

# Digitale Wetterstation

# Unterrichtssequenz für den Zyklus 2 und 3

Autor: Benjamin Lizinger  
Primarschule Halden, St. Gallen

September 2023

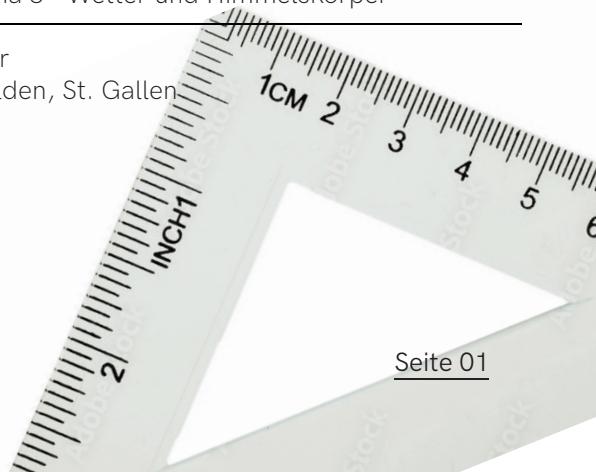
# Thema

In sogenannten «Smart und Vertical Farms» sind bereits hochmoderne Anlagen in Betrieb, in denen verschiedene Messgeräte den Zustand und die Bedürfnisse der Pflanzen analysieren, um die optimale Pflege zu steuern. Dadurch wird das Wachstum und letztlich der Ertrag und die Qualität der Pflanzen maximiert. Angesichts des Klimawandels können solche Entwicklungen zu Gamechangers in der Landwirtschaft werden. Hier stellt sich die Frage, warum diese Entwicklungen nicht auch im privaten Gartenbereich genutzt werden, um auch hier das «Gärtner» zu optimieren.

Im Rahmen des Projektes DIWENT der PHSG wurde dieses Unterrichtskonzept entwickelt und für die Umsetzung mit Schulklassen des Zyklus 2 und 3 konzipiert. Dabei erhalten die Schüler:innen in ca. 8 Lektionen einen Einblick in die Erstellung einer Wetterstation für Smart Farming, wie diese funktioniert und was dafür benötigt wird. Sie lernen die Programmierumgebung MakeCode kennen und setzen diese zusammen mit einem MicroBit ein, so dass am Ende eine automatisierte Wetterstation entsteht, die im Alltag im eigenen Garten eingesetzt werden kann.

## Übersicht

<b>SuS-Aktivität</b>	Beobachten, Programmieren, Messungen anstellen, Versuche durchführen, Daten sammeln, darstellen und auswerten
<b>Zielstufe</b>	7. Klasse (Sek) oder 6. Klasse (Primar)
<b>Dauer</b>	8-12 Lektionen
<b>Erprobung auf der Zielstufe</b>	Noch nicht durchgeführt
<b>Unterrichtsformen</b>	Plenum & Gruppen- resp. Partnerarbeit Während des NT und MI-Unterricht
<b>Anzahl benötigte Personen</b>	Mind. eine Lehrperson und evtl. eine Assistenzperson
<b>Benötigte Infrastruktur</b>	Pro 2-3 SuS (als Gruppe): 1 Laptop, 1 MicroBit, 1 USB Kabel, 1 Lampe, 4 Krokodilklemmen, 2 Schrauben/Nägel, 1 Lichtsensor, 1 Blumentopf (mit Erde und 1 Pflanze darin), 1 Luftdrucksensor (bmp280).
<b>Einbettung Lehrmittel</b>	Natech 7 Thema 1 - Naturwissenschaften erkunden Natech 5-6 Thema 8 - Wetter und Himmelskörper
<b>Autor</b>	Benjamin Lizinger Primarschule Halden, St. Gallen



# Unterrichtsidee

Die Schüler:innen entwickeln mithilfe eines MicroBits ein Programm zur Messung verschiedener Wetterdaten und analysieren so die aktuelle Wettersituation und den Bedarf einer ausgewählten Pflanze.

Über vier Unterrichtseinheiten hinweg werden die einzelnen Bestandteile der Wetterstation erarbeitet. 2-3 SuS entwickeln in einer Gruppe eine eigene Wetterstation. Dabei sollen sie auch möglichst eine eigene Pflanze wählen, die entweder schon vorhanden ist oder einfach besorgt werden kann. Die Kinder bauen eine Messstationen für die Temperatur, Bodenfeuchtigkeit, Luftdruck und Helligkeit, bei der die gemessenen Werte angezeigt und bei Erreichen eines Schwellenwertes einen Alarm auslösen. Durch Recherche und Beobachtungen, sollen die Schüler:innen möglichst selbstständig die optimalen Bedingungen und somit die Schwellenwerte ihrer Pflanze ermitteln und dementsprechend das Programm anpassen.

Zu Beginn werden zuerst einmal die einzelnen Messinstrumente: Thermometer, Hygrometer, Barometer und Lichtsensor untersucht. Danach gibt es eine Einführung zur Programmierung mit dem MicroBit. Daraufhin dürfen dann die SuS selbst ein Bodenfeuchtigkeitsmessgerät mithilfe des MicroBits entwickeln.

Zum Schluss werden dann noch die Thermometerfunktion, ein externer Barometer und ein Lichtsensor an den MicroBit angeschlossen und dazu programmiert. Die Werte werden dann bestenfalls unter realen Bedingungen an einer Pflanze gemessen, ausgewertet und dementsprechend eine Pflegeanleitung erstellt, die dann angewendet werden kann.

## Einbettung im Unterricht

Im Vorfeld zur Unterrichtseinheit könnten folgende Kompetenzen erarbeitet bzw. Themen besprochen werden:

- Die SuS kennen verschiedene Wetterdaten wie Temperatur, relative Feuchtigkeit, Luftdruck, Helligkeit (in Lumen) und Bewölkung und können diese Werte einordnen.
- Die SuS kennen den Umgang mit PC's und haben bereits mit einer oder mehreren Programmiersprachen (blockbasiert) gearbeitet.

## Rahmenbedingungen des Unterrichtsprojektes

Die Zielgruppe dieser Unterrichtseinheit sind Schüler:innen ab der 6. Klasse. Die Inhalte sowie die Umsetzung sind teils individuell umsetzbar sowie anpassbar, weshalb das Projekt auch auf Sekundarstufe 1 bearbeitet werden kann.

Zur Umsetzung dieses Projekts bedarf es ein paar wenige Materialien, die bereits in „Steckbrief, Abschnitt benötigte Infrastruktur“ aufgelistet werden. Dann sollte zuerst eine Einführung oder Wiederholung zum Thema Wetter messen und optimale Bedingungen zum Wachstum einer bestimmten Pflanze gebracht werden.

Auf den folgenden beiden Webseiten werden Pflegehinweise für viele Pflanzenarten aufgezählt:

- <https://feey.ch/pages/pflanzenlexikon> - Zimmerpflanzen
- <https://www.schoener-wohnen.de/einrichten/garten-terrasse/pflanzenlexikon/> - Gartenpflanzen

# Messinstrumente

Die Messinstrumente: Thermometer, Hygrometer, Barometer und Lichtsensor können an den MicroBit angeschlossen werden. Die Programmierung erfolgt mit dem MicroBit.

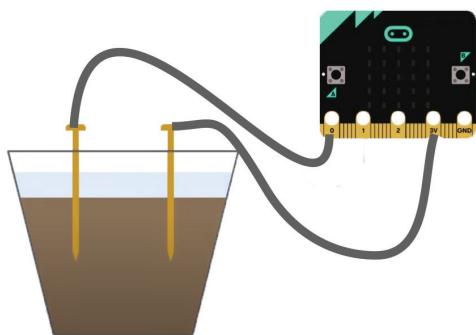


Bild 1: Feuchtigkeitssensor, Anschluss an MicroBit. (Quelle: Eigene Darstellung)



Bild 2: Programm Feuchtigkeitswerte ausgeben (Quelle: Eigene Darstellung)

## Messung der Bodenfeuchtigkeit

Trockene Erde wird in einen Topf gefüllt. Dann werden zwei Nägel hineingesteckt. Ein Nagel wird an den 3V-Pol des MicroBits angeschlossen, der andere an Pin 0 (Bild 1). Mit Hilfe eines einfachen Programms (Bild 2) können verschiedene Feuchtwerte ermittelt und in eine Tabelle eingetragen werden (Bild 3). Die analogen Werte können nur als eine Anzahl von Abstufungen dargestellt werden. Beispielsweise stellt der Micro:Bit Analogwerte zwischen 0...3 Volt als 0...1024 Stufen dar.

Feuchtigkeit, Topferde	Analoger Wert P0
Trocken	500
Feucht	680
Nass	1000

Bild 3: Schüler:innen halten Schwellenwerte fest (Quelle: Eigene Darstellung)

## Messung der Helligkeit

Wie bei der Feuchtemessung kann auch die Helligkeit analog mit dem eingebauten Sensor gemessen werden. In Abbildung 4 wird der Helligkeitswert in einem Intervall von einer Sekunde ausgegeben. Sensoren liefern oft Messwertschwankungen, die auf verschiedene Faktoren wie elektrische Störungen oder Umweltbedingungen zurückzuführen sind. Die Mittelwertbildung von Sensorwerten über einen bestimmten Zeitraum kann dazu beitragen, diese Schwankungen zu glätten und eine stabilere und zuverlässiger Messung zu ermöglichen.

Hierbei wird mit einer Liste von Werten (Array) gearbeitet. Im Abstand von einer Sekunde wird immer der älteste Wert aus der Liste entfernt und der neueste Wert der Liste hinzugefügt. Anschliessend werden alle Werte der Liste addiert und durch die Anzahl Listenwerte dividiert. Bild 5 zeigt diesen Algorithmus beispielhaft. Im Startblock muss zuerst eine Liste definiert werden. In diesem Fall mit vier Listenfeldern. Das vollständige Programm ist in der Datei: wetterstation\_helligkeitsdurchschnitt.hex auf Github zu finden.



Bild 4: Helligkeitsmessung im Sekundenabstand (Quelle: Eigene Darstellung)



Bild 5: Mittelwertmessung der Helligkeit (Quelle: Eigene Darstellung)

## Sensoren einbinden

Mit Hilfe eines Temperatur- und Luftdrucksensors können weitere Parameter gemessen und mit Hilfe eines Programms optimale Bedingungen für ein gutes Wachstum geschaffen werden. Abbildung 6 zeigt, wie der Temperatur- und Luftdrucksensor (BMP280) integriert werden kann. Dazu muss lediglich eine Erweiterung für diesen Sensor geladen werden. Die Sensorfunktionen stehen dann im Menü unter «BMP280» zur Verfügung.

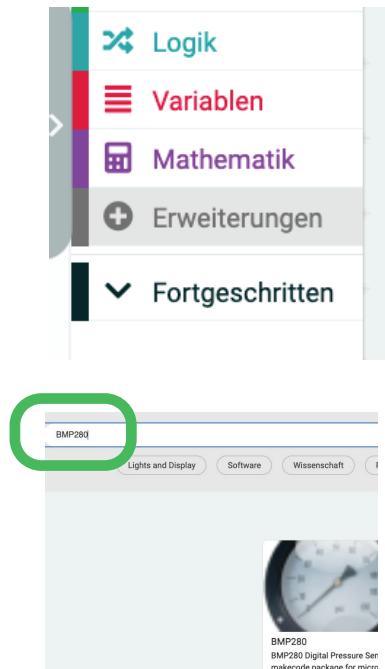


Bild 6: Erweiterungen laden in MakeCode (Quelle: Eigene Darstellung)

## Wissenswertes

**MicroBit** — Der MicroBit ist ein kleiner Computer und kann mit verschiedenen Sensoren verbunden werden.

**BMP280** — Dieser Sensor misst den Luftdruck mit einer absoluten Genauigkeit von  $\pm 1 \text{ hPa}$  und die Temperatur mit einer Genauigkeit von  $\pm 1,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Da sich der Luftdruck mit der Höhe ändert und die Druckmessungen so gut sind, kann er auch als Höhenmesser mit einer Genauigkeit von  $\pm 1 \text{ m}$  verwendet werden. Er verfügt über eine I<sub>2</sub>C-Schnittstelle und kann mit Hilfe einer MakeCode-Erweiterung angesteuert, respektive ausgelesen werden.

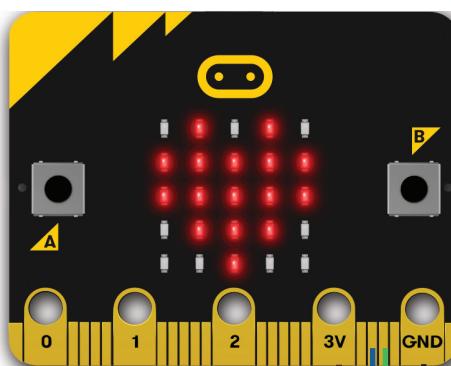


Bild 7: MicroBit mit Sensor verbinden. (Quelle: microbit.org)

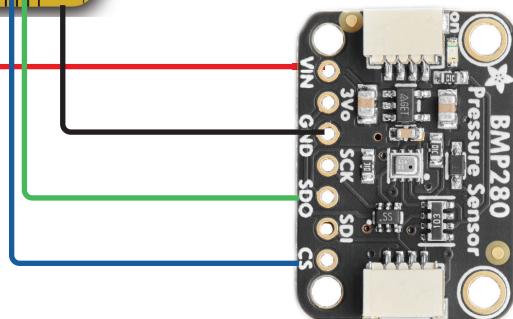


Bild 8: Sensor BMP280 via I<sub>2</sub>C (Quelle: adafruit.com/product/2651)

## Sensoren verwenden

Das nachfolgende Programm zeigt, wie die verschiedenen Sensoren für eine Wetterstation eingesetzt werden können. Zum einen werden die analogen Eingänge des MicroBit direkt für die Messung der Bodenfeuchte verwendet, zum anderen wird der Sensor BMP280 mit Hilfe einer Erweiterung genutzt. Bei der Verwendung eines Sensors über die I2C-Schnittstelle muss zunächst die richtige Adresse eingestellt werden, da über diese Schnittstelle mehrere Geräte mit unterschiedlichen Adressen angeprochen werden können. Dabei können Werte wie Temperatur oder Luftdruck ausgelassen werden.

Das unten stehende Programm (wetterstation.hex) ist als Datei auf Github verfügbar. Es dient als Vorlage und kann beliebig erweitert, modifiziert oder verändert werden.

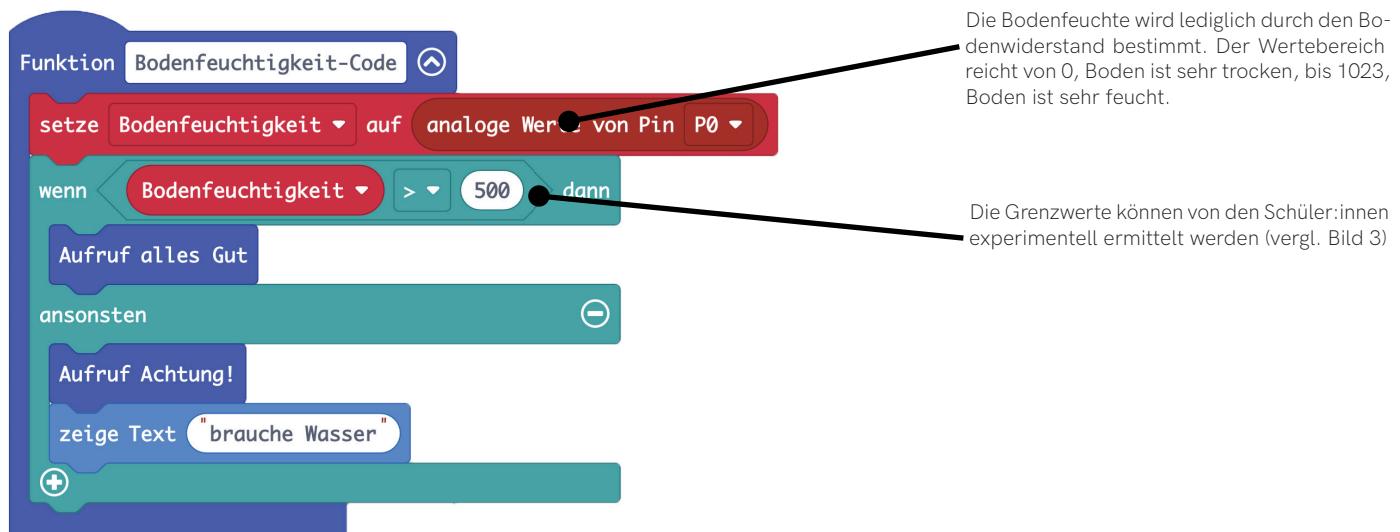


Bild 9: Feuchtigkeitsmessung als Funktion mit Grenzwerten (Quelle: Eigene Darstellung)

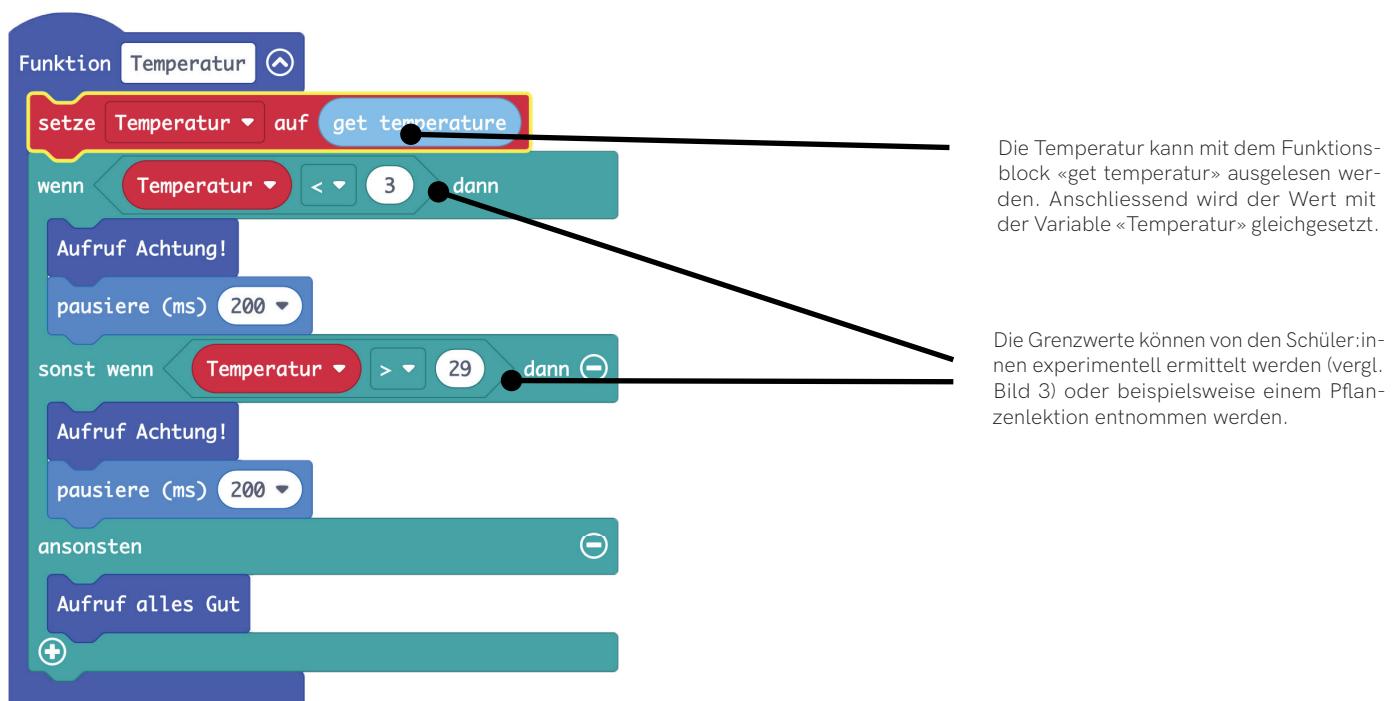


Bild 10: Temperaturmessung eingebettet in einer Funktion mit Grenzwerten (Quelle: Eigene Darstellung)

# Lernziele und erhoffter pädagogischer Mehrwert der eingesetzten Medien für den NT-Unterricht

## Lernziele:

- Die SuS können Vermutungen anstellen, wie sich verschiedene Wettersituationen auf eine Pflanze auswirken und was die optimale Temperatur, Feuchtigkeit, Lichtintensität und Schutz vor Niederschlägen benötigt.
- Die SuS können mithilfe von MakeCode ein Programm schreiben, dass zur Messung und Anzeige von Sensordaten dient und diese an eine E-Mail weiterleitet.
- Die SuS können mithilfe eines MicroBits die Temperatur, Bodenfeuchtigkeit, Luftdruck und Helligkeit messen und auf einem PC anzeigen lassen.

## Pädagogischer Mehrwert

Das Thema Wetter fasziniert uns Menschen bereits seit Jahrtausenden. Heute werden wir rundum mit genauesten Analysen versorgt und diese können wir uns zunutze machen, um nicht nur unsere Bedürfnisse zu stillen, sondern auch der von Pflanzen, von denen wir letztendlich abhängig sind.

Der pädagogische Mehrwert aus diesem Projekt ergibt sich darin, dass zum einen wichtige Lerninhalte aus dem NT und MI Unterricht vermittelt werden und zum anderen SuS die Chance haben eine eigene Wetterstation für individuelle Wetterbeobachtungen zu bauen. Über die Unterrichtseinheiten hinweg werden die einzelnen Bestandteile der Wetterstation erarbeitet. Die SuS programmieren selbstständig eine Messstationen mithilfe eines MicroBits und ein paar Sensoren, die dann anschliessend für die Optimierung der Pflege von Pflanzen im Schulgarten oder im privaten Garten genutzt werden können. Dabei lernen sie zudem die neuesten Entwicklungen im Landwirtschaftlichen Sektor kennen.

# Mögliche Lektionsgestaltung

Zeitbedarf / Kurz- beschreibung	Beschreibung	Material
<p>1-2 Lektionen</p> <p>Messinstrumente kennenlernen und deren Messwerte optimal für eine Pflanze bestimmen.</p>	<p>Die LP stellt verschiedene Wettermessinstrumente vor und zeigt diese der Klasse. Dabei können auch gleich die aktuellen Messwerte aufgeschrieben werden.</p> <p>Anschliessend werden die Bedingungen geändert (Luftfeuchtigkeit erhöht durch Sprühdose, oder Föhn eingeschaltet zur Erhöhung der Temperatur).</p>	<p>Barometer, Thermo- meter, Hygrometer</p> <p>Föhn, Sprühdose</p>
	<p>Danach werden die SuS in 2er-3er Gruppen zusammengesetzt. Jede Gruppe soll zu einer bestimmten (selbst gewählte) Pflanze, die entweder schon vorhanden ist oder einfach besorgt werden kann, die optimalen Bedingungen herausfinden und damit einen Pflanzenpass ausfüllen.</p> <p>Auf den folgenden Webseiten können die SuS zu ihrer Pflanze recherchieren:</p> <p><a href="https://feey.ch/pages/pflanzenlexikon">https://feey.ch/pages/pflanzenlexikon</a> - Zimmerpflanzen  <a href="https://www.schoener-wohnen.de/einrichten/garten-terrasse/pflanzenlexikon/">https://www.schoener-wohnen.de/einrichten/garten-terrasse/pflanzenlexikon/</a> - Gartenpflanzen</p> <p>Zudem sollen so Schwellenwerte bereits herausgefunden werden, die dann später zur Programmierung genutzt werden.</p>	<p>Diverse Pflanzen</p> <p><a href="#">Arbeitsblatt_Pflanzenpass.pdf</a></p>
<p>2-3 Lektionen</p> <p>Programm mit Bodenfeuchtigkeit, Kennenlernen der von MakeCode und Erstellen des ersten Programms zur Messung der Bodenfeuchtigkeit.</p>	<p>In der zweiten Einheit wird (wenn noch nicht vorhanden) das Grundverständnis von Mikrocontroller vermittelt und vor allem wie der MicroBit mithilfe der Programmiersprache MakeCode funktioniert.</p> <p>Anhand der Lernkarten von «Coding for tomorrow» wird das Coden mithilfe von MakeCode auf spielerische Weise geübt und gleichzeitig wird auch schon das Projekt einer Wettermessstation eingeführt.</p> <p>Als erste Aufgabe wird ein Programm entwickelt, das die Messung der Bodenfeuchtigkeit ermöglicht.</p>	<p><a href="https://makecode.microbit.org">https://makecode.microbit.org</a></p> <p><a href="https://coding-for-tomorrow.de/download/CFT_MicroBit_Lernkarten_Froehliche_Pflanzen.pdf">https://coding-for-tomorrow.de/download/CFT_MicroBit_Lernkarten_Froehliche_Pflanzen.pdf</a></p> <p><a href="wetterstation_bodenfeuchtigkeit.hex">wetterstation_bodenfeuchtigkeit.hex</a></p>

Zeitbedarf / Kurzbeschreibung	Beschreibung	Material
3-4 Lektionen  Ausbau der Wetterstation mithilfe von weiteren Sensoren und Hinzufügen der Funktion von Daten versenden und Alarmierung bei Erreichen eines Schwellenwertes	<p>In der dritten Einheit wird die Wetterstation mit weiteren Modulen, u.a. Thermometer, Luftdruck und Helligkeitssensor erweitert und diese Daten mithilfe des MicroBits gesammelt, ausgewertet und bei Erreichen des Schwellenwertes (der vorher durch die SuS eingestellt wurde) ein Alarm ausgegeben.</p> <p>Dieser Alarm kann z.B. ein trauriger Smiley, die Aufschrift: «Alarm» oder etwas frei gewähltes sein.</p> <p>Möglich wäre hier auch, dass der MicroBit genau anzeigt, welches Schwellenwert erreicht wurde. Also ob es ein Problem mit der Temperatur oder der Bodenfeuchtigkeit gibt.</p>	<u>wetterstation.hex</u>
2-3 Lektionen  Auswertung und Präsentationen	<p>In der vierten und letzten Einheit bereiten die SuS ihre Resultate des Versuchs so auf, dass sie den anderen SuS präsentiert werden können:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welche Pflanze haben sie gewählt?</li> <li>• Wie sehen die optimalen Bedingungen zur Pflege dieser aus?</li> <li>• Welche Schwellenwerte haben sie durch ihre anfängliche Recherche festgelegt und hat sich an ihnen etwas aufgrund ihrer Erfahrung geändert.</li> <li>• Wie haben sie die Messgeräte im Zusammenspiel mit dem MicroBit programmiert und welche Alarmierung haben sie gewählt.</li> <li>• Ist das Projekt gelungen und welche Probleme sind aufgetaucht, konnten sie gelöst werden und wenn ja, wie?</li> </ul> <p>Diese genannten Punkte bieten nur eine Grundlage zur Evaluation und Reflexion der Arbeit. Sie können auch noch von den SuS selbst erweitert werden. Ebenso können die SuS selbst entscheiden, welche Medien sie zur Präsentation verwenden.</p>	

# Bezug zum Lehrplan NT und Medien und Informatik

In dieser Unterrichtseinheit werden sowohl Kompetenzen aus dem Bereich Medien und Informatik als auch aus Natur und Technik behandelt. Folgende Kompetenzen des LP21 stehen dabei im Vordergrund:

Die Schüler:innen können selbstentwickelte Algorithmen in Form von lauffähigen und korrekten Computerprogrammen mit Variablen und Unterprogrammen formulieren. MI.2.2.h

---

Die Schüler:innen können Medien gezielt für kooperatives Lernen nutzen. MI.1.4.d

Die Schüler:innen können Daten aus ihrer Umwelt darstellen, strukturieren und auswerten. MI.2.1.j

---

Die Schüler:innen können Anwendungsmöglichkeiten technischer Geräte unter unterschiedlichen Rahmenbedingungen bzw. Einflüssen testen (z.B. erhöhte Reibung, tiefere Temperatur). NT.1.2.b

---

Die Schüler:innen können zum Einfluss des Menschen auf Ökosysteme verschiedene Perspektiven einnehmen und prüfen, welche langfristigen Folgen zu erwarten sind (z.B. intensive und extensive Bewirtschaftung, invasive Pflanzen und Tiere). Naturnutzung, Naturschutz. NT.9.3.b

---

Die Schüler:innen können aufgrund von Fakten eigene Ideen und Visionen zu einem verantwortungsvollen Umgang mit der Natur entwickeln und begründen. NT.9.3.c

---

Die Schüler:innen können die Auswirkungen der Nutzung natürlicher Systeme auf das Landschaftsbild und den Verbrauch natürlicher Ressourcen ableiten. Desertifikation, Waldrodung, Bewässerung RZG.3.1.c

# **Erkenntnisse aus der Durchführung Verbesserungsvorschläge**

Erkenntnisse aus der Durchführung werden noch ergänzt, sobald die Durchführung stattgefunden hat. Voraussichtlich in den Wochen 46 - 50 in 2023.

Mögliche Verbesserungsvorschläge:

(-)

# Ausblick

Diese Projekt kann auch noch mit einem Audioalarm bei Unter- resp. Überschreiten eines Schwellenwertes erweitert werden. Als Alternative oder zusätzliche Option können auch auf dem MicroBit direkt Smileys bei bestimmten Sensorwerten angezeigt werden. Ebenso können die Sensorwerte gleich selbst im MicroBit zu einer Reaktion führen, sodass z.B. eine Wasserpumpe automatisiert wird, die Pflanze bei Unterschreiten eines Schwellenwertes bewässert.

Auch können beispielsweise weitere Module automatisiert werden, wie z.B. eine Schattierung, ein Dach zum Schutz vor Niederschlägen oder eine UV-Lampe zur zusätzlichen Beleuchtung der Pflanze.

So kann die Pflege von Pflanzen schrittweise durch verschiedene hinzukommende Module weiter optimiert werden. Ebenso bildet das gesammelte Wissen eine ideale Grundlage für die weitere Programmier- und Gartenarbeit sowohl im schulischen als auch privatem Kontext.

## Quellen und Links

<https://coding-for-tomorrow.de/froehliche-pflanzen/#einheit-3>

<https://www.youtube.com/watch?v=LGF33NN4B8U>

<https://MicroBit.eeducation.at/wiki/Temperatur-Kontrolle>

[https://www.code-your-life.org/Praxis/Calliope\\_mini/1320\\_Handbuch\\_Calliope.htm](https://www.code-your-life.org/Praxis/Calliope_mini/1320_Handbuch_Calliope.htm)

# Materialbeschaffung

Artikel	Ressourcen	Richtpreis
Diverse Topfpflanzen	<u>Baumarkt</u> <u>Gärtnerei</u>	<u>5 - 20 .-</u>
Adafruit BMP280 I2C oder SPI Luftdruck- und Höhensensor	<u><a href="https://www.maker-shop.ch/adafruit-bmp280-i2c-or-spi-barometric-pressure-altitude-sensor">https://www.maker-shop.ch/adafruit-bmp280-i2c-or-spi-barometric-pressure-altitude-sensor</a></u>	<u>15.90 .-</u>
MicroBit	<u><a href="https://educatec.ch/tectools/bbc-micro-bit/3188/micro-bit-v2-nur-platinen">https://educatec.ch/tectools/bbc-micro-bit/3188/micro-bit-v2-nur-platinen</a></u>	<u>26.90 .-</u>
Krokodilkabel	<u><a href="https://educatec.ch/tectools/elektronik-bausaetze-und-zubehoer/3625/krokodilkabel-5er-pack-alligator-klemmen-mit-50mm-kabeln">https://educatec.ch/tectools/elektronik-bausaetze-und-zubehoer/3625/krokodilkabel-5er-pack-alligator-klemmen-mit-50mm-kabeln</a></u>	<u>2.50 .-</u>
Kleinmaterial: Nägel, Schrauben, Klebeband	<u>Baumarkt</u>	<u>25 .-</u>