

Current versions of this document see public folders of RUB-Makerspace at <https://makerspace.ruhr-uni-bochum.de/status/> | This is a fork from Dec. 2023

**RUB**

RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

# MICROCONTROLLER-BASICS

Workshop zu den Grundlagen des Umgangs mit Microcontrollern im Digitallabor des RUB-Makerspace

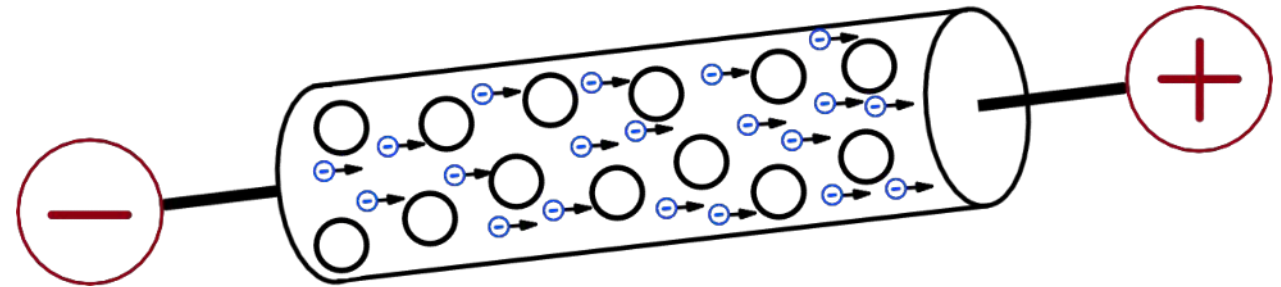
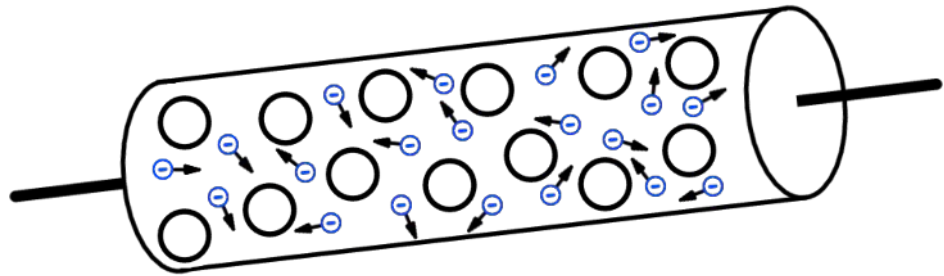


## ABLAUF

1. Sicherheitsunterweisung
2. Input & (virtuelles) Hands-on zu Grundlagen der Elektronik für Maker
3. Input & (virtuelles) Hands-on zu Microcontrollern
4. (Echtes) Hands-on zu Microcontrollern
5. Input & Hands-on Löten

Für die virtuellen Parts brauchen alle einen Computer mit Internet

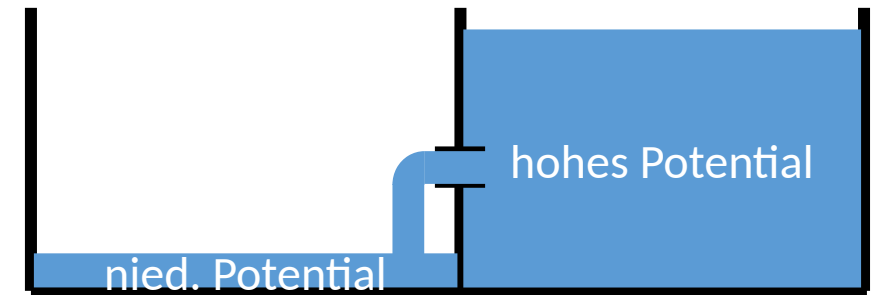
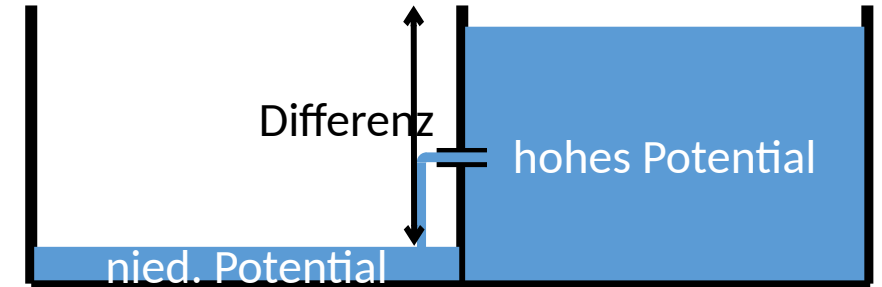
# GRUNDLAGEN ELEKTRONIK



Lorna Ngole, Stromfluss (CC BY-SA 4.0)

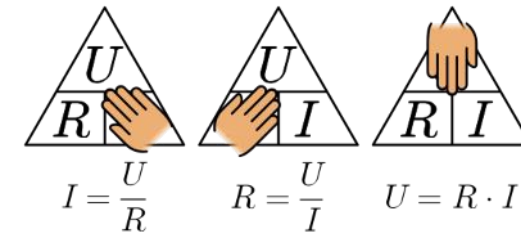
## GRUNDBEGRIFFE

- Strom (I) Einheit: Ampere
  - Bewegung von Ladungsträgern (z.B. Elektronen) durch einen Leiter
- Spannung (U) Einheit: Volt
  - Differenz des elektrischen Potentials
  - Hohe Differenz = Hohe Spannung
- Widerstand (R) Einheit: Ohm
  - „Schwierigkeit“ für den Stromfluss
  - Abhängig z.B. vom Material des Leiters



niedriger Widerstand

Lorna Ngole, Differenz (CC BY-SA 4.0)



Mike Run: Ohm's-law-triangle

URL:

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ohm%27s-law-triangle.svg>

(CC BY-SA 4.0)

## Spannungen in Natur und Technik

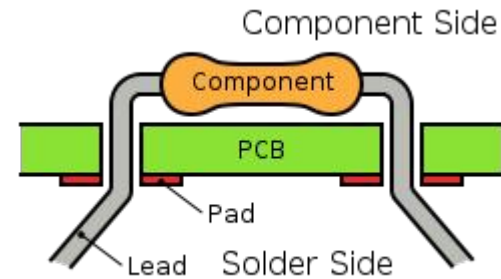
Elektronisches Gerät	Spannung in Volt (V)
Zink-Kohle-Akku (je Zelle)	1,5
Fahrrad-Dynamo	6
Autoakku	12 bis 24
Netzspannung	230
Drehstrom	400
Generator in Kraftwerk	Ca. 10 000
Hochspannung	Bis 380 000
Blitz	Bis 100 000 000

## Stromstärken in Natur und Technik

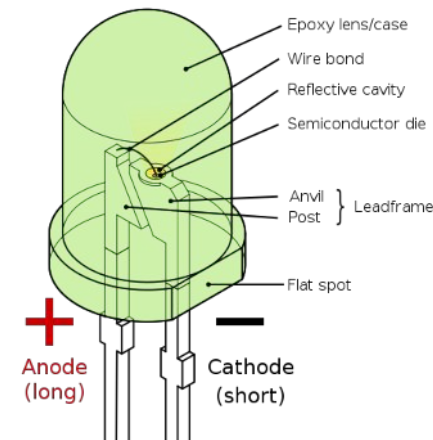
Elektronisches Gerät	Spannung in Ampere (A)
Elektrische Armbanduhr	0,000 1
Glimmlampe, Kopfhörer	0,001
Industrielle Sensoren	0,005 bis 0,02
Glühlampe	Bis zu 0,5
Bügeleisen	2 bis 5
Elektrischer Ofen	5 bis 10
Elektrisches Schweißen	100
Motor (Straßenbahn)	150
Überlandleitung	100 bis 1000
Elektrische Zugmaschin	1000
Aluminium-Schmelzofen	15 000
Blitz	Bis zu 100 000

## BAUTEILE (Beispiele 1/2)

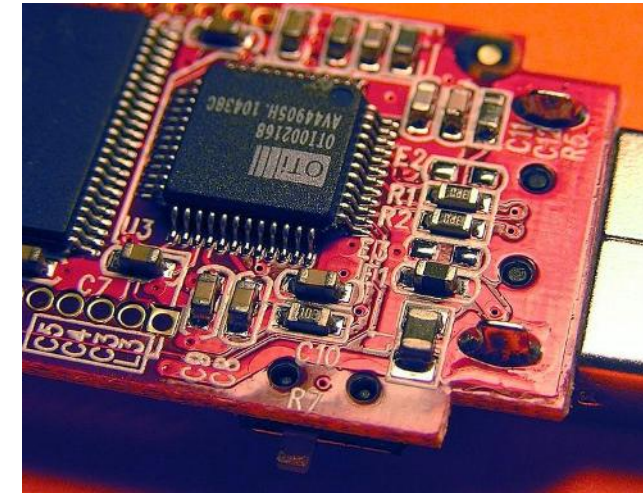
- Widerstände (verändern den „Durchfluss“)
  - Fester Wert / veränderbar / umweltabhängig (z.B. Licht)
- Kondensatoren (speichern Energie)
- Dioden (z.B. LED, die leuchten können)
- Transistoren (können Schalten oder auch Verstärken)
- ... beliebig viele komplexere Bauteile



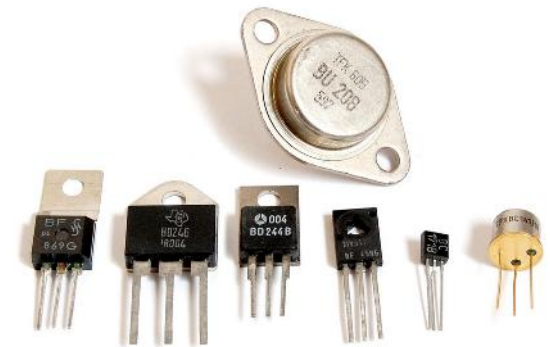
Inductiveload: Through-Hole mounted Component  
 URL: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Through-Hole\\_Mounted\\_Component.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Through-Hole_Mounted_Component.svg)  
 (Public Domain)



Inductiveload: LED, 5mm, green (en)  
 URL: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LED,5mm,green\\_\(en\).svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LED,5mm,green_(en).svg)  
 (Public Domain)



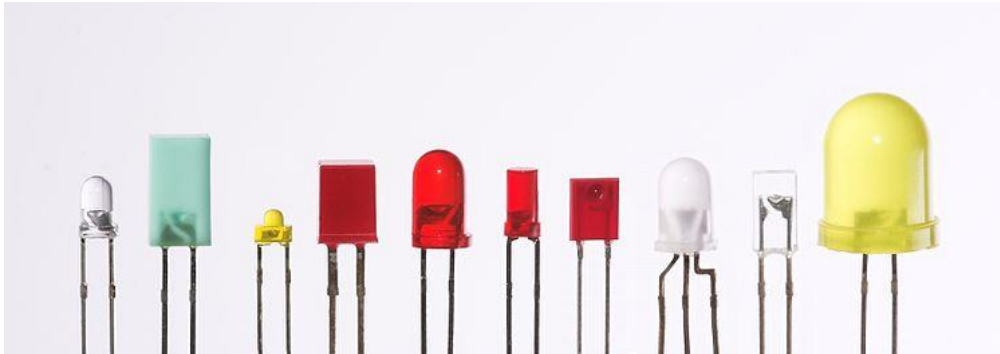
John Fader: Smt closeup  
 URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/File:Smt\\_closeup.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Smt_closeup.jpg)  
 (CC BY-SA 3.0)



Benedikt Seidl: Transistors in different housings  
 URL: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Transistors-white.jpg>  
 (Public Domain)



## BAUTEILE (Beispiele 2/2)



Afrank99: Light-emitting diodes(Through Hole)

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Verschiedene\\_LEDs.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Verschiedene_LEDs.jpg) (CC BY-SA 2.0)



Ulfbastel, Fotowiderstand, [URL:](https://de.wikipedia.org/wiki/Fotowiderstand#/media/Da%20tei:LDResistor.jpg)

<https://de.wikipedia.org/wiki/Fotowiderstand#/media/Da%20tei:LDResistor.jpg>  
(Public Domain)



Gary Houston: S. I. brand capacitor

URL:  
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:S.I.-capacitor-20150807-003.jpg>  
(Public Domain)



Raimond Spekking: Universum Altarus 3000 - pedals gates - resistors and capacitors

URL:[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Universum\\_Altarus\\_3000\\_-\\_pedals\\_gates\\_-\\_resistors\\_and\\_capacitors-6463.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Universum_Altarus_3000_-_pedals_gates_-_resistors_and_capacitors-6463.jpg)  
(CC BY-SA 4.0)



RUB Makerspace-Team:  
Widerstand (CC BY-SA 4.0)



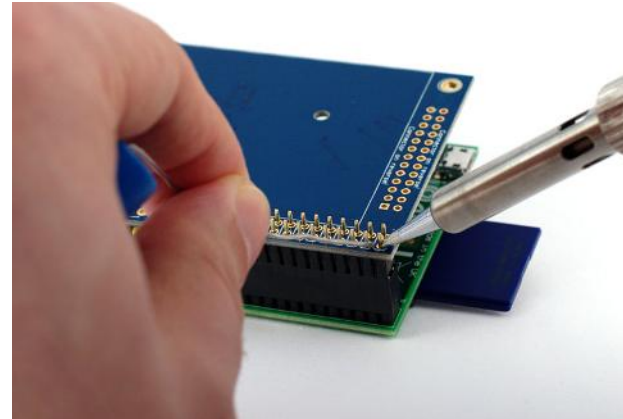
Oomlout: L293D Motor Driver

URL:[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:L293D\\_Motor\\_Driver.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:L293D_Motor_Driver.jpg)  
(CC BY-SA 4.0)

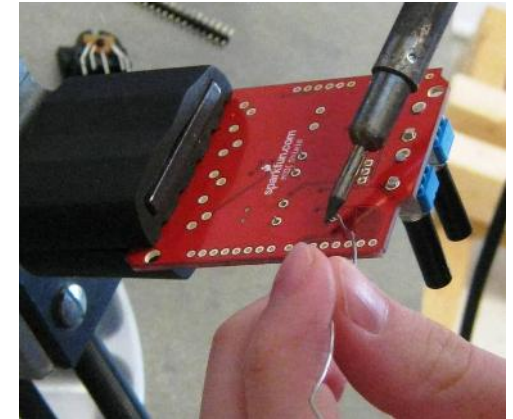


# SCHALTUNGEN AUFBAUEN

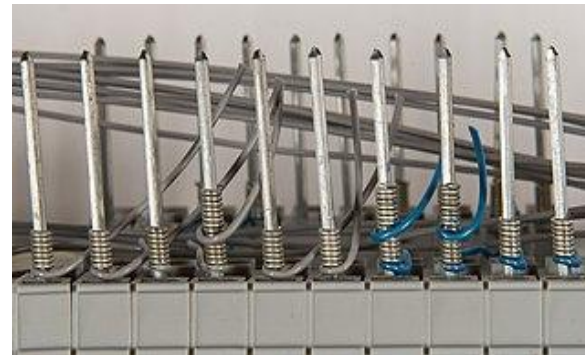
- Freihändig verdrahten
- “Wire Wrapping“
- “Breadboarding“ (Aufbau auf Steckbrett)
- Löten (manuell / (teil-)automatisiert)
- ...



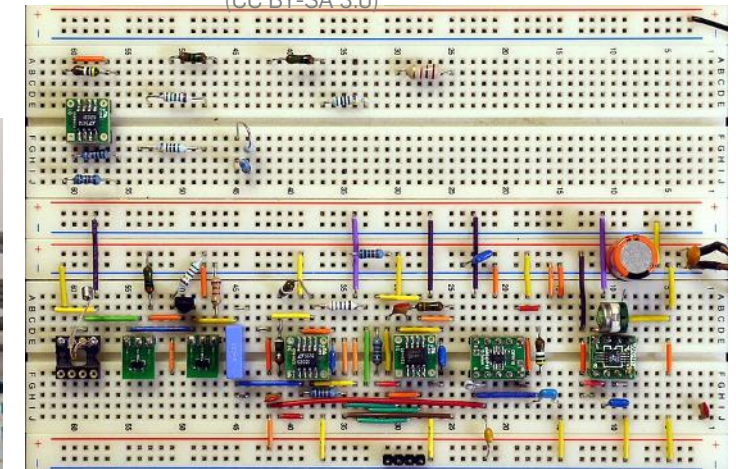
Gareth Halfacree: Adafruit PiTFT add-on board for the Raspberry Pi single board computer, URL: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Adafruit\\_PiTFT\\_-\\_Soldering\\_\(14675479295\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Adafruit_PiTFT_-_Soldering_(14675479295).jpg)  
(CC BY-SA 2.0)



Rnewkirk7954: Solderwire  
URL: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solderwire.JPG>  
(CC BY-SA 3.0)



Hans Grobe: Wire Wrapping URL: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Drahwickelpistole-wires\\_hg.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Drahwickelpistole-wires_hg.jpg)  
(CC BY-SA 4.0)



Drahkrub: Ultraschall-Mikrofonverstärker [...] Steckbrett, URL: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ultrasound-PreAmp-Breadboard.jpg>  
(CC BY-SA 4.0)

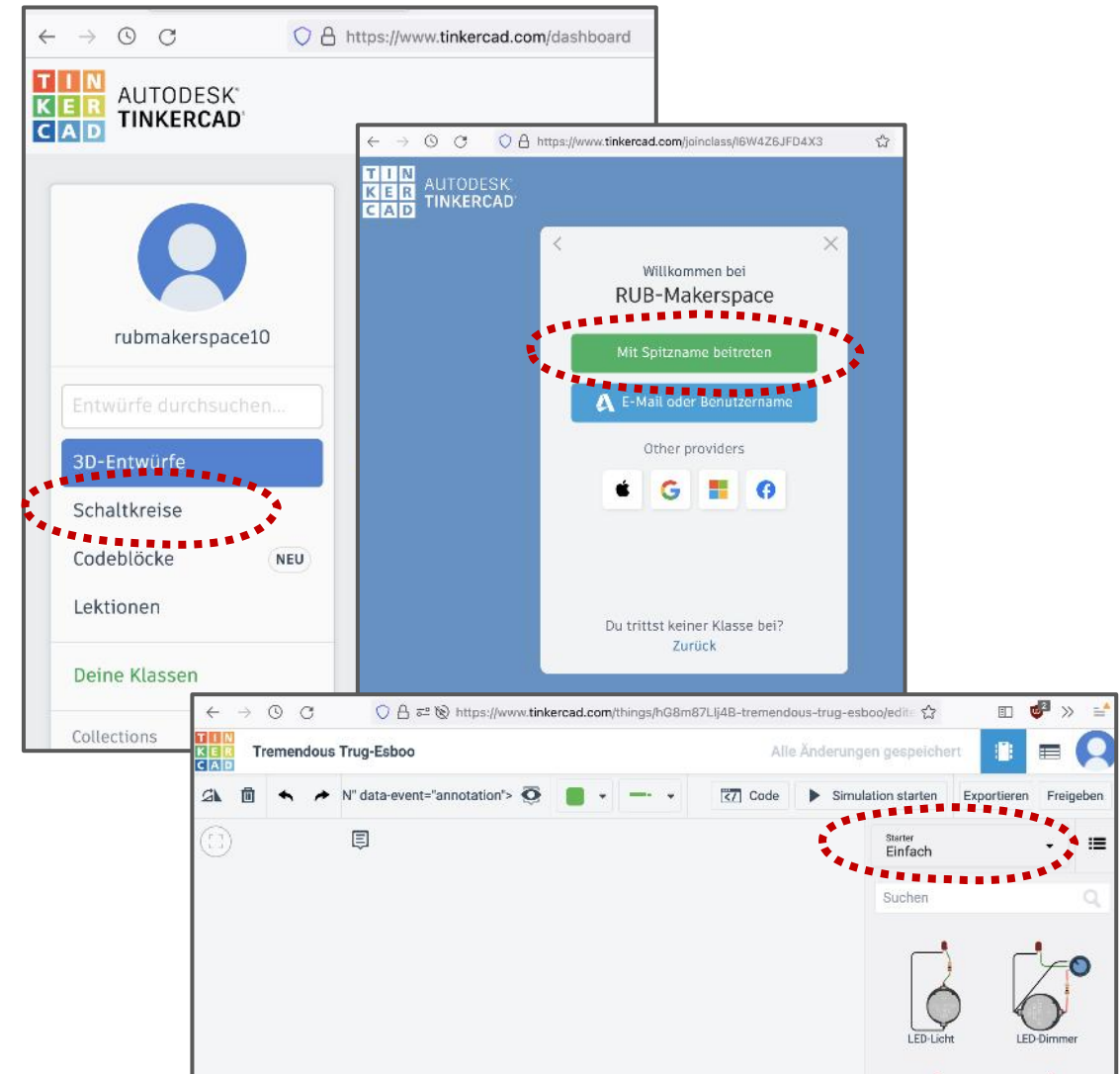
# Hands-On mit Grundlagen der Elektronik (virtuell in TinkerCAD)

Demo

## HANDS-ON (virtuell) in TinkerCAD

<https://www.tinkercad.com/joinclass/I6W4Z6JFD4X3>

- Option „Mit Spitzname beitreten“ wählen
- Spitznamen: **rubmakerspace1**, **rubmakerspace2**,  
... **rubmakerspace10**
- Links im Menü „Schaltkreise“ wählen
- Dann „Neuen Schaltkreis erstellen“
- Beispiele aus dem Menü Starter – „Einfach“

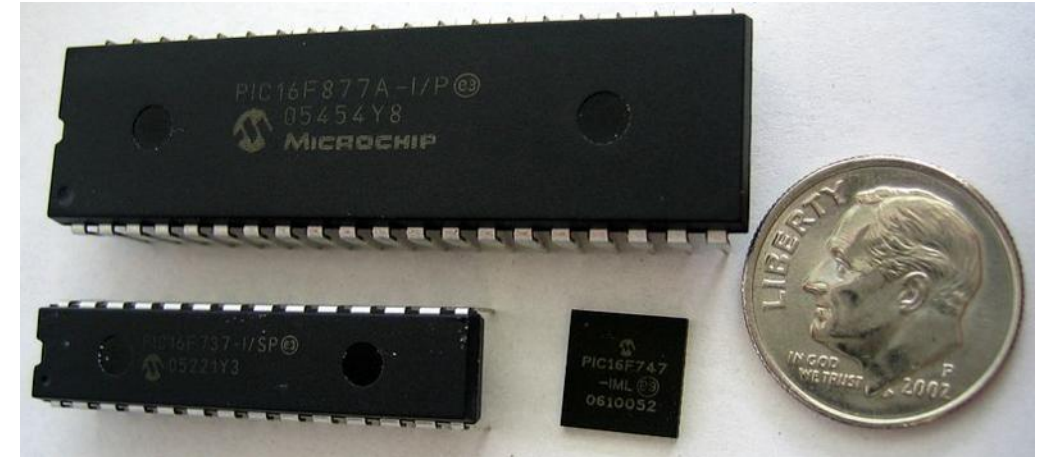


Lorna Ngole, Screenshots TinkerCad, (CC BY-SA 4.0)

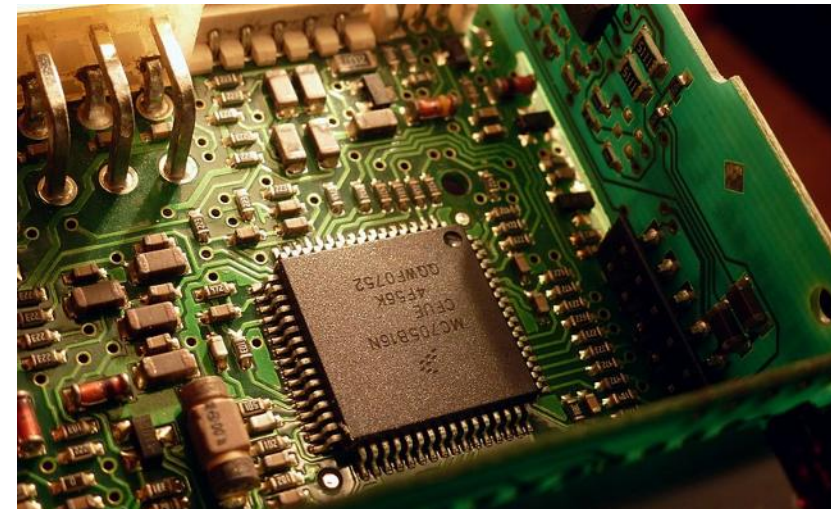
# GRUNDLAGEN MICROCONTROLLER

## MICROCONTROLLER

- Komplexe Bauteile (u.a. viele Transistoren) als „integrated circuit“ (IC)
- Kleine Computer, programmierbar (ein-/mehrfach)
- Haben Prozessor, Speicher, und Eingabe/Ausgabe
- Für eingebettete Anwendungen und oft für konkrete Aufgaben genutzt (dh auch: Sehr viele Modelle)
- (Extrem) günstige Modelle sind Massenware und werden überall verbaut (gibt's aber natürlich auch in sehr hochwertig und teuer – als CPUs in PCs zum Beispiel)

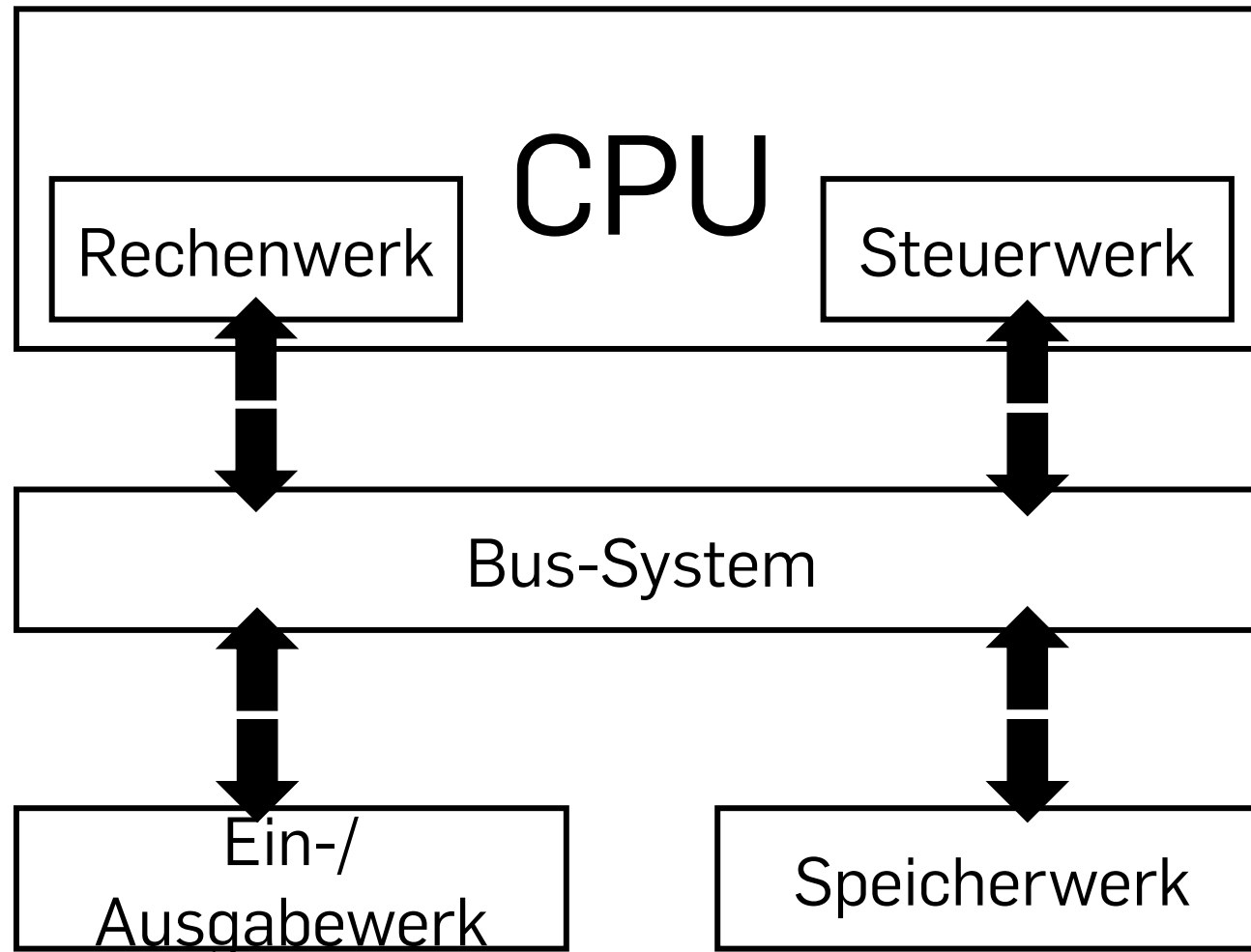


MikeMurphy: Photo of PIC 16F877A (top), PIC 16F737 (left), PIC 16F747 (middle), and US Dime for scale, URL: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PIC\\_microcontrollers.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PIC_microcontrollers.jpg) (Public Domain)

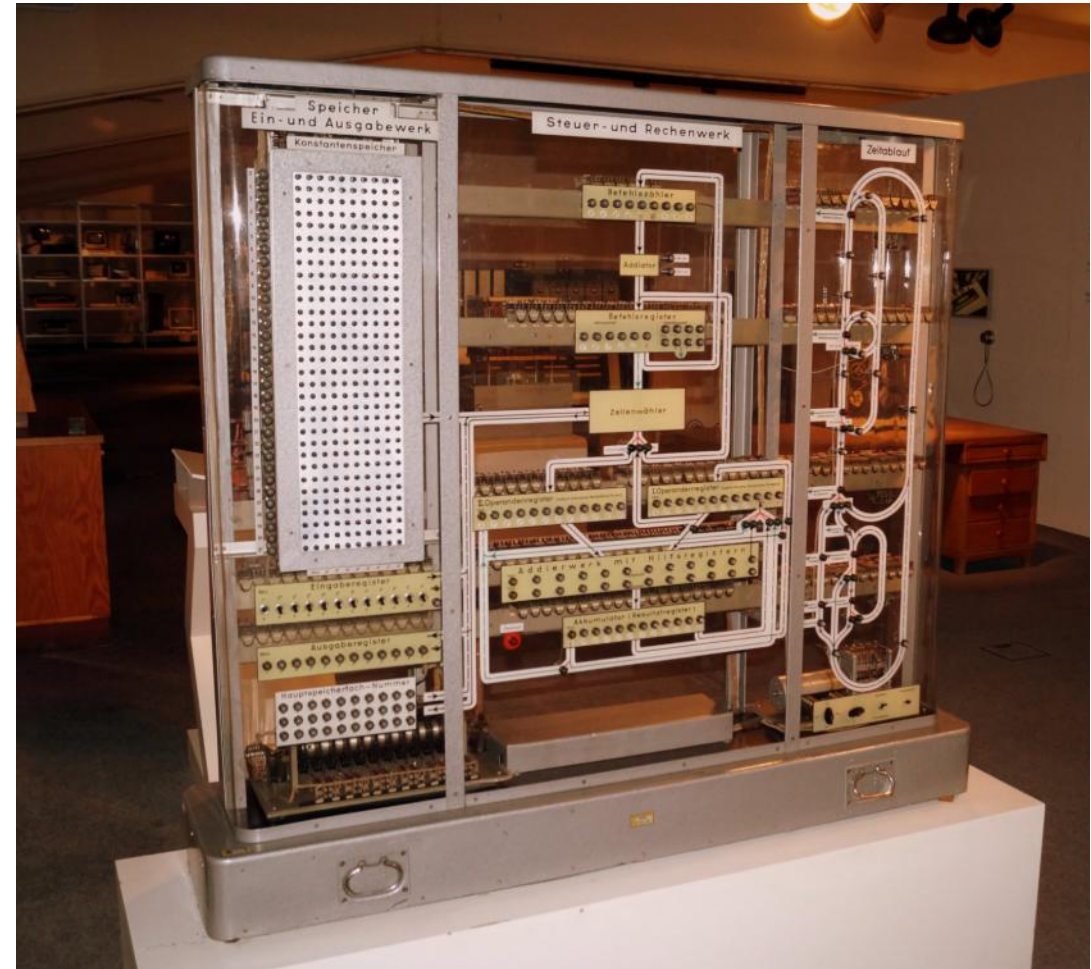


Sergey M: MC705 microcontroller URL: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MC705\\_microcontroller\\_\(18805409279\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MC705_microcontroller_(18805409279).jpg) (CC 2.0)





RUB Makerspace-Team: Computerarchitektur nach von Neumann (CC BY-SA 4.0)



Erfurth: Modellrechenautomat TH Dresden 1958 TSD, URL:  
[https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Modellrechenautomat\\_TH\\_Dresden\\_1958\\_TSD.jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Modellrechenautomat_TH_Dresden_1958_TSD.jpg) (CC BY-SA 3.0)



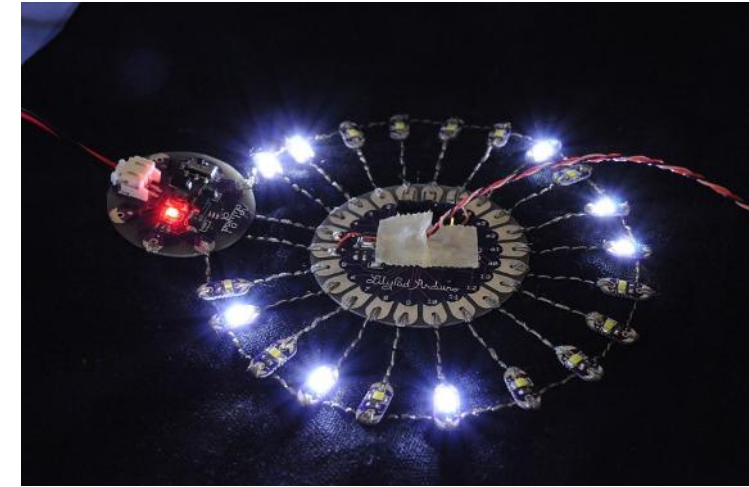
SsmIntrigue:2019 Tesla Model 3, Front Left, 05-30-2021  
URL:  
[File:2019 Tesla Model 3, Front Left, 05-30-2021.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2019_Tesla_Model_3,_Front_Left,_05-30-2021.jpg) - Wikimedia Commons  
(CC BY-SA 4.0)



Pittigrilli:Tektronix Oscilloscope 475A  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tektronix\\_Oscilloscope\\_475A.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tektronix_Oscilloscope_475A.jpg)  
(CC BY-SA 4.0)



Jacek Halicki: 2017 Nikon D7100  
URL:  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2017 Nikon D7100.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2017_Nikon_D7100.jpg)  
(CC BY-SA 4.0)



Osamu Iwasaki:Lilypad Arduino with fading LEDs,  
URL:[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lilypad\\_Arduino\\_with\\_fading\\_LEDs.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lilypad_Arduino_with_fading_LEDs.jpg)  
(CC BY-SA 2.0)



Haophuong21: Robot-cong-nghiep-the-he-moi  
URL: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Robot-cong-nghiep-the-he-moi.jpg> (CC BY-SA 4.0)



Tomáš Vendiš: Petmr  
URL:<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Petmr.jpg>  
(CC BY-SA 4.0)



LGEPR: LGWashingmachine  
URL:  
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/08/LGwashinmachine.jpg>  
(CC BY-SA 2.0)



LGEPR:LG Smart DIOS V9100  
URL:[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LG\\_Smart\\_DIOS\\_V9100.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LG_Smart_DIOS_V9100.jpg)  
(CC BY-SA 2.0)

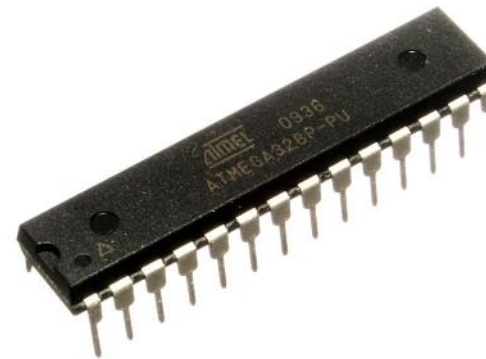


## INPUT / OUTPUT (I/O)

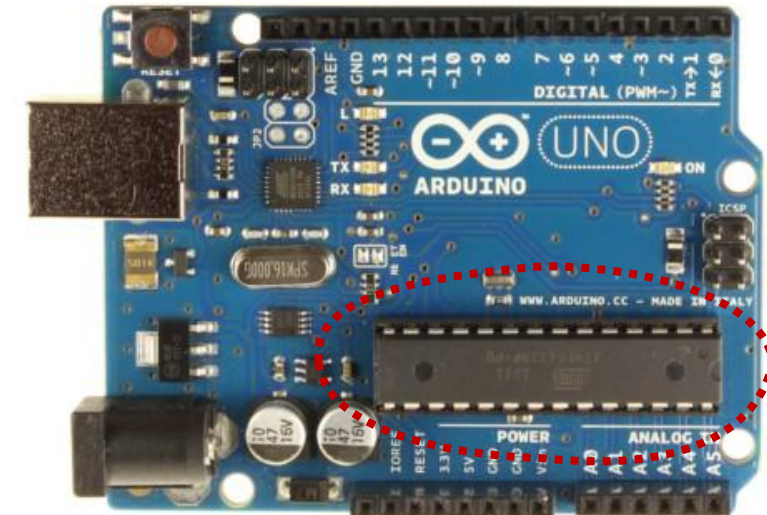
- Anschlüsse („Pins“) meist als Eingänge (I) oder Ausgänge (O) verwendbar
- zwei Hauptklassen : Digitale oder Analoge I/Os
- weitere Funktionen:
  - Stromversorgung / Erde
  - UART, z.B. : Serial Kommunikation, Bluetooth
  - SPI, z.B. : Master-Slave
  - PWM (Pulsweitenmodulation)
  - ...

PCINT14/RESET) PC6	1	28	PC5 (ADC5/SCL/PCINT13)
(PCINT16/RXD) PD0	2	27	PC4 (ADC4/SDA/PCINT12)
(PCINT17/TXD) PD1	3	26	PC3 (ADC3/PCINT11)
(PCINT18/INT0) PD2	4	25	PC2 (ADC2/PCINT10)
(PCINT19/OC2B/INT1) PD3	5	24	PC1 (ADC1/PCINT9)
(PCINT20/XCK/T0) PD4	6	23	PC0 (ADC0/PCINT8)
Vcc	7 ATmega	22	GND
GND	8 28PDIP	21	AREF
(PCINT6/XTAL1/TOSC1) PB6	9	20	AVCC
(PCINT7/XTAL2/TOSC2) PB7	10	19	PB5 (SCK/PCINT5)
(PCINT21/OC0B/T1) PD5	11	18	PB4 (MISO/PCINT4)
(PCINT22/OC0A/AIN0) PD6	12	17	PB3 (MOSI/OC2A/PCINT3)
(PCINT23/AIN1) PD7	13	16	PB2 (SS/OC1B/PCINT2)
(PCINT0/CLKO/ICP1) PB0	14	15	PB1 (OC1A/PCINT1)

Mediaquark: Pinout ATmega 28 PDIP, URL: <File:ATmega328P 28-PDIP.svg> - [Wikimedia Commons](#) (CC BY-SA 4.0)

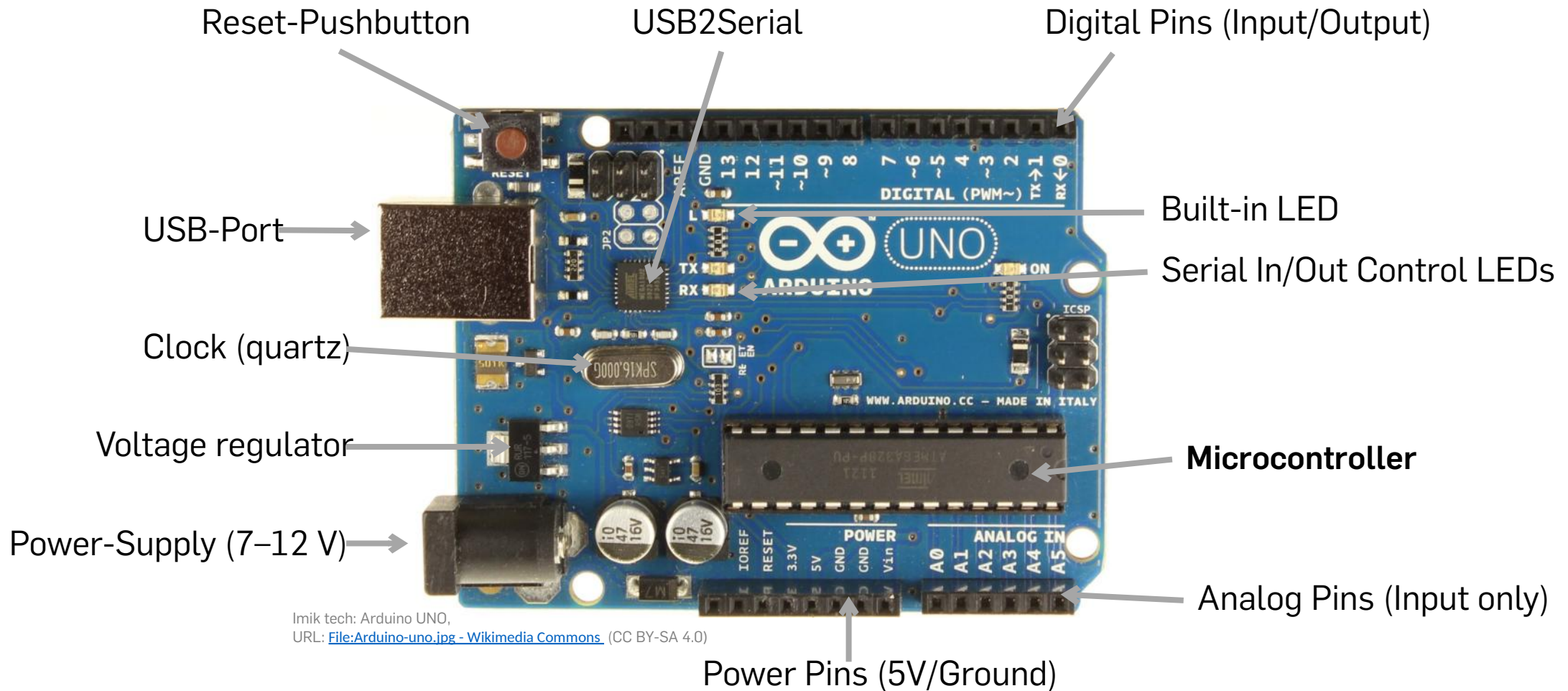


oomlout: ATmega328P-PU, URL: <File:ATMEGA328P-PU.jpg> - [Wikimedia Commons](#) (CC BY-SA 2.0)



Imik tech: Arduino UNO, URL: <File:Arduino-uno.jpg> - [Wikimedia Commons](#) (CC BY-SA 4.0)

# ARDUINO: Microcontroller-Ökosystem für machende Menschen



## VIELFALT!

- Es gibt für alle erdenklichen Zwecke passende Microcontroller und Boards
- Ganz verschiedene Leistungsklassen / Bluetooth, WiFi, integrierte Sensoren / LEDs / Displays / vernähbar / ...
- Ökosystem „Arduino“ ist mit das bekannteste (Für Bildung und „Making“)

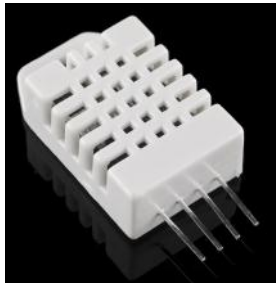


RUB Makerspace-Team: Auswahl von Microcontrollern und Boards, die im RUB-Makerspace vorhanden sind (CC BY-SA 4.0)



## INPUT / OUTPUT (IO)

- Sensoren (Messen / repräsentieren Umgebung)
- Aktoren (Steuern Umgebung, „tun etwas“)
- Läuft über Pins (USB erstmal nur für Programmierung des Microcontrollers an sich)



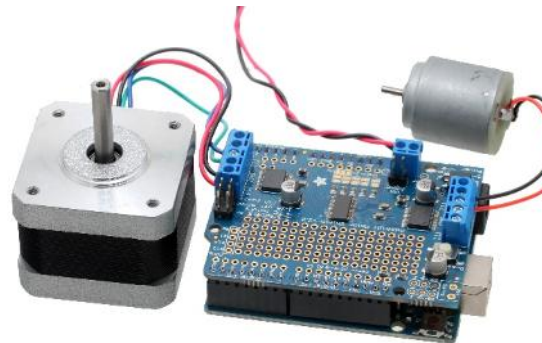
SparkFun: DHT22, URL:  
[File:Maxdetect Humidity and Temperature Sensor - RHT03 10167.jpg - Wikimedia Commons](#)  
 (CC BY-SA 2.0)



oomlout, Photoresistor, URL:  
[File:Photoresistor 2.jpg - Wikimedia Commons](#)  
 (CC BY-SA 2.0)



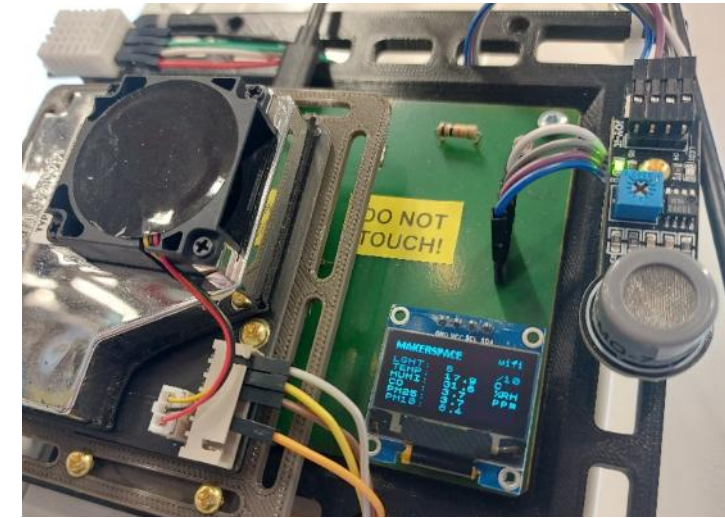
SparkFun: 9DoF Gyroscope, URL:  
[File:SparkFun 9DoF-Razor-IMU-M0 SAMD21+MPU-9250 14001-04.jpg - Wikimedia Commons](#)  
 (CC BY-SA 2.0)



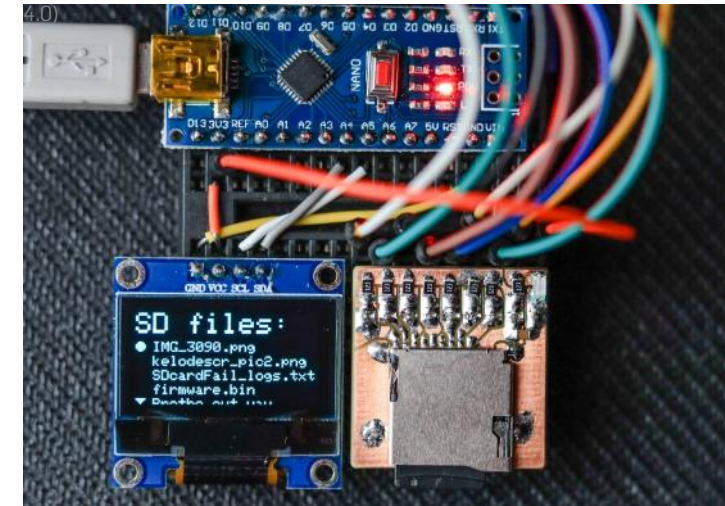
oomlout: Adafruit Motor Shield for Arduino,  
[File:ARSH-02-MS \(14315447676\).jpg - Wikimedia Commons](#)  
 (CC BY-SA 2.0)



RUB Makerspace-Team: Sensorik zur Überwachung von Luftdaten mit geschlossenem Case (CC BY-SA 4.0)



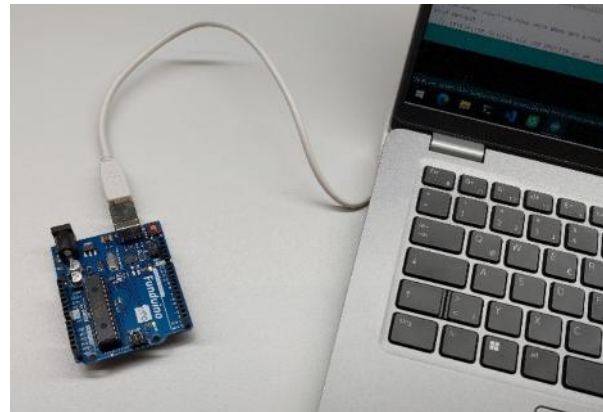
RUB Makerspace-Team: Sensorik zur Überwachung von Luftdaten (CC BY-SA 4.0)



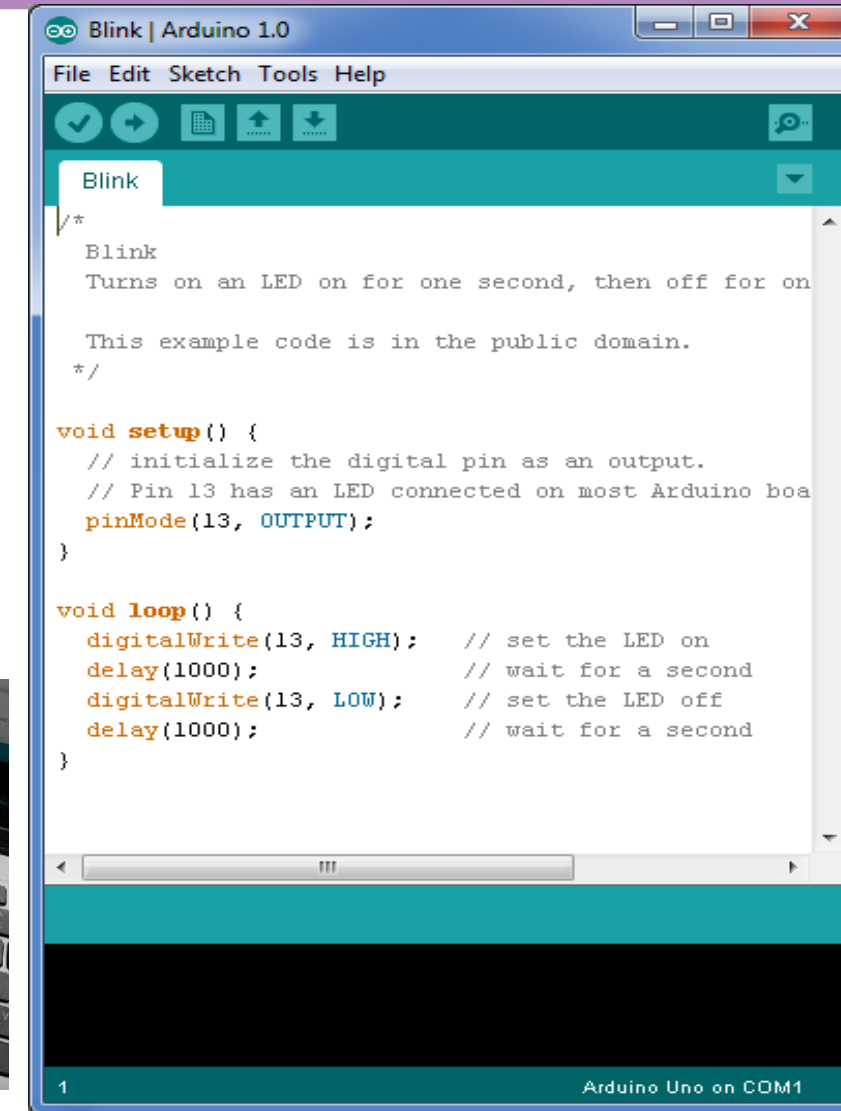
Turbospok: Listing files on OLED display located on MicroSD card connected to Arduino Nano using FatFs, URL:  
[File:MicroSD card connected to Arduino nano with OLED display.jpg - Wikimedia Commons](#)  
 (CC BY-SA 4.0)

# MICROCONTROLLER PROGRAMMIEREN

- Code wird am Computer entwickelt, dann (z.B.) per USB auf den Microcontroller übertragen
- Werkzeug dafür: z.B. Arduino IDE („Integrated Development Environment“)
  - Kann nicht nur Arduino-Boards sondern auch viele andere Microcontroller
  - Open Source
- Verschiedenste andere Werkzeuge (z.B. auch webbasiert, s. Hands-on)



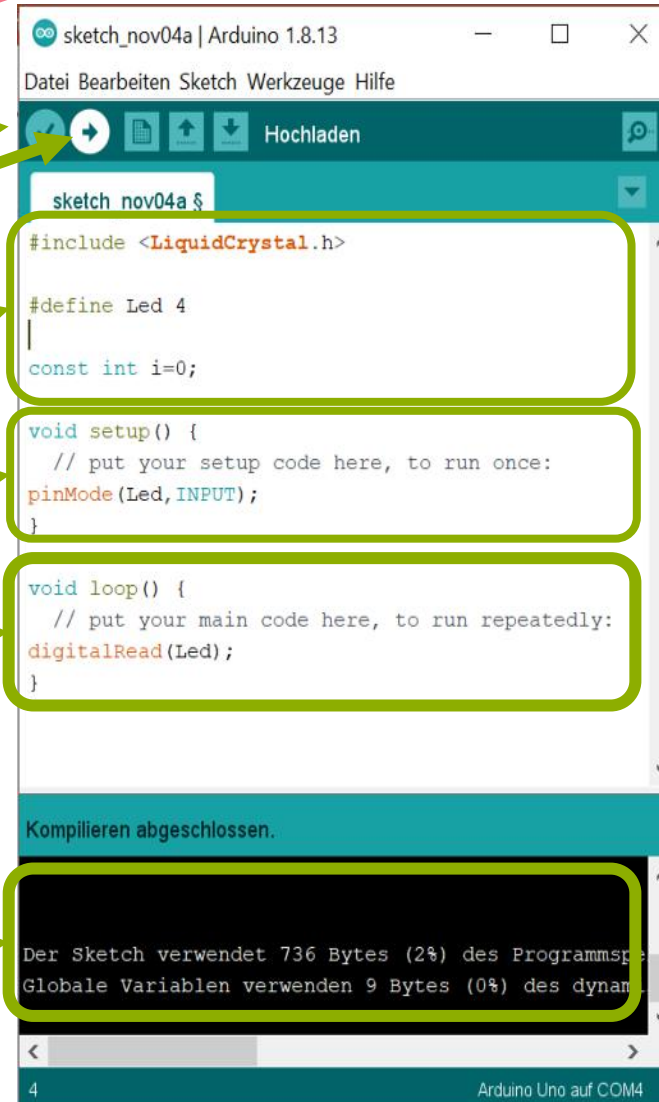
RUB Makerspace-Team: Per USB an einem Laptop angeschlossener Arduino (CC BY-SA 4.0)



RUB Makerspace-Team: Arduino die und beispielhaft geladenes Blink-Skript (CC BY-SA 4.0)

Überprüfen und kompilieren

hochladen

Bibliotheken, Konstanten,  
FunktionenEinstellung des Mikrocontroller  
(wird 1x durchlaufen)Hauptprogramm  
(läuft endlos als  
Schleife)Nützliche Infos  
(z.B. Über Fehler)

RUB Makerspace-Team: Überblick Arduino IDE und grundlegender Aufbau eines Programmierskripts (CC BY-SA 4.0)

- `void pinMode(pin, mode);`
  - pin: the pin number
  - mode: INPUT, OUTPUT, or INPUT\_PULLUP
- `void digitalWrite(pin, value);`
  - pin: the pin number
  - value: HIGH or LOW
- `int digitalRead(pin);`
  - pin: the pin number
  - Returns: LOW or HIGH
- `void delay(time);`
  - time: time in milliseconds

# Hands-On mit Microcontrollern (virtuell in TinkerCAD)

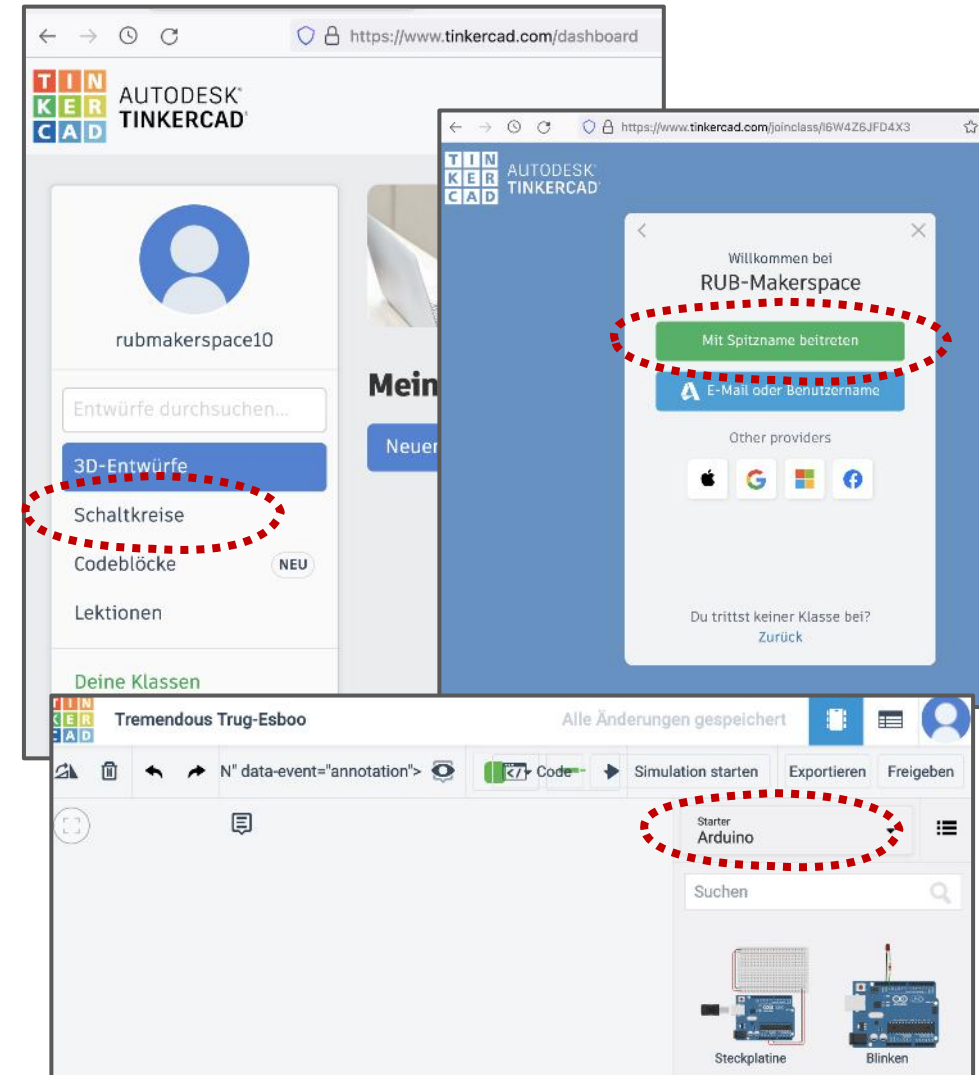
Demo



## HANDS-ON (virtuell) in TinkerCAD

<https://www.tinkercad.com/joinclass/I6W4Z6JFD4X3>

- Option „Mit Spitzname beitreten“ wählen
- Spitznamen: rubmakerspace1, rubmakerspace2, ... rubmakerspace10
- Links im Menü „Schaltkreise“ wählen
- Dann „Neuen Schaltkreis erstellen“
- Beispiele aus dem Menü Starter – „Arduino“



RUB Makerspace-Team: Einen Tinkercad-Raum des RUB Makerspace beitreten und Simulation eines Arduinos (CC BY-SA 4.0)

NOCH FRAGEN?



## KONTAKT



[makerspace@rub.de](mailto:makerspace@rub.de)



<https://makerspace.rub.de/>



[RUB Makerspace](#)



[@rubmakerspace](#)



[@rubmakerspace](#)