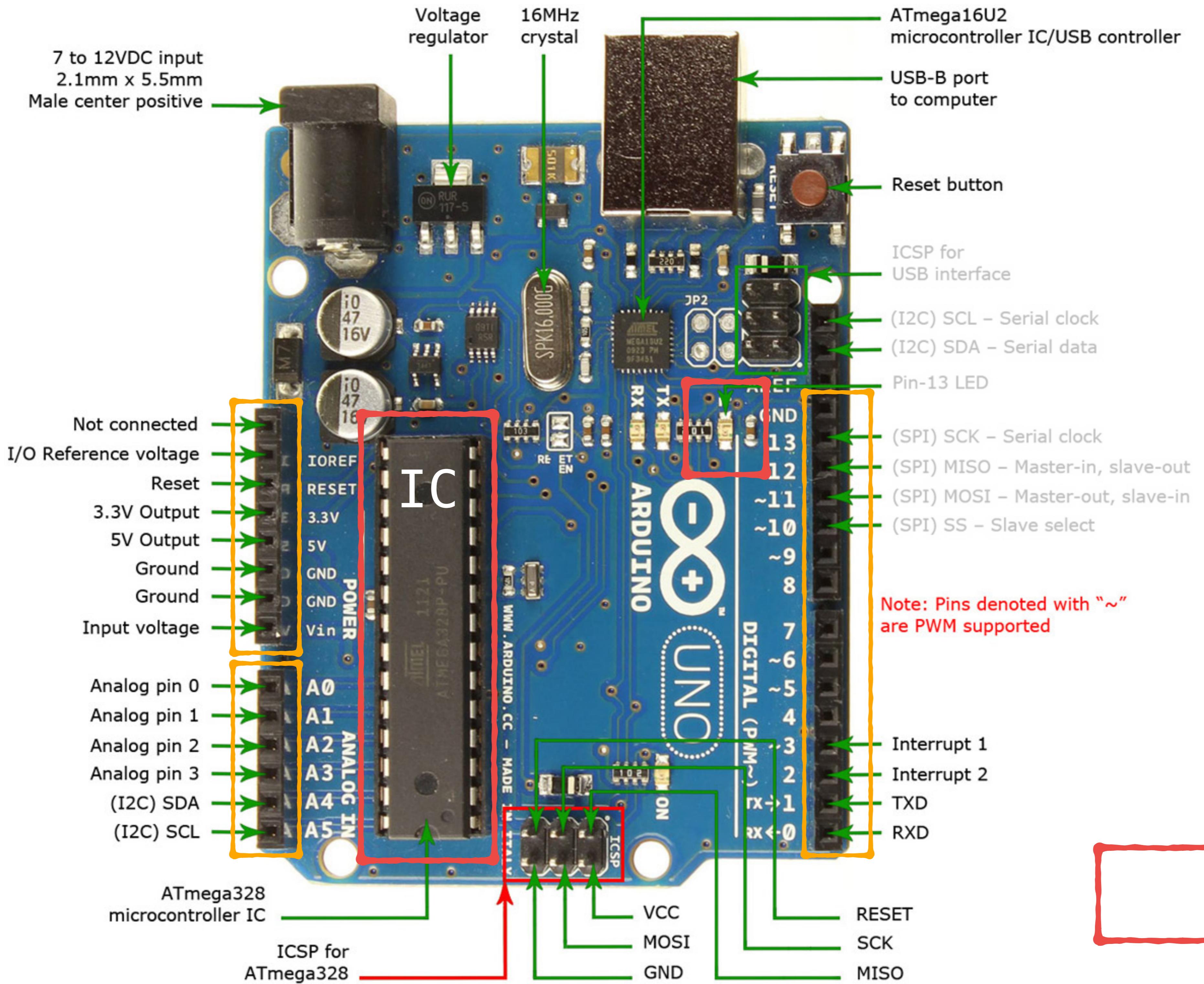
Geschichte und Herkunft

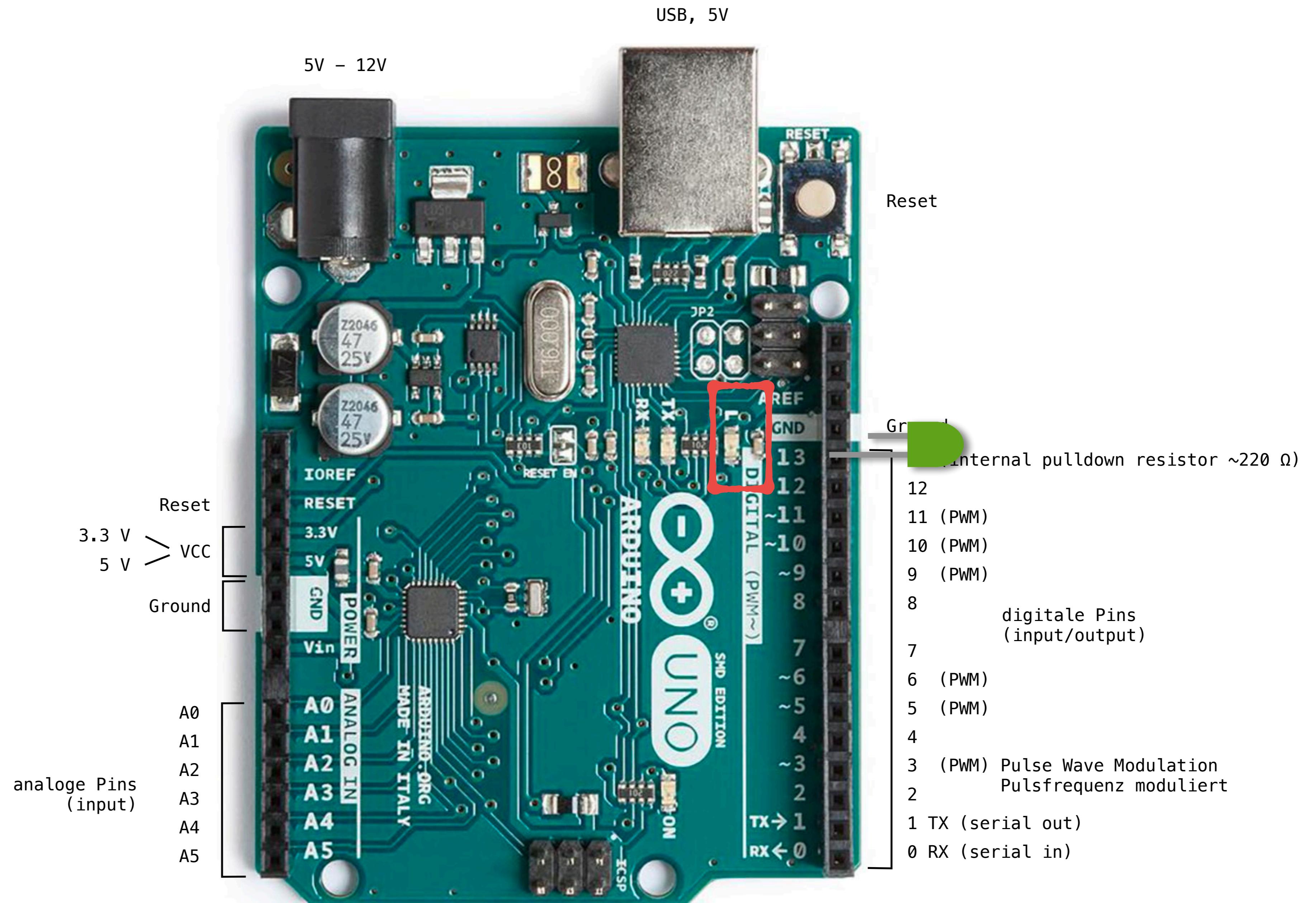
- + Hernando Barragán entwickelt "Wiring" im Jahr 2003 als Masterarbeit am Interaction Design Institute Ivrea (IDII), betreut durch Casey Reas und Massimo Banzi.
- + 2005 erstes "Arduino Uno" Board durch Massimo Banzi

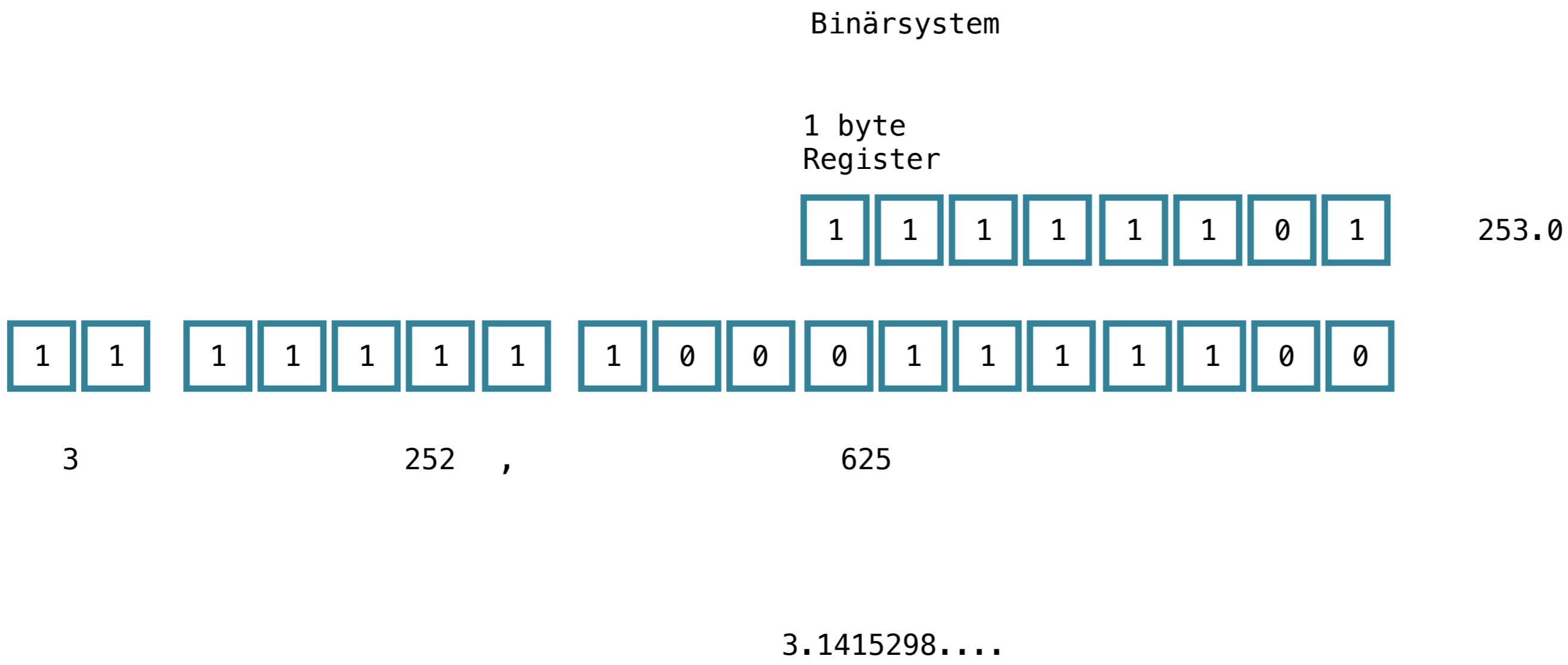
- + Der Name „Arduino“ wurde von einer Bar in Ivrea übernommen, in der sich einige der Projektgründer gewöhnlich trafen. (Die Bar selbst wurde nach Arduin von Ivrea benannt, der von 1002 bis 1014 auch König von Italien war.)











Hexadezimale Codes

0x AF 23 5C 6D 55 ...

Prozessor, Speicher, Stromversorgung

- + Mikrokontroller:
ATmega328 P
SRAM: 2 KB, EEPROM: 1 KB
(ATmega328)
Prozessortaktung: **16 MHz**
- + **Versorgungsspannung: 5V**
Eingabesspannung
(empfohlen): 7-12V
Eingabespannung
(Grenzen): 6-20V
- + **Flash Memory: 32 KB**
(ATmega328)
davon 0.5 KB für den
Bootloader
- + Digitale I/O Pins: 14 (6 mit
PWM Ausgabe)
Analoge Input Pins: 6
DC pro I/O Pin: 40 mA
DC für den 3.3V Pin: 50 mA
- + Maße und Gewicht: 68.6
mm x 53.4 mm, 25 g

Software

2021 Michael Reichart, copyleft CC BY-NC-SA



Search the Arduino Website 

Home Buy Download Products Learning Forum Support Blog

LOG IN SIGN UP

DOWNLOAD

ENGLISH 

Download the Arduino Software



ARDUINO 1.8.0

The open-source Arduino Software (IDE) makes it easy to write code and upload it to the board. It runs on Windows, Mac OS X, and Linux. The environment is written in Java and based on Processing and other open-source software.

This software can be used with any Arduino board. Refer to the [Getting Started](#) page for Installation instructions.

Windows Installer

Windows ZIP file for non admin install

Windows app 

Mac OS X 10.7 Lion or newer

Linux 32 bits

Linux 64 bits

Linux ARM

[Release Notes](#)

[Source Code](#)

[Checksums \(sha512\)](#)



The screenshot shows the Arduino IDE interface with the 'Blink' example code open. The code is a classic sketch that turns an LED on and off repeatedly. It includes comments explaining the purpose of the code, details about the onboard LED, and information on how to find specific pin connections for different Arduino models. The code also includes copyright and modification history at the bottom.

```
1 ///*
2
3 // Blink
4 // Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.
5
6 // Most Arduinos have an on-board LED you can control. On the UNO, MEGA and ZERO
7 // it is attached to digital pin 13, on MKR1000 on pin 6. LED_BUILTIN is set to
8 // the correct LED pin independent of which board is used.
9 // If you want to know what pin the on-board LED is connected to on your Arduino model, check
10 // the Technical Specs of your board at https://www.arduino.cc/en/Main/Products
11
12 // This example code is in the public domain.
13
14 // modified 8 May 2014
15 // by Scott Fitzgerald
16
17 // modified 2 Sep 2016
18 // by Arturo Guadalupi
19
20 // modified 8 Sep 2016
21 // by Colby Newman
22 */
```



Projects Parts Download Learning Services Contribute

FORUM FAB

SIGN UP LOGIN

Fritzing is open source, free software. Please consider [donating to Friends-of-Fritzing e.V.](#) before downloading the app.

Fritzing is a non-profit organization devoted to making creative use of electronics accessible to everyone.

No Donation

€ 10

€ 25

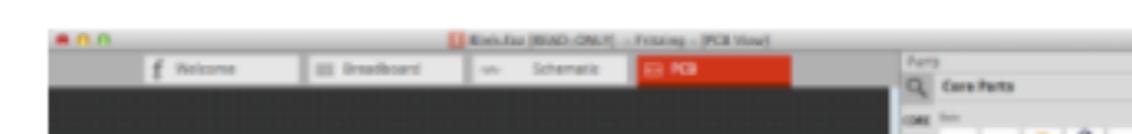
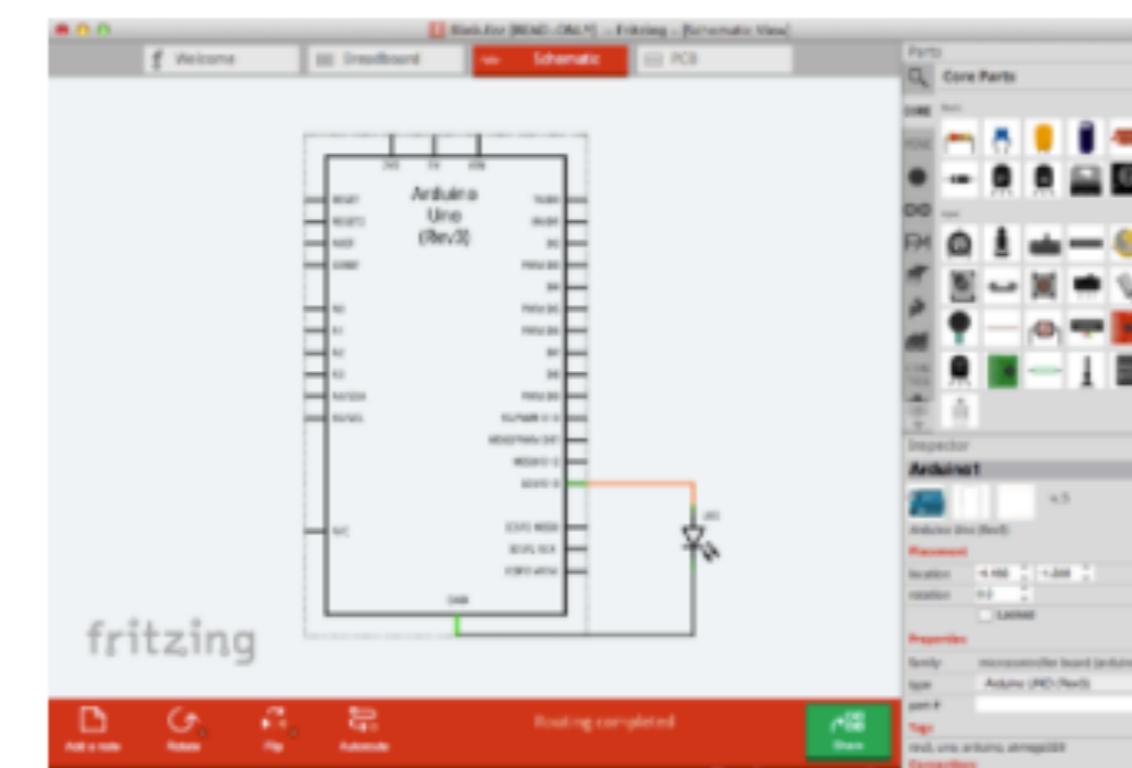
€ 50

Donate & Download

Version 0.9.3b was released on **Juni 2, 2016**.

Downloaded 908401 times.

See [what's new](#) and the [known issues](#).



[FAQ](#) [ABOUT](#) [CONTACT](#)



Blog

New fritzing release 0.9.3b!
Jun. 3, 2016

New Book: "Fritzing for Inventors"
Dec. 6, 2015

A new fritzing discussion forum
Nov. 8, 2015

[More posts...](#)

Projects

3-axis CNC GRBL Setup
pless84

Laser Tag

Willkommen Steckplatine Schaltplan Leiterplatte Code

Bauteile
Core Parts

CORE Basis

MINE

Eingabe

seeed

Intel

PA

RFID ID12

Inspektor

fritzing

Notiz Drehen Umdrehen

Routing fertiggestellt

(x,y)=(1.442, -3.340) in 102 % Veröffentlichen

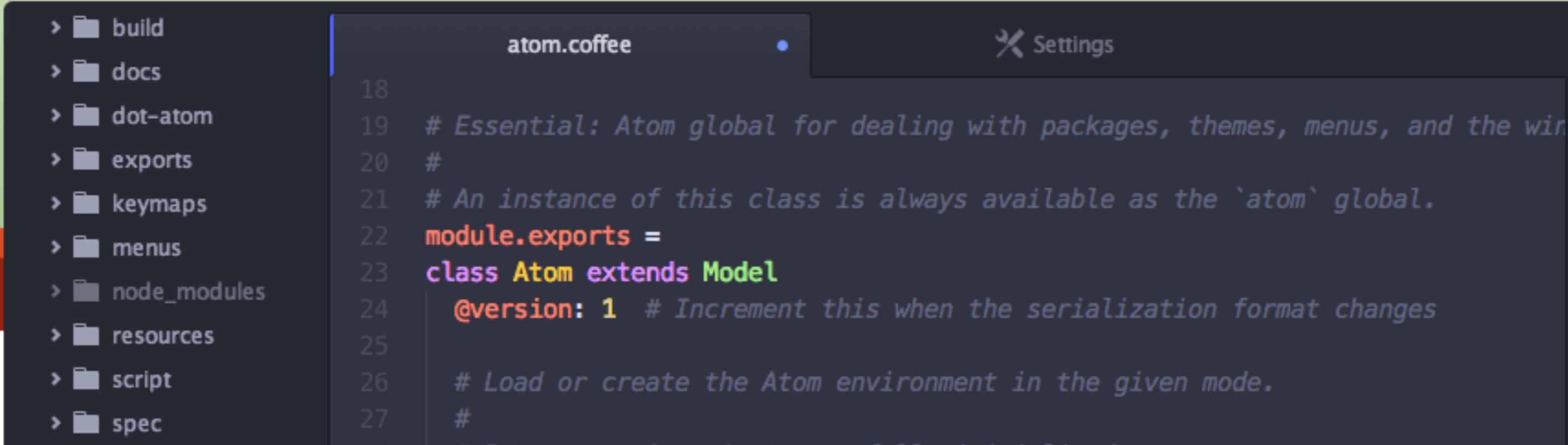
In this example, potentiometer values are read in through an 'Analog In' pin. The values are then used to control the modulation of an LED on a PWM pin. Related examples: <http://arduino.cc/en/Tutorial/AnalogInput> <http://arduino.cc/en/Tutorial/Fading>

ATOM

A hackable text editor
for the 21st Century

 Download For Mac

For macOS 10.8 or later. Other platforms - Beta releases



```
atom.coffee • Settings
18
19 # Essential: Atom global for dealing with packages, themes, menus, and the window system.
20 #
21 # An instance of this class is always available as the 'atom' global.
22 module.exports =
23   class Atom extends Model
24     @version: 1 # Increment this when the serialization format changes
25
26     # Load or create the Atom environment in the given mode.
27     #
```

Entwicklungsumgebungen

- + Visual Studio
- + Atom
- + Eclipse
- + ...

Websites

Arduino und Fritzing

- + <https://www.arduino.cc/>
- + <http://www.arduino.org/>
- + <http://fritzing.org/>
- + [https://
arduinohistory.github.io/de](https://arduinohistory.github.io/de)

Maker Szene

- + <http://makezine.com/>
- + [http://
www.instructables.com/](http://www.instructables.com/)

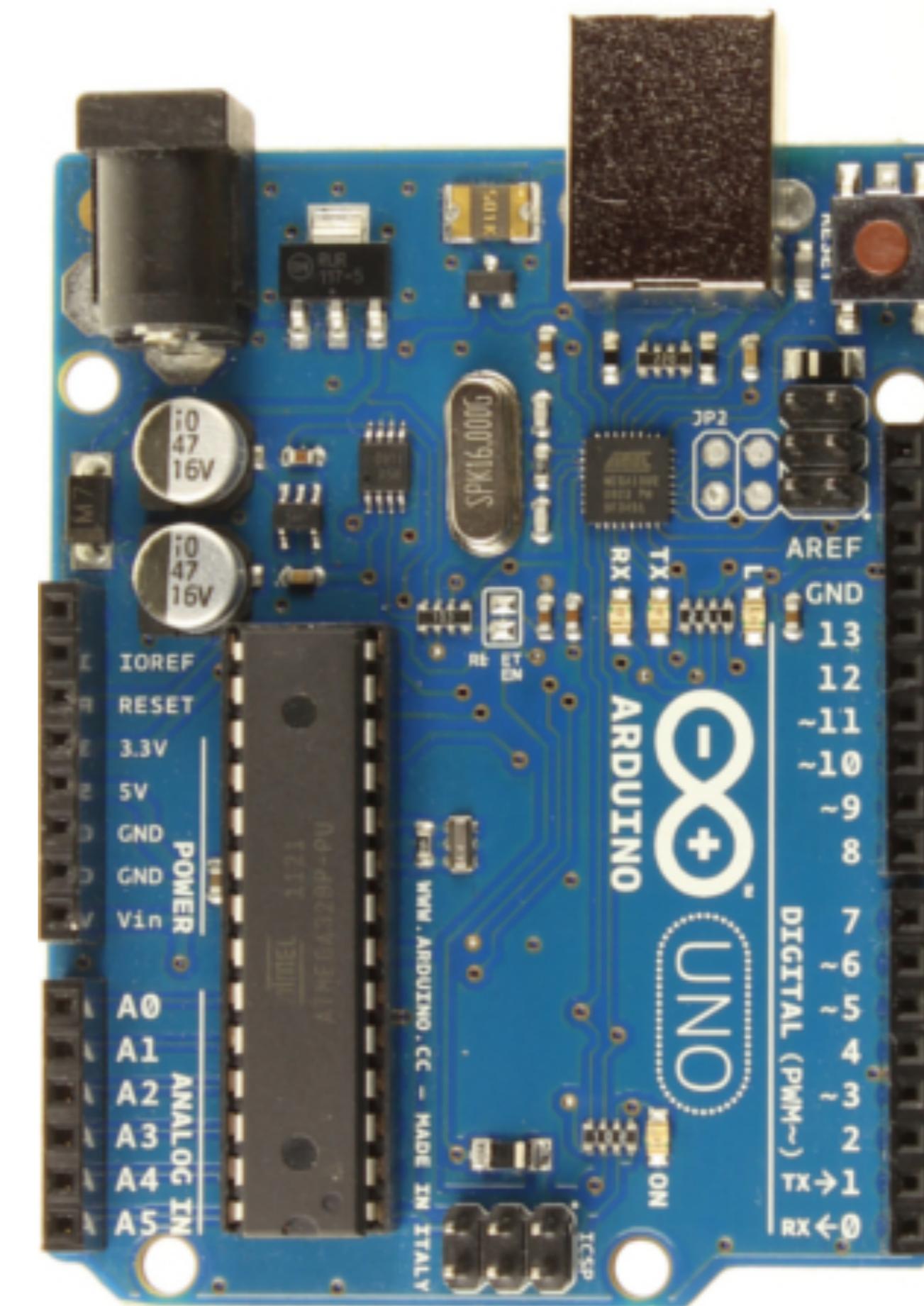
Bezugsquellen

- + [https://
www.sparkfun.com/](https://www.sparkfun.com/)
- + <https://www.amazon.de>
- + <https://www.adafruit.com/>
- + <http://www.exp-tech.de/>
- + [https://
www.sunfounder.com/](https://www.sunfounder.com/)
- + <https://www.alibaba.com>

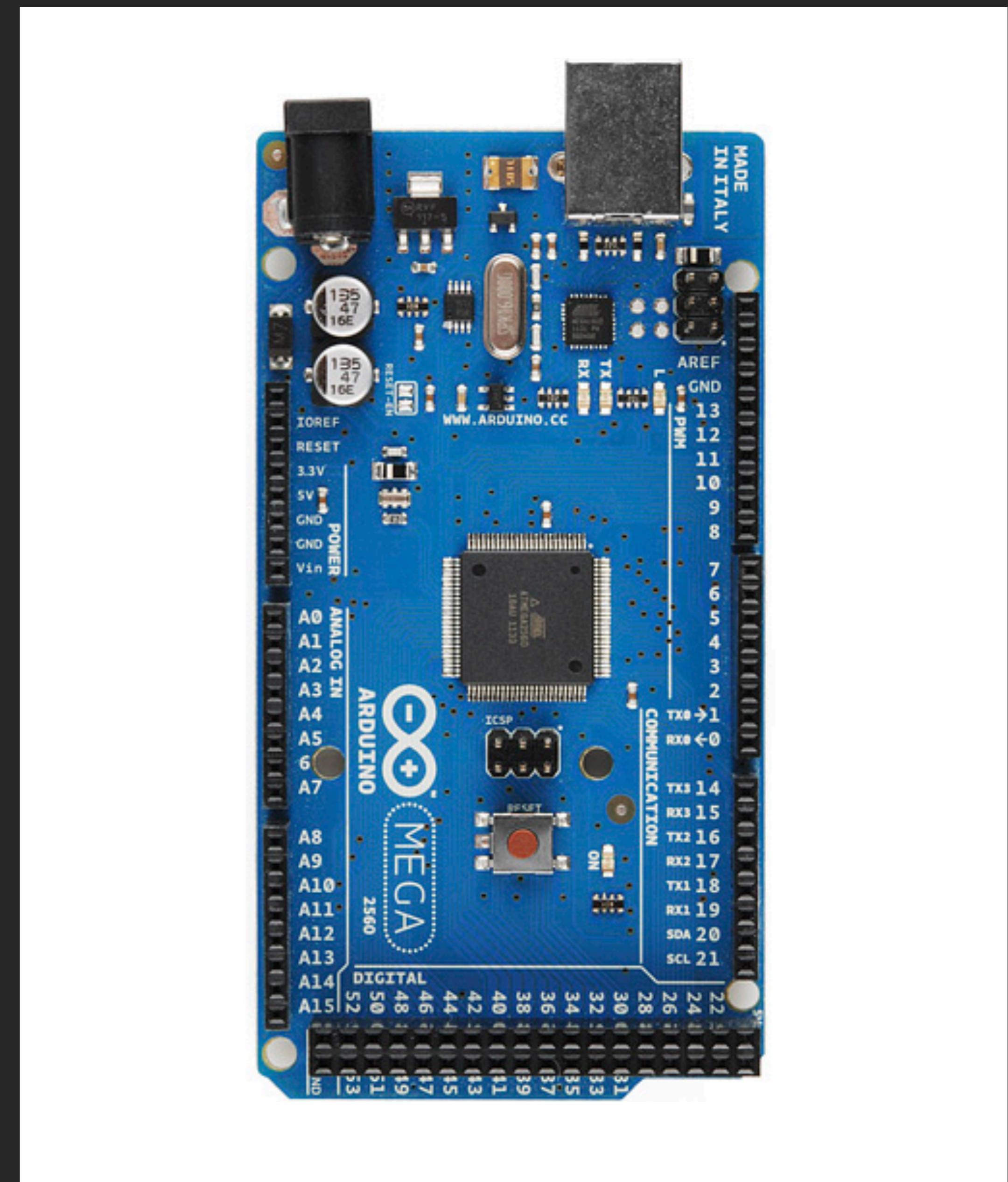
Arduino Boards

Modelle

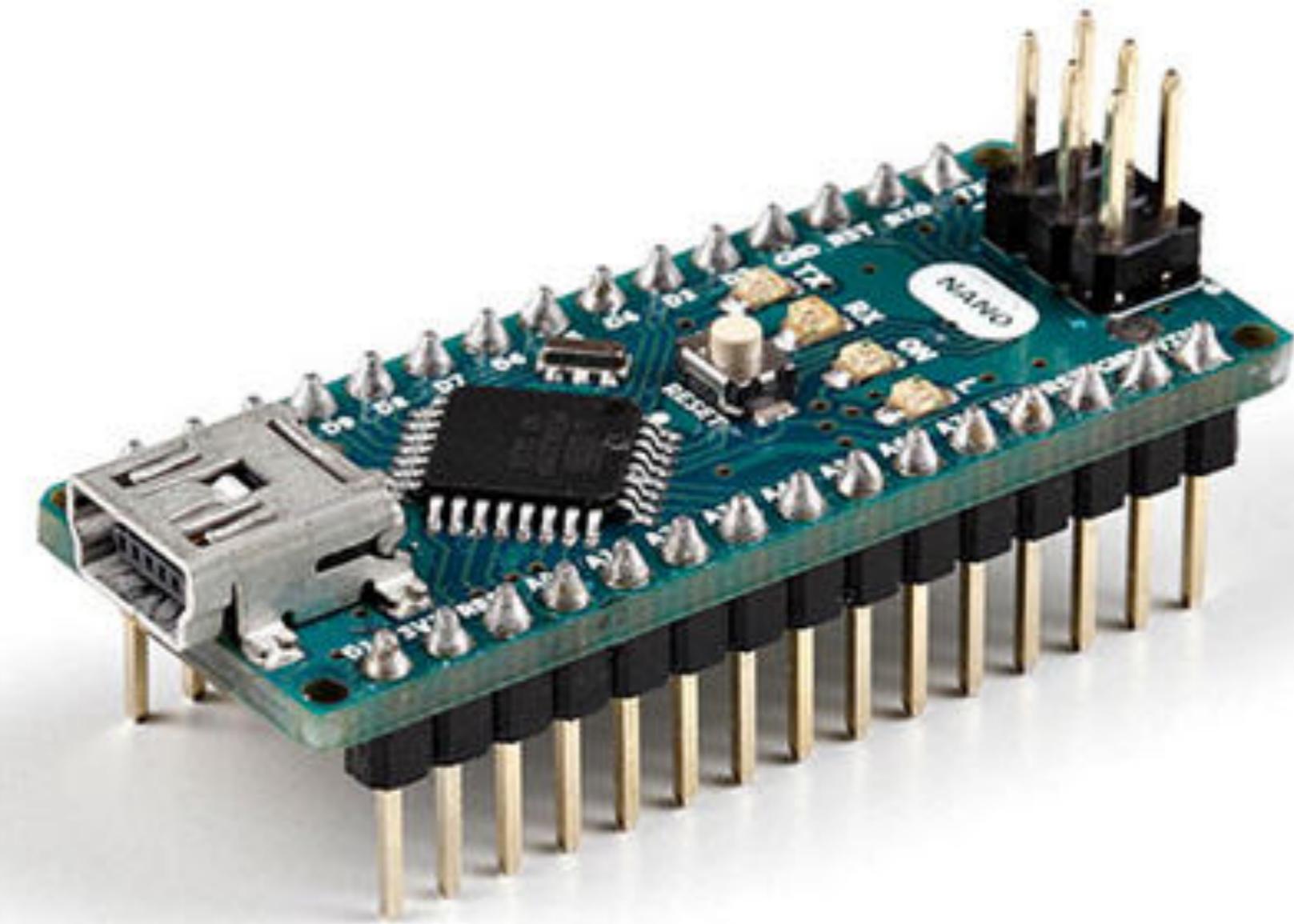
Arduino Uno



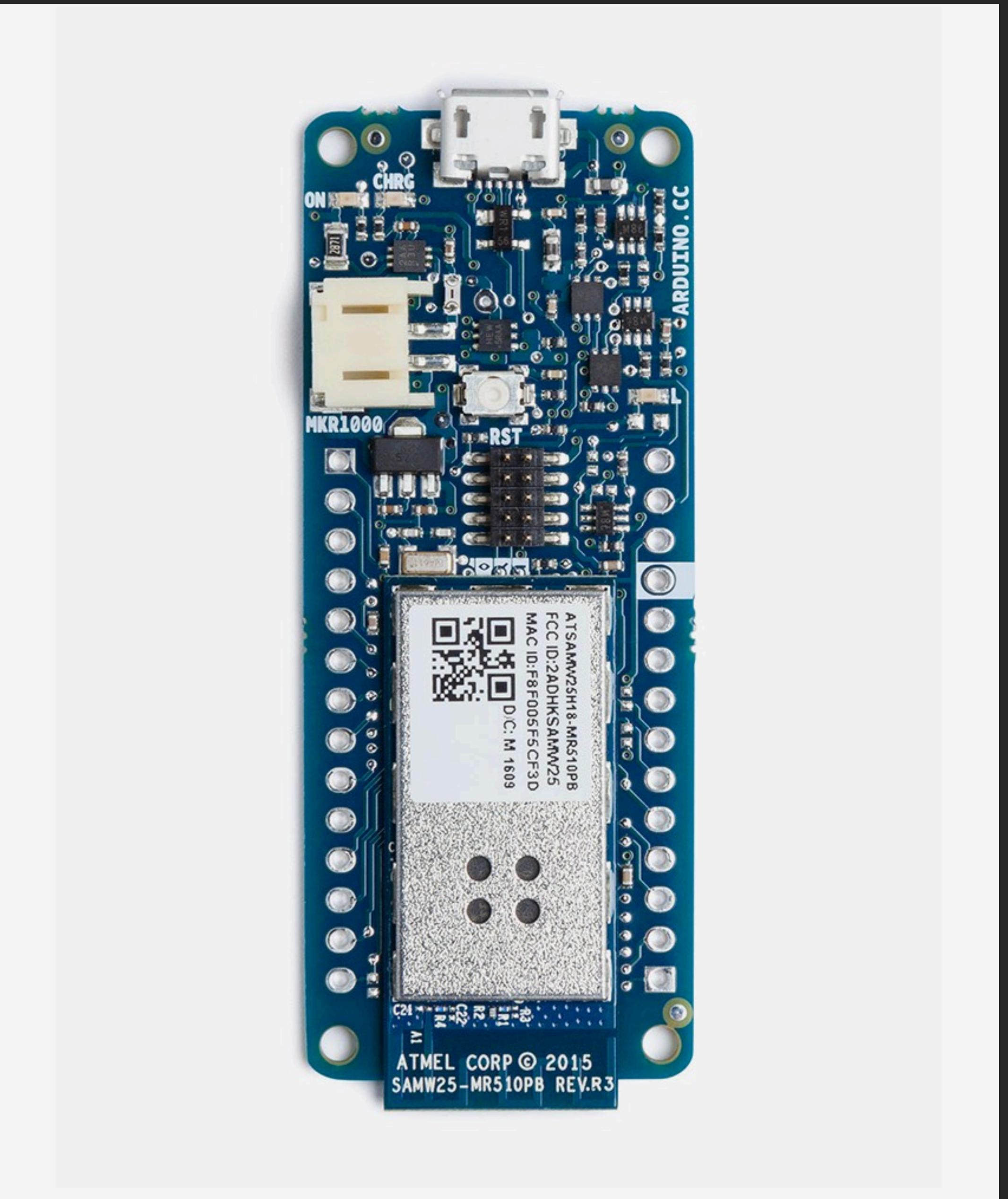
Arduino Mega



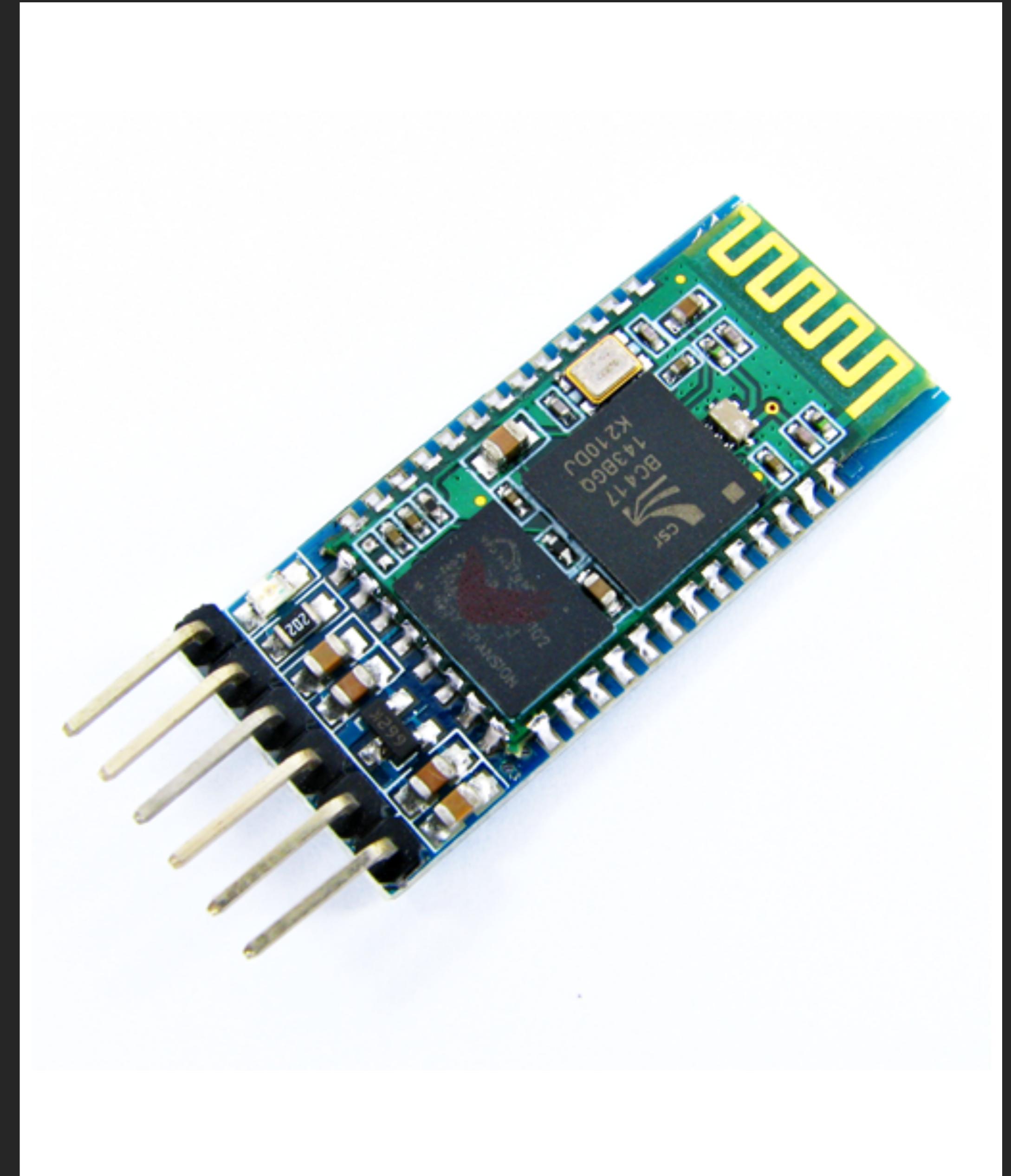
Arduino Nano



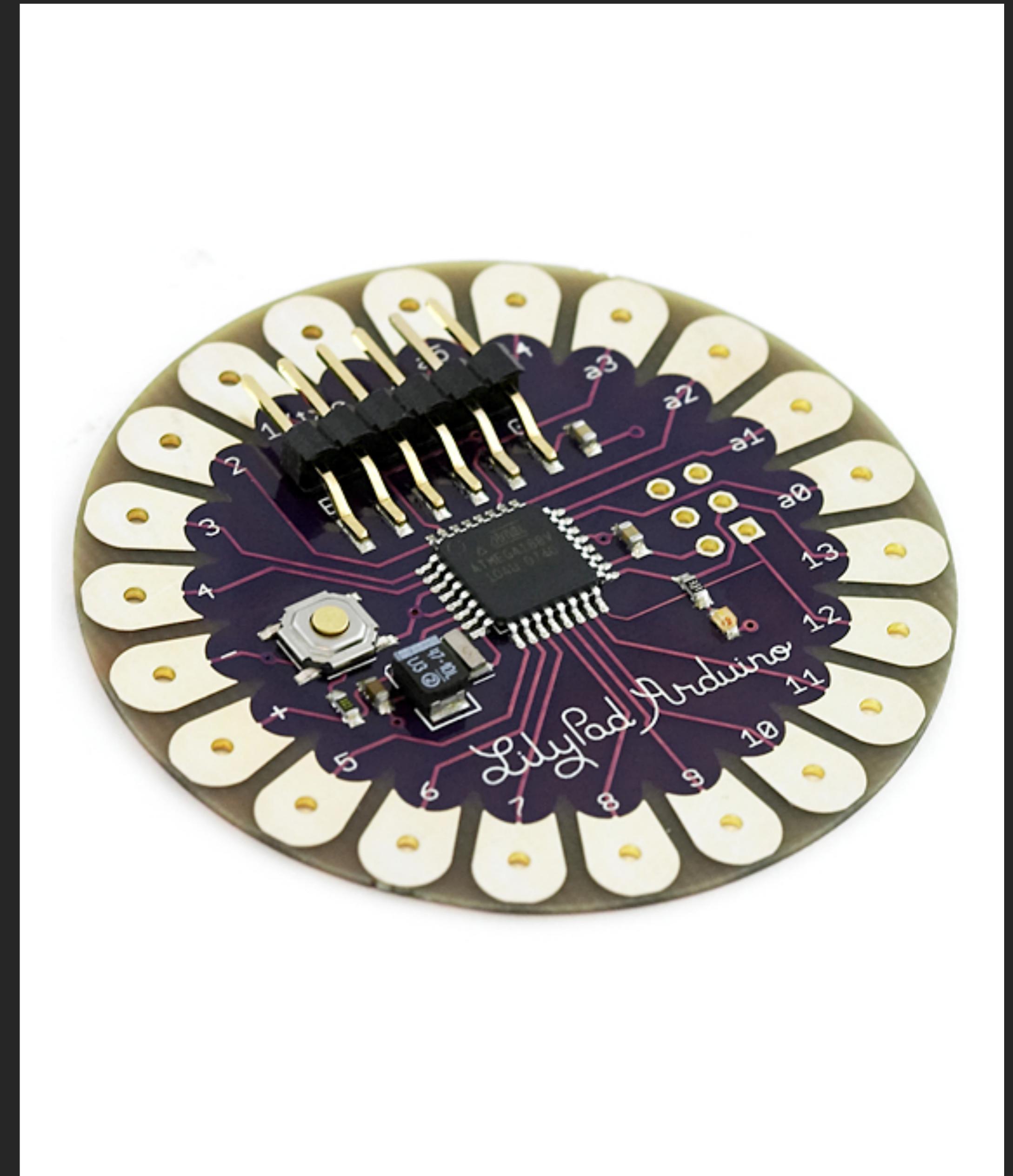
Arduino MKR1000



Bluetooth Modul HC05

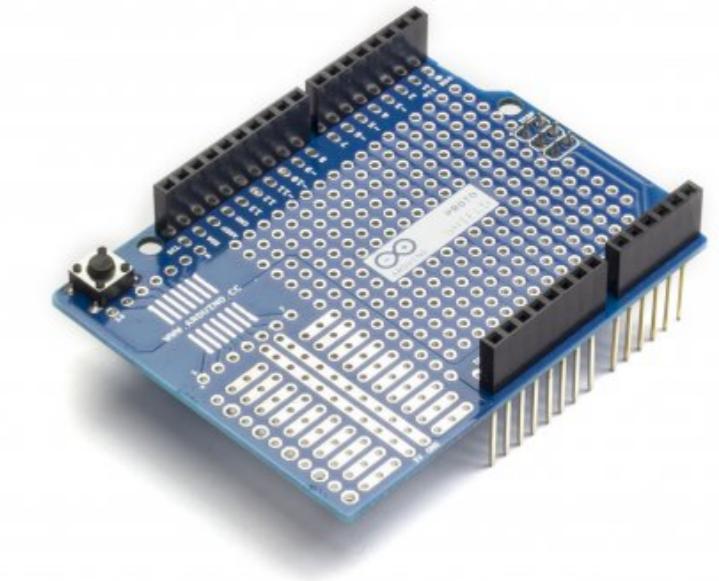
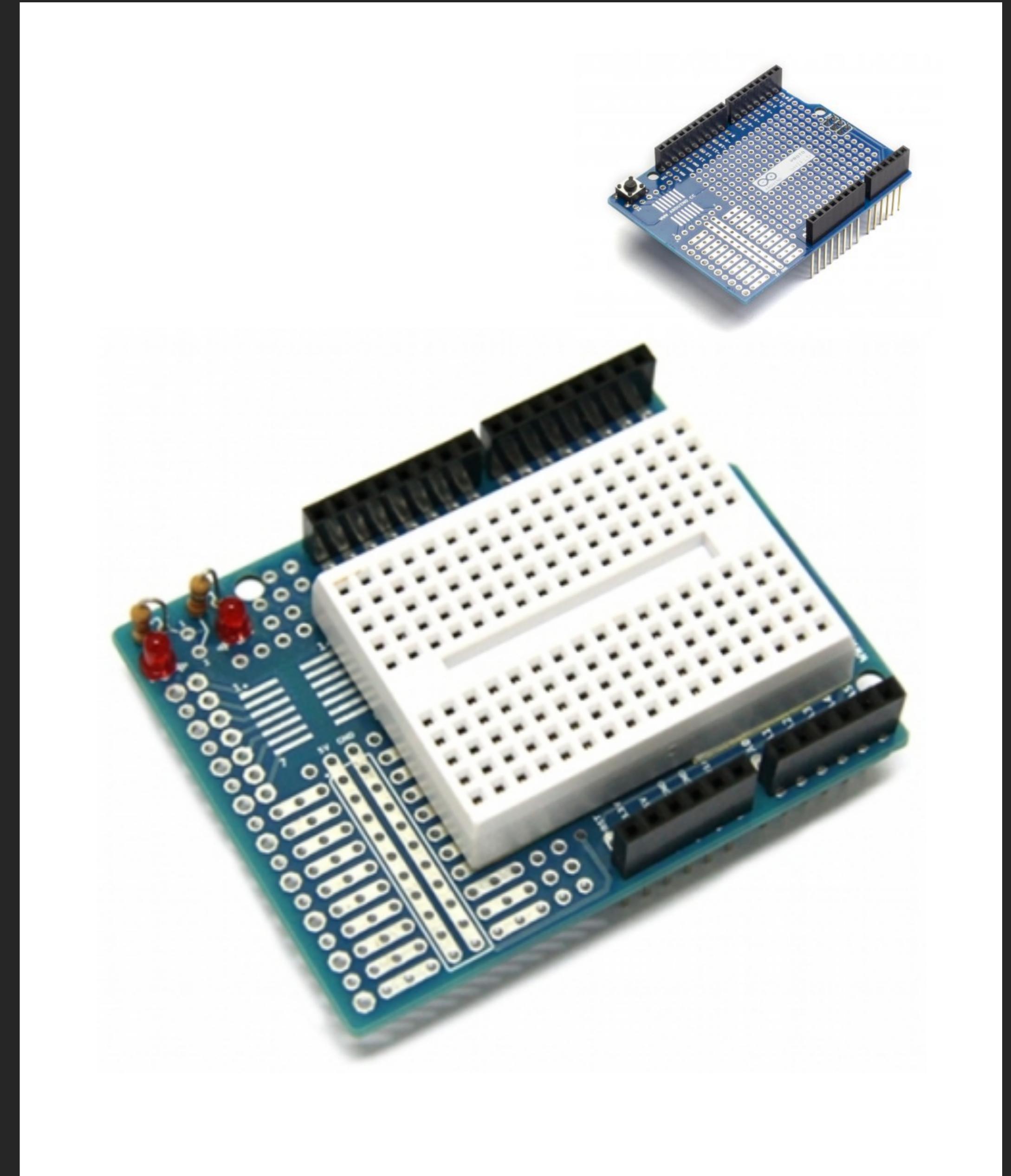


LilyPad

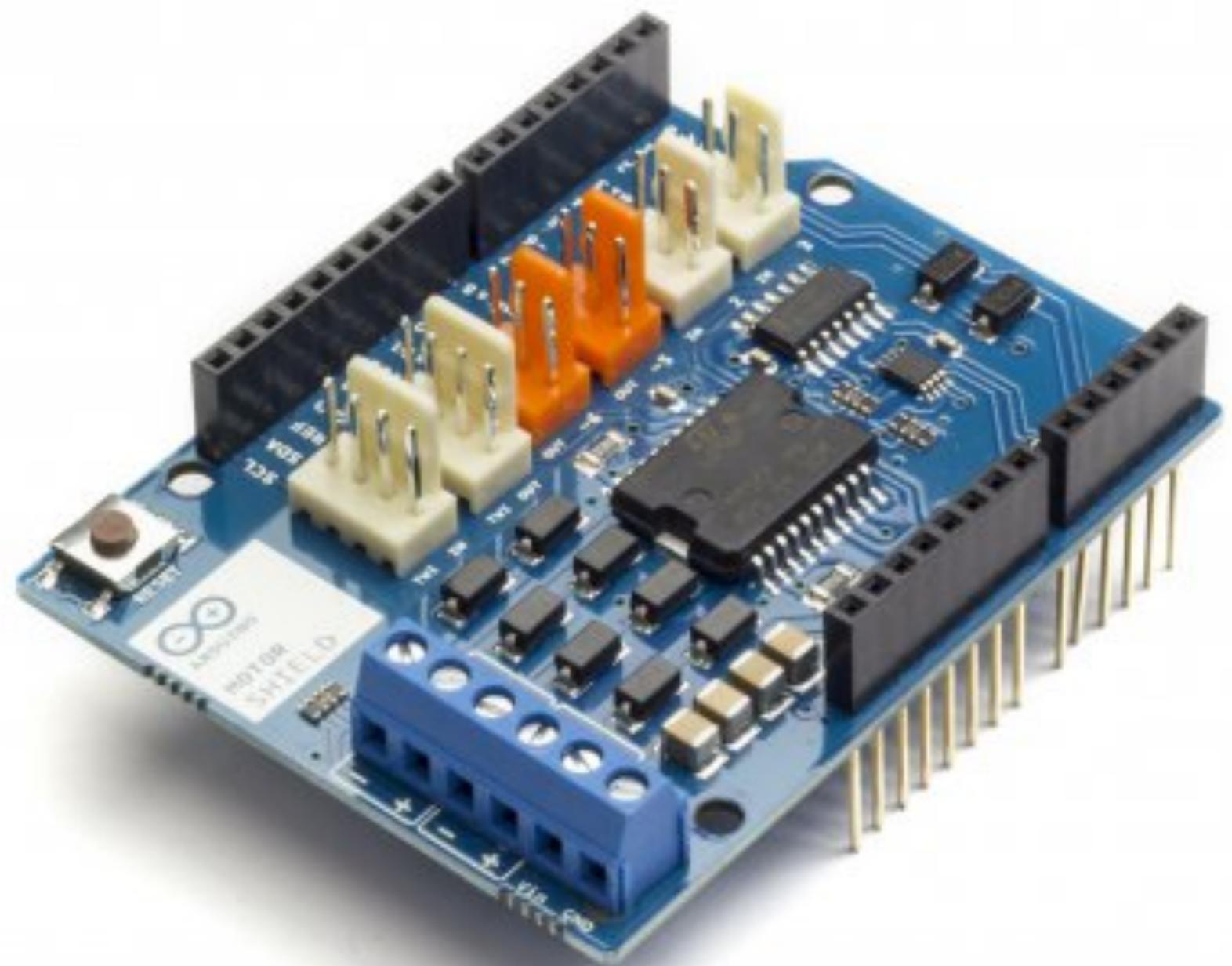


Shields

Protoshield



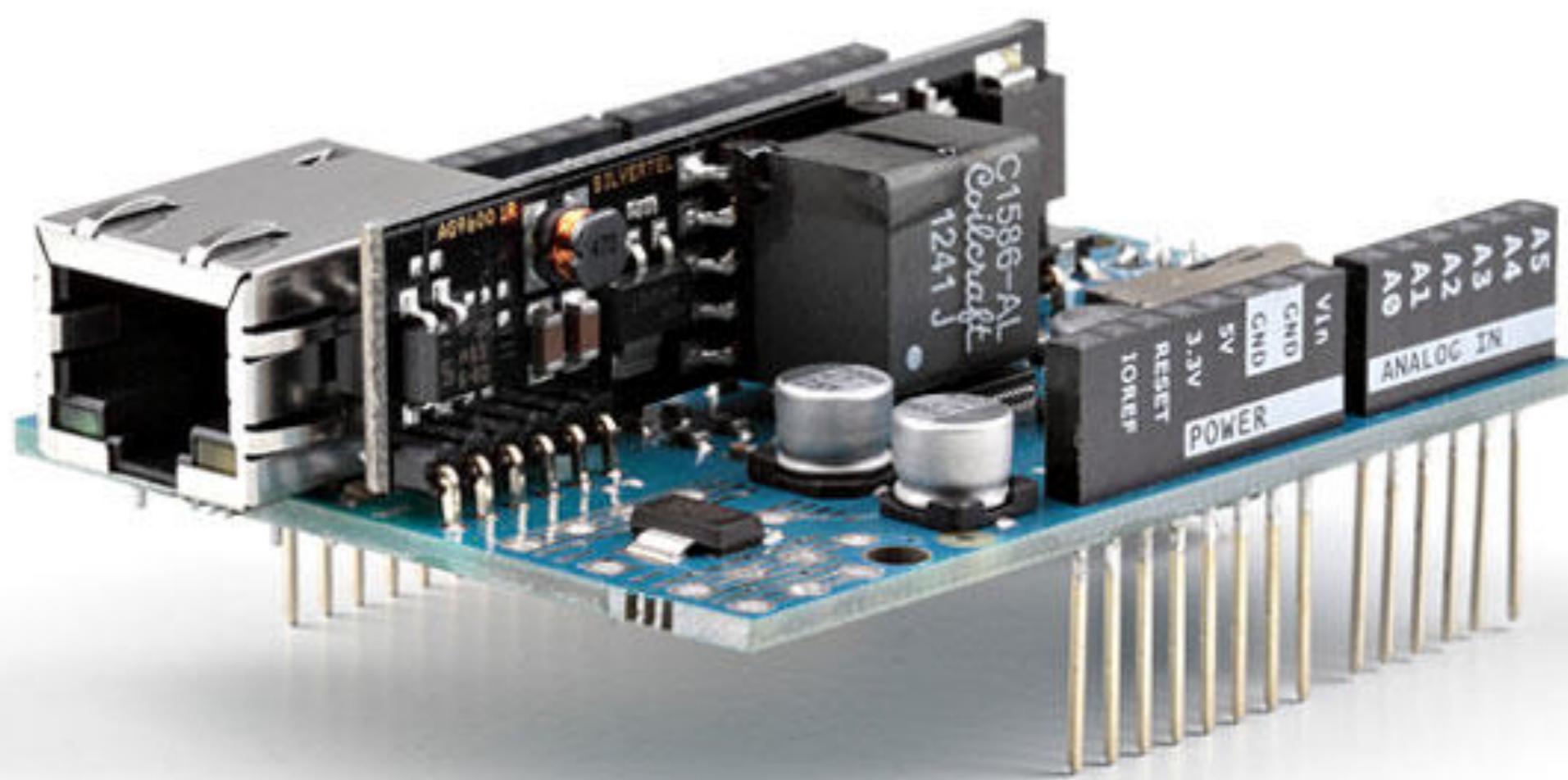
Motor Stepper Shie



Bluetooth Shield



Ethernet Shield



Sensoren

Kondensator micro



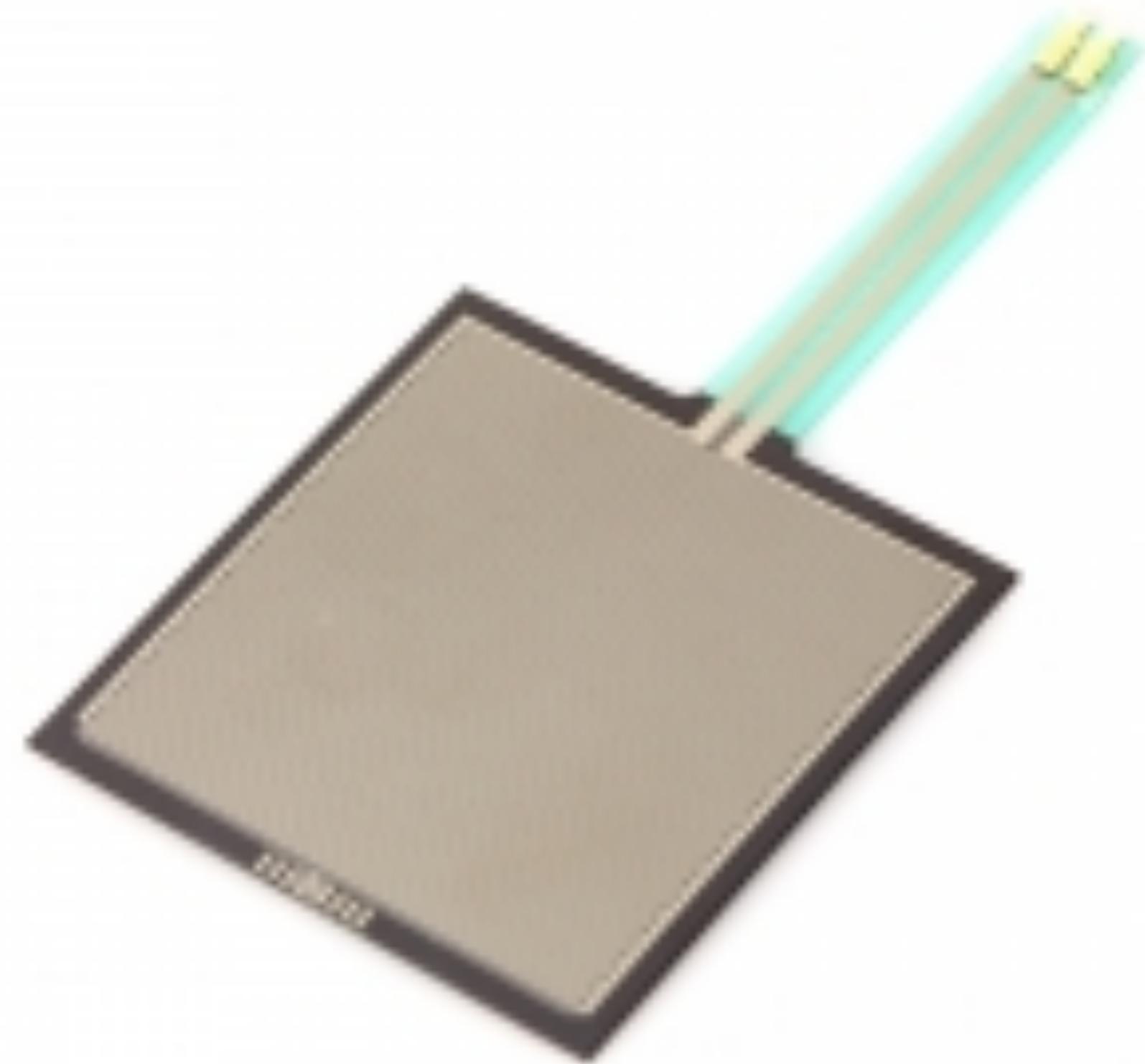
3D Kompass und Bes



Barometric Pressure



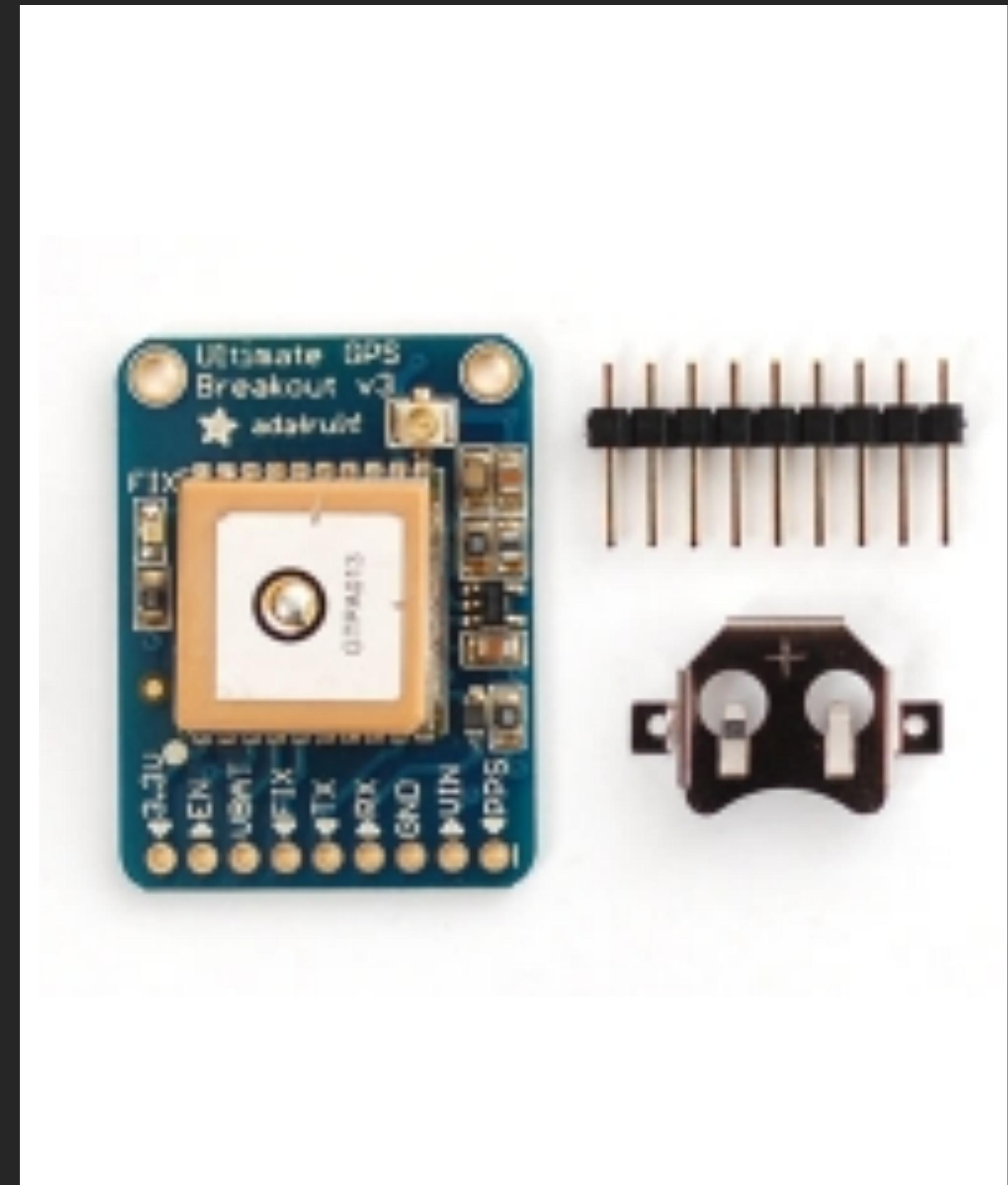
Drucksensor



Fingerprint Scanne



GPS Receiver



Kompass mit Neigung



Sonar



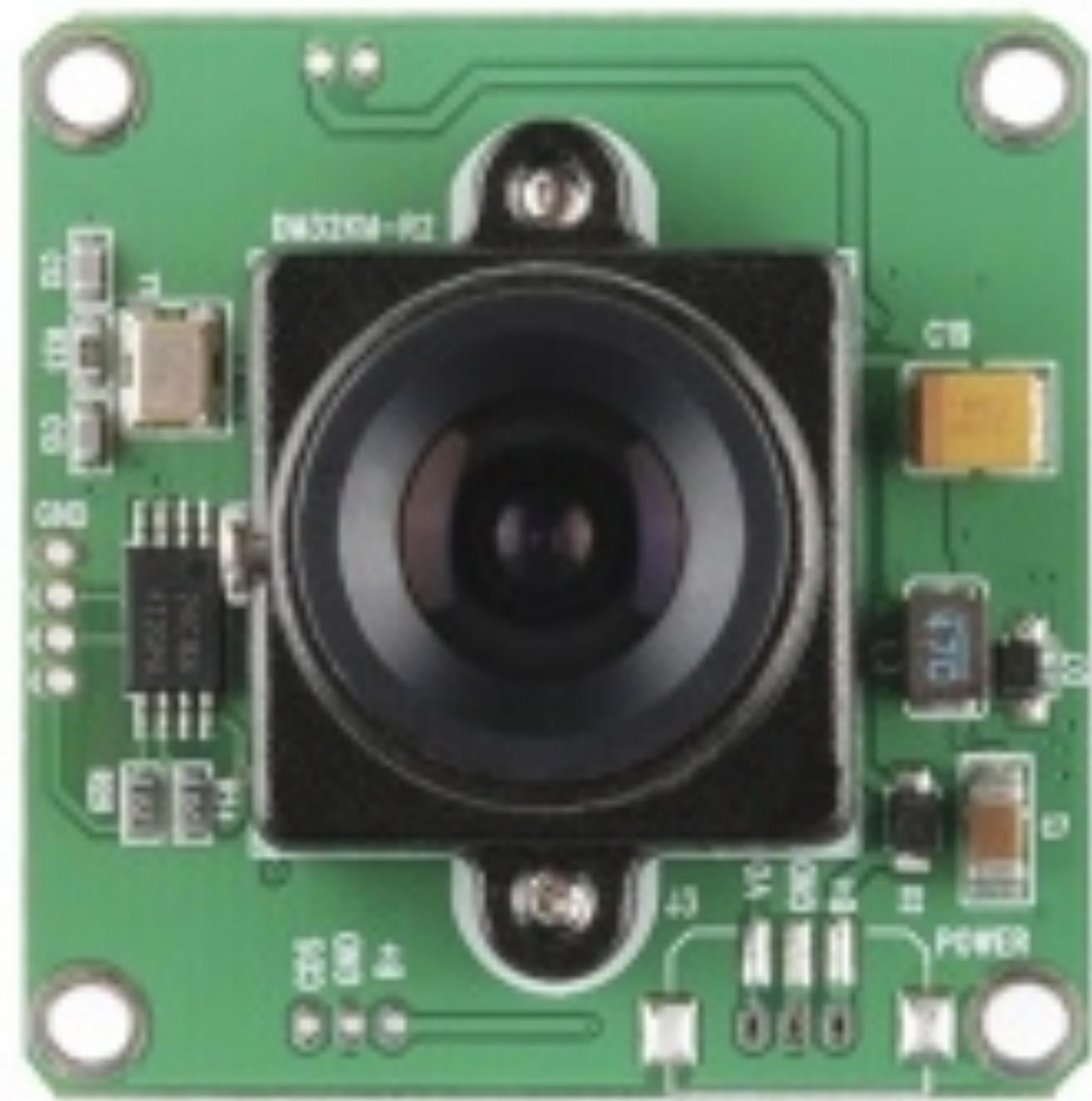
Ultraschall Entfernungsmesser



Infrarot Entfernung



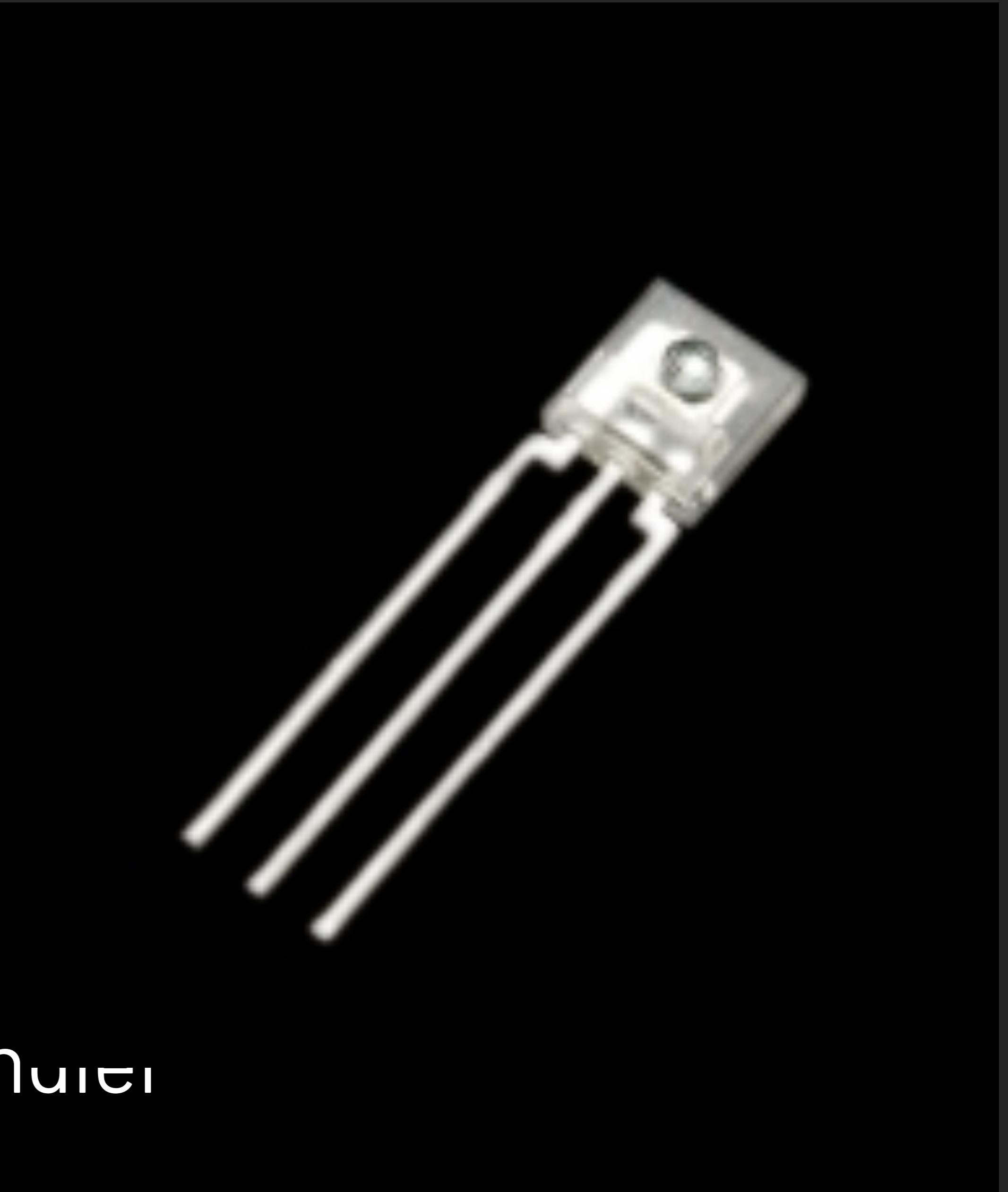
CMOS Kamera-mod



Fotowider-stand



Licht Frequenz Wandler

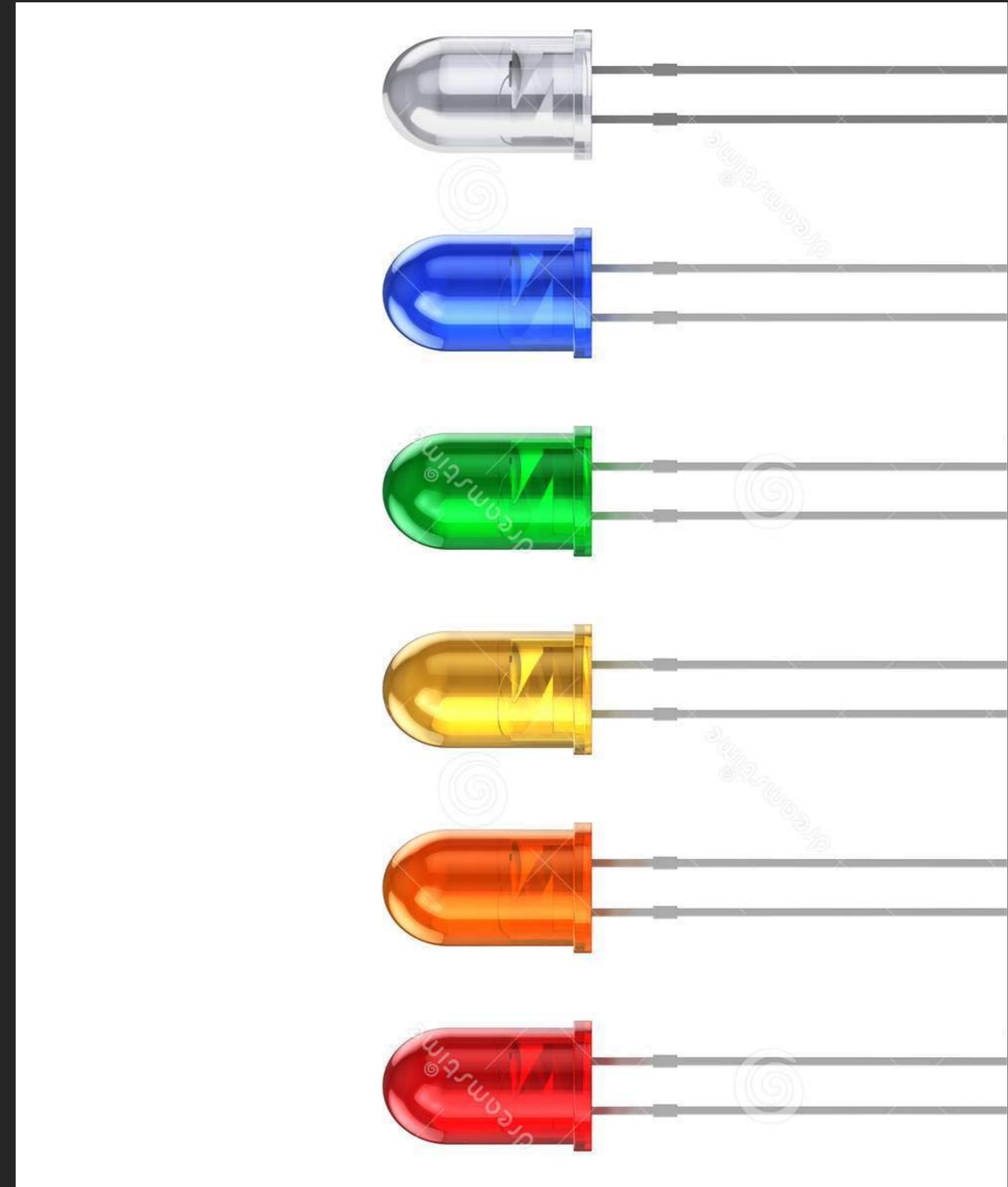


Optischer Staubsensor



Aktoren

LED



Servo



Elektro-motor



© 2019 Solarbotics Ltd. - www.solarbotics.com





www.pololu.com

Vibrations-motor



Elektronische Bauteile

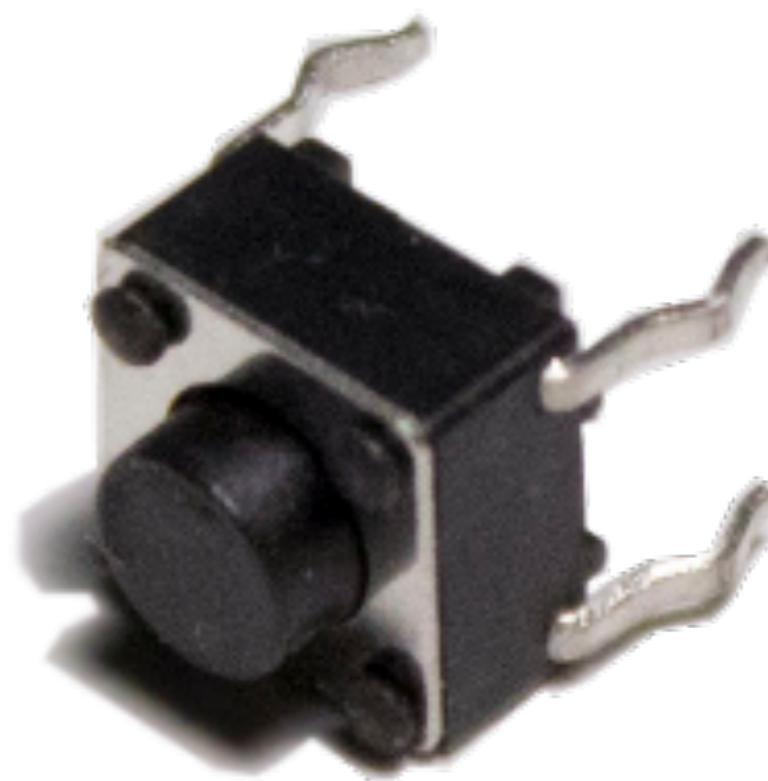
Widerstände



Potentiometer



Taster

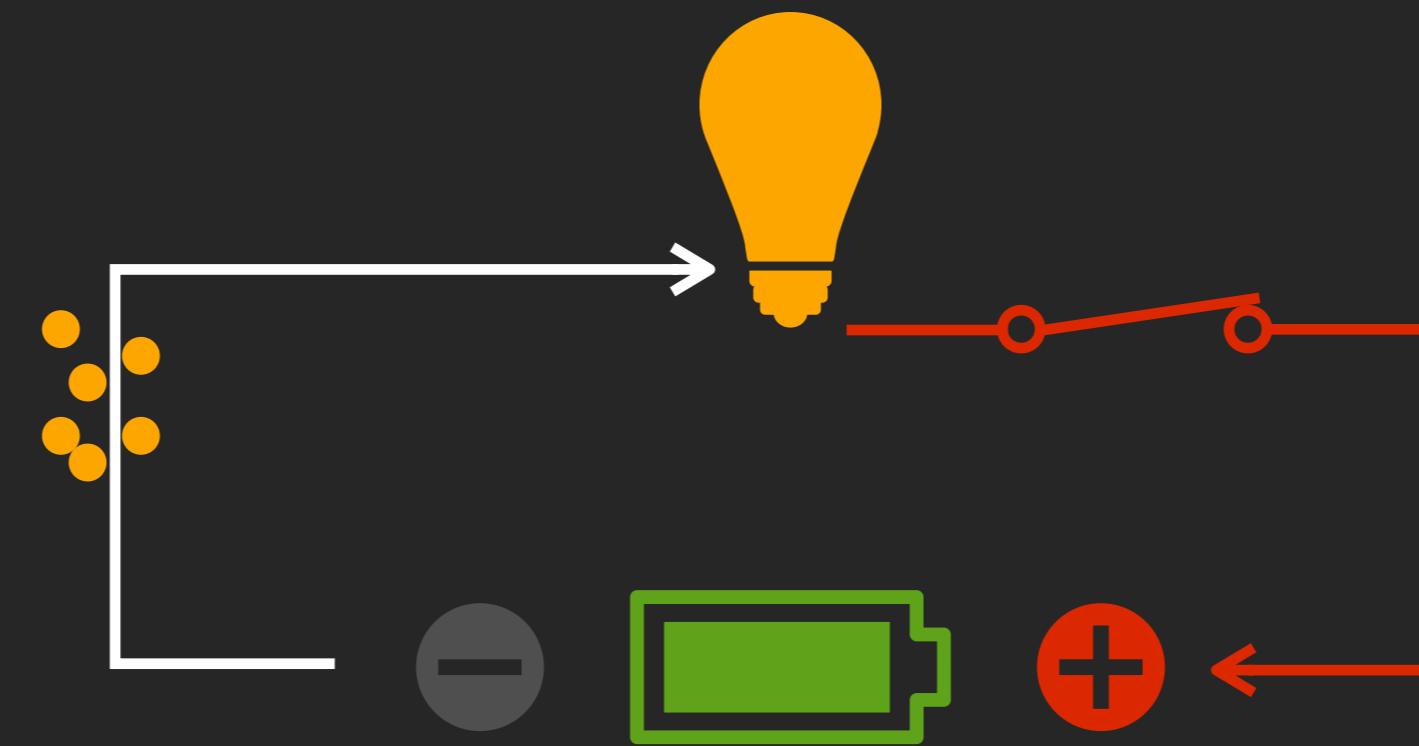


Strom, Spannung, Widerstand

Stromstärke

$6,24 \times 10^{18}$
(1 Coulomb) Elektronen
fließen pro Sekunde
= 1 Ampere

Anzahl der
Elektronen



Einheiten der Stromstärke

1 Ampere = 1 A
1 Milliampere = 1 mA
1 Mikroampere = 1 µA

In Formelgleichungen wird
die Stromstärke durch das
Formelzeichen I
(Intensität) ausgedrückt.

$$\frac{U}{R \cdot I} = 1$$

Ohmsches Gesetz



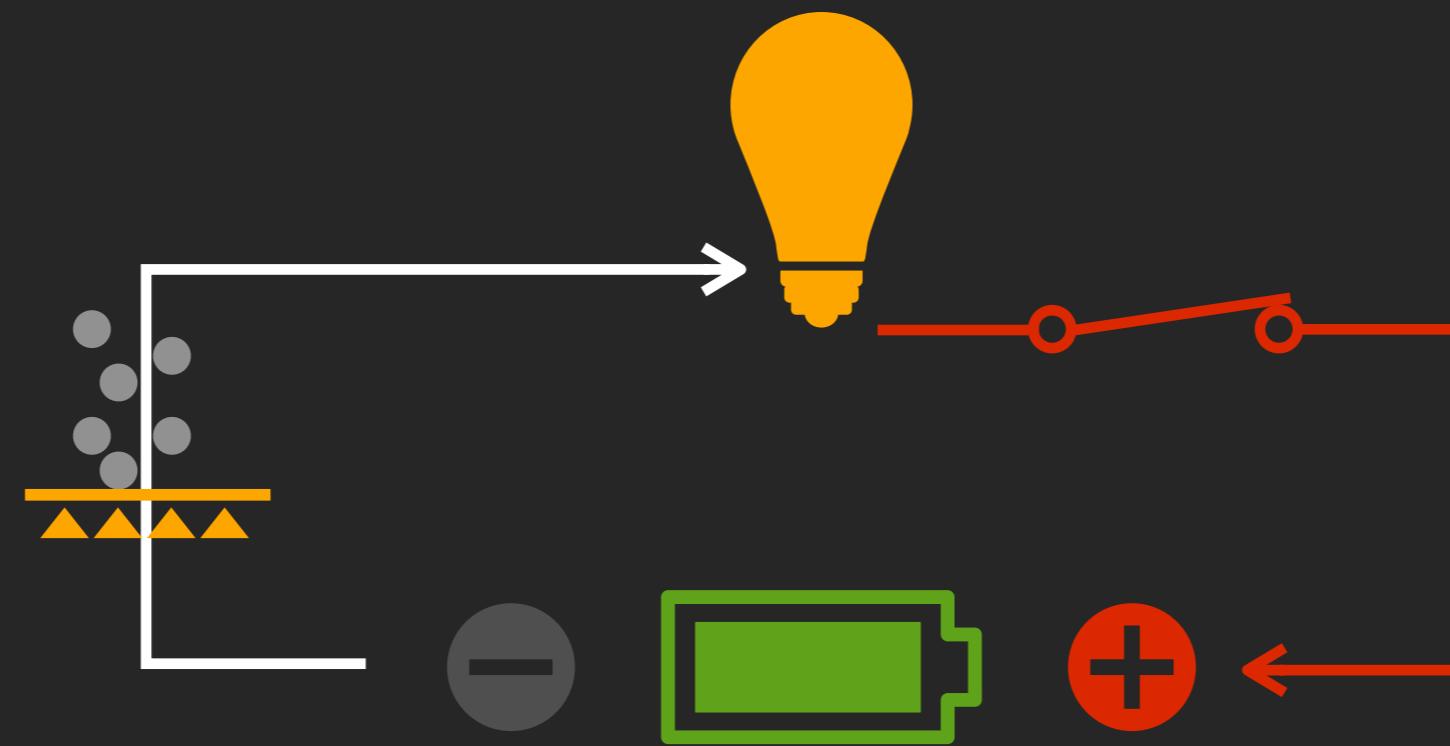
Symbol für
Wechselstrom



Symbol für
Gleichstrom

Elektrische Spannung

Kraft, mit der die Elektronenbewegung vorangetrieben wird,



In Formelgleichungen wird die Spannung durch das Formelzeichen U (Intensität) ausgedrückt. Im Angelsächsischen wird V (Voltage) verwendet.

$$\frac{U}{R \cdot I} = 1$$

$$V_{cc} \quad V_{IN}$$

Beschriftungen für Spannung

Ohmsches Gesetz

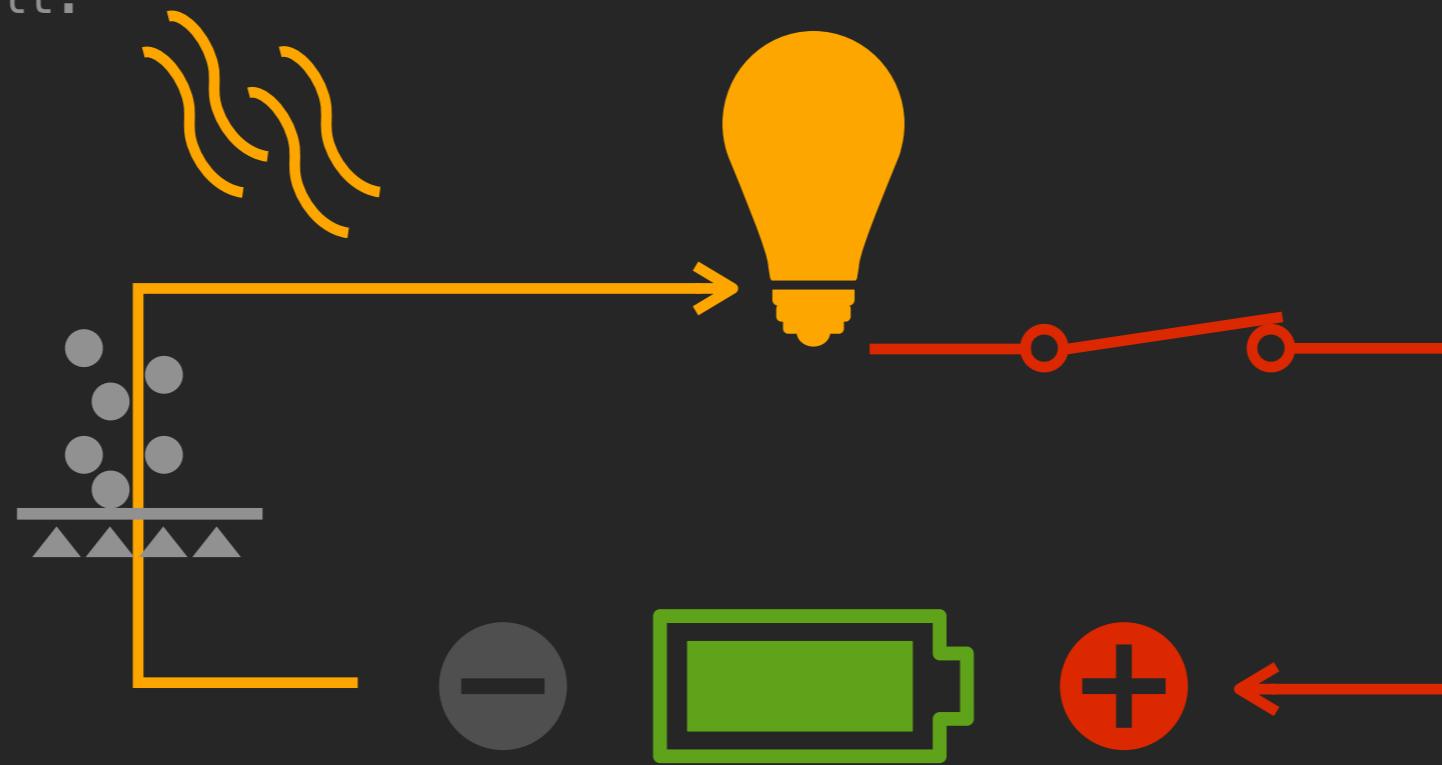
Einheiten der Spannung

$$\begin{aligned} 1 \text{ Volt} &= 1 \text{ V} \\ 1 \text{ Millivolt} &= 1 \text{ mV} \end{aligned}$$

Widerstand

Der Widerstand eines Leitermaterials bewirkt einen Spannungsabfall. Spannung wird in thermische Energie (Wärme) umgewandelt.

Maß dafür, welche Spannung erforderlich ist, um eine Stromstärke durch einen Leiter fließen zu lassen



In Formelgleichungen wird der Widerstand durch das Formelzeichen R (Resistor) ausgedrückt.

$$\frac{U}{R \cdot I} = 1$$

Ohmsches Gesetz

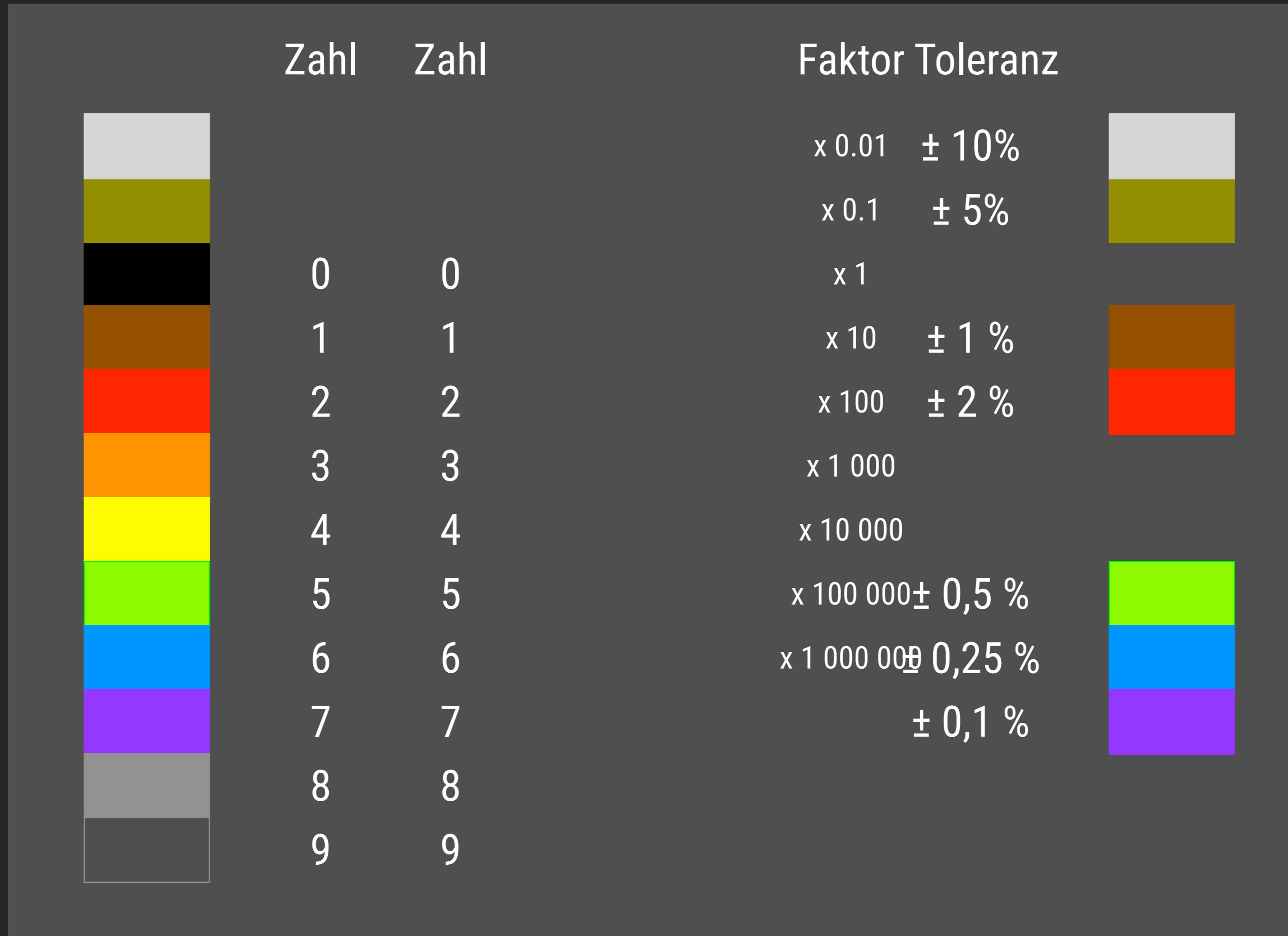
Einheiten der Spannung

1 Ohm
1 kOhm = 1 Kiloohm

Ω

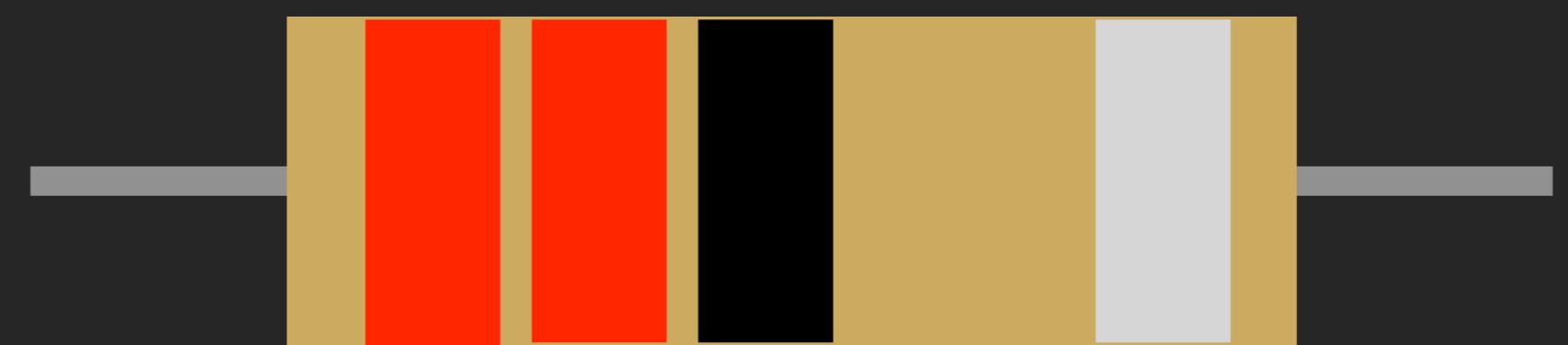
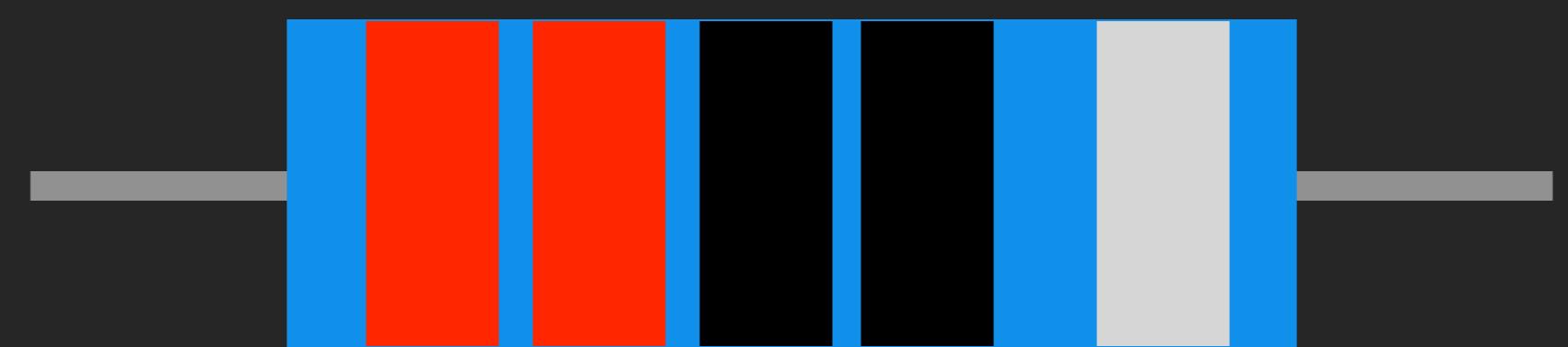
Omega als Symbol für Ohm

Widerstände



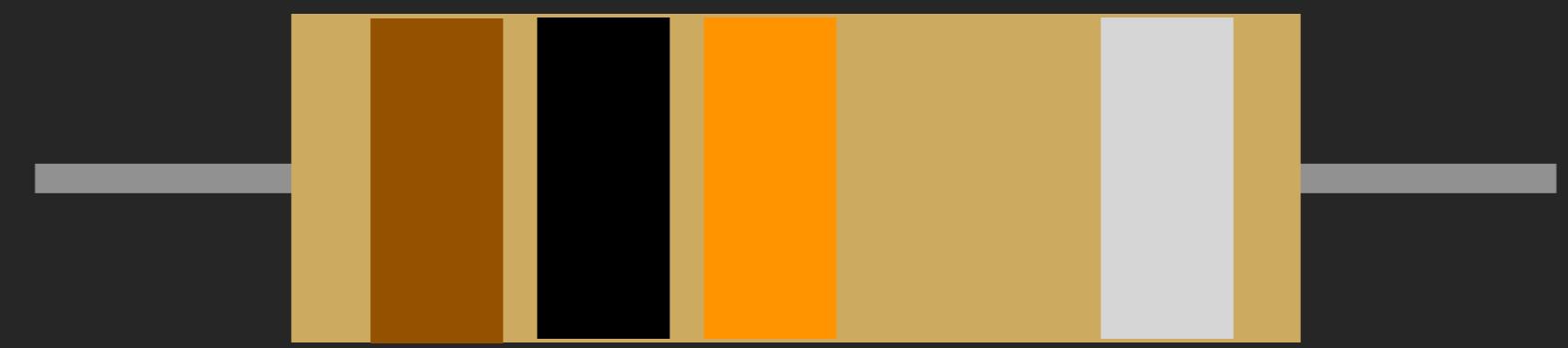
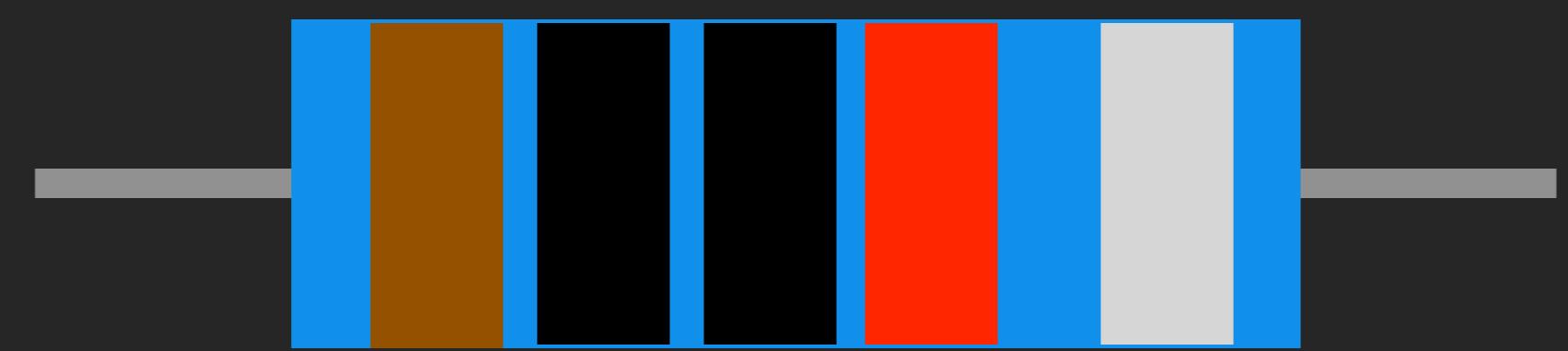
Zahl	Zahl	Zahl	Faktor	Toleranz
			x 0.01	± 10%
			x 0.1	± 5%
0	0	0	x1	
1	1	1	x 10	± 1 %
2	2	2	x 100	± 2 %
3	3	3	x 1 000	
4	4	4	x 10 000	
5	5	5	x 100 000	± 0,5 %
6	6	6	x 1 000 000	± 0,25 %
7	7	7		± 0,1 %
8	8	8		
9	9	9		

220 Ohm Metallschicht-Widerstand

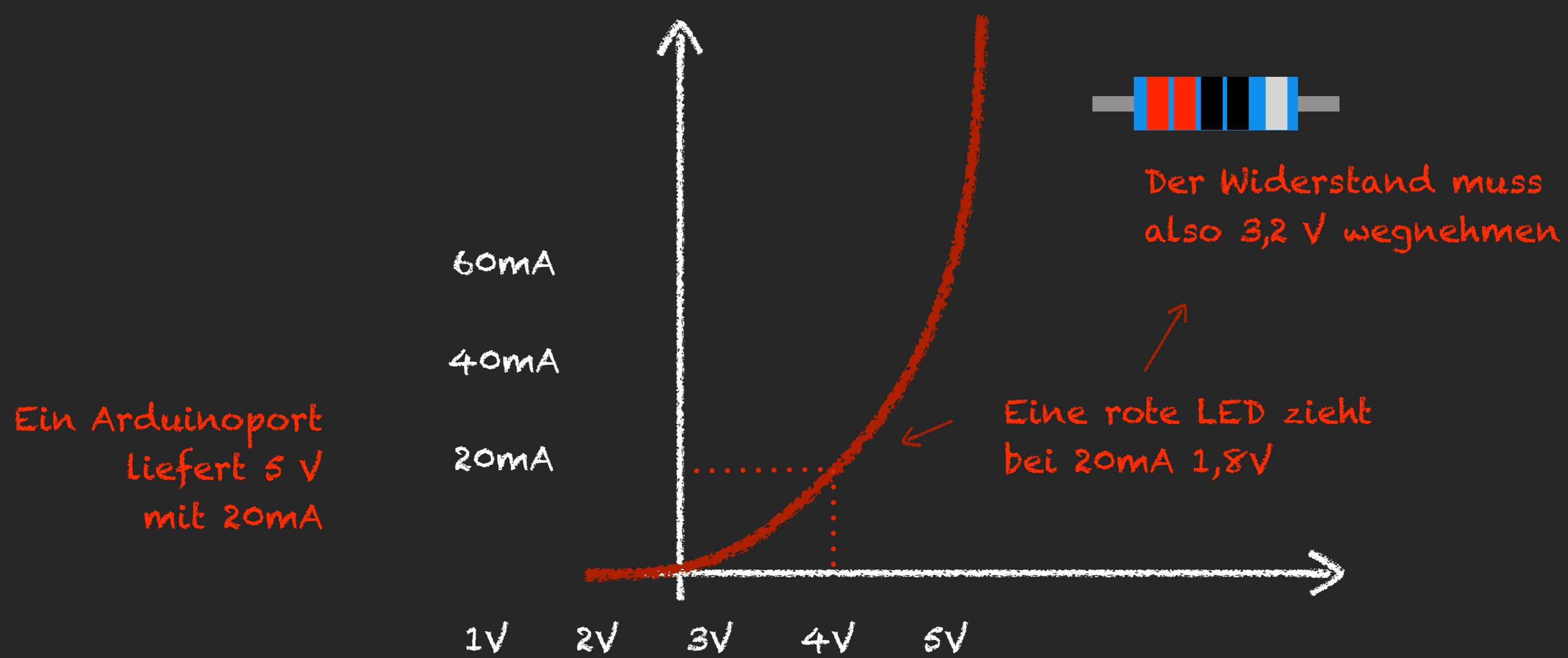


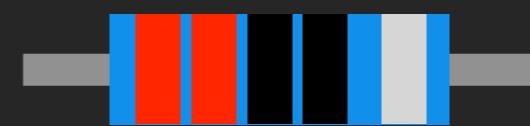
220 Ohm Kohleschicht-Widerstand

10 KOhm Metallschicht-Widerstand



10 KOhm Kohleschicht-Widerstand





Widerstand = Spannung / Stromstärke

$$R = U / I$$

Ohm = Volt / Ampere

$$3,2 \text{ V} / 20 \text{ mA (0,02A)} = 160 \text{ Ohm}$$

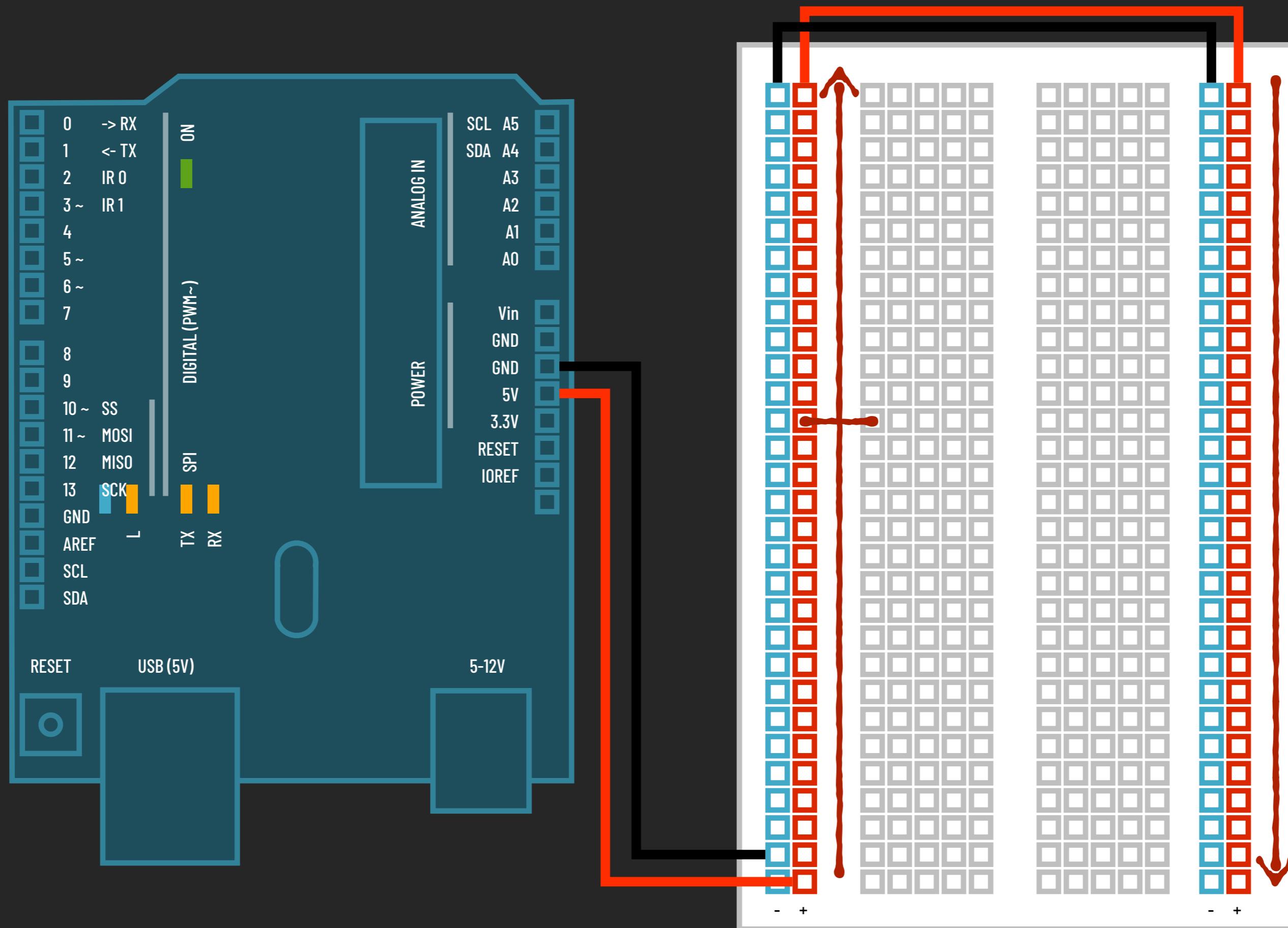


Der Widerstand muss
also 3,2 V wegnehmen

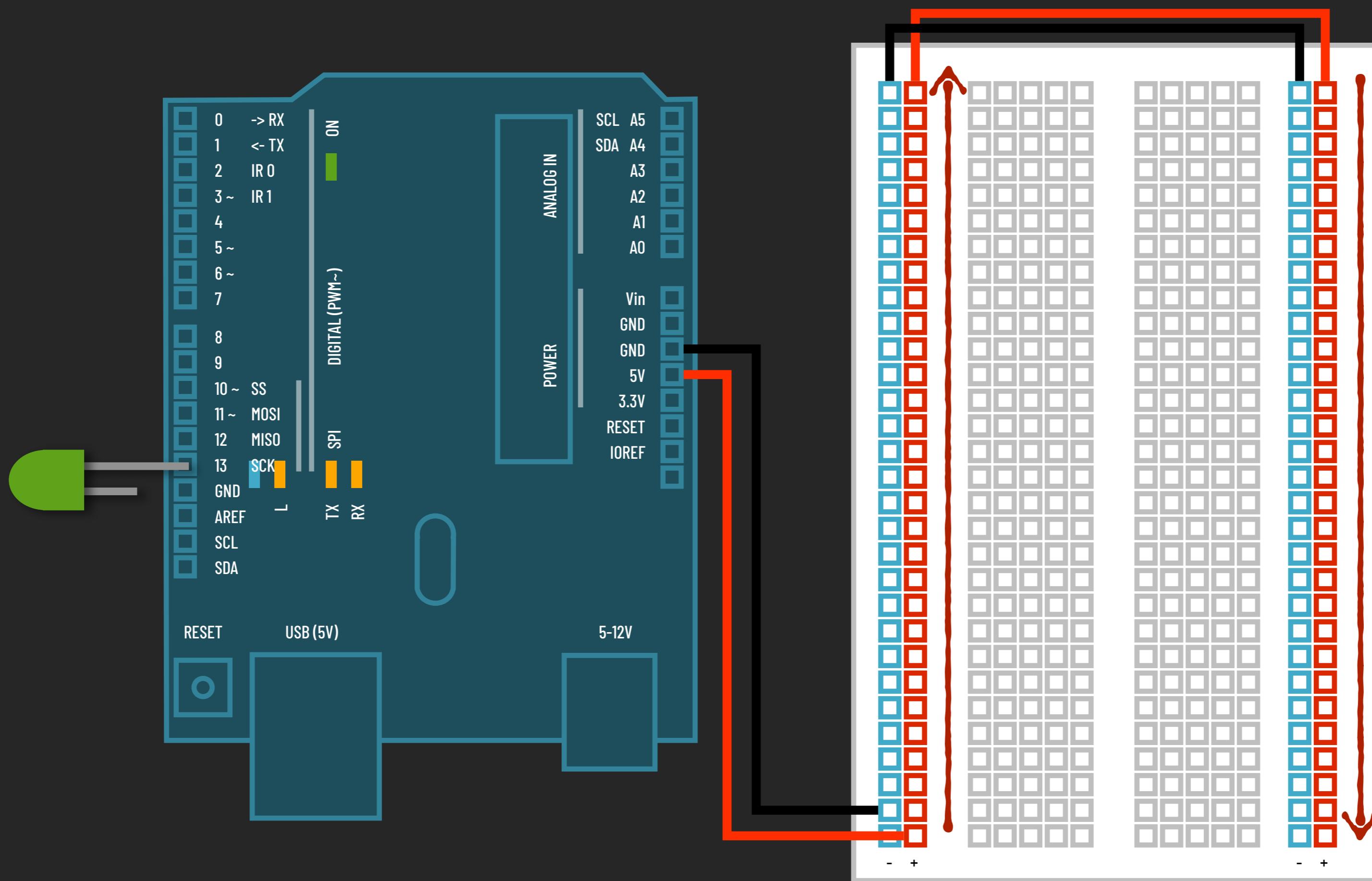
Layouts und Programmierung

2021 Michael Reichart, copyleft CC BY-NC-SA

Anschluß und Aufbau eines Breadboards



Anschluß und Aufbau eines Breadboards



Digitale und analoge Pins konfigurieren, lesen und schreiben

Digitale Pins 0 - 13

Werte: 0 (LOW), 1 (HIGH)
Spannung/keine Spannung

Pin als Eingabe nutzen:

```
pinMode(pin, INPUT)  
digitalRead()
```

-> zum Lesen von Sensorwerten

Pin zur Ausgabe nutzen:

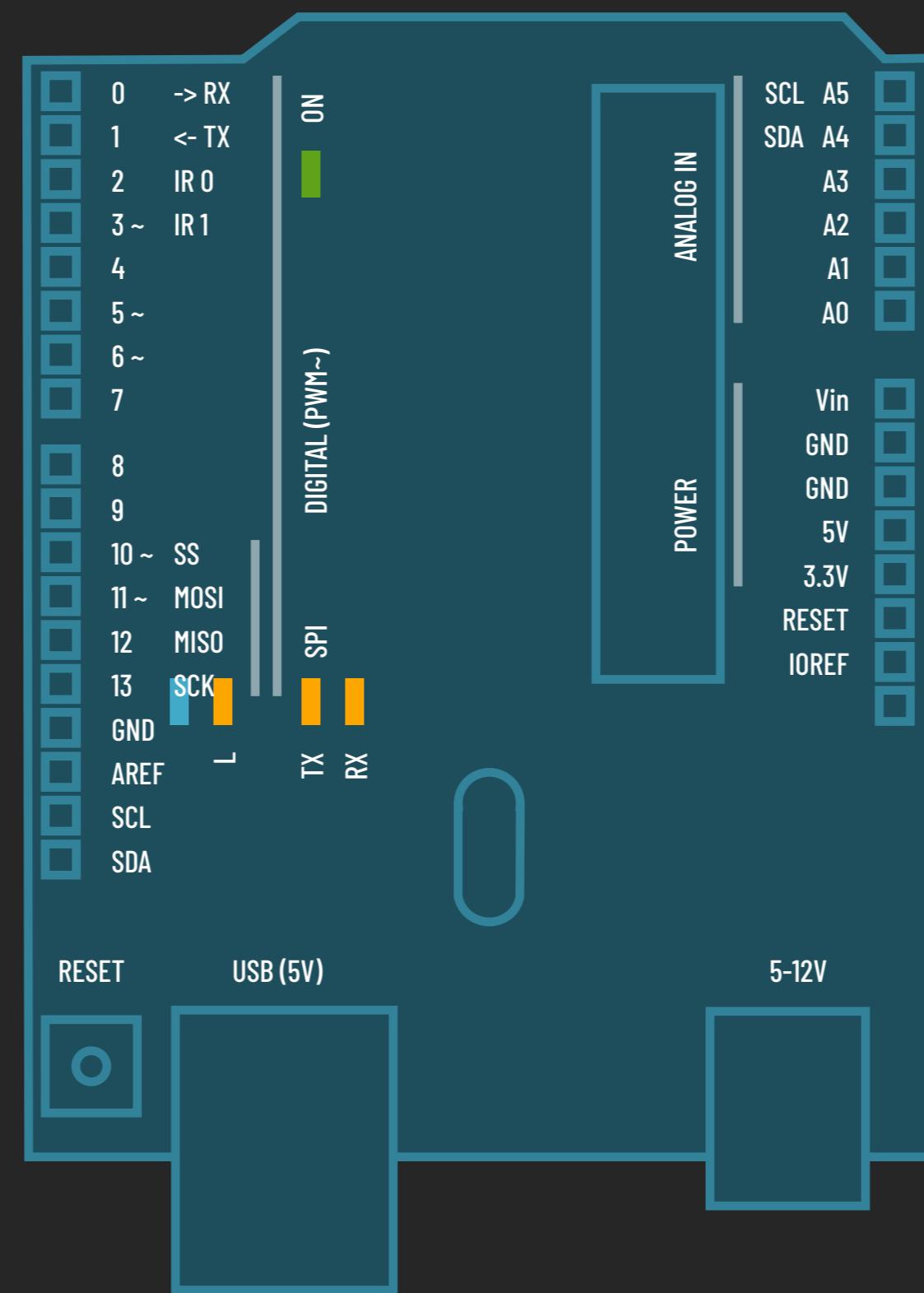
```
pinMode(pin, OUTPUT)  
digitalWrite(pin, LOW|HIGH)
```

-> zum Steuern von Aktoren,
z. B. einer LED

PWM Pins (3, 5, 6, 9, 10, 11)

```
analogWrite(pin, 0-255)
```

-> zum Steuern von regelbaren Aktoren, z. B.
zum "Dimmen" einer LED.



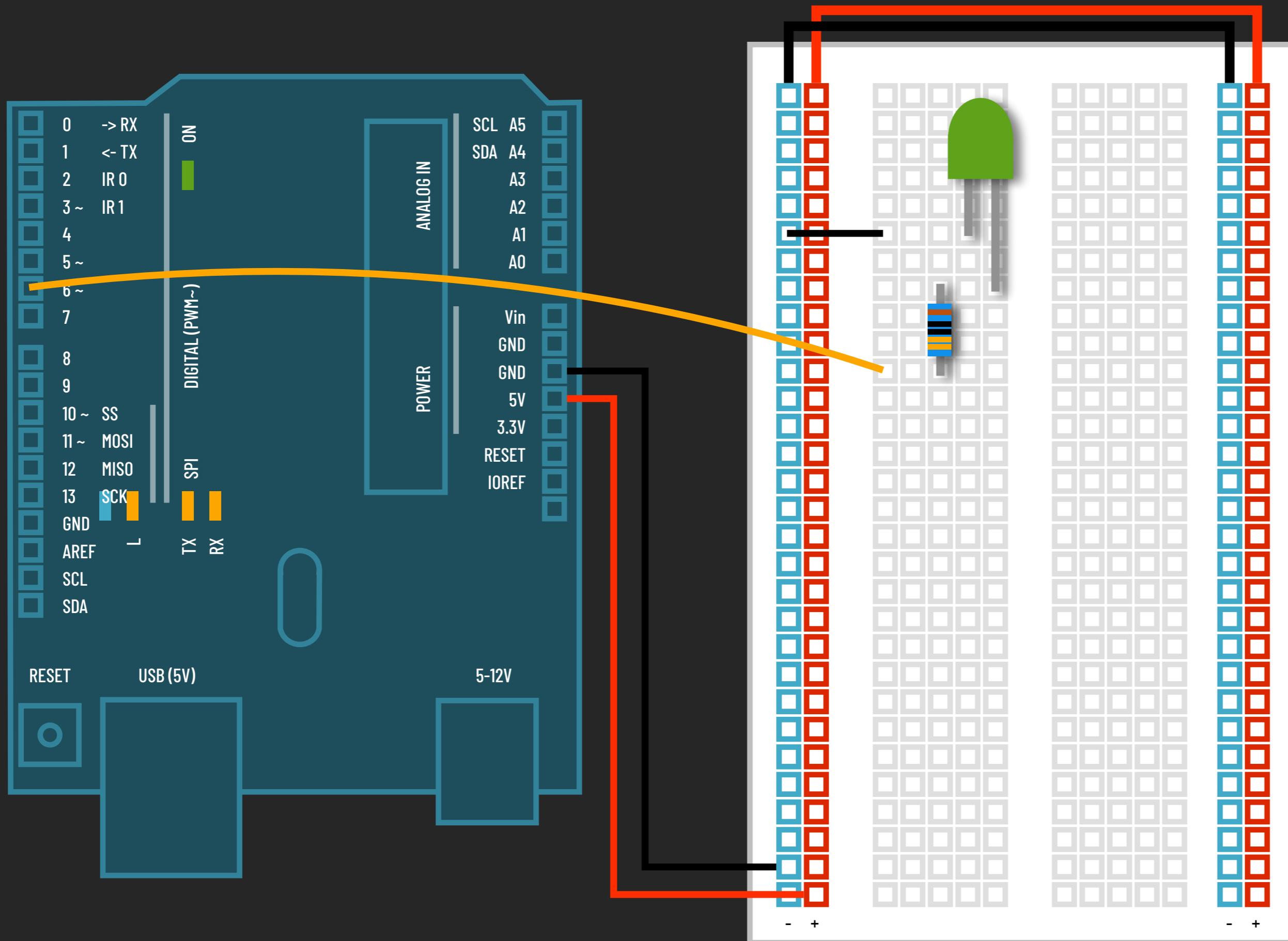
Analoge Pins A0 - A5

Werte von 0 - 1023 für verschiedene eingehende Spannungen, z. B. von einem Potentiometer oder einer Fotodiode. (10 bit)

KEIN pinMode() nötig.

```
analogRead(pin)
```

Ansteuern einer LED mit einem Pullup-Widerstand (330 Ohm)



Für den Betrieb einer LED sind ~3V ausreichend.

D. h. 5V sind zuviel und können die LED zerstören.

Deshalb wird ein Widerstand dazwischengesteckt, der den "zuvielen" Strom wegfrisst, so dass nur noch ca. 2-3V bei der LED ankommen.

Tipp: Der Pin 13 hat einen eingebauten Vorwiderstand, so dass die LED korrekt mit Spannung versorgt wird.

```
void setup(){
    pinMode(6, OUTPUT);
}

void loop(){
    digitalWrite(6, HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(6, LOW);
    delay(1000);
}
```

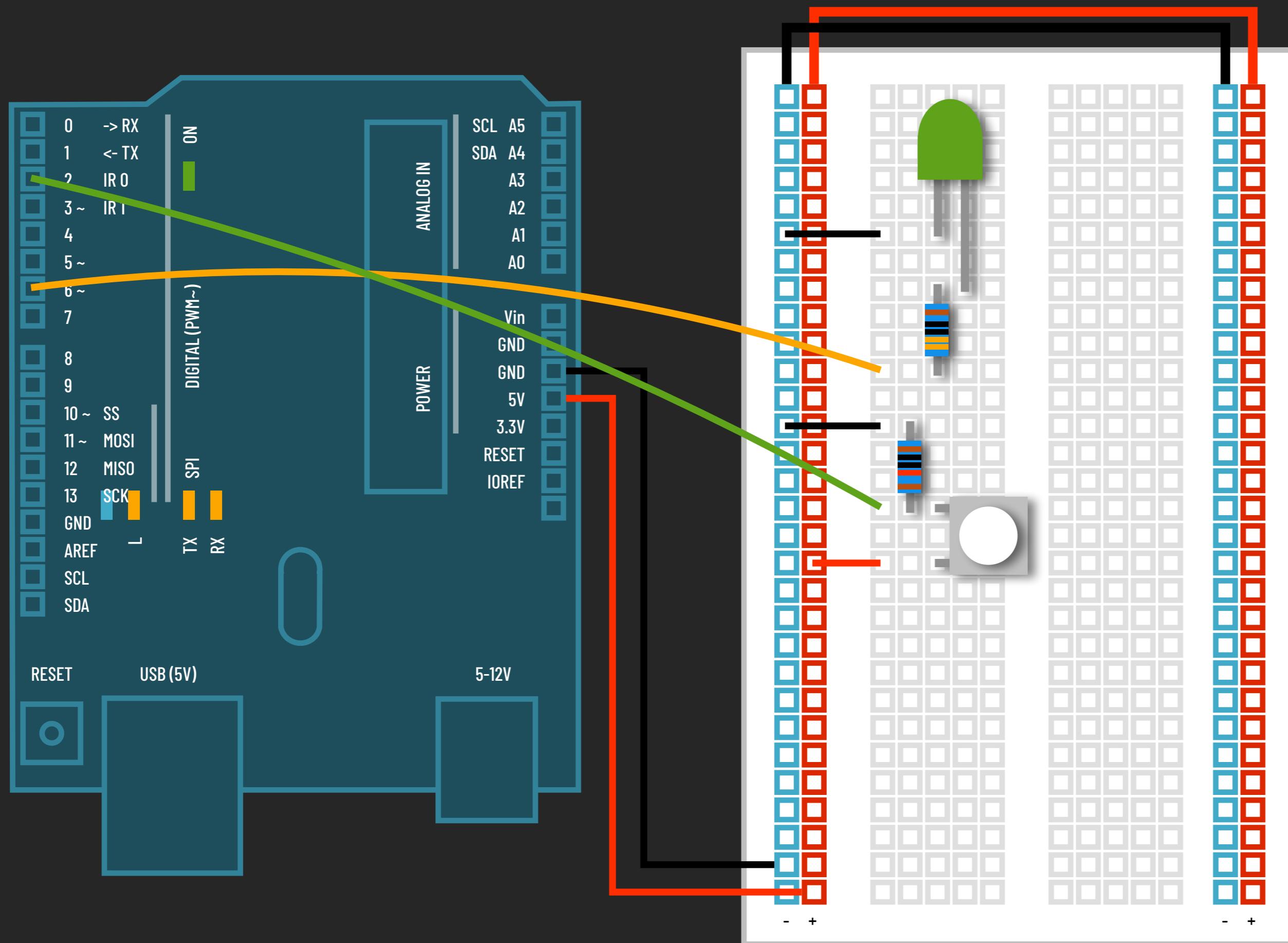
Blinking LED

```
const int PIN = 6;

void setup() {
    pinMode(PIN, OUTPUT);
}

void loop() {
    digitalWrite(PIN, HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(PIN, LOW);
    delay(1000);
}
```

LED mit Taster schalten und mit dem Potentiometer dimmten



Ein Taster wir mit einem 10kOhm Widerstand auf "Null runtergezogen" – Wenn er nicht gedrückt wird, ist die Restspannung so klein, dass sie nichts mehr auslöst. Wird der Taster gedrückt, werden 5V durchgeleitet.

```
void setup(){
  pinMode(5, INPUT)
}

void loop(){
  int state = digitalRead(5);
}
```

Das Potentiometer ist ein regelbarer Widerstand mit 10 kOhm. Er liefert je nach Stellung eine Spannung zwischen 0 und 5 V. Die Spannung wird über einen analogen Input-Pin abgegriffen und in einer 10 Bit-Auflösung in Werten zwischen 0 und 1023 ausgegeben. Die LED lässt sich mit einem PWM-Wert zwischen 0 und 255 dimmen.

```
void setup(){}

void loop(){
  int value = analogRead(A1);
  analogWrite(map(value, 0,1023, 0,255));
}
```

LED mit Taster und Interrupt

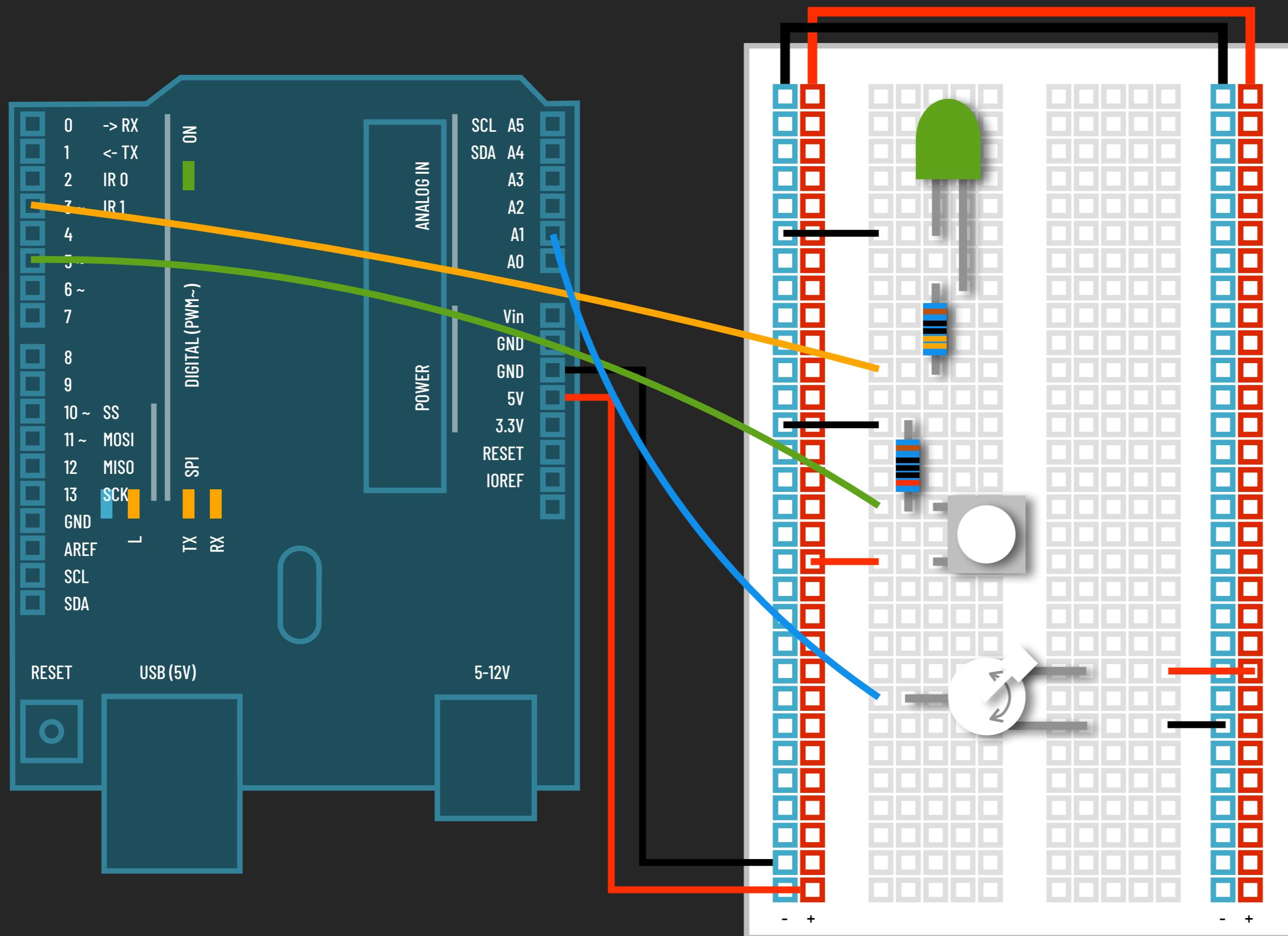
```
const int LED_PIN = 6;
const int INTERRUPT_PIN = 2;
volatile bool ledState = LOW;

void setup() {
    pinMode(LED_PIN, OUTPUT);
    pinMode(INTERRUPT_PIN, INPUT);
    attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(INTERRUPT_PIN), myISR, FALLING);
// trigger when button pressed, but not when released.
}

void loop() {
    digitalWrite(LED_PIN, ledState);
}

void myISR() {
    ledState = !ledState;
    // note: LOW == false == 0, HIGH == true == 1, so inverting the
    boolean is the same as switching between LOW and HIGH.
}
```

LED mit Taster schalten und mit dem Potentiometer dimmten



Ein Taster wirkt mit einem 10kΩ Widerstand auf "Null runtergezogen" – Wenn er nicht gedrückt wird, ist die Restspannung so klein, dass sie nichts mehr auslöst. Wird der Taster gedrückt, werden 5V durchgeleitet.

```
void setup(){
    pinMode(5, INPUT)
}

void loop(){
    int state = digitalRead(5);
}
```

Das Potentiometer ist ein regelbarer Widerstand mit 10 kΩ. Er liefert je nach Stellung eine Spannung zwischen 0 und 5 V. Die Spannung wird über einen analogen Input-Pin abgegriffen und in einer 10 Bit-Auflösung in Werten zwischen 0 und 1023 ausgegeben. Die LED lässt sich mit einem PWM-Wert zwischen 0 und 255 dimmen.

```
void setup(){}

void loop(){
    int value = analogRead(A1);
    analogWrite(map(value, 0, 1023, 0, 255));
}
```

Potentiometer auf dem seriellen Monitor

```
int potPin = A0;
int potValue;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Ready.");

  pinMode(potPin, INPUT);
  potValue = analogRead(potPin);
}

void loop() {
  potValue = analogRead(potPin);
  Serial.println(potValue);
  delay(100);
}
```

Potentiometer mit Threshold

```
const byte POTENTIOMETER_PIN = A0;
const byte LED_PIN = 13;
const byte LED_DIMMER_PIN = 11;

int potentiometerValue = 0;
int threshold = 512;
float voltage = 0;
byte pwmValue = 0;

void setup(){
  Serial.begin(9600);

  pinMode(POTENTIOMETER_PIN, INPUT);
  pinMode(LED_PIN, OUTPUT);

  potentiometerValue = analogRead(POTENTIOMETER_PIN);
}

void loop(){
  // read the analog value
  potentiometerValue = analogRead(POTENTIOMETER_PIN);
  Serial.print(potentiometerValue);
  Serial.println();

  // Spannungswert ausrechnen
  voltage = (potentiometerValue / 1023.0) * 5;
  Serial.print(voltage);
  Serial.print(" V");
  Serial.println();

  // LED fade in/out
  pwmValue = map(potentiometerValue, 0,1023, 0,255);
  analogWrite(LED_DIMMER_PIN, pwmValue);

  // HIGH the led, when sensor value is over threshold
  if (potentiometerValue >= threshold) {
    digitalWrite(LED_PIN, HIGH);
  } else {
    digitalWrite(LED_PIN, LOW);
  }
  delay(50);
}
```

Potentiometer für RGB LED

```
int button = 8;
int buttonstate = 0;

//potty value 0 - 1023

int pottyR = A0;
int pottyG = A1;
int pottyB = A2;

int valR = 0;
int valG = 0;
int valB = 0;

int ledR = 9;
int ledG = 10;
int ledB = 11;

int LedValR = 0;
int LedValG = 0;
int LedValB = 0;

void setup() {
    Serial.begin(9600);

    pinMode(pottyR, INPUT);
    pinMode(pottyG, INPUT);
    pinMode(pottyB, INPUT);

    pinMode(ledR, OUTPUT);
    pinMode(ledG, OUTPUT);
    pinMode(button, INPUT);
}

void loop() {
    valR = analogRead(pottyR);
    valG = analogRead(pottyG);
    valB = analogRead(pottyB);

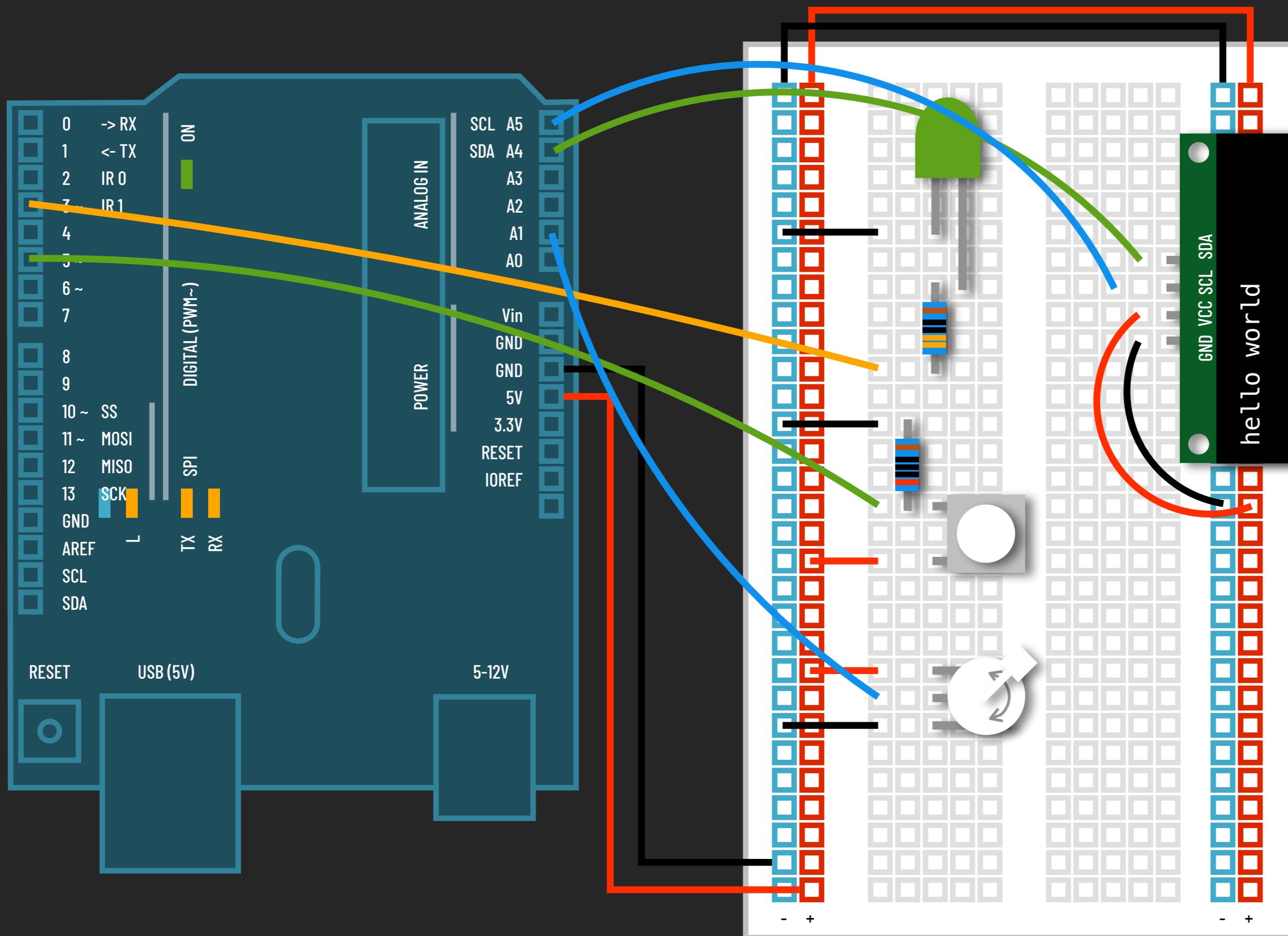
    LedValR = map(LedValR, 0, 1023, 0, 255);
    LedValG = map(LedValG, 0, 1023, 0, 255);
    LedValB = map(LedValB, 0, 1023, 0, 255);

    buttonstate = digitalRead(button);

    digitalWrite(ledR, LedValR);
    digitalWrite(ledG, LedValG);
    digitalWrite(ledB, LedValB);

    if (buttonstate == HIGH){
        Serial.println(LedValR);
        Serial.println(LedValG);
        Serial.println(LedValB);
    }
}
```

OLED SSD1306 Display



Das OLED SSD1306 wird über den I2C Bus angesteuert. Als Pins werden A5 – "Serial Clock" und A4 – "Serial Data" verwendet.

```
#include <U8g2lib.h>
#include <Wire.h>

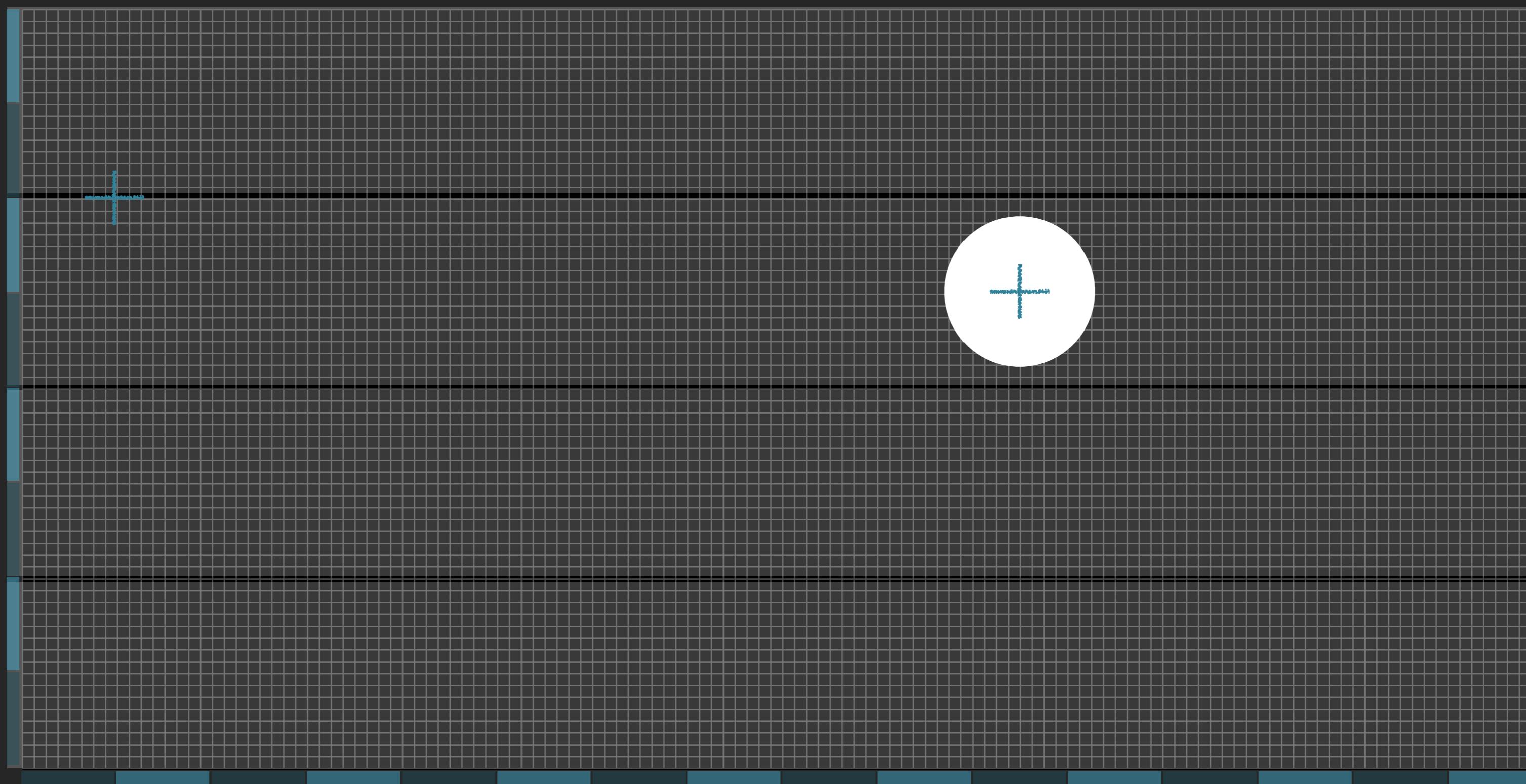
U8G2_SSD1306_128X64_NONAME_1_HW_I2C oled(U8G2_R0, U8X8_PIN_NONE);

void setup(){
    u8g2.begin();
}

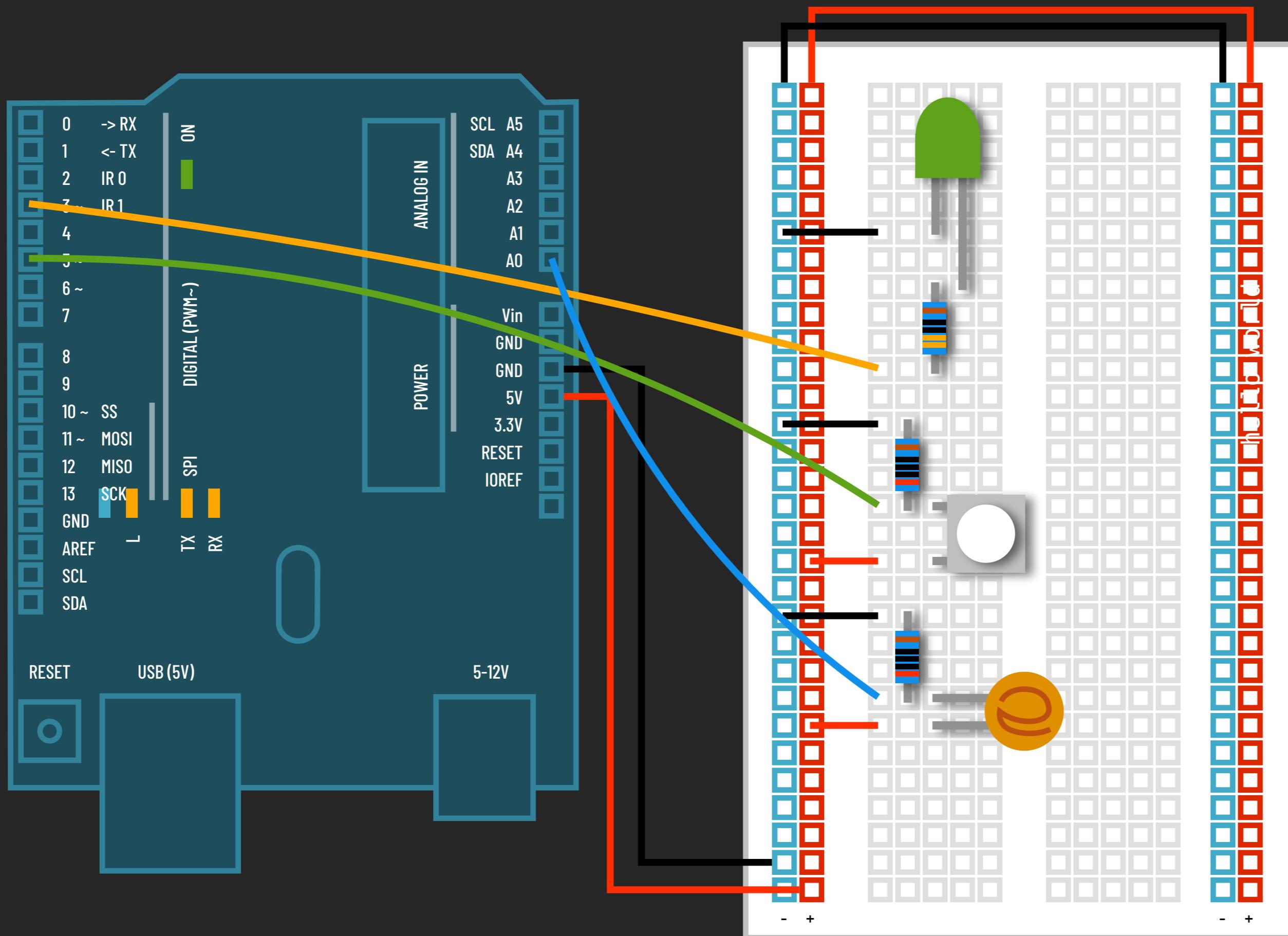
void loop(){
    u8g2.firstPage();
    do {
        // Write the pot value
        oled.setFont(u8g2_font_resoledmedium_tr);
        oled.setCursor(0, 15);
        oled.print("hello world");
    } while ( u8g2.nextPage() );
}
```

OLED Bildschirm
128 x 64 Pixel

(0,0)



Photowiderstand



```
const int LDR_PIN = A0;

const int ldrValueListSize = 100;
int ldrValueList[ldrValueListSize];

int ldrValuesSum = 0;
int ldrValuesMedium = 0;
int index = 0;

int ldrValue;

void setup() {
  ldrValue = analogRead(LDR_PIN);
}

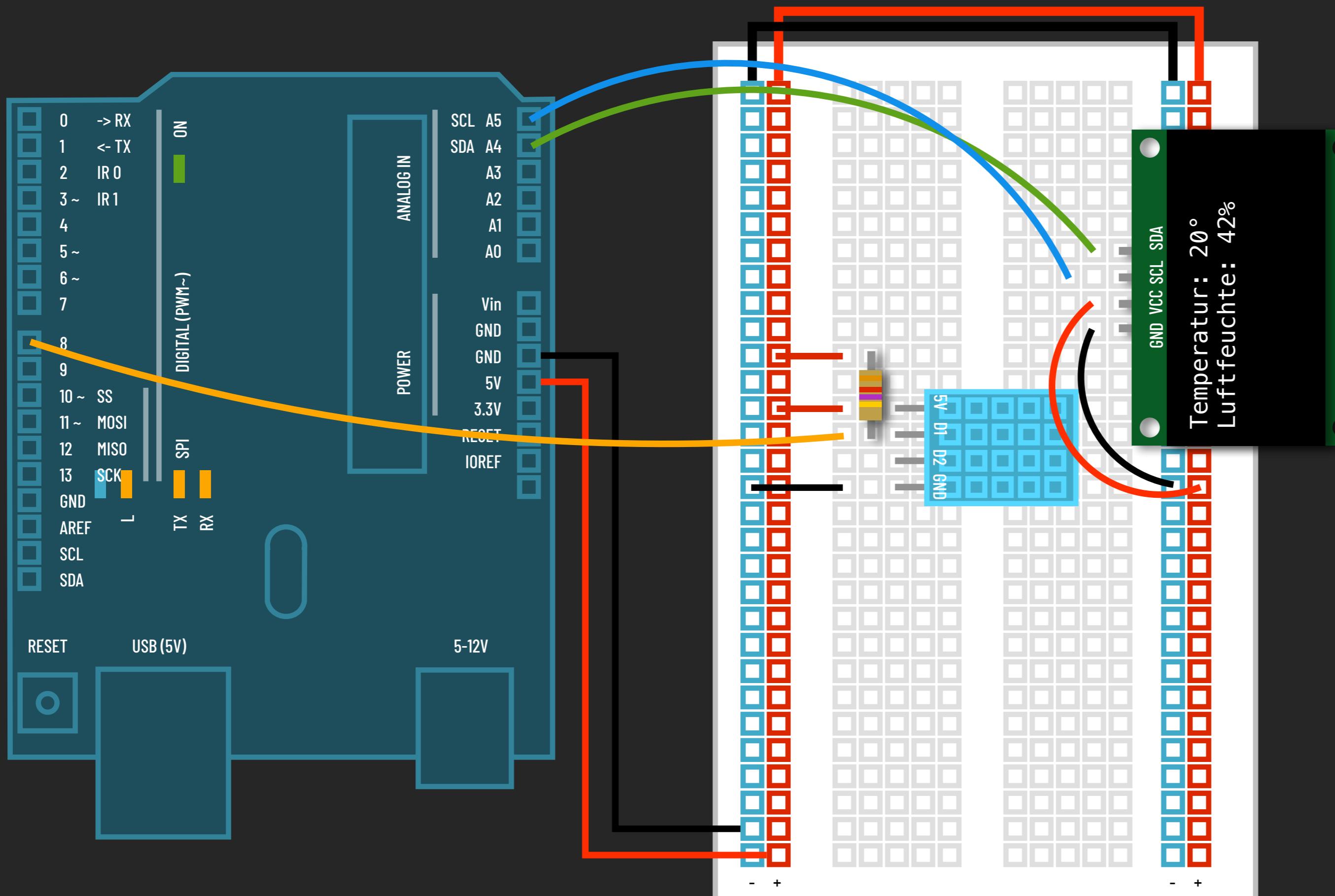
void loop() {
  ldrValue = analogRead(LDR_PIN);
  ldrValueList[index] = ldrValue;

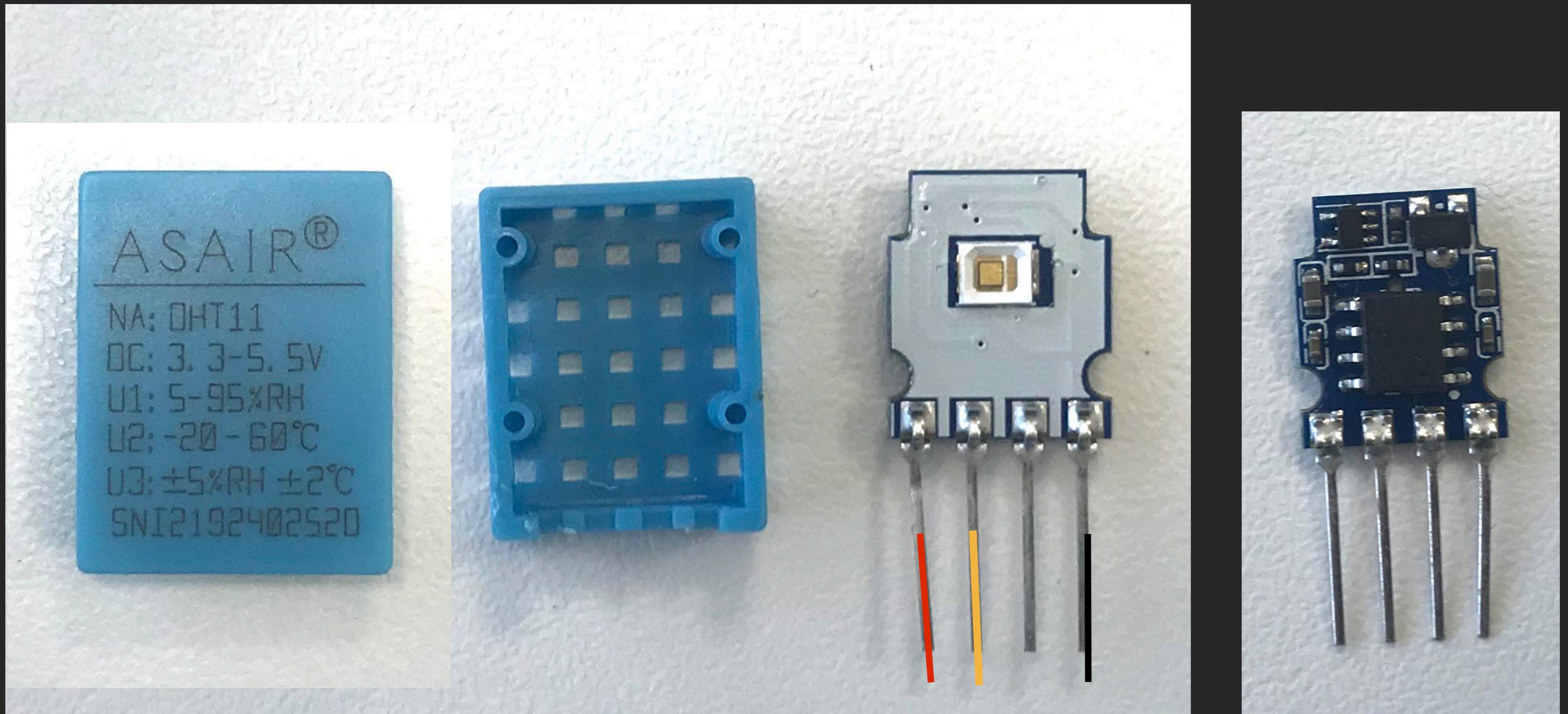
  index = index + 1;
  if (index >= ldrValueListSize) {
    index = 0;
  }

  ldrValuesSum = 0;
  for (int i = 0; i < ldrValueListSize; i++) {
    ldrValuesSum = ldrValuesSum + ldrValueList[i];
  }

  ldrValuesMedium = int(ldrValuesSum / ldrValueListSize);
```

DHT11 - Temperatur und Luftfeuchte-Sensor (mit Widerstand 4,7-10 k0hm) OLED über i²c Bus





DHT11 MIT OLED

```
#include <Arduino.h>
#include <U8g2lib.h>
#include "DHT.h"
#include <Wire.h>

#define DHTTYPE DHT11 // DHT 11

// Initialize the SSED1306 OLED
U8G2_SSD1306_128X64_NONAME_1_HW_I2C oled(U8G2_R0, /* reset=*/ U8X8_PIN_NONE);

const byte DHTPIN = 8;

// Initialize DHT sensor.
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

void setup() {
    Serial.begin(9600);

    dht.begin();

    oled.begin();
    oled.enableUTF8Print();
    oled.setFont(u8g2_font_6x12_me);
}
```

DHT11 MIT OLED

```
void loop() {
    // Wait a few seconds between
    // measurements.
    delay(1000);

    // Reading temperature or humidity
    // takes about 250 milliseconds!
    // Sensor readings may also be up to 2
    // seconds 'old'
    float h = dht.readHumidity();

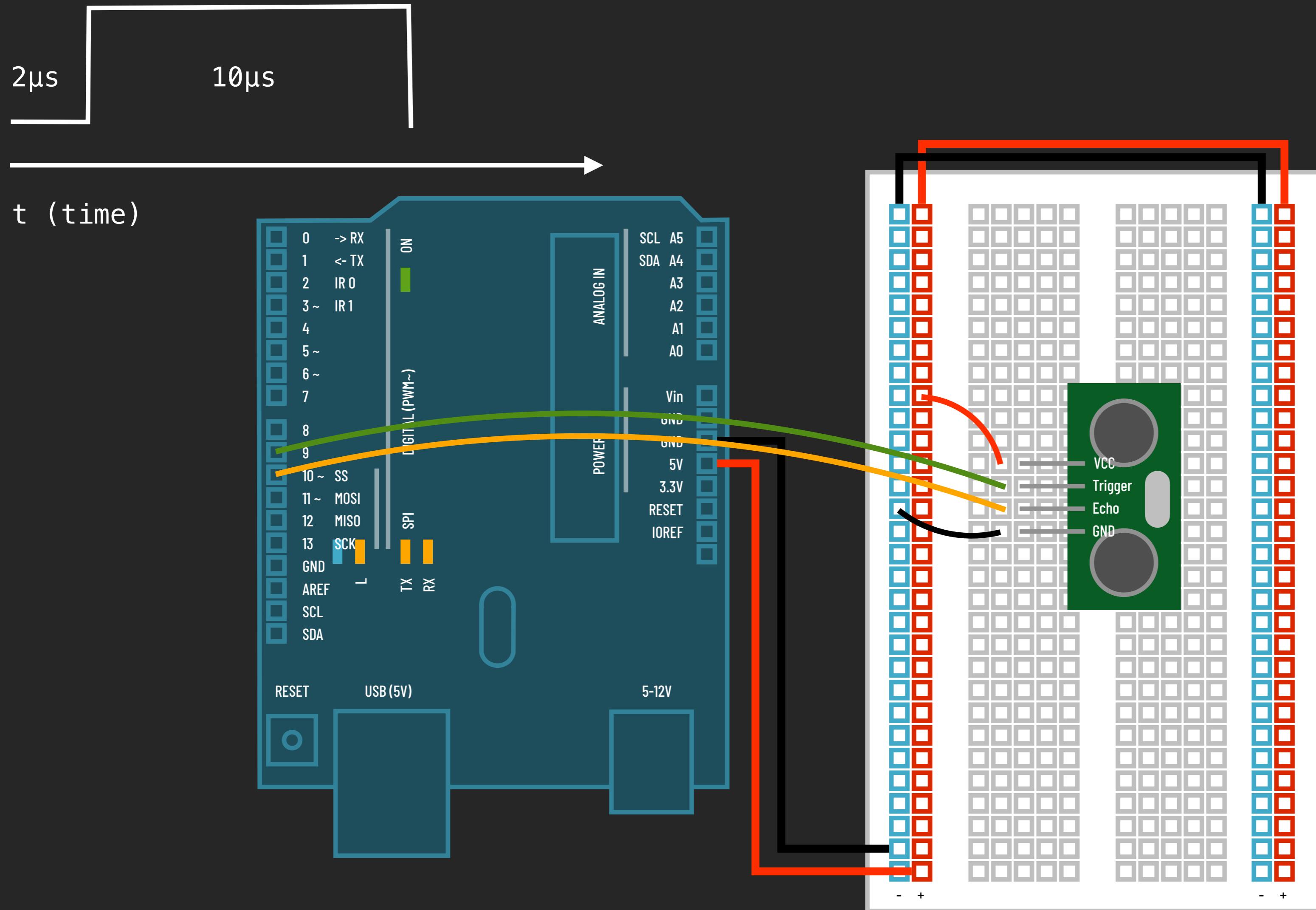
    // Read temperature as Celsius
    // (the default)
    float t = dht.readTemperature();

    // Check if any reads failed and
    // exit early (to try again).
    if (isnan(h) || isnan(t)) {
        Serial.println(F("Failed to read
from DHT sensor!"));
        return;
    }

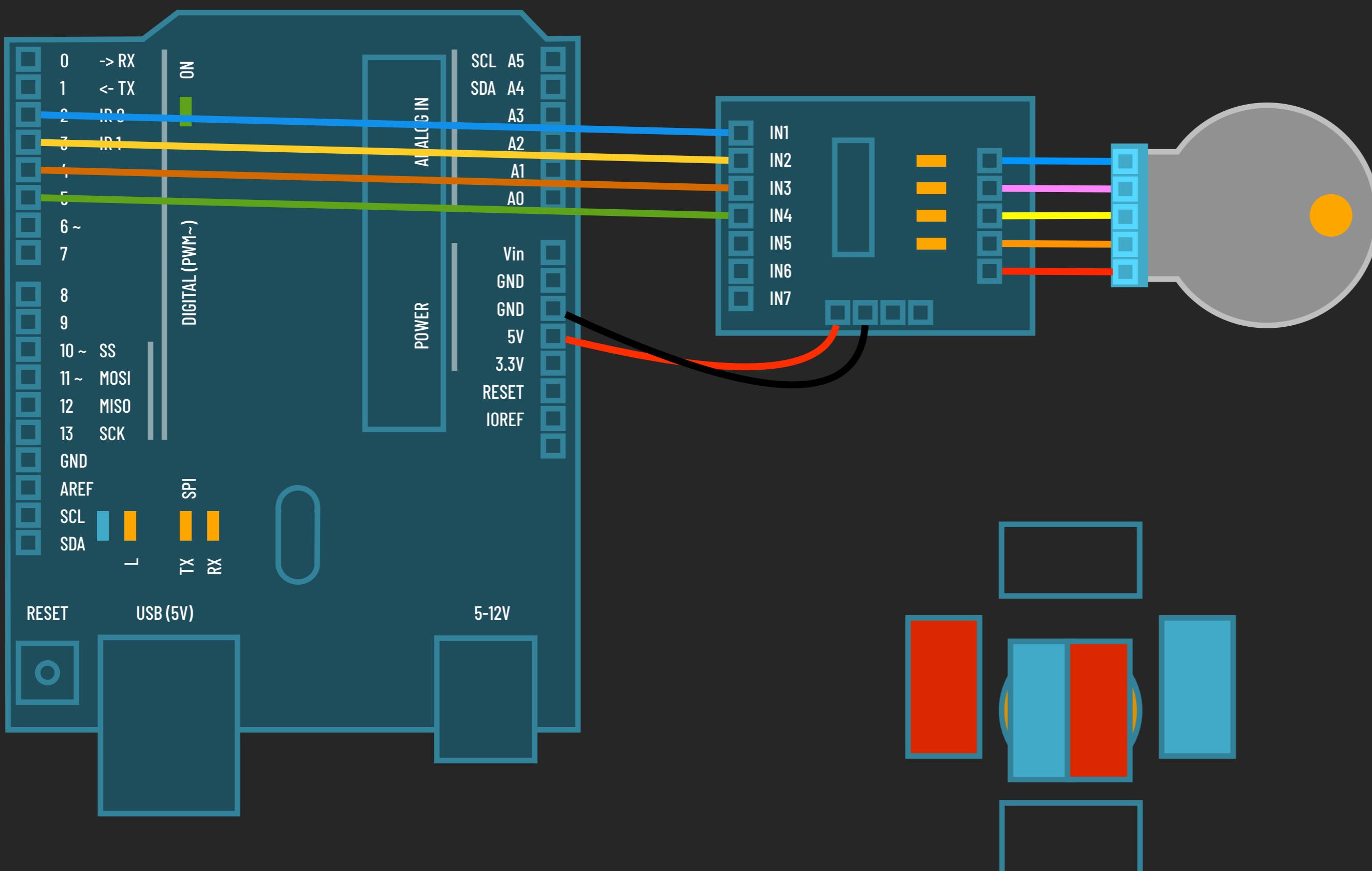
    // Serial output
    Serial.print(F("Humidity: "));
    Serial.print(h);
    Serial.print(F("% Temperature: "));
    Serial.print(t);
    Serial.print(F("°C "));
    Serial.println();
    // -----
    float f = round(t*10)/10;
    Serial.print(t);
    Serial.print(" ");
    Serial.println(f);

    oled.firstPage();
    do {
        oled.setCursor(0,32);
        oled.print(f);
        oled.print("°C");
    } while ( oled.nextPage() );
    // -----
}
```

Anschluß und Aufbau eines Breadboards



Schrittmotor 28BYJ-48 und ULN-2003 Motorshield



```

#define A 2
#define B 3
#define C 4
#define D 5

#define NUMBER_OF_STEPS_PER_REV 512

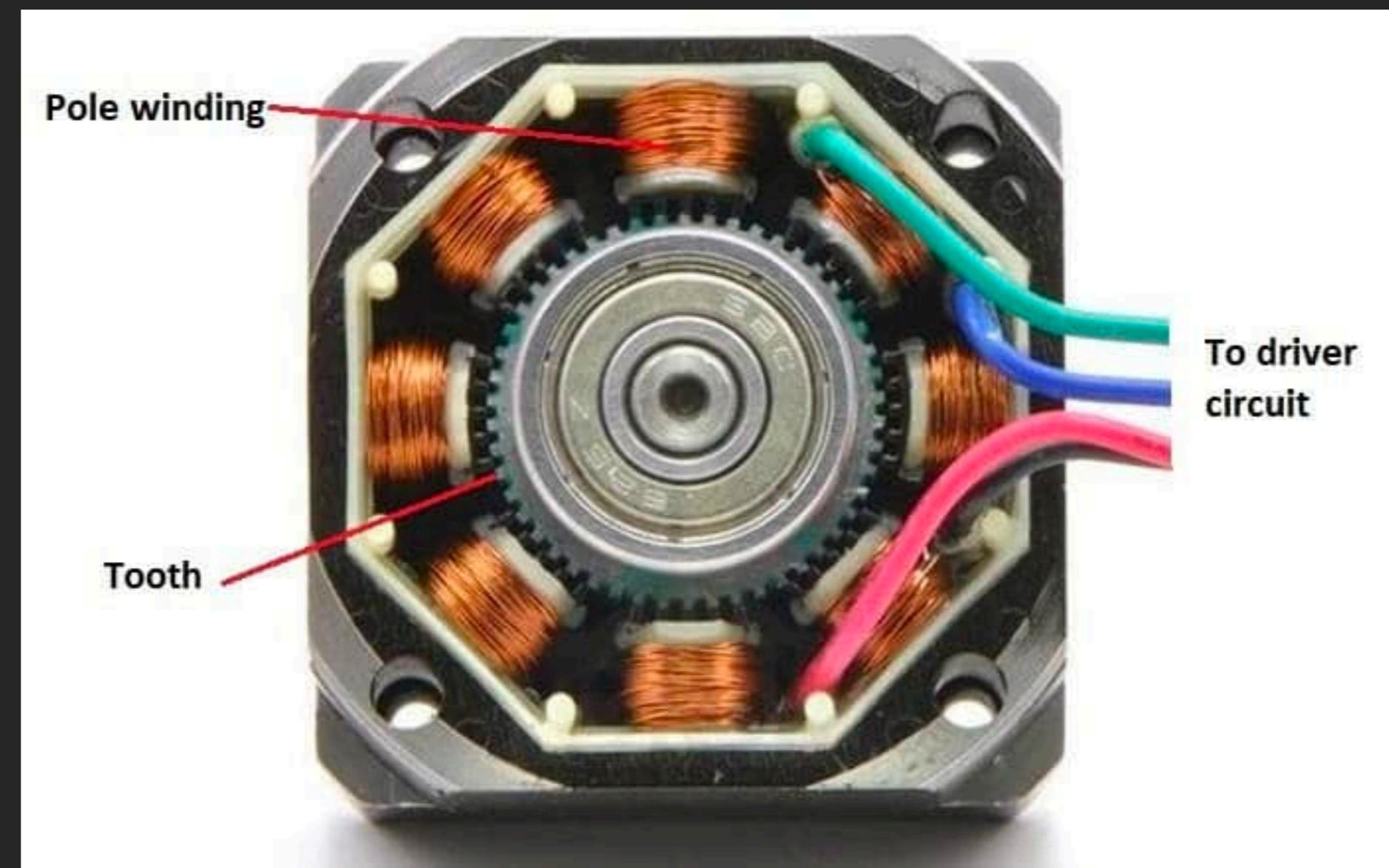
void setup(){
    pinMode(A,OUTPUT);
    pinMode(B,OUTPUT);
    pinMode(C,OUTPUT);
    pinMode(D,OUTPUT);
}

void write(int a,int b,int c,int d){
    digitalWrite(A,a);
    digitalWrite(B,b);
    digitalWrite(C,c);
    digitalWrite(D,d);
}

void onestep(){
    write(1,0,0,0);
    delay(5);
    write(1,1,0,0);
    delay(5);
    write(0,1,0,0);
    delay(5);
    write(0,1,1,0);
    delay(5);
    write(0,0,1,0);
    delay(5);
    write(0,0,1,1);
    delay(5);
    write(0,0,0,1);
    delay(5);
    write(1,0,0,1);
    delay(5);
}

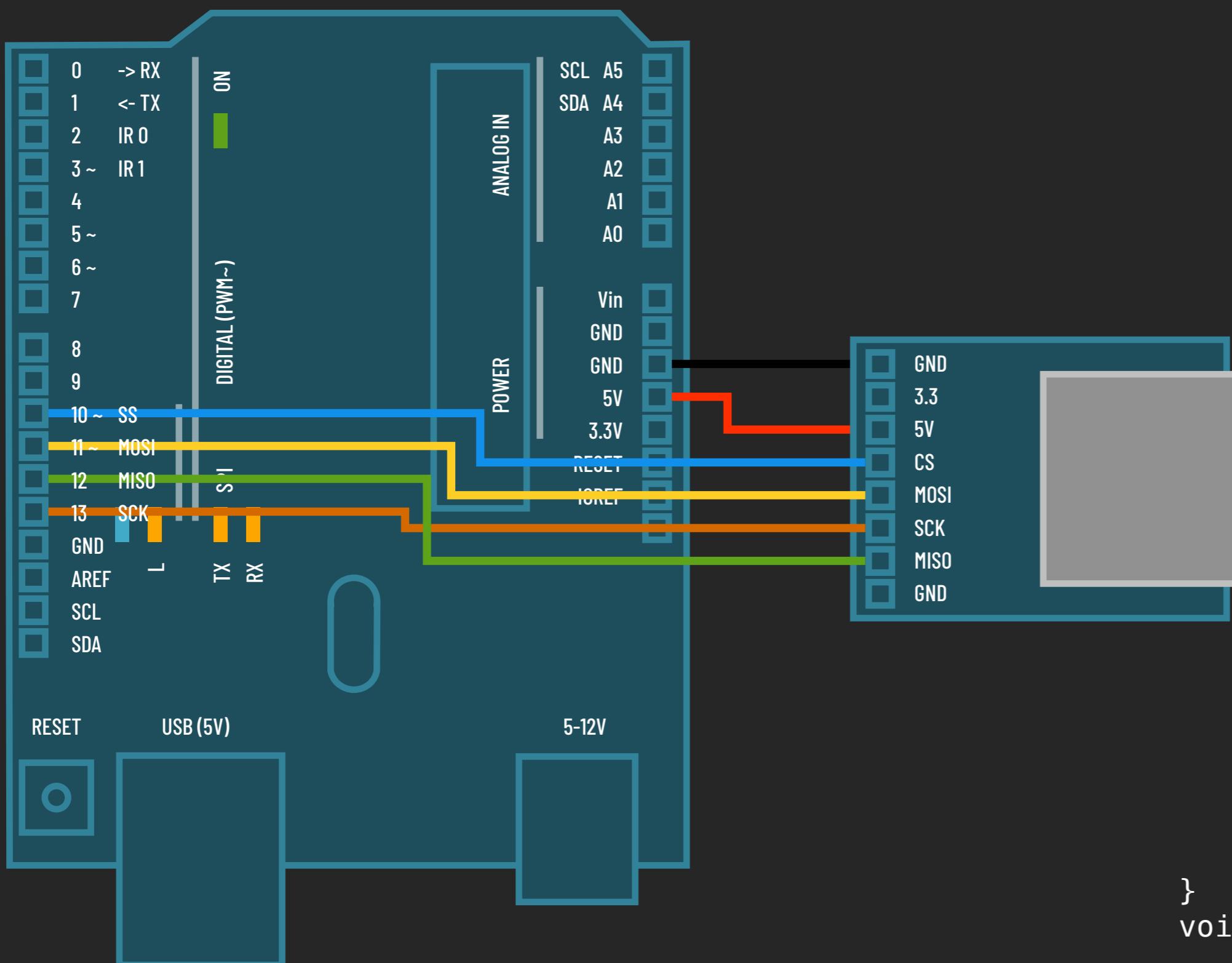
void loop(){
    int i;
    i=0;
    while(i<NUMBER_OF_STEPS_PER_REV){
        onestep();
        i++;
    }
}

```



Innenleben eines Schrittmotors

SD Card Module



```
#include <SPI.h>
#include <SD.h>
File myFile;

void setup() {
    Serial.begin(9600);
    while (!Serial) {}
    Serial.print("Initializing SD card...");
    if (!SD.begin(10)) {
        Serial.println("initialization failed!");
        while (1);
    }
    Serial.println("initialization done.");

    // open the file. note that only one file can be open at a time,
    // so you have to close this one before opening another.
    myFile = SD.open("test.txt", FILE_WRITE);

    // if the file opened okay, write to it:
    if (myFile) {
        Serial.print("Writing to test.txt...");
        myFile.println("This is a test file :)");
        myFile.println("testing 1, 2, 3.");

        for (int i = 0; i < 20; i++) {
            myFile.print(i);
            myFile.print(",");
            myFile.print(j);
            myFile.println();
        }

        // close the file:
        myFile.close();
        Serial.println("done.");
    } else {
        // if the file didn't open, print an error:
        Serial.println("error opening test.txt");
    }
}

void loop() {
    // nothing happens after setup
}
```

Serial Interface

Serial IO

Arduino sendet und empfängt über einen seriellen Port Daten. Die Pins sind RX und TX, aber auch der USB Port kann zur seriellen Kommunikation genutzt werden.

Wenn der Arduino Daten am seriellen Port empfängt, wird ein Interrupt ausgelöst. Interrupts sind Ereignisse, auf die der Microcontroller sofort reagiert. Er unterbricht seine aktuellen Aktionen und führt eine für diesen Interrupt definierte Routine aus.

Den seriellen Port starten

```
// Serial communication on pins TX/RX
// uses TTL logic levels (5V or 3.3V)

void setup() {
    // opens serial port,
    // sets data rate to 9600 bps
Serial.begin(9600);

void loop() {
```

Serielle Daten senden

```
void setup() {  
    // opens serial port, sets data rate to 9600 bps  
    Serial.begin(9600);  
}  
  
void loop() {  
    // send data  
    Serial.print("I send a message");  
    Serial.println(incomingByte, DEC);  
}
```

Serielle Daten empfangen

```
int incomingByte = 0;    // for incoming serial data

void setup() {
    // opens serial port, sets data rate to 9600 bps
    Serial.begin(9600);
}

void loop() {
    // send data only when you receive data:
    if (Serial.available() > 0) {
        // read the incoming byte:
        incomingByte = Serial.read();

        // say what you got:
        Serial.print("I received: ");
        Serial.println(incomingByte, DEC);
    }
}
```