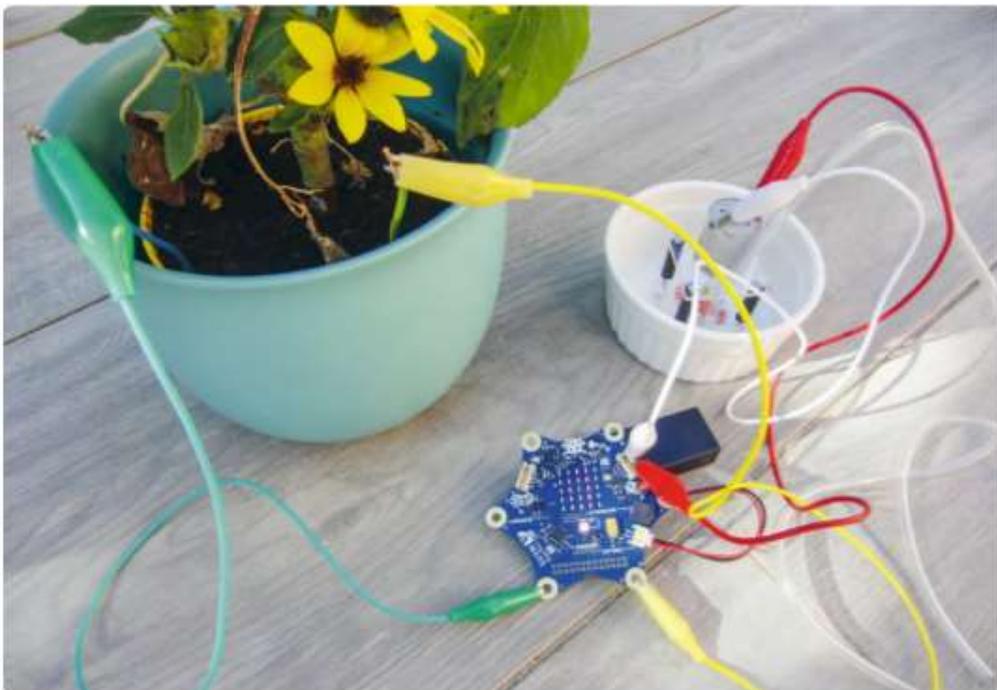




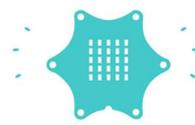
# VPLS – VacationPlantLifeSaver mit dem Calliope mini



Mithilfe eines Entwicklerboards (Calliope mini, alternativ: BBC micro:bit) lässt sich leicht eine reale Pflanzenbewässerung aufbauen. Alle Schritte des (virtuelle) VPLS mit Scratch lassen sich leicht auf die Programmierung des Calliope mini übertragen.

**Für die Umsetzung des Projekts sind zusätzliche Hardware und Bauteile erforderlich.**

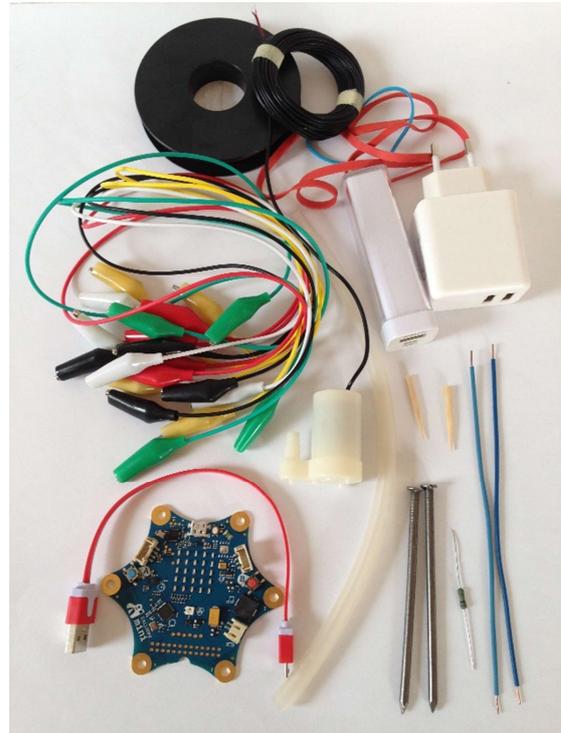
Diese Anleitung wird regelmäßig überarbeitet, sodass sich inzwischen an einigen Stellen Änderungen im Vergleich zum Artikel der Coding-Broschüre ergeben. Durch den Einsatz einer Mini-Tauchpumpe (3 – 5 V, 200 mA) und einer zusätzlichen Spannungsversorgung der Pumpe entfallen der Selbstbau einer Kreispumpe und eines Motortreibers. Zur Schaltung höherer Lasten (leistungsstärkere Pumpen) empfehlen wir den Einsatz des kostengünstigen Grove-Relais zur Schaltung einer externen Spannungsquelle (bis 230 V~, 5 A). Dieses ist kompatibel zu allen üblichen Entwicklerboards (Arduino, Raspberry Pi, ...).



## Materialliste

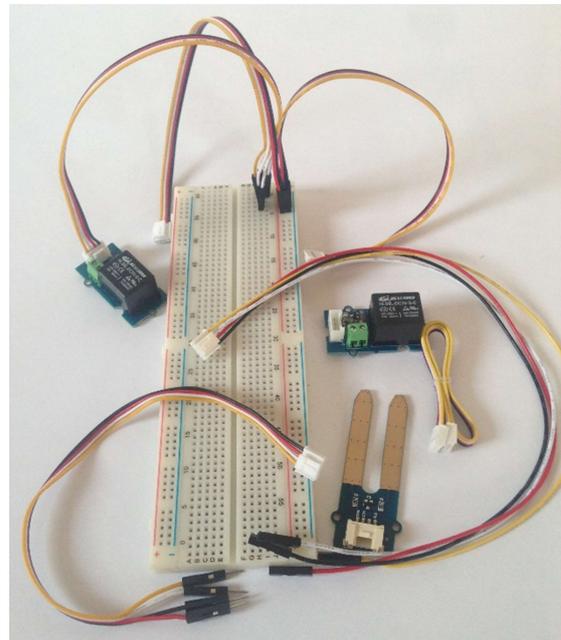
Die Materialliste bezieht sich auf eine Arbeitsgruppe.

- Calliope mini (mit USB-Kabel)
- Laptop oder PC
- 4 Messleitungen mit Krokodilklemmen (verschiedenfarbig)
- 2 Nägel / Kabelabschnitte
- 1 Widerstand 10 k $\Omega$  (Kiloohm)
- 1 Mini-Tauchpumpe (3 – 5 V, 200 mA)
- Silikonschlauch (Durchmesser passend zur Tauchpumpe)
- USB-Powerbank oder USB-Netzteil
- Schaltlitze (verschiedenfarbig)
- Klebeband
- Zahnstocher



zusätzlich (empfohlen):

- Breadboard
- Passende Steckbrücken (verschiedenfarbig, unterschiedliche Längen)
- 1 Feuchtigkeitssensor (seeed Grove – Moisture Sensor)
- 1 Relais mit Grove-Anschluss (seeed Grove - Relay)
- Grove-Kabel (in verschiedenen Längen und Ausführungen (z. B. ohne Stecker))
- Lötkolben und Lötzinn
- Stift- / Steckerleisten
- Schrumpfschlauch
- ...

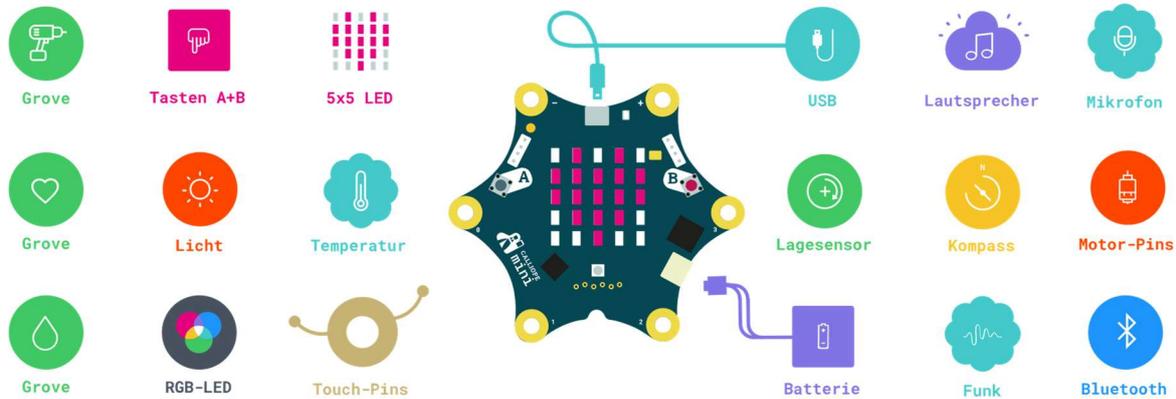


**Wichtiger Hinweis:** Die Energieversorgung des Calliope mini sollte ausschließlich über den USB-Anschluss erfolgen. Die gemessenen Feuchtigkeitswerte hängen deutlich von der Versorgungsspannung ab. Außerdem benötigt der Grove-Feuchtigkeitssensor zum Betrieb eine Mindestspannung von 3,3 V, das Batteriepack liefert mit 3 V keine ausreichende Spannung.



## Der Calliope mini ...

ist ein Entwicklerboard / Mikrocontroller mit vielfältigen Ein- und Ausgabenmöglichkeiten!  
Diese Bauteile findet man direkt auf dem Calliope mini.



[https://calliope.cc/media/pages/calliope-mini/uebersicht/84c714448d-1582095841/calliope\\_mini\\_illustration\\_all.svg](https://calliope.cc/media/pages/calliope-mini/uebersicht/84c714448d-1582095841/calliope_mini_illustration_all.svg)

Unter <https://calliope.cc> findet man zahlreiche Informationen über den Calliope mini wie

- detaillierte technische Daten
- kostenlose Handreichungen (Schulmaterial)
- Projektbeschreibungen
- Bezugsquellen
- Community

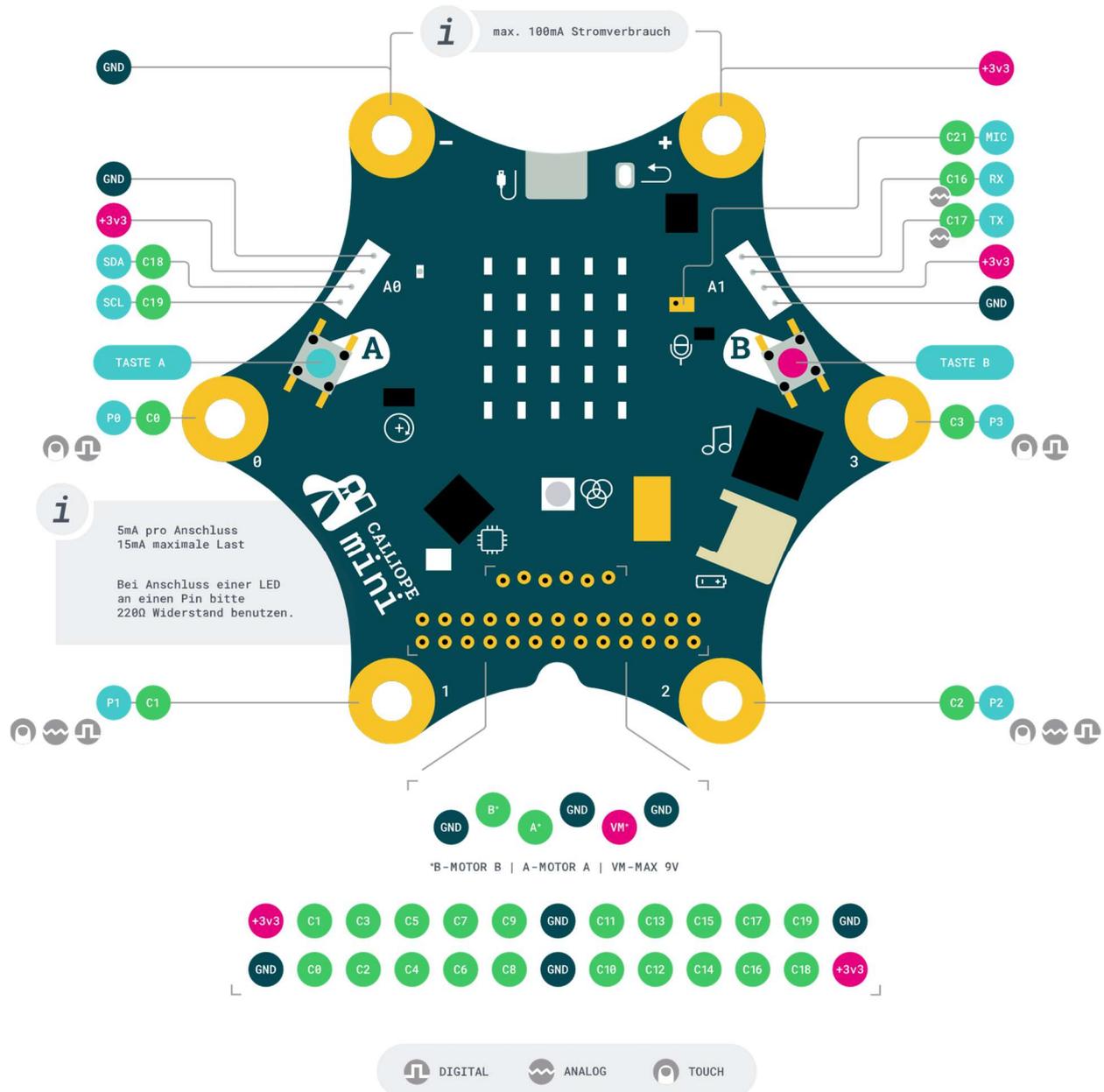
Der Calliope mini ähnelt im Aufbau und Funktionsumfang dem BBC Micro:bit, was man an einigen äußeren Merkmalen unschwer erkennen kann. Inzwischen verfügt der Micro:bit auch über Mikrofon und Lautsprecher, der etwa doppelt so teure Calliope mini verfügt über zusätzliche Aktoren (z. B. RGB-LED) und Anschlussmöglichkeiten (Pin-Outs, Grove Schnittstellen).



[https://en.wikipedia.org/wiki/File:Micro-bit\\_v1\\_%26\\_v2.JPG#file](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Micro-bit_v1_%26_v2.JPG#file) | Lizenz: CC0



## Aufbau des Calliope mini



[https://calliope.cc/media/pages/calliope-mini/technische-daten/698a374258-1581428024/calliope\\_mini\\_pinout\\_de.svg](https://calliope.cc/media/pages/calliope-mini/technische-daten/698a374258-1581428024/calliope_mini_pinout_de.svg)

### Folgende Funktionen des Calliope werden genutzt:

- Berührungssensoren (digital I/O, analog I/O) auslesen
- Ausgabe von Befehlen an digitale / analoge Ports / Grove-Schnittstelle

### Außerdem gibt es:

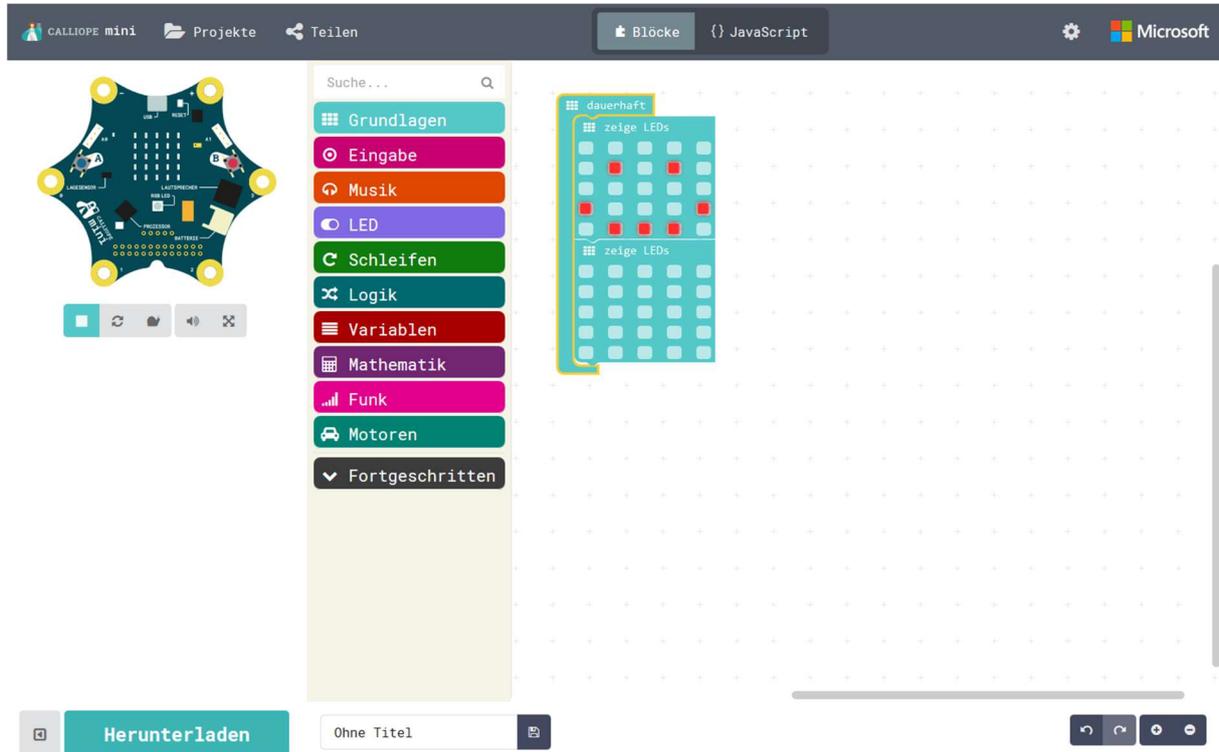
- einen kleinen Einblick ins „Making“ (wir bauen einen Feuchtigkeitssensor)
- Sicherheitshinweise

**Am Ende kann ein realer VPLS mit dem Calliope mini realisiert werden.**



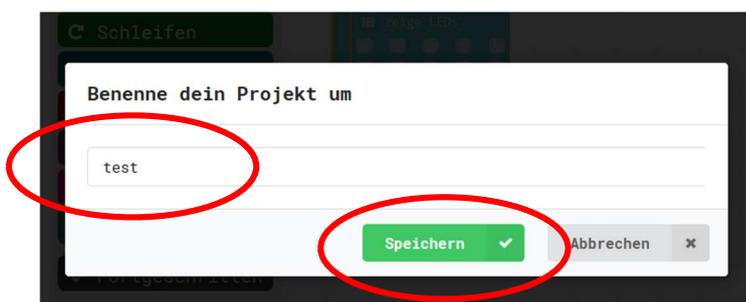
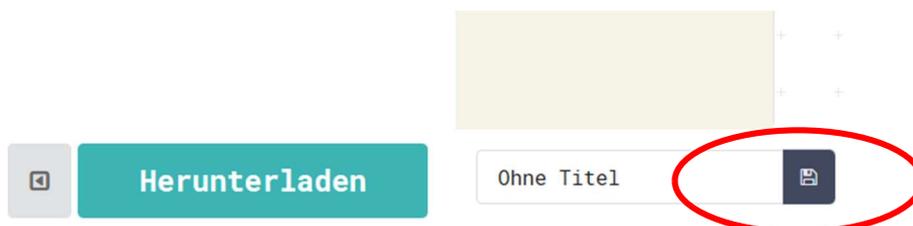
## 1. Makecode-Editor

Gib im Browser [makecode.calliope.cc](https://makecode.calliope.cc) ein. Es öffnet sich (bei aktiver Internetverbindung):



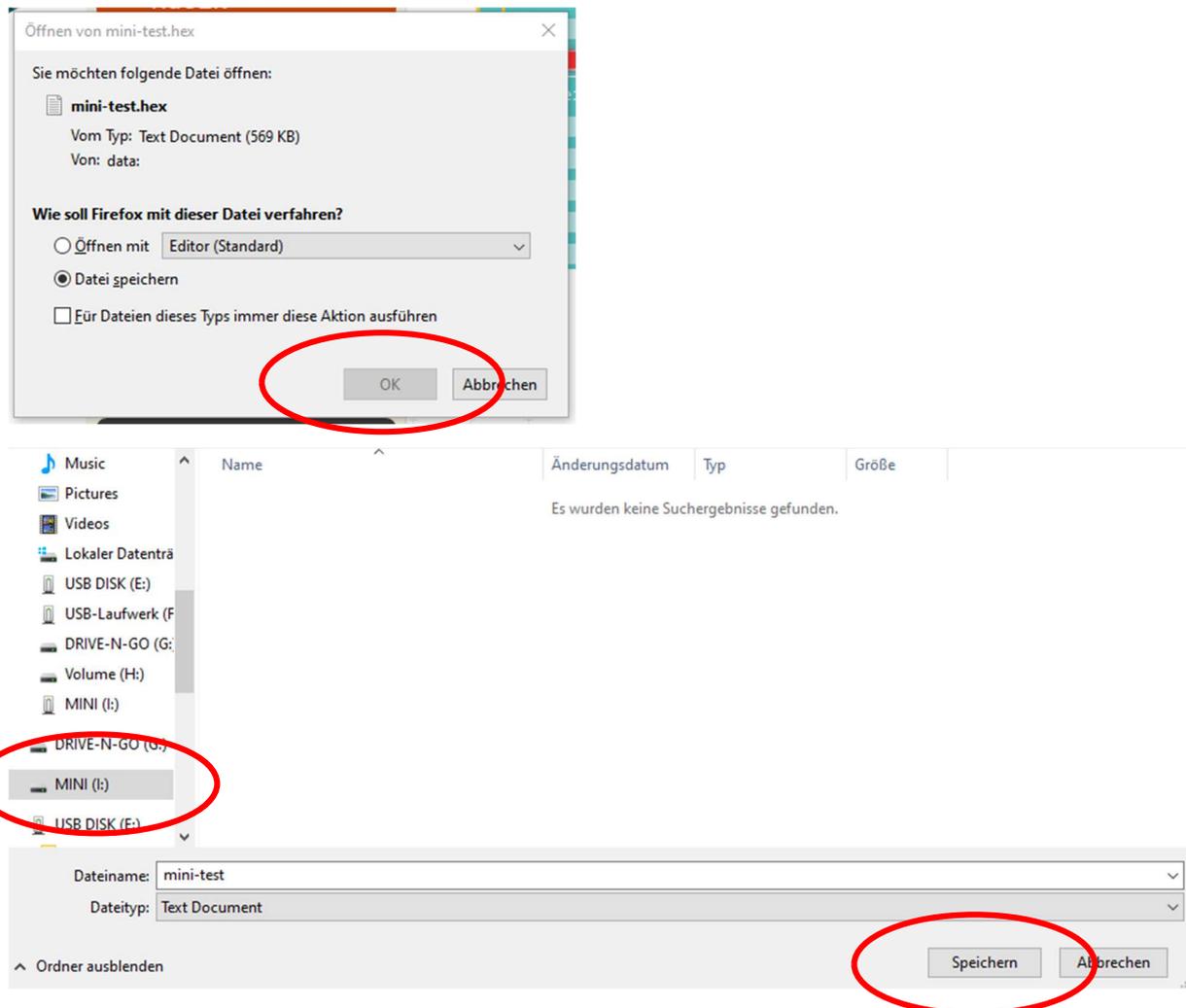
Beim nächsten Aufruf funktioniert das Programm ohne Verbindung zum Internet (sofern der Cache des Browsers nicht gelöscht wird).

Speichern deines Codes auf dem Calliope mini:





Ist ein Calliope mini per USB mit dem Computer verbunden, so erscheint er als Laufwerk. Hier kann die Datei direkt gespeichert werden.



Während des Speicherns blinkt die Power-LED des Calliope mini. Blinkt sie nicht mehr, ist das Programm geladen.

Die Programme können zunächst auch auf der Festplatte des Computers gespeichert werden. Es entstehen entsprechende .hex-Dateien, die anschließend wieder zur weiteren Bearbeitung in Makecode geladen werden können. Sie lassen sich außerdem per drag and drop auf den MINI verschieben.



## 2. Vorbereitende Aktivitäten

Mache dich mit Makecode vertraut und erprobe einige Funktionen des Calliope mini.

### 2.1 Touchsensor

Schreibe dein erstes Programm: Werden – und P0 berührt, dann soll eine Ausgabe erfolgen (z.B. LED leuchtet). *Lösung: mini-touch.hex*

```

dauerhaft
  eingebaute RGB-LED ausschalten
  während Pin P0 ist gedrückt
    mache
      setze RGB-LED-Farbe auf
  
```

### 2.2 Feuchtigkeitsmessung (ohne Sensor)

Erstelle folgendes Programm und lade es auf den Calliope mini. Verwende die Übungsdatei *mini-feuchtigkeit\_start.hex*.

```

wenn Knopf A gedrückt
  setze Feuchtigkeit auf ( analoge Werte von Pin P1 )
  zeige Zahl Feuchtigkeit
  
```

Starte das Programm. Welcher Wert wird angezeigt, wenn kein Pin berührt wird, welcher, wenn du – und P1 berührst? Schließe – und P1 mit einem Krokodilkabel kurz. Welcher Wert wird nun angezeigt?

### 2.3 Feuchtigkeitsmessung (ohne Sensor)

Erweitere dein Programm, sodass noch eine dauerhafte Ausgabe auf dem Display erfolgt. Möglicherweise musst du den Zahlwert 150 etwas anpassen (vgl. 2.2) Tipp: Feuchtigkeit ist eine Variable. *Lösung: mini-feuchtigkeit\_ohne\_sensor.hex*

```

wenn Knopf A gedrückt
  setze Feuchtigkeit auf analoge Werte von Pin P1
  zeige Zahl Feuchtigkeit
  wenn Feuchtigkeit > 150 dann
    zeige Symbol
  ansonsten
    zeige Symbol
  
```

**Aber was wurde bisher überhaupt gemessen?**



### 3. Der Feuchtigkeitssensor

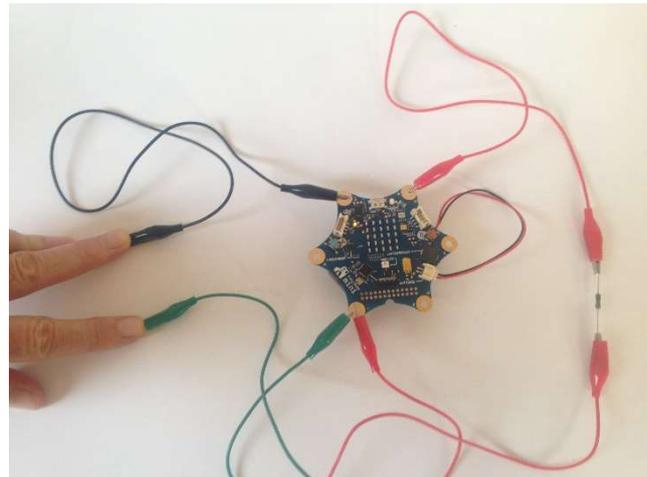
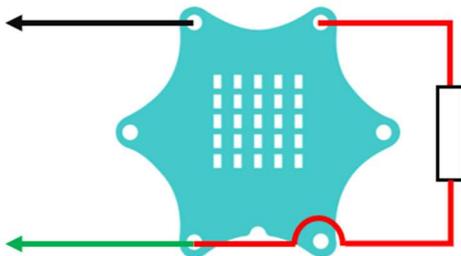
Jeder Touch-Sensor oder Feuchtigkeitssensor misst die Leitfähigkeit eines Objekts. Der Touch-Sensor unterscheidet dabei eigentlich nur zwischen 2 Zuständen: leitet elektrischen Strom / leitet elektrischen Strom nicht (digital I/O). Der Feuchtigkeitssensor ermittelt hingegen einen Zahlenwert zwischen 1 und 1024 – je nachdem wie gut der Strom durch das Objekt geleitet wird. Dieser Wert soll nun möglichst genau für unseren Boden im Blumentopf ermittelt werden, feuchter Boden leitet besser als trockener.

#### 3.1 Feuchtigkeitssensors selbst gebaut

Du benötigst neben deinem Calliope mini:

- 4 Krokodilkabel
- 1 Widerstand (ca. 10 kΩ)

Baue folgende Schaltung auf:



Wiederhole Aktivität 2.2 mit der gerade aufgebauten Schaltung. Berühre die offenen Kabelenden (vgl. Bild oben rechts).

Wie hat sich die Anzeige durch die Schaltung im Vergleich zu 2.2 geändert?

#### 3.2 DIY-Feuchtigkeitssensor testen

Du benötigst jetzt zusätzlich

- 1 Stück trockenes / feuchtes Küchenpapier (o. ä.).

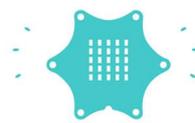
Lade dein Programm aus Aktivität 2.3 auf den Calliope und klemme das Papierstück zwischen das grüne und schwarze Kabelende deines DIY\*-Feuchtigkeitssensors. Wie verändern sich die angezeigten Werte in Abhängigkeit von

- dem Abstand der Elektroden und
- der Feuchtigkeit des Papiers.

Sicher stellst du fest, dass du durch die Schaltung eine höhere Messgenauigkeit erzielen kannst

Finde einen geeigneten Wert, sodass ein lachender Smiley angezeigt wird, wenn das Papier feucht ist, ein trauriger bei trockenem Papier. *Lösung: mini-feuchtigkeit\_diy.hex*

\* Ach ja: DIY ist die Abkürzung für **Do It Yourself**.

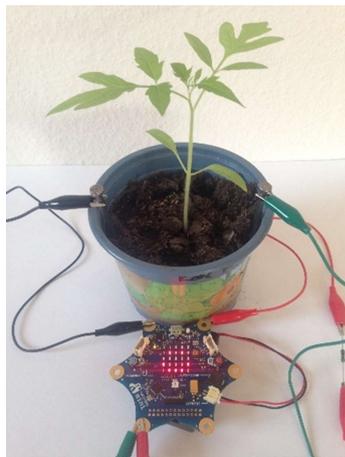


### 3.3 Feuchtigkeitsmessung im Blumentopf

Jetzt darfst du frei experimentieren. Du benötigst:

- Blumentöpfe
- Blumenerde (verschiedene Feuchtigkeitsgrade)
- 2 Nägel / Kabelabschnitte (Elektroden)

Finde eine passende Anordnung der Elektroden im Blumentopf und einen Feuchtigkeitswert, ab dem gegossen werden soll. Du kannst weiterhin dein Programm aus Aktivität 3.2 nutzen und anpassen.

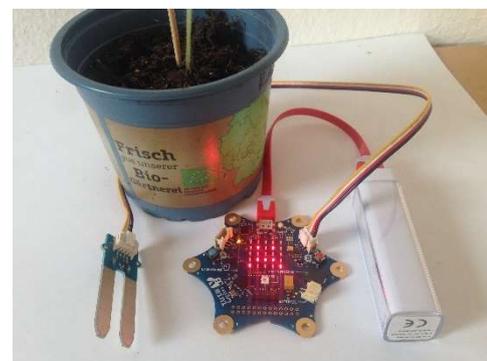


Hinweis: Die Nägel (links) messen irgendwo im Topf die größte Feuchtigkeit, die Drahtstücke (rechts) sind isoliert und messen zwischen 2 Punkten am Boden des Topfes.

### 3.4 Feuchtigkeitssensor von der Stange

Wiederhole Aktivität 3.3 für einen gekauften Feuchtigkeitssensor.

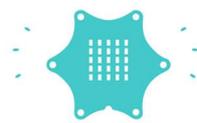
Der Sensor wird an den rechten Grove-Anschluss angesteckt, es handelt sich um einen analogen Sensor an Pin C16. Beachte folgenden Auszug aus dem Datenblatt:



Item	Condition	Min	Typical	Max	Unit
Voltage	-	3.3	-	5	V
Current	-	0	-	35	mA
Output Value	Sensor in dry soil Sensor in humid soil Sensor in water	0 300<700>	-	300 700 950	-

Welche Veränderungen musst du im Programm vornehmen, damit richtig gegossen wird?

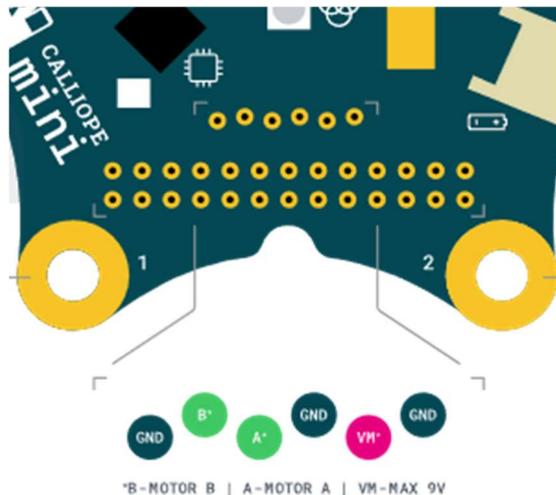
Lösung: *mini-feuchtigkeit\_seeed.hex*



## 4. Die Pumpe

### 4.1 Mini-Tauchpumpe mit Motorsteuerung

Schließe die Mini-Tauchpumpe an die Anschlüsse für einen Motor an.



In unserem Beispiel ist dies Motor B. Da die Kabelenden nicht fest verbunden bleiben, fixiere sie mit Zahnstochern. Verfahre ebenso mit der externen Spannungsversorgung an den rechten beiden Anschlüssen (hier nicht abgebildet – **unbedingt richtige Polung beachten!**).

Die Anschlussmöglichkeit mit Zahnstochern dient ausschließlich zum Experimentieren, für eine dauerhafte Verkabelung empfehlen wir das Anlöten von Stift- oder Steckerleisten.

Erstelle folgendes Programm und teste deine Pumpenschaltung:



Lösung: *mini-pumpe\_B\_test.hex*

### 4.2 Pumpen in Intervallen

Zu viel Wasser kann den Pflanzen auch schaden. Die Pumpe soll daher immer nur so viel Wasser liefern wie nötig. Das funktioniert ganz gut, wenn immer nur kurz gepumpt und anschließend pausiert wird. So hat der Boden Zeit, das Wasser aufzunehmen.

Schreibe ein Programm, dass 4 Pumpstöße (Dauer 1000 ms) ausführt, zwischen denen jeweils eine Pause von 5000 ms liegt. Das gelingt z. B. mit dem rechts abgebildeten Programmblock:

Das Programm soll nach Drücken der Taste B starten. Lösung: *mini-pumpe\_intervall.hex*





### 4.3 Für größere Pumpen: Relais schalten (optional)

Größere Pumpen bzw. Pumpen mit Betriebsspannungen von 12 V oder mehr lassen sich mithilfe eines Grove-Relais (max. 230 V~, 5 A) schalten.

Das Relais wird wie der Feuchtigkeitssensor in Aktivität 3.4 ebenfalls an den rechten Grove-Anschluss angesteckt, es handelt sich diesmal um einen digitalen Aktor an Pin C16. Schreibe 2 Programme:

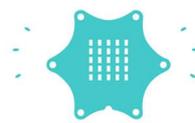
- Wenn Taste A gedrückt wird, soll das Relais eingeschaltet werden. Wenn Taste B gedrückt wird, soll das Relais ausgeschaltet werden. *Lösung: mini-relais\_schalten.hex*
- Das Relais soll eingeschaltet werden, solange Taste A gehalten wird. *Lösung: mini-relais\_taster.hex*

## 5. Temperaturmessung (optional)

Programmiere eine Temperaturanzeige. Der Calliope mini verfügt über einen integrierten Temperatursensor. Bei uns funktioniert die Anzeige über die RGB-LED:



*Lösung: mini-temperatur\_rgb.hex*



## 6. VPLS-Modell

Zum Abschluss bauen wir eine Modellschaltung mit folgenden Komponenten:

- seeed Grove-Feuchtigkeitssensor (an Grove Schnittstelle (rechts / Pin C16))
- Mini-Tauchpumpe (an Motor B)

Es wird solange Wasser von einem Gefäß (hier: Gießkanne) ins andere (hier: Trinkglas) gepumpt, bis der Feuchtigkeitssensor im Glas anspricht und das „Gießen“ stoppt. Lösung: *mini-vpls\_test\_demo.hex*



```

beim Start
  Motor B an mit 0 %

wenn Knopf A gedrückt
  setze Feuchtigkeit auf analoge Werte von Pin C16
  zeige Zahl Feuchtigkeit
  wenn Feuchtigkeit < 500 dann
    setze RGB-LED-Farbe auf [rot]
  ansonsten
    setze RGB-LED-Farbe auf [grün]
  +
  pausiere (ms) 1000
  während Feuchtigkeit < 500
    mache
      setze RGB-LED-Farbe auf [gelb]
      Motor B an mit 100 %
      pausiere (ms) 5000
      Motor B an mit 0 %
      pausiere (ms) 2000
  setze Feuchtigkeit auf analoge Werte von Pin C16
  zeige Zahl Feuchtigkeit
  wenn Feuchtigkeit < 500 dann
    setze RGB-LED-Farbe auf [rot]
  ansonsten
    setze RGB-LED-Farbe auf [grün]
  +
  pausiere (ms) 1000
  
```

## 7. ...

Ab hier ist deine Kreativität gefragt. Prüfe regelmäßig die Projektseite bei [www.science-on-stage.de](http://www.science-on-stage.de) auf mögliche Projektupdates.