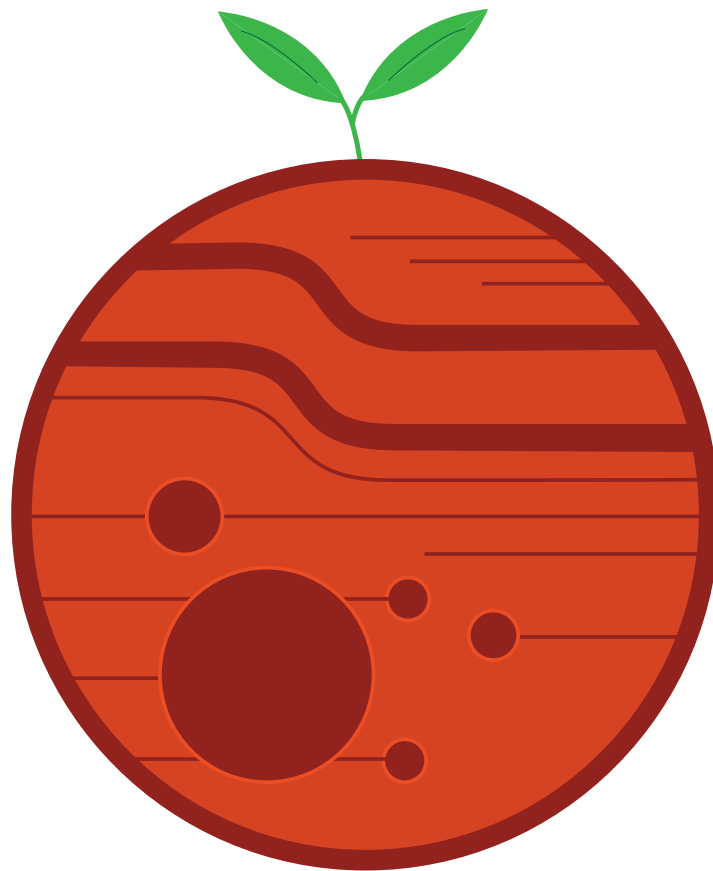
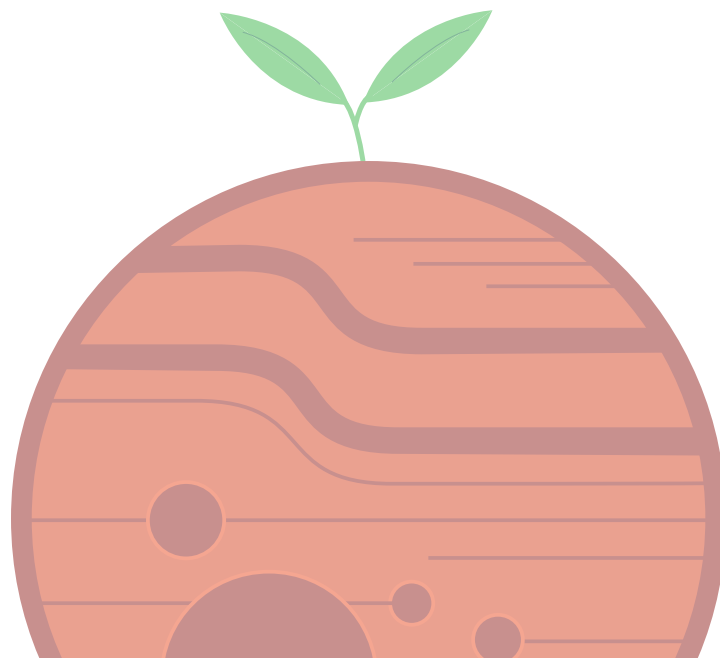


# teach with space

## → PFLANZEN AUF DEM MARS

Bau eines automatischen  
Pflanzenbewässerungssystems





Eckdaten	Seite 3
Zusammenfassung der Aktivitäten	Seite 4
Aktivität 0: Erste Schritte	Seite 5
Aktivität 1: Vorbereiten der Materialien und erstes Design	Seite 7
Aktivität 2: Entwerfen und Testen des Wasserreservoirs	Seite 8
Aktivität 3: Montieren des Servos und Anschließen der Wasserleitung	Seite 10
Aktivität 4: Testen des Feuchtigkeitssensors	Seite 11
Aktivität 5: Anschließen aller Komponenten	Seite 12
Aktivität 6: Programmieren	Seite 13
Aktivität 7: Bereit für den Mars?	Seite 14
Anhang 1: Unterschiede zwischen Feuchtigkeitssensoren	Seite 32

**teach with space – Pflanzen auf dem Mars | T09**  
[www.esa.int/education](http://www.esa.int/education)

**Das ESA-Bildungsbüro begrüßt Feedback und Kommentare**  
[teachers@esa.int](mailto:teachers@esa.int)

**Eine Produktion von ESA Education in Zusammenarbeit mit ESERO  
Portugal übersetzt von ESERO Austria**  
Copyright © Europäische Weltraumorganisation 2019

# → PFLANZEN AUF DEM MARS

## Bau eines automatischen Pflanzenbewässerungssystems

### Eckdaten

**Altersgruppe:** 14-19 Jahre

**Schwierigkeitsgrad:** Mittel

**Benötigte Unterrichtszeit:** 3 Einheiten

**Ort:** drinnen, im Klassenzimmer

**Materialien:**

- Computer
- Arduino
- Steckbrett
- Schaltungskabel (Stecker-Stecker und Stecker-Buchse)
- Mikro-Servomotor
- Feuchtigkeitssensor
- Flasche
- Klebeknete/Patafix oder Klebepistole
- Kabelbinder
- Bewässerungsschlauch und Wasserversorgung
- Kübel
- Eine Topfpflanze (oder Erde)

### Kurzbeschreibung

Die Schülerinnen und Schüler erforschen die im Weltraum eingesetzte Technologie mit dem Arduino-Tool. Sie bauen ein automatisches Bewässerungssystem, welches die Bodenfeuchtigkeit misst und eine Pflanze entsprechend bewässert. Die Grundlagen der Programmiersprache C++ werden mit der Arduino Integrated Development Environment (IDE) Software eingeführt.

### Lernziele

- Elektronische Komponenten identifizieren
- Die Grundlagen der Programmiersprache C++ verstehen
- Die Verwendung und Kalibrierung von Sensoren
- Grundlagen der Strömungsphysik
- Technologie implementieren, um ein Problem zu lösen
- Hypothesen kommunizieren, darüber diskutieren und sie bewerten
- In Teams arbeiten und Ideen austauschen
- Risiken und Gefahren auf dem Mars
- Wissen über natürliche Ressourcen
- Wissen über geschlossene Kreisläufe und Selbsterhaltung
- Erstellung eines funktionierenden Entwurfs durch Planung, Analyse und Verfeinerung

## → Zusammenfassung der Aktivitäten

	Titel	Beschreibung	Ergebnis	Anforderungen	Zeit
0	Willkommen auf dem Mars	Die Schüler*innen werden mit den Bedingungen auf dem Mars und dessen Auswirkungen auf die Lebenserhaltung vertraut gemacht.	Die Schüler*innen lernen die Unterschiede zwischen Erde und Mars kennen und analysieren sie.	Keine	15 Minuten
1	Vorbereiten der Materialien und des ersten Designs	Die Schüler*innen werden durch eine Reihe von Fragen angeleitet, anhand einer Materialliste ein Bewässerungssystem für Pflanzen zu entwerfen.	Die Schüler*innen lernen die Notwendigkeit eines automatischen Bewässerungssystems verstehen und planen einen ersten Entwurf.	Bisherige Aktivitäten und „T04.1 Lernen mit Arduino!“	30 Minuten
2	Entwerfen und Testen des Wasserreservoirs	Die Schüler*innen werden in die Grundlagen der Strömungsphysik eingeführt, um ihr Design zu verfeinern und zu testen.	Die Schüler*innen analysieren, wie sich ihr Design auf die Durchflussrate auswirkt, und erstellen ein ideales Design.	Bisherige Aktivitäten	40 Minuten
3	Servomotor montieren und Wasserleitung anschließen	Die Schüler*innen werden durch die Programmierung des Servomotors an die Steuerung des Wasserflusses herangeführt.	Die Schüler*innen verfügen über ein motorisiertes Wasserleitungssystem zum Ein- und Ausschalten.	Bisherige Aktivitäten und „T04.1 Lernen mit Arduino!“	20 Minuten
4	Testen des Feuchtigkeitssensors	Die Schüler*innen werden angeleitet, den Bodenfeuchtesensor zu programmieren und zu testen.	Die Schüler*innen erhalten einen kalibrierten Feuchtigkeitssensor.	Bisherige Aktivitäten und „T04.1 Lernen mit Arduino!“	15 Minuten
5	Verbinden aller Komponenten	Die Schüler*innen werden die vorherigen Aktivitäten kombinieren.	Den Schüler*innen steht ein komplettes Bewässerungssystem zur Verfügung.	Bisherige Aktivitäten	15 Minuten
6	Programmieren des Systems	Die Schüler*innen werden ermutigt, ihr C++-Programm für eine vollständige Automatisierung zu entwerfen, indem sie Flussdiagramme verwenden.	Die Schüler*innen lernen, wie wichtig es ist, ihr Programm und ihr iteratives Design zu testen für ein funktionierendes, automatisches Bewässerungssystem	Bisherige Aktivitäten und „T04.1 Lernen mit Arduino!“	30 Minuten
7	Bereit für den Mars?	Die Schülerinnen und Schüler denken über Anpassungen für den Einsatz ihres Bewässerungssystems auf dem Mars nach, diskutieren ethische Fragen und werden in die Hydrokultur eingeführt.	Die Schüler*innen werden in der Lage sein, ihr Wissen über den Mars in ihr Design einfließen zu lassen und ein berechtigtes ethisches Argument formulieren können.	Bisherige Aktivitäten	15 Minuten

## → Aktivität 0: Willkommen auf dem Mars

### Einleitung

Diese Aktivität führt die Lernenden in den Kontext einer Mars-Weltraummission und die Herausforderungen ein, die mit dem Leben auf dem Mars verbunden sein können. Die Unterschiede zwischen Erde und Mars und was das für Lebewesen bedeutet, werden diskutiert. Weiters werden die Lernenden aufgefordert, darüber nachzudenken, was notwendig ist, um Leben zu erhalten. Die Lernenden werden ermutigt, sich mit der Verwendung von Arduino vertraut zu machen, indem sie mit dem „T04.1 Lernen mit Arduino!“ Unterrichtsmaterial arbeiten, für welche der Link am Ende dieser Ressource zu finden ist.

### Hintergrundinformationen:

Nach dem, was wir bereits über den Mars wissen, wäre es schwer vorstellbar, dass das Leben, das sich auf der Erde entwickelt hat, in der Lage sein könnte, die Marsumgebung zu überleben. Trotz einer axialen Neigung, die der Erde nahekommt ( $25^\circ$  gegenüber  $23^\circ$  der Erde), was ähnliche Jahreszeiten wie auf der Erde bietet, bedeutet das Fehlen von Ozeanen, die zur Regulierung der Oberflächentemperatur beitragen, und eine dünne Atmosphäre (etwa 1% der Dichte der Erde), dass die Temperatur von Tag zu Nacht stark schwankt.

Die Umlaufbahn des Mars ist auch viel exzentrischer (elliptischer) als die der Erde, was bedeutet, dass sie zu bestimmten Jahreszeiten viel näher an der Sonne ist als zu anderen Zeiten, was das Problem extremer Temperaturschwankungen noch verschärft. Die dünne Atmosphäre und das Fehlen von Ozon, kombiniert mit dem fehlenden Schutz eines Magnetfelds, bedeuten, dass die Oberfläche des Mars mit schädlicher UV-Strahlung und Sonnenwinden bombardiert wird. Die Suche nach einer lebenswichtigen Ressource, flüssigem Wasser, auf der Marsoberfläche ist bisher erfolglos geblieben. Es gibt jedoch Anzeichen für eine beträchtliche Menge an Wassereis.

Um das Problem noch weiter zu verschärfen, macht  $\text{CO}_2$  etwa 96 % der Atmosphäre aus, sicherlich zu hoch für Tiere auf der Erde und zu hoch für viele Pflanzen. Wenn wir Pflanzen auf dem Mars anbauen wollen, müssen wir möglicherweise unsere modernen Technologien und Werkzeuge einsetzen, um ausgeklügelte, künstliche Lebensräume und Bewässerungssysteme zu schaffen.

Es gibt jedoch mehrere positive Faktoren. Erstens ist die Dauer eines Marstages mit 24 Stunden und 37 Minuten sehr nahe an der eines Tages auf der Erde. Das bedeutet, dass die Photosyntheszyklen der Pflanzen weitgehend gleichbleiben würden. Obwohl der Mars weiter von der Sonne entfernt ist als die Erde, erhält er immer noch genügend Sonnenlicht, damit eine Pflanze Photosynthese betreiben kann. In Kombination mit Wasser, das möglicherweise aus den eisigen Polen des Mars gewonnen werden könnte, hätten wir zwei der lebenswichtigen Komponenten, die für die Versorgung einer Pflanze benötigt werden. Dies könnte möglicherweise die Menge an Materialien reduzieren, die an Bord des Raumfahrzeugs transportiert werden müssen.

Schließlich wird die "Goldlöckchen"-Zone als die habitable Zone um die Sonne definiert, da der Temperaturbereich es ermöglicht, dass Wasser in Form einer Flüssigkeit auf einem umkreisenden Planeten existiert. Der Name stammt aus dem Märchen "Goldlöckchen und die drei Bären", in dem ein kleines Mädchen eine Schüssel Haferbrei isst, die weder zu heiß noch zu kalt ist, sondern genau die richtige Temperatur hat!

# Antworten auf die Übung

## 1. Um genauer darüber nachzudenken, listet einige der Dinge auf, die Pflanzen und andere Lebewesen zum Überleben benötigen:

Die wichtigsten Dinge, die Pflanzen und andere Lebewesen zum Überleben brauchen und die die Schülerinnen und Schüler hier identifizieren sollten, sind:

- Eine Energiequelle (Nahrung für Tiere und Sonnenlicht für Pflanzen)
- Wasser
- Nährstoffe
- Sauerstoff
- Kohlendioxid (notwendig für die Photosynthese von Pflanzen)

Auch über andere wichtige Dinge, wie Schutz und Wärme und Sicherheit in der Umgebung, kann gesprochen werden. All diese Aspekte sind relevant und können mit einer tiefergehenden Diskussion über Ökosysteme und Umwelt verknüpft werden.

## 2. Diskutiert in der Klasse, was die Antworten auf die folgenden Fragen über die Erde sind:

- **Was verursacht die Jahreszeiten auf der Erde?**
- **Wie sieht die Umlaufbahn der Erde um die Sonne aus?**
- **Was sind die wichtigsten Elemente, die in der Erdatmosphäre vorhanden sind?**
- **Was ist die Goldlöckchen-Zone, und liegt die Erde darin?**

Die Fragen in dieser Übung sollen überprüfen, ob die Schülerinnen und Schüler bereits einige grundlegende Eigenschaften der Erde verstehen. Sie sollten in erster Linie ihr vorhandenes Wissen festigen, aber sie könnten die Fragen auch zum Anlass nehmen, häufige Missverständnisse, insbesondere die Ursache der Jahreszeiten auf der Erde, anhand der oben genannten Hintergrundinformationen zu klären.

## 3. Entscheidet, ob die folgenden Aussagen wahr oder falsch sind:

Unter Verwendung der Hintergrundinformationen von oben und der Ergebnisse der Diskussionen aus der vorherigen Übung sollten die Schülerinnen und Schüler die Tabelle wie unten gezeigt ausfüllen und die Begründungen für ihre Antworten berücksichtigen.

## Aussagen über den Mars - Tabelle T1

Aussage	Wahr oder Falsch
Der Mars erlebt Jahreszeiten, genau wie wir auf der Erde.	Wahr
Die Umlaufbahn des Mars hat eine ähnliche Form wie die der Erde, was bedeutet, dass die Temperatur auf der Oberfläche ziemlich konstant ist. <b>Richtig: Die Umlaufbahn des Mars ist viel exzentrischer, was bedeutet, dass die Temperatur viel stärker variiert als auf der Erde.</b>	Falsch
Der Mars hat eine dichte Atmosphäre, die die Wärme der Sonne einfängt. <b>Richtig: Der Mars hat eine sehr dünne Atmosphäre, was bedeutet, dass die Temperatur nachts drastisch abfällt.</b>	Falsch
Der Mars hat kein Magnetfeld, was bedeutet, dass es weniger Schutz vor schädlicher UV-Strahlung und Sonnenwinden gibt.	Wahr
Wir haben flüssiges Wasser auf der Oberfläche des Mars gefunden. <b>Richtig: Wir haben in der Nähe der Pole Anzeichen von gefrorenem Wasser gefunden, aber kein flüssiges Wasser.</b>	Falsch
Die Atmosphäre des Mars hat eine ähnliche Zusammensetzung wie die Erdatmosphäre. <b>Richtig: Die Marsatmosphäre hat einen viel höheren Anteil an CO<sub>2</sub> als die Erdatmosphäre und fast keinen Sauerstoff.</b>	Falsch
Pflanzen auf dem Mars müssten sich an die massiv unterschiedlichen Tag- und Nachtzyklen auf dem Mars anpassen. <b>Richtig: Der Marstag beträgt 24 Stunden und 37 Minuten, so dass die Tag- und Nachtzyklen denen auf der Erde sehr ähnlich sind.</b>	Falsch
Der Mars existiert nicht innerhalb der "Goldlöckchen"-Zone (habitable), so dass es unmöglich ist, dass flüssiges Wasser auf der Oberfläche existiert. <b>Der Mars existiert direkt am Rande der habitablen Zone, so dass es möglich ist, dass flüssiges Wasser auf seiner Oberfläche existiert.</b>	Falsch

## → Aktivität 1: Vorbereiten der Materialien und des ersten Designs

### Einleitung

Die Schülerinnen und Schüler haben die Aufgabe, sich Gedanken darüber zu machen, wie sie ein automatisches Bewässerungssystem entwerfen würden. Sie erhalten eine Liste der gelieferten Materialien und Kenntnisse über die Funktionsweise der einzelnen Komponenten.

### Antwort auf die Übung

In dieser Übung sollten Sie mit einer Vielzahl von Vorschlägen rechnen. Es gibt zwar einige Ideen, die vielleicht nicht umsetzbar sind, aber es gibt viele, viele mehr, die umgesetzt werden könnten. Dieses erste Design der Schüler\*innen wird wahrscheinlich nicht ihr endgültiges Design sein, und die Schüler\*innen sollten nicht entmutigt sein, wenn sie ihren Plan während der Aktivitäten ändern müssen, da dies Teil des Prozesses ist. Lehrkräfte sollten darauf achten, ob die Schüler\*innen über die gestellten Fragen nachgedacht haben und ob ihr Vorschlag sinnvoll ist.



## → Aktivität 2: Entwerfen und Testen des Wasserreservoirs

### Einleitung

In dieser Aktivität werden die Schüler\*innen Wasser in ihre Prototypsysteme einführen, um zu sehen, wie sich ihr Design verhält. Dies ermöglicht es den Schüler\*innen, einen iterativen wissenschaftlichen Prozess des Entwerfens und Bauens eines Systems zu durchlaufen.

### Übung

#### 1. Isoliere die Geschwindigkeit des Wassers, das aus dem Reservoir ( $v_2$ ) austritt. Was ist die Hauptvariable, von der sie abhängt?

Nachdem wir das Prinzip der Energieerhaltung in unserem System angewendet haben, kommen wir zur Bernoulli-Gleichung:

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$

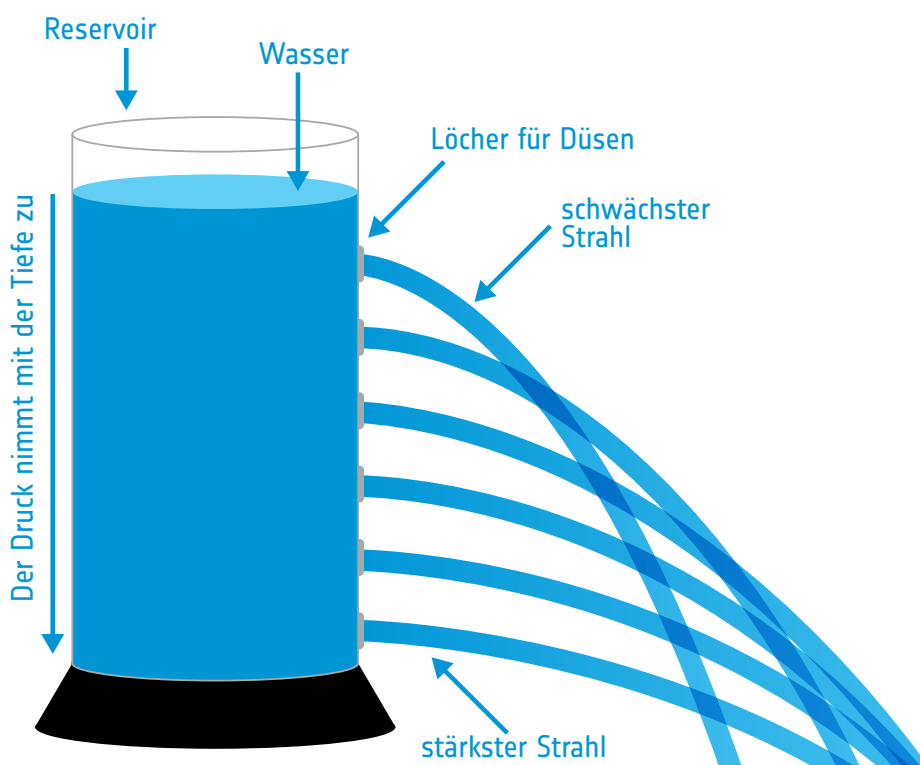
wobei der erste Term  $p$  der Druck ist, der zweite Term ( $\frac{1}{2}\rho v^2$ ) der kinetischen Energie pro Volumeneinheit entspricht und der dritte Term ( $\rho g h$ ) die potentielle Energie pro Volumeneinheit ist. Wenn wir ein Reservoir mit einem kleinen Loch darin (und unserem Durchflussrohr) betrachten, müssen wir folgendes überlegen:

- Dass sowohl oben als auch unten atmosphärischer Druck herrscht.
- Wir gehen davon aus, dass sich die Geschwindigkeit im Reservoir ( $v_1$ ) gegen 0 bewegt
- Wir gehen davon aus, dass die „Höhe“ oder der Querschnitt des Durchflussrohrs ( $h_2$ ) gegen 0 geht.

Wenn wir die Gleichung neu anordnen, haben wir:  $p_1 - p_2 + \rho g(h_1 - h_2) = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2)$

Nach Anwendung der oben genannten Bedingungen ergibt sich:  $g h_1 = \frac{v_2^2}{2}$

Wenn wir  $v_2$  isolieren, erhalten wir den Satz von Torricelli:  $v_2 = \sqrt{2gh_1}$



## 2. Welche Funktionen des Systems (der Schlauch und die Wasserflasche) sind nach dem Testen des Systems wichtig, wenn du überlegst, wie du den Wasserbehälter anbringen sollst? Welche Faktoren beeinflussen den Wasserfluss und ob er in der Aus-Position stoppt?

Wichtige Überlegungen sind:

- die Länge des Schlauches
- die Höhe der Wasserflasche
- die Höhe der U-Kurve (gebogener Schlauch)

Diese Faktoren beeinflussen, wie das Wasser in der Leitung fließt und ob der Durchfluss in der Aus-Position gestoppt wird oder nicht.

## 3. Entscheide, ob die folgenden Aussagen wahr oder falsch sind:

Die Schülerinnen und Schüler werden in einige Aspekte der Strömungsphysik eingeführt. Obwohl es nicht notwendig ist, mit allen besprochenen Gleichungen vertraut und sicher zu sein, ist es nützlich, ihre Konsequenzen für das Bewässerungssystem der Pflanzen zu verstehen. Dies könnte im Rahmen einer Demonstration für die Klasse erfolgen.

Aussage	Wahr oder Falsch
Das Wasser fließt schneller durch den Schlauch als in das Reservoir	Wahr
Der Durchmesser der Flasche ist wichtig für die Bestimmung der Durchflussmenge	Falsch
Der Durchmesser des Schlauches ist wichtig für die Bestimmung der Durchflussmenge	Wahr
Der Höhenunterschied zwischen Flasche und Schlauch spielt keine Rolle	Falsch

## 4. Nutze dein neues Verständnis, um das Reservoir zu testen, und überlege dann, wie du dein Design verfeinern könntest, um ein ideales Setup zu erreichen.

Der wichtigste Punkt, den man aus diesen Übungen mitnehmen kann, ist, dass der Wasserfluss im Schlauch umso größer ist, je größer der Höhenunterschied zwischen der Wasserflasche und dem Schlauch ist. Die Schüler müssen ein Gleichgewicht zwischen den von ihnen verwendeten Höhen und der Ausrichtung des Schlauchs finden, um ein vollständiges System zu bauen. Für ein präziseres Bewässerungssystem sollten die Schüler auch in Betracht ziehen, ihr System zu kalibrieren, während sie es testen. Dies liegt daran, dass die berechnete Strömungsgeschwindigkeit die höchste ist, die erreicht werden kann, die tatsächliche Durchflussrate jedoch etwas niedriger sein kann, wenn der Druck im Behälter abfällt. Auch hier gibt es keine einzige richtige Antwort, aber Sie sollten in ihrer Skizze nach Begründungen für das gewählte Design suchen.

## → Aktivität 3: Montage des Motors und Anschließen der Wasserleitung

### Einleitung

Jetzt sind die Schüler\*innen bereit, mit der Automatisierung ihres Systems zu beginnen. Ein Motor wird verwendet, um das System automatisch ein- und auszuschalten. Vielleicht möchten Sie eine eigenständige Richtung für das hier vorgeschlagene Design einschlagen, basierend auf den von Ihren Schüler\*innen vorgeschlagenen Entwürfen.

### Übung

Zunächst schließen die Schülerinnen und Schüler den Motor an das Bewässerungsrohr und an eine geeignete Wand an. Die Teilnehmer werden dann die "Sweep"-Routine verwenden, die in der Arduino-IDE enthalten ist, um zu verstehen, wie der Motor funktioniert, und um ein besseres Verständnis dafür zu erlangen, wie es in ihr System integriert werden kann.

## → Aktivität 4: Testen des Feuchtigkeitssensors

### Einleitung

Um das Bewässerungssystem der Pflanzen vollständig zu automatisieren, müssen wir wissen, wann die Pflanze gegossen werden muss. In dieser Aktivität werden die Schülerinnen und Schüler mit dem Bodenfeuchtesensor vertraut gemacht. Die erforderlichen spezifischen Anweisungen können je nach verwendetem Bodenfeuchtesensor von den im Leitfaden angegebenen abweichen. In Anhang 1 finden Sie weitere Informationen dazu, wie Feuchtigkeitssensoren eine andere Einrichtung oder Konfiguration erfordern können. Sie sollten sich beim Aufbau der Schaltung immer an das Datenblatt und eventuelles unterstützendes Material des Herstellers halten.

### Übung

Wenn die Schüler\*innen die „T04.1 Lernen mit Arduino!“ Unterrichtsressource vollendet haben, ist diese Aktivität unkompliziert. Wenn weiterhin Probleme mit dem Code oder dem Sensor bestehen, überprüfen Sie, ob die Verbindungen zwischen den Komponenten korrekt sind und ob die gewählte Symbolrate geeignet ist.

Die Werte, welche die Schüler\*innen für die Trocken- und Nassmesswerte erhalten, variieren von Sensor zu Sensor. Der Wert, der zum Umschalten zwischen "Ein" und "Aus" gewählt wird, sollte zwischen den beiden Werten liegen.

## → Aktivität 5: Verbinden aller Komponenten

### Einleitung

Jetzt sind die Schüler\*innen bereit, alle Elemente ihres Systems zu einem kompletten Pflanzenbewässerungssystem zu kombinieren.

### Übung

Diese Übung erfordert, dass die Schülerinnen und Schüler die Schaltkreise kombinieren, die sie in den Aufgaben 3 und 4 erstellt haben, und sollte daher einfach sein. Schlagen Sie auch hier im Datenblatt der von Ihnen verwendeten Sensoren nach, um sicherzustellen, dass die richtigen Ports am Arduino ausgewählt werden.

## → Aktivität 6: Programmieren des Systems

### Einleitung

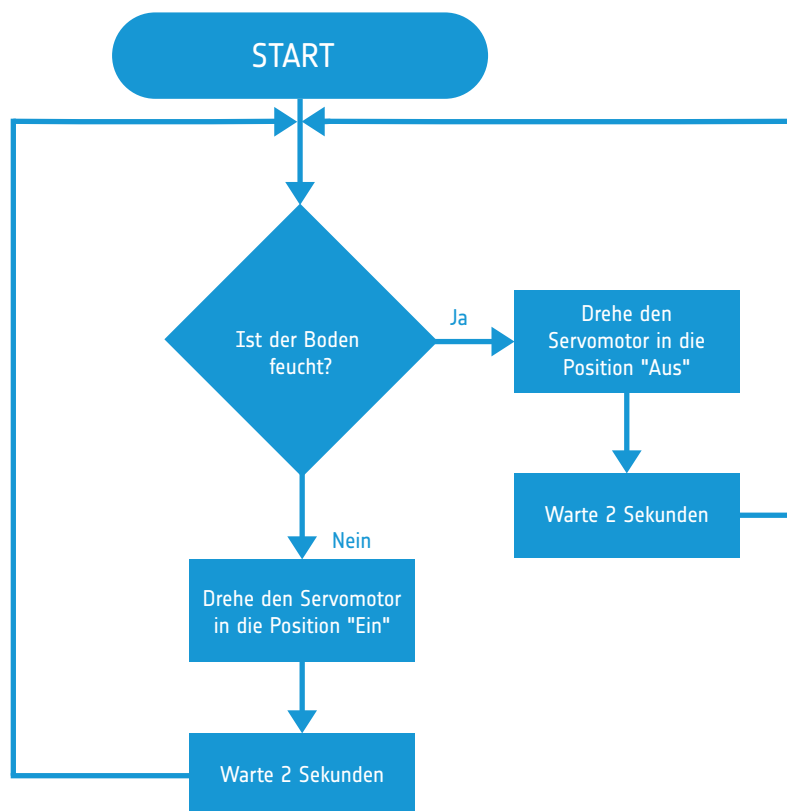
Jetzt, da die Schüler\*innen ihr System gebaut haben, ist es an der Zeit, das Arduino so zu programmieren, dass es alle Komponenten automatisch bedient. Das Problem wird in überschaubare Schritte unterteilt, und die Schüler\*innen werden gebeten, ein Flussdiagramm zu erstellen, bevor sie einen Code schreiben.

### Übung

#### 1. Versuche, deinen "Code" in Form eines Flussdiagramms zu schreiben.

Obwohl die Denkprozesse und das Design der Bewässerungssysteme, die Ihre Schüler\*innen vorschlagen, variieren werden, ist es fast sicher, dass sie die Verwendung einer "if, else"-Aussage in ihren Code aufnehmen werden. Das Flussdiagramm sollte daher ein Entscheidungsfeld verwenden, das durch eine Raute gekennzeichnet ist.

Ein einfaches Flussdiagramm dessen, was unser Code tun soll, ist unten dargestellt.



**2. Versuche mit den Variablen, die wir zuvor definiert haben, eine eigene "if, else"-Anweisung mit der korrekten Syntax im Feld unten zu schreiben. Sie können auch in Erwägung ziehen, den Wert der Bodenfeuchtigkeit auf dem seriellen Monitor auszudrucken (verwenden Sie die frühere Anleitung, wenn Sie vergessen haben, wie das geht).**

Ein vollständiges Beispiel finden Sie unten. Denken Sie daran, dass es viele verschiedene Möglichkeiten gibt, jedes Problem in der Programmierung anzugehen, so dass sich die Schüler\*innen keine Sorgen machen sollten, wenn ihr Code nicht genau mit diesem Beispiel übereinstimmt, solange er noch kompiliert werden kann!

Abbildung A13

```
void loop() {  
  // put your main code here, to run repeatedly:  
  
  soilmoisture = analogRead(soilsensorpin); //reads the soilsensorpin and assigns its value to 'soilmoisture' variable  
  
  if (soilmoisture > 600){  
    Serial.println();  
    Serial.print("Sensor value: "); //for debugging  
    Serial.print(soilmoisture);  
    waterServo.write(wateringOff);  
    delay(2000);  
  }else  
  {  
    Serial.println();  
    Serial.print("Sensor value: "); //for debugging  
    Serial.print(soilmoisture);  
    waterServo.write(wateringOn);  
    delay(2000);  
  }  
}
```

↑ A13: Eine abgeschlossene „if, else“-Anweisung

Die "if, else"-Anweisung gehört in die Hauptschleife. Das Programm liest zunächst den Wert vom Bodensensor aus, bevor es ihn in der "if, else"-Anweisung verwendet. Im obigen Beispiel wurde ein Wert von mehr als '600' angenommen, da der Boden ausreichend feucht ist. Dieser Wert variiert von Pflanze zu Pflanze, je nach den Bedürfnissen der Pflanze. Mit dem Befehl 'waterServo.write(wateringOn/Off)' wird der Servomotor in die gewünschte Position gedreht. Beachten Sie die Verzögerung am Ende jeder Schleife. Dadurch wird sichergestellt, dass die Pflanze bewässert wird.

**3. Schreibe alle Verbesserungen im folgenden Bereich auf – konntest du sie in deinen Code integrieren?**

Die offensichtlichste Verbesserung des Designs ihres Systems wäre die Einbeziehung eines Durchschnittswerts, um Anomaliedaten zu berücksichtigen. Die Schüler\*innen können auch die Vorteile eines robusteren Systems diskutieren, als der Servomotor bieten kann. Auch hier gibt es viele Vorschläge, die gemacht werden könnten. Sie sollten nach der Argumentation und Rechtfertigung suchen, wenn Sie die Gültigkeit jedes einzelnen beurteilen.

## → Aktivität 7: Bereit für den Mars?

### Einleitung

Diese Aktivität dient als Einführung in das breitere Spektrum der Automatisierung und diskutiert die Ethik einer solchen Mission zum Mars.

### Übung

#### **1. Denke an die Änderungen, die du am System vornehmen müsstest, wenn du auf dem Mars wärst.**

Viele der Ressourcen, die eine Pflanze benötigt, könnten auf ähnliche Weise überwacht werden, wie wir den Feuchtigkeitsgehalt des Bodens überwacht haben. Sie sollten sicherstellen, dass die Schülerinnen und Schüler die Ressourcen abgedeckt haben, die sie in Aktivität 0 identifiziert haben. Insbesondere sollten sie sich mit den möglichen Auswirkungen unterschiedlicher Sonnenlichtmengen, potenziell schädlicher Strahlung und der Wasserquelle befassen, wenn das System über einen langen Zeitraum hinweg kontinuierlich genutzt wird. Um die Diskussion weiter voranzutreiben, könnte man die Frage stellen, ob die im Vergleich zur Erde reduzierte Schwerkraft auf dem Mars Auswirkungen auf den Wasserfluss hätte.

#### **2. Ist es ethisch vertretbar, irdisches Leben zum Mars zu schicken? Was ist, wenn es bereits Leben auf dem Mars gibt und dieses versehentlich kontaminiert oder getötet wird?**

Teilen Sie die Klasse in eine "für"-Gruppe und eine "dagegen"-Gruppe ein und bitten Sie sie, Gründe aufzulisten, warum wir eine solche Mission durchführen sollten bzw. nicht durchführen sollten. Diese Übung kann genutzt werden, um eine interessante Diskussion über die Ethik einer bemannten Mission zum Mars zu führen. Obwohl die damit verbundenen Gesetze kompliziert sind, können sie verwendet werden, um Diskussionen über die Weltraumforschung im Allgemeinen einen Kontext zu geben.

#### **3. Kannst du noch weitere Vorteile der Hydrokultur für eine Marsmission aufzählen?**

Diese Aktivität erforscht die Anwendung von Hydrokultur: die Verwendung von Nährlösungen in einem Wasserreservoir anstelle von Erde. Stellen Sie sicher, dass die Schülerinnen und Schüler verstehen, dass sich "Lösung" hier auf eine Substanz bezieht, die in einem Lösungsmittel gelöst ist, ein einfaches Beispiel ist Salz, das in Wasser gelöst ist. Einige Vorteile der Hydrokultur sind:

- Es wird kein Boden benötigt, wodurch die Menge an Materialien, die an Bord des Raumfahrzeugs transportiert werden müssen, reduziert wird.
- Die Pflege der Pflanzen wäre weniger zeitaufwändig.
- Es wird tatsächlich weniger Wasser benötigt, so dass das System Ressourcen effizienter nutzt.

# → PFLANZEN AUF DEM MARS

## Bau eines automatischen Pflanzenbewässerungssystems

### → Aktivität 0: Willkommen auf dem Mars

#### Einleitung

Der Mars ist der vierte Planet von der Sonne und nach der Venus der zweitnächste Nachbar der Erde. Die Mindestentfernung zwischen Erde und Mars beträgt gewaltige 55 Millionen Kilometer, verglichen mit den relativ kurzen 380.000 Kilometern zwischen Erde und Mond. Die maximale Entfernung zwischen Erde und Mars beträgt etwa 400 Millionen km. Eine so große Variation der Entfernung erhöht die Komplexität der Missionen zum Mars erheblich, da es viel teurer und schwieriger ist, Nachschub zu schicken.

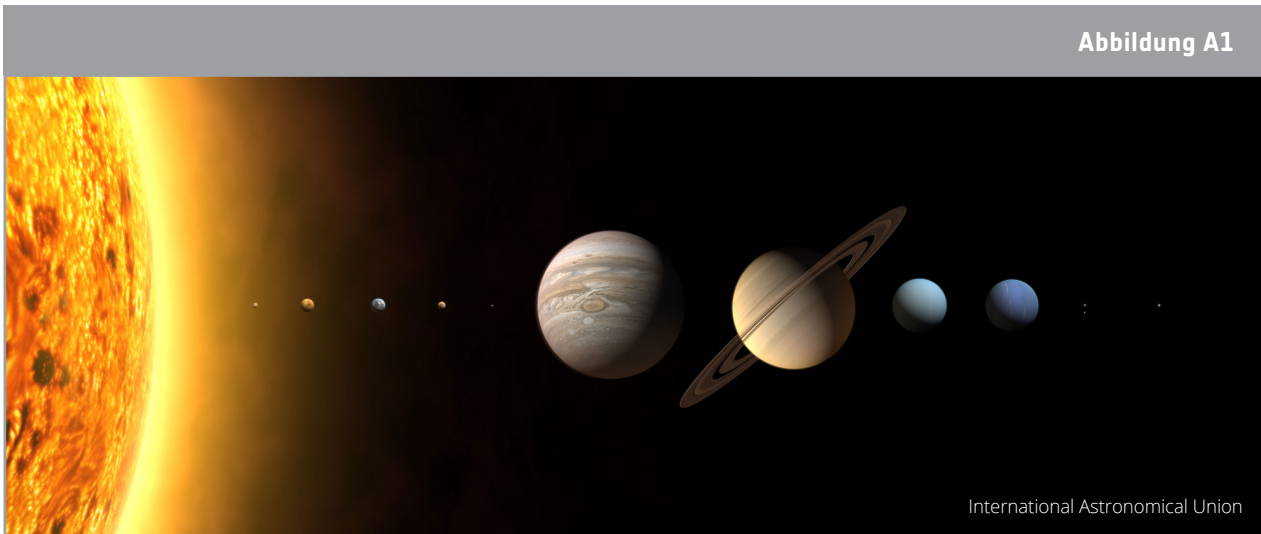


Abbildung A1

International Astronomical Union

↑ A1: Unser Sonnensystem

Eine mögliche Lösung dafür ist, dass die Astronaut\*innen Pflanzensamen mitnehmen. Dies würde es den Astronaut\*innen ermöglichen, die Samen nach ihrer Ankunft anzubauen und eine autarke Nahrungsquelle zu schaffen. Dies ist jedoch keine leichte Aufgabe. Es gibt mehrere Faktoren, die eine gefährliche Umgebung für Pflanzen auf dem Mars schaffen.

#### Übung

1. Um genauer darüber nachzudenken, liste einige der Dinge auf, die Pflanzen und andere Lebewesen zum Überleben benötigen:

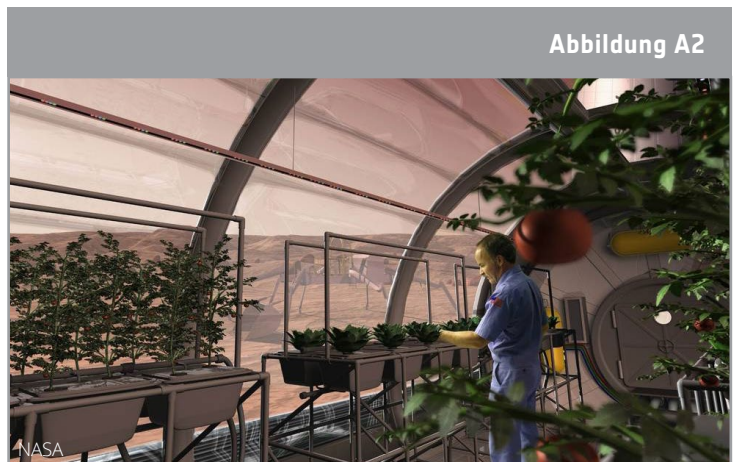


Abbildung A2

↑ A2: Eine künstlerische Darstellung, wie ein Gewächshaus auf dem Mars aussehen könnte.

---



---



---



---

2. Bevor wir uns mit den Bedingungen auf dem Mars befassen, schauen wir uns an, was du über die Erde weißt. Diskutiere mit deinen Mitschülern und deiner Lehrkraft, was deiner Meinung nach die Antworten auf die folgenden Fragen über die Erde sind:

- Was verursacht die Jahreszeiten auf der Erde?
- Wie sieht die Umlaufbahn der Erde um die Sonne aus?
- Was sind die wichtigsten Elemente, die in der Erdatmosphäre vorhanden sind?
- Was ist die Goldlöckchen-Zone und liegt die Erde darin?

3. Entscheide, ob die folgenden Aussagen wahr oder falsch sind.

Aussagen über den Mars - Tabelle T1	
Aussage	Wahr oder Falsch
Der Mars erlebt Jahreszeiten, genau wie wir auf der Erde.	
Die Umlaufbahn des Mars hat eine ähnliche Form wie die der Erde, was bedeutet, dass die Temperatur auf der Oberfläche ziemlich konstant ist.	
Der Mars hat eine dichte Atmosphäre, die die Wärme der Sonne einfängt.	
Der Mars hat kein Magnetfeld, was bedeutet, dass es weniger Schutz vor schädlicher UV-Strahlung und Sonnenwinden gibt.	
Wir haben flüssiges Wasser auf der Oberfläche des Mars gefunden.	
Die Atmosphäre des Mars hat eine ähnliche Zusammensetzung wie die Erdatmosphäre.	
Pflanzen auf dem Mars müssten sich an die massiv unterschiedlichen Tag- und Nachtzyklen auf dem Mars anpassen.	
Der Mars existiert nicht innerhalb der "Goldlöckchen"-Zone (habitable), so dass es unmöglich ist, dass flüssiges Wasser auf der Oberfläche existiert.	

In den Aktivitäten 1 bis 7 werden wir als Weltraumforscher\*innen agieren, die sich auf einer Mission zum Mars befinden, um einen Mars-Außenposten zu errichten. Um die Erfolgchancen der Mission zu erhöhen, werden wir ein automatisches Pflanzenbewässerungssystem bauen. Wir werden hier auf der Erde experimentieren und einen Prototyp entwerfen, um ihn später an die Marsumgebung anzupassen!

## Hintergrundübung – Einführung in den Arduino

Um sich mit Arduino und den Grundlagen von C++ vertraut zu machen, verwende die Ressource „[T04.1 Lernen mit Arduino!](#)“. Dort wirst du durch die Verwendung mehrerer Sensoren geführt, um Messungen der Umgebung durchführen zu können, und eine Einschätzung zu bekommen, wie ein Arduino verwendet werden kann.



## → Aktivität 1: Vorbereiten der Materialien und des ersten Designs

### Einleitung

Damit eine Mission zum Mars erfolgreich ist, müssen die Astronaut\*innen so autark wie möglich sein. Dazu gehört, so viel wie möglich von ihren Ressourcen zu recyceln und ihre eigenen Lebensmittel anzubauen.

Pflanzen sind eine wertvolle Ressource. Gemüse ist eine nährstoffreiche Nahrungsquelle, die aus kleinen Samen und Zwiebeln angebaut werden kann, wodurch die Menge an Material, die an Bord der Raumsonde transportiert wird, begrenzt wird. Die Photosynthese, ein Prozess, der in Pflanzen durchgeführt wird, um Glukose für Wachstum und Atmung zu produzieren, erfordert Kohlendioxid, von dem in der Marsatmosphäre reichlich vorhanden ist. Pflanzen müssen jedoch ständig überwacht werden, wenn sie gute Ernte produzieren sollen, insbesondere wenn ihre Umgebung von Natur aus nicht reich an Ressourcen ist, die sie benötigen.

Die Aufrechterhaltung eines Ökosystems auf dem Mars könnte daher viele Stunden und einen Großteil der Zeit der Astronaut\*innen in Anspruch nehmen. Unsere Aufgabe ist es, mit der Entwicklung eines Systems zu beginnen, das einem Computer ermöglicht, das Wohlergehen einer Pflanze aus der Ferne zu überwachen und entsprechende Entscheidungen zu treffen. Dies würde den Astronaut\*innen mehr Freiheit für andere Aufgaben geben.

### Übung

Zeichne eine Skizze eines automatischen Bewässerungssystems, aber denk vorher darüber nach:

- Welche möglichen Geräte kann ich verwenden?
- Wie wird das Wasser zur Anlage transportiert?
- Wie entscheiden wir, ob die Pflanze gegossen werden muss?
- Welche Probleme könnten wir haben? Wie können wir diese überwinden?

---

---

Zeichne und beschrifte im Feld darunter deinen ersten Plan für das Bewässerungssystem

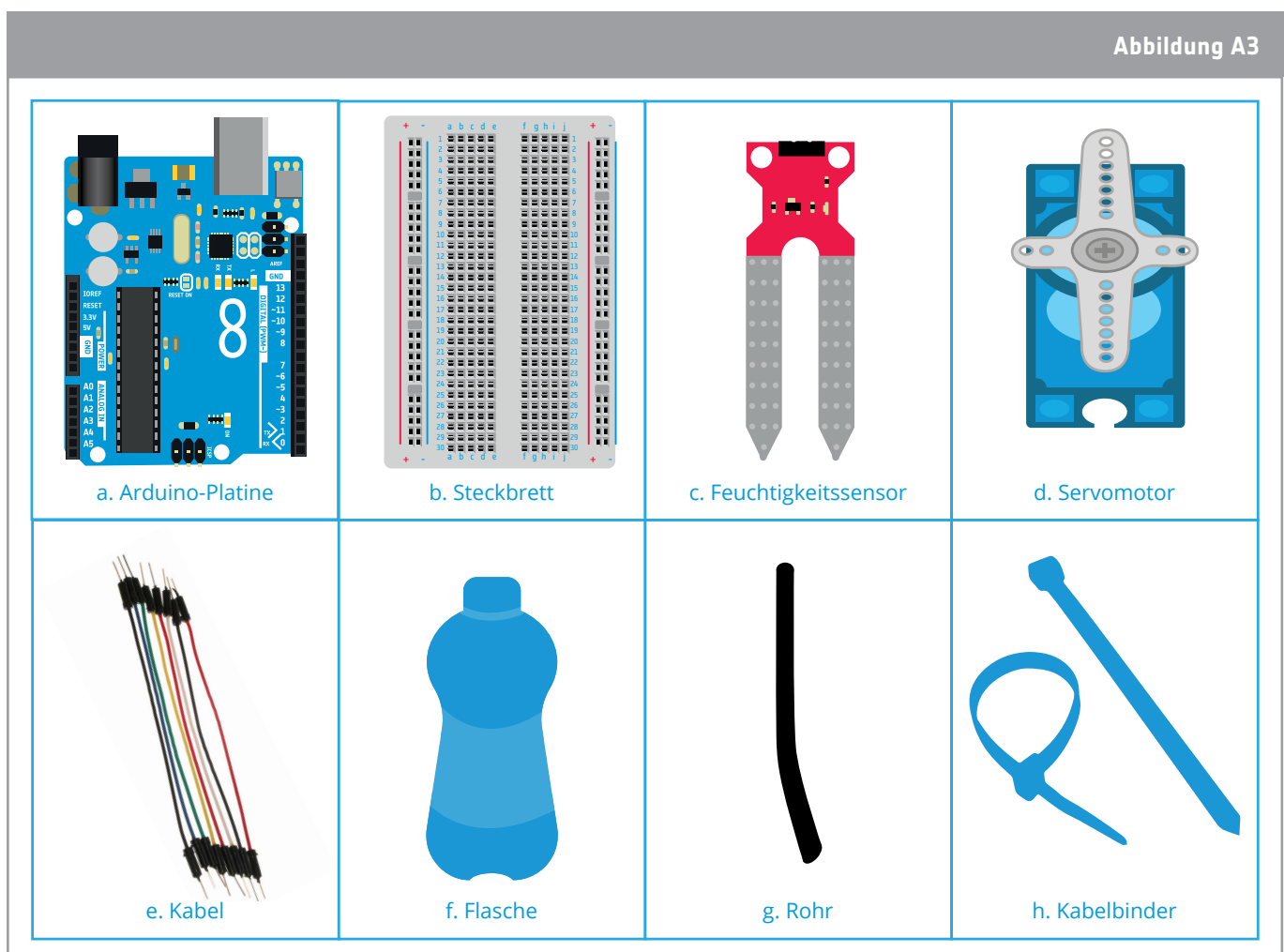
Wir haben einen bestimmten Satz von Komponenten ausgewählt, um ein mögliches System zu entwickeln. In Kombination mit deinem Wissen über die Funktionsweise der verschiedenen Komponenten und der untenstehenden Liste besteht deine Aufgabe darin, ein System zu entwickeln, mit dem eine Pflanze je nach Feuchtigkeitsgehalt des Bodens automatisch bewässert werden kann.

## Ausrüstung

- Arduino (z. B. Arduino Uno)
- Arduino-Netzteil (Laptop)
- Sensor für Bodenfeuchte
- Servomotor (Mini 3-5V)
- Steckbrett
- Schlauch (ein dünner Bewässerungsschlauch ist perfekt)
- Erde/Pflanze
- Drähte – inkl. Buchse-Stecker und Stecker-Stecker
- Schere/Bastelmesser
- Leere Flasche
- Klebepads/Kleber
- Kabelbinder
- Ein Eimer

In der obigen Liste ist ein Servomotor enthalten. Ein Servomotor ist ein kleiner Motor, der in einer festen Position zum Drehen in einer Spirale verwendet werden kann.

Lass uns zunächst darüber nachdenken, wie das System physisch aussehen könnte – mach dir jetzt keine Sorgen über die spezifischen elektrischen Verbindungen!



↑ A3: Grundkomponenten zum Aufbau eines automatischen Bewässerungssystems

## → Aktivität 2: Entwerfen und testen des Wasserreservoirs

### Einleitung

Wir haben jetzt eine grundlegende Idee, wie unser Pflanzenbewässerungssystem funktionieren könnte. Der nächste Schritt besteht darin, das Design durch Tests zu verfeinern! In dieser Übung wirst du durch die Konstruktion eines bestimmten Designs geführt. Wenn dein Design anders ist, musst du die Schritte anpassen oder dir deine eigenen Ideen einfallen lassen!

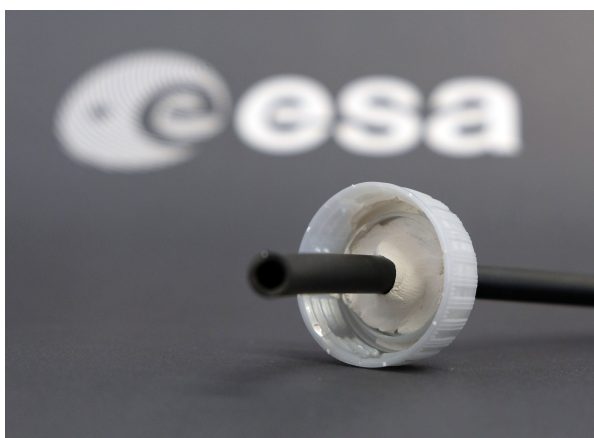
Beginnen wir mit dem eigentlichen Design des Systems. Für diesen Schritt benötigst du:

- Die Wasserflasche
- Klebeknete/Patafix oder Klebepistole
- Schere
- Bewässerungsschlauch
- Eimer

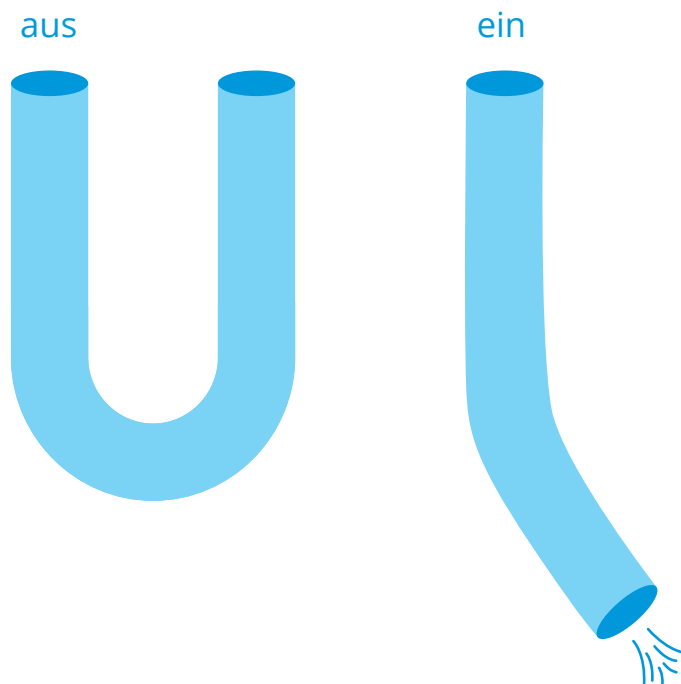
Eine große, breite Flasche ist ein perfektes Reservoir für unser Bewässerungssystem. Achte darauf, dass du den Deckel behältst, und schneide den unteren Teil der Flasche ab, um den Behälter immer wieder auffüllen zu können.

Als nächstes müssen wir ein Loch in die Kappe für unsere Wasserleitung bohren. Diesen Schritt sollte eine Lehrkraft durchführen! Dies geschieht am besten, indem man langsam und vorsichtig mit einer Schere ein Loch auf die gewünschte Größe schnitzt. Teste mit dem Wasserschlauch, bis du mit der Passform zufrieden bist. Je enger die Passform, desto besser. Abhängig von deinem Arbeitsbereich kann die Länge des Schlauches, dem du benötigst, variieren. Aber denk daran – es gibt keine Pumpe in diesem System, so dass wir uns auf die Schwerkraft verlassen, um den Wasserfluss sowohl zu ermöglichen als auch zu stoppen.

Hoffentlich konntest du eine gute Passform für den Schlauch erstellen, aber es ist wahrscheinlich, dass die Anordnung nicht perfekt wasserdicht ist. Dies lässt sich leicht mit einer Klebeknete/Patafix lösen – eine Klebepistole kann eine bessere Abdichtung bieten, wenn du eine dauerhaftere Einrichtung schaffen möchtest, aber sie ist für unser Projekt nicht notwendig.



Lass uns nun darüber nachdenken, wie unser System funktionieren wird. Wir müssen eine "Ein"- und "Aus"-Position festlegen – wann der Schlauch Wasser durchlässt und wann nicht. Eine mögliche Einstellung besteht darin, dass das Ende des Rohrs in der "Aus"-Position nach oben und in der "Ein"-Position nach unten zeigt. Im Moment musst du nur wissen, dass unser Servomotor uns in dieser Angelegenheit helfen wird.



## Hintergrund

### Bernoulli-Gleichung

Die Bernoulli-Gleichung sagt uns, wie stark der Druck in einem sich bewegenden Fluid zu- oder abnimmt, wenn sich die Geschwindigkeit des Fluids ändert. Hier ist die Bernoulli-Gleichung:

$$p + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g h = \text{constant}$$

wobei:

$p$  der statische Druck in Newton pro Quadratmeter zum Quadrat ist,

$\rho$  die Dichte in Kilogramm pro Quadratmeter zum Quadrat ist,

$v$  die Geschwindigkeit in Metern pro Sekunde ist,

$g$  die Fallbeschleunigung in Metern pro Sekunde zum Quadrat ist,

$h$  die Höhe in Metern ist.

Stell dir vor, wir bohren ein Loch in unser Wasserreservoir, um unseren Schlauch einzustecken. Wenden wir nun die Bernoulli-Gleichung auf dieses System an, wobei die Bedingungen links mit Index 1 die im Wasserreservoir und die Bedingungen rechts mit Index 2 die in der Leitung sind.

$$p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$$

## Übung

1. Isoliere die Geschwindigkeit des Wassers, das aus dem Reservoir ( $v_2$ ) austritt. Was ist die Hauptvariable, von der es abhängt?

**Hinweis:** Nehmen wir an, dass das Loch sehr klein ist ( $h_2 \sim 0$ ) und die Geschwindigkeit im Reservoir viel langsamer ist als in der Röhre ( $v_1 \sim 0$ ).

2. Nachdem du das System getestet hast, welche Funktionen des Systems (der Schlauch und die Wasserflasche) sind wichtig, wenn du überlegen, wie du den Wasserbehälter einrichten sollst? Welche Faktoren beeinflussen den Wasserfluss und ob er in der Aus-Position stoppt?

3. Entscheide, ob die folgenden Aussagen wahr oder falsch sind:

Aussage	Wahr oder Falsch
Das Wasser fließt schneller durch das Rohr als in das Reservoir.	
Der Durchmesser der Flasche ist wichtig für die Bestimmung der Durchflussmenge.	
Der Durchmesser des Schlauchs ist wichtig für die Bestimmung der Durchflussmenge.	
Der Höhenunterschied zwischen Flasche und Schlauch spielt keine Rolle.	

4. Nutze dein neues Verständnis, um das Reservoir zu testen, und überlege dann, wie du dein Design verfeinern könntest, um ein ideales Setup zu erreichen.

Zeichne dein ideales Setup, nachdem du dein Wasserreservoir getestet hast, und beschrifte es.

## → Aktivität 3: Montage des Servomotors und Anschließen der Wasserleitung

### Einleitung

Wir haben jetzt eine ziemlich gute Vorstellung davon, wie unser System aussehen wird, aber im Moment erfordert es unseren Input und unser Eingreifen, damit es funktioniert. Unser Ziel ist es, dieses System zu automatisieren, damit die Astronaut\*innen ihre Zeit effektiver nutzen können. Eine der Möglichkeiten, dies zu tun, ist die Verwendung eines Servomotors.

### Übung

Für diese Aktivität benötigst du:

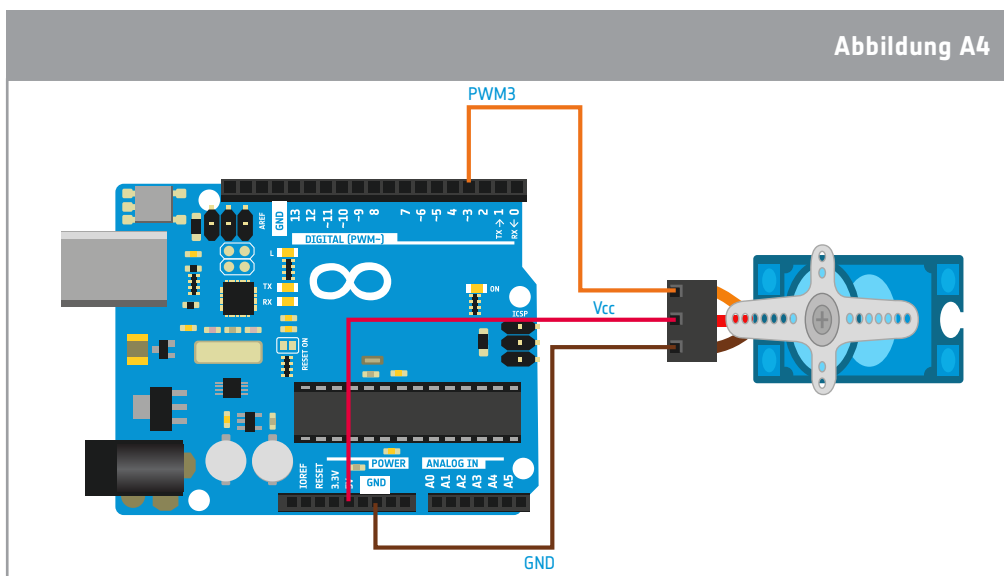
- dein Wasserreservoir
- Klebeknete/Patafix oder Klebepistole
- einen Servomotor
- Kabelbinder
- Arduino
- Steckbrett
- Drähte

#### Schritt 1: Lerne, den Servomotor zu programmieren

Für diesen Schritt benötigst du:

- Einen Servomotor
- Das Arduino
- Ein Steckbrett (optional)
- 3 Stecker-Stecker Drähte

Verwende die Drähte, um den Servomotor mit dem Arduino Uno zu verbinden. Dies kannst du entweder direkt am Arduino machen oder 3 zusätzliche Kabel in die Steckplatine stecken.



↑ A4: Das Setup des Arduino und des Servomotors

Das Arduino IDE enthält einen Beispielcode mit dem Namen "sweep". Damit kann die Stabilität und die Bewegung des Servos getestet werden. Die Ausrichtung kann leicht geändert werden, indem der Rotor entfernt und gedreht wird.

Um den Servomotor zu testen, schreibe einen einfachen Code wie den unten gezeigten. Dieser Code dreht den Servomotor alle zwei Sekunden um 100 Grad.

Abbildung A5

```
#include <Servo.h>

Servo myservo; // create servo object to control a servo

void setup() {
  myservo.attach(3); // attaches the servo on pin 3 to the servo object
}

void loop() {
  myservo.write(100);           // tell servo to go to position in variable 'pos'
  delay(2000);                 // waits 15ms for the servo to reach the position
  myservo.write(0);           // tell servo to go to position in variable 'pos'
  delay(2000);                 // waits 15ms for the servo to reach the position
}
```

↑ A5: Code zum Testen des Servos

## Schritt 2: Motorisieren des Systems

Für diesen Schritt benötigen wir die zusätzlichen Elemente:

- Klebeknete/Patafix oder Klebepistole
- das Wasserreservoir
- Eine flache, vertikale Fläche, an der du den Servomotor befestigen kannst
- Kabelbinder

Jetzt, da wir wissen, wie wir unseren Servomotor programmieren müssen, können wir ihn vom Arduino trennen, damit wir ihn in unser neues Setup einbauen können.



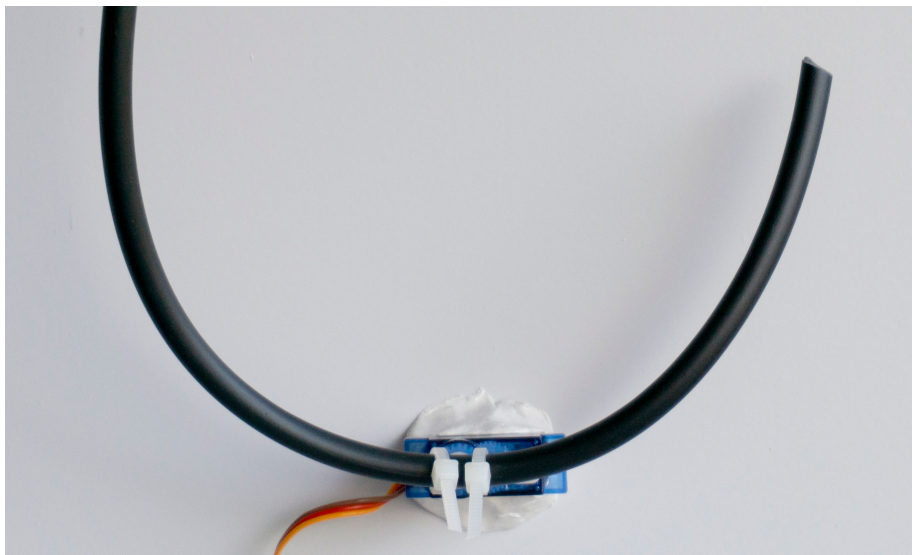
Dazu müssen wir unseren Servomotor montieren und an die Wasserleitung anschließen. Klebeknete können verwendet werden, um den Servomotor an einer geeigneten Wand zu montieren. Auch hier würde eine Klebepistole eine dauerhaftere Befestigung bieten, aber es ist wahrscheinlich, dass du in der Anfangsphase Anpassungen am Setup vornehmen musst.

In den meisten Servomotor-Kits ist ein Satz Rotoren enthalten. Wir werden eines davon verwenden, um den Schlauch mit dem Servomotor zu verbinden, wobei wir zwei Kabelbinder verwenden, um es zu sichern.



Die Länge zwischen dem Rohrende und dem Rotor ist wichtig – die vom Servomotor erzeugte Biegung muss lang genug sein, um den Wasserfluss zu stoppen. Wenn die Biegung zu klein ist, fließt das Wasser in der "Aus"-Position weiter – die Marspflanzen werden nicht überleben!

Jetzt sind wir bereit, den Schlauch am Servomotor zu befestigen. Einfach einrasten und wir sind fast fertig!



Nun werden wir unseren Servomotor am Arduino anschließen, um festzustellen, ob das Wasser mit unserem aktuellen Setup gestoppt werden kann oder nicht. Sobald die Einrichtung abgeschlossen ist, kannst du testen.

## Gesundheit & Sicherheit!

Bevor du beginnst, stelle sicher, dass:

- Du einen Kübel hast, um Wasser aufzufangen
- Elektronik und Kabel sich in sicherem Abstand zur Wasserflasche und zu möglichem verschüttetem Wasser befinden

Bei der Suche nach dem idealen Standort für den Servomotor musst du die richtige Balance finden zwischen:

- Der Höhe der Wasserflasche
- Der Höhe des Servomotors
- Der Position des Rotors auf dem Schlauch
- Der Ausrichtung des Rotors am Servomotor
- Der Rotationsgrade, die im Code zwischen der Position "Ein" und "Aus" verwendet werden

Notiere alle Anpassungen, die du an deinem System vorgenommen hast:

---



---



---



---



## → Aktivität 4: Testen des Feuchtigkeitssensors

### Einleitung

Jetzt, da wir die erste Hälfte unseres Systems zum Laufen gebracht haben, ist es an der Zeit, den Bodenfeuchtesensor zu testen, um zu sehen, wie wir ihn in unser System integrieren werden. Die beiden "Beine" des Feuchtigkeitssensors arbeiten als variabler Widerstand. Je mehr Wasser im Boden ist, desto besser ist die Leitfähigkeit und umgekehrt. Wir werden dieses Prinzip nutzen, um unser System vollständig zu automatisieren.

### Übung

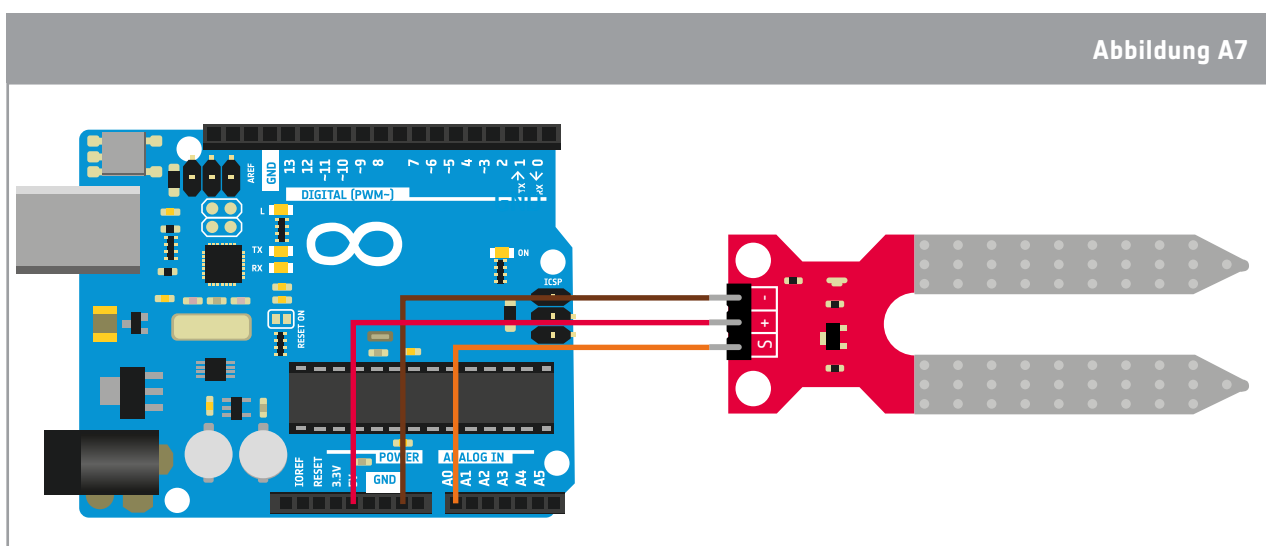
Für diese Aktivität benötigst du:

- Sensor für Bodenfeuchte
- Stecker-Buchse-Drähte
- Steckbrett
- Arduino

### Anmerkung

Einige Sensoren sind so kalibriert, dass sie einen höheren Messwert bei höherer Leitfähigkeit liefern, während andere einen niedrigeren Messwert liefern. Um zu verstehen, welchen Sensor du hast, vergleiche einen Messwert in der Luft mit einem im Wasser – tauche den Sensor dabei nicht vollständig ein!

Um den Feuchtigkeitssensor zu testen, schließe ihn an das Arduino an, wie in der Abbildung gezeigt.



↑ A7: Die Konfiguration für einen Bodenfeuchtesensor ohne externe Controller-Platine

Wir sind jetzt bereit, einen einfachen Code zu schreiben, um den Wert des Feuchtigkeitssensors zu messen und anzuzeigen.

Der Code in Abbildung A8 misst jede Sekunde und gibt den Wert auf dem seriellen Monitor aus. Verwende diesen Code, um den Feuchtigkeitssensor zu testen und das Bewässerungssystem zu kalibrieren.

Abbildung A8

```
1 int soilsensorpin = 0;
2 int soilmoisture;
3
4 void setup() {
5   Serial.begin(9600); //baudrate serial monitor
6
7 }
8
9 void loop() {
10  soilmoisture = analogRead(soilsensorpin);
11
12  Serial.println();
13  Serial.print("sensor value = ");
14  Serial.print(soilmoisture);
15  delay(2000);
16
17 }
```

↑ A8: Code zur Kalibrierung des Feuchtigkeitssensors

## Übung

- Welchen Wert gibt der Sensor an, wenn er in Wasser platziert wird? \_\_\_\_\_
- Welchen Wert gibt der Sensor in "trockener" Luft an? \_\_\_\_\_
- Was wäre ein geeigneter Wert, um das System von "ein" auf "aus" zu schalten?

Sobald du mit der Funktionsweise des Sensors zufrieden bist, kannst du die Einrichtung abschließen!

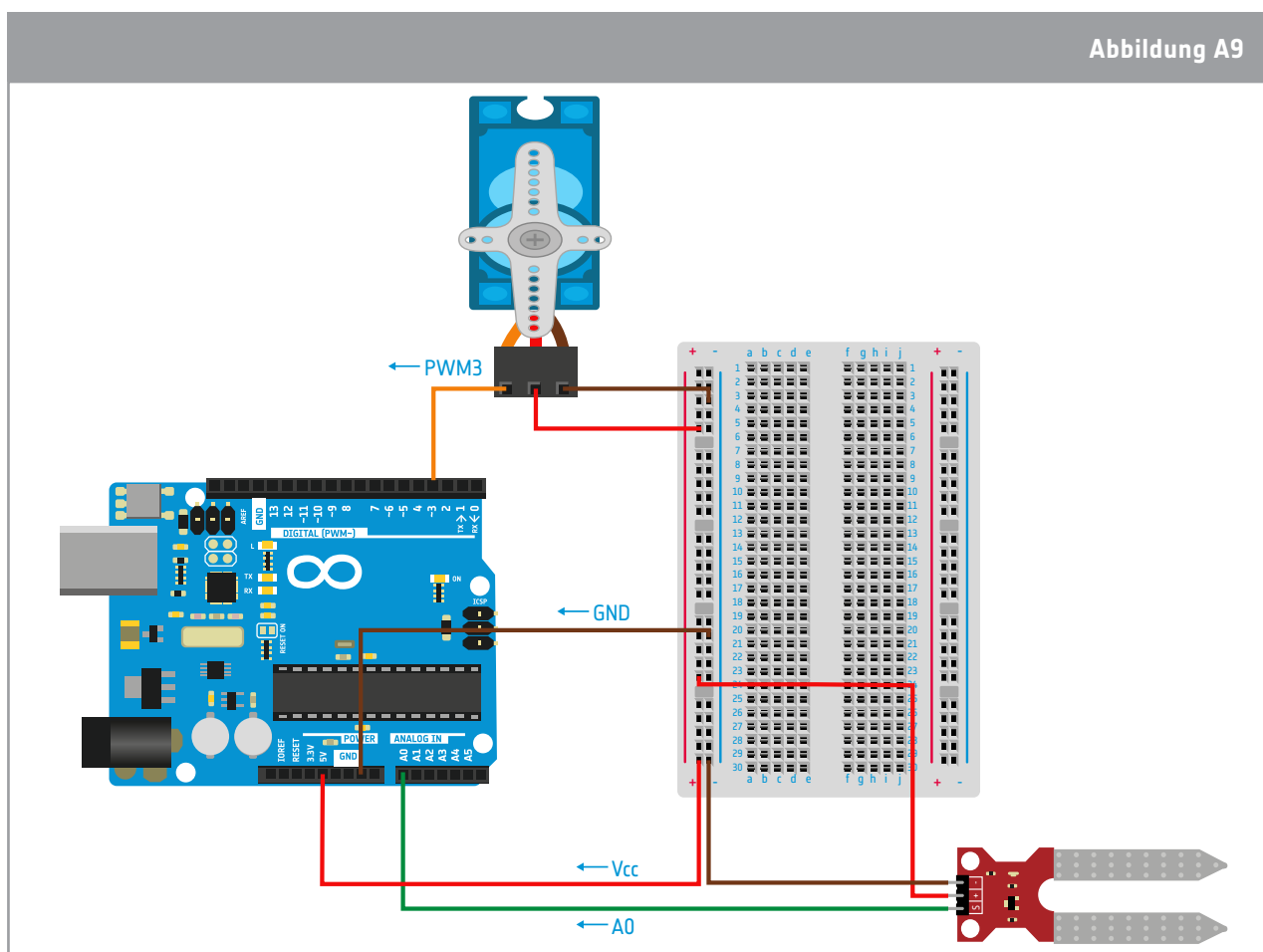
## → Aktivität 5: Verbinden aller Komponenten

### Einleitung

Fast geschafft! Wir haben jetzt ein gutes Verständnis für alle Elemente unseres Systems. Jetzt ist es an der Zeit, sie alle zusammenzufügen und das System zu testen, um zu sehen, ob alles funktioniert.

### Übung

Sobald du mit jedem Element des Wassersystems zufrieden bist, kannst du die Einrichtung abschließen, indem du die Komponenten an das Arduino anschließt. Nachdem du die vorherigen Anleitungen befolgt hast, sollte dies unkompliziert sein. Unten siehst du ein Diagramm des gesamten Setups. Pass auf dich auf! Je nachdem, welchen Feuchtigkeitssensor du verwendest, kann die Anordnung der Stifte unterschiedlich sein. Beziehe dich bei Bedenken immer auf das Datenblatt des Herstellers.



↑ A9: Elektrische Verbindungen zwischen Arduino, Servomotor und Bodenfeuchtesensor

Die Drähte am Servomotor sind wie folgt farbcodiert: braun – Erdung (GND), rot – 5 V (Vcc), orange – "Impuls". Achte auf die digitalen Pins auf dem Arduino-Board, die ~ neben ihrer Nummer haben (3, 5, 6, 9, 10 und 11). Dieses Symbol bedeutet, dass es sich bei dem Pin um einen Pulsweitenmodulations-Pin handelt. Wenn du dich dafür interessierst, was das bedeutet, findest du weitere Informationen unter: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/pulse-width-modulation>. Dies ist für uns wichtig, da dies die Art von Pin ist, die vom Servomotor benötigt wird.

## → Aktivität 6: Programmieren des Systems

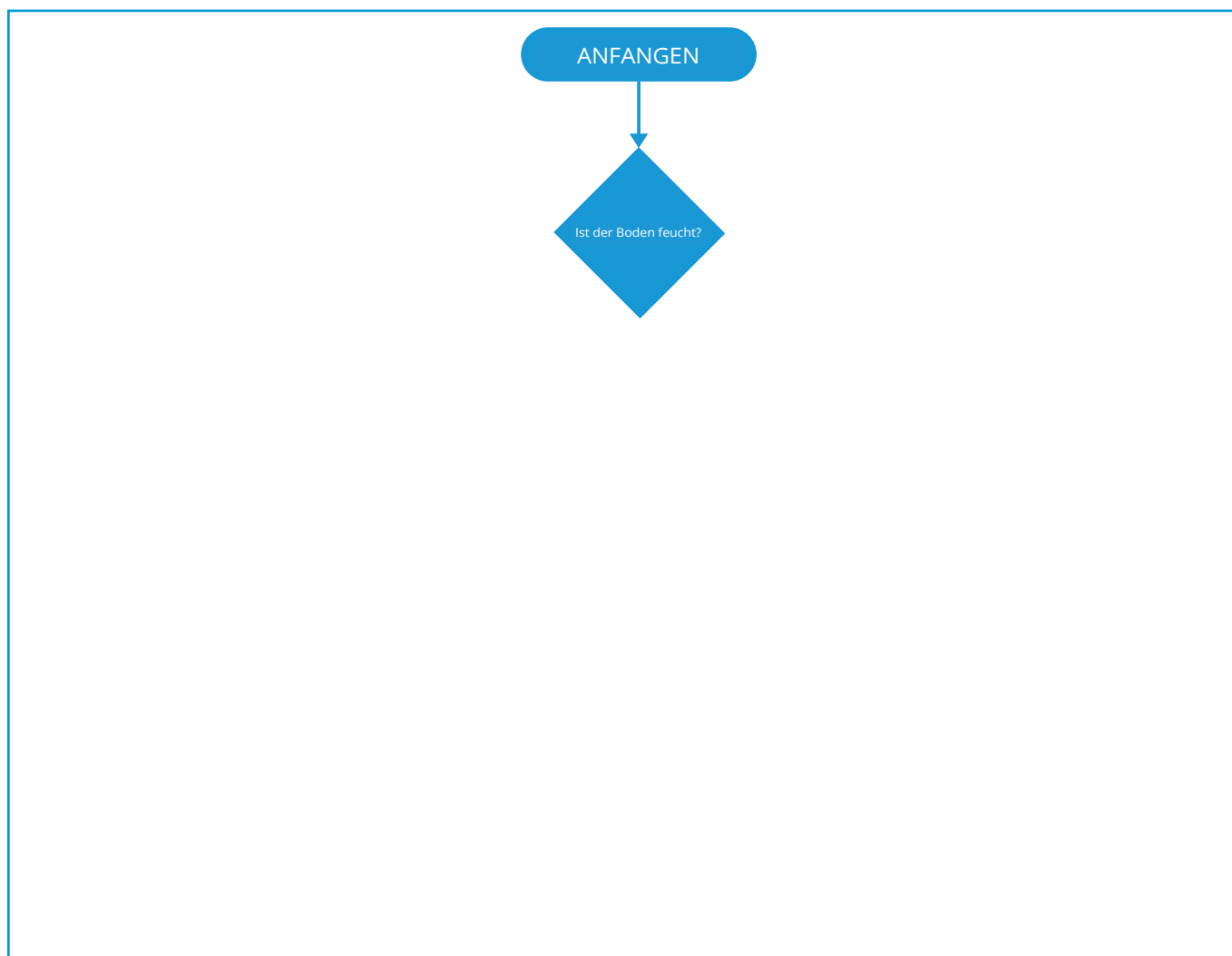
### Einleitung

Wir haben jedes Element des Systems separat getestet, sowohl mechanisch als auch mit Code. In der vorherigen Aktivität haben wir das System zusammengebaut. Jetzt ist es an der Zeit, den einzelnen Code zu schreiben, der zum Ausführen des gesamten Systems verwendet wird! Es ist nicht so entmutigend, wie es sich anhört. Wir haben bereits den größten Teil der Arbeit erledigt, es ist nun an der Zeit, alles zusammenzusetzen.

### Übung

Um das Schreiben unseres Codes zu erleichtern, können wir das Problem zuerst auf Papier durchdenken, wobei wir die gleiche Logik verwenden, die du beim Schreiben des Codes verwenden wirst. Dies ist in einem Flussdiagramm leicht zu bewerkstelligen. In der Regel ist ein Rechteck in einem Flussdiagramm ein Befehl, und eine Raute ist eine Frage/Entscheidung. Pfeile werden verwendet, um den Pfad durch das Diagramm anzuzeigen, abhängig von den getroffenen Entscheidungen.

1. Versuche, deinen "Code" in Form eines Flussdiagramms unten zu schreiben:



Wir haben jetzt alles vorbereitet, um unser automatisiertes Pflanzenbewässerungssystem in Betrieb zu nehmen. Alles, was du tun musst, ist, den Code zu schreiben und ans Arduino zu senden.

Das Erste, was wir mit unserem Code tun müssen, ist, mehrere Mengen/Variablen festzulegen, darunter: den für den Bodensensor verwendeten Pin, den für das Servomotor verwendeten Pin, eine Variable zum Speichern des Sensormesswerts und sowohl eine Ein- als auch eine Aus-Position für den Servomotor. All dies geschieht über den Befehl 'int'. Wir müssen auch einen Namen für unseren Servomotor definieren und sicherstellen, dass die Servomotor-Bibliothek in den Code aufgerufen wird.

Abbildung A10

```
#include <Servo.h>
Servo waterServo; //creates the name of your servo
int soilSensorPin = 0; //assignes a pin for the soil sensor
int servoPin = 3; //sets the servo pin, this must be a PWM pin
int soilmoisture; //variable to store one sensor reading
int wateringOn = 0; //position of servo to allow water to flow
int wateringOff = 120; //position of servo to hold water
```

↑ A10: Festlegen von Variablen in unserem Code

Beachte, dass die Servomotor Position in Grad angegeben wird und die Werte, die du verwenden musst, von der Ausrichtung des Servos/des Rotors abhängen und wahrscheinlich von den oben angezeigten Zahlen abweichen.

Als nächstes müssen wir, wie in früheren Beispielen, eine Symbolrate festlegen (eng verbunden mit der Bitrate, der Rate, mit der Informationen/Daten übertragen werden). Wir müssen dem Arduino auch sagen, dass der Servomotor ein „Ausgang“ ist.

Abbildung A11

```
void setup() {

  Serial.begin(9600); //baudrate serial monitor
  waterServo.attach(servoPin); //sets servo pin as output
}
```

↑ A11: Einrichten des Programms

Jetzt sind wir bereit, mit dem Schreiben unseres Hauptprogramms zu beginnen. Wenn wir uns das Flussdiagramm ansehen, können wir sehen, dass das Arduino eine Variable (in diesem Fall "Bodenfeuchtigkeit") misst und je nach Wert eines von zwei Dingen tun muss. In C++ kann diese Situation leicht mit einer 'if, else'-Anweisung behoben werden.

Die Syntax eines „if, else“ Befehls ist sehr einfach und kann unten betrachtet werden:

```
if(boolean_expression) {
// statement(s) will execute if the boolean expression is true
} else {
// statement(s) will execute if the boolean expression is false
}
```

Ein "boolescher Ausdruck" ist eine mathematische Aussage, die entweder wahr oder falsch ist und häufig die Verwendung der folgenden Symbole enthält: <, >, =.

2. Versuche mit den Variablen, die wir zuvor definiert haben, deine eigene „if, else“-Anweisung mit der korrekten Syntax im Feld unten zu schreiben. Du könntest auch in Erwägung ziehen, den Wert der Bodenfeuchtigkeit auf dem seriellen Monitor auszudrucken (verwende die frühere Anleitung, wenn du vergessen hast, wie dies zu tun ist).

```
if(           ) {

} else
{
```

**Du bist jetzt bereit, dein Programm auszuführen! Es ist eine gute Idee, zuerst ohne Wasser im System zu testen – Wasser und Elektronik vertragen sich nicht gut und das Programm läuft möglicherweise nicht genau so, wie du es erwartest!**

Während der von uns entworfene Code das tut, was er tun soll, gibt es viele Möglichkeiten, ihn zu verbessern. Zum Beispiel:

3. Schreibe alle Verbesserungen im folgenden Bereich auf – könntest du sie in deinen Code integrieren?

## Schon gewusst?



Der jährliche weltweite Wasserverbrauch aus der Bewässerung wird bis 2025 voraussichtlich 1500 Kubikkilometer überschreiten! Es ist daher wichtig, dass alle Bewässerungssysteme, die für eine Mission zum Mars ausgelegt sind, so effizient und autark wie möglich sind, sonst werden allein die benötigten Wassermengen die Mission nicht durchführbar machen....

## → Aktivität 7: Bereit für den Mars?

### Einleitung

Wasser ist natürlich nur eine der vielen lebenswichtigen Ressourcen, die eine Pflanze zum Überleben braucht. Wie kann das System zu einem integrativen, autonomen System entwickelt werden, das in der Lage ist, Pflanzen in einer Marsumgebung zu überwachen und gesund zu halten? Gibt es etwas Einzigartiges an der Umgebung auf dem Mars, das wir berücksichtigen müssen? Gibt es noch andere Bedenken bei einer Mission zum Mars? Denke daran, dass alles, was für das System benötigt wird, die Reise mit den Astronaut\*innen machen muss, daher sind einfache und leichte Lösungen am besten!

### Übung

1. Denke an die Änderungen, die du am System vornehmen müsstest, wenn du auf dem Mars wärst. Bedenke:

- Gab es irgendwelche Anomalien? Wenn ja, wie konntest du damit umgehen?
- Floss das Wasser nur, wenn es benötigt wurde?
- Was sind die Unterschiede zwischen Erde und Mars, und hat einer dieser Unterschiede Konsequenzen für unser System?

---



---



---



---



---



---



---

2. Ist es ethisch vertretbar, irdisches Leben zum Mars zu schicken? Was ist, wenn es bereits Leben auf dem Mars gibt und dieses versehentlich kontaminiert oder getötet wird?

Deine Lehrkraft wird dich in eine Gruppe einteilen, in der du dir Argumente "für" oder "gegen" eine solche Marsmission überlegst. Versuche, deine Gründe mit deinen Kollegen und Kolleginnen zu diskutieren. Im Folgenden werden einige Ausgangspunkte für jede Seite gegeben.

Für	Gegen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wir müssen es tun, damit die Menschheit überleben kann.</li> <li>• Es könnte uns etwas über das Leben auf der Erde lehren.</li> <li>• .....</li> <li>• .....</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wir könnten bereits existierendes Leben kontaminieren oder töten.</li> <li>• Strahlung könnte zu unvorhersehbaren Mutationen des Organismus führen.</li> <li>• .....</li> <li>• .....</li> </ul>



Ein Aspekt, den du vielleicht noch nicht bedacht hast, ist, wie die Pflanzen genügend Nährstoffe erhalten, um gesund zu sein. Auf der Erde bauen wir Pflanzen oft in Erde an, die als Reservoir fungiert, das die essenziellen Mineralien und Nährstoffe enthält, die Pflanzen brauchen. Der Boden selbst ist jedoch nicht notwendig! Pflanzenwurzeln nehmen die Nährstoffe aus dem Boden auf, nachdem sie sich im Wasser aufgelöst haben. Hydrokultur ist eine Methode, bei der Pflanzen ohne Erde angebaut werden und stattdessen Wasser als Reservoir für Nährlösungen verwendet wird. Es ist eine effizientere Methode, da sie Wasserverluste durch Verdunstung eliminiert und das Wasser recycelt wird. Ein entscheidender Vorteil für die Anwendung auf einer Marsmission ist, dass wir keine großen Mengen an Ackerland benötigen, sondern lediglich geschlossene Gewächshäuser.

3. Kannst du noch weitere Vorteile der Hydrokultur für eine Marsmission aufzählen?

---



---



---

### Schon gewusst?

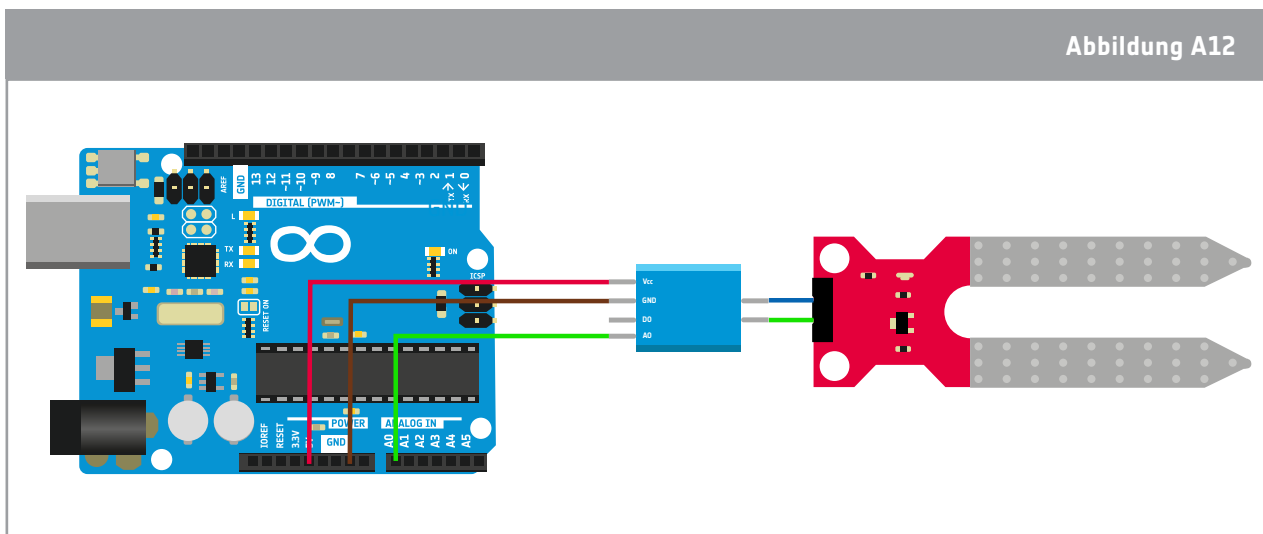
Bei der MELiSSA-Initiative der ESA handelt es sich um die Micro-Ecological Life Support System Alternative, die darauf abzielt, eine Technologie für ein geschlossenes Lebenserhaltungssystem für die Weltraumforschung zu entwickeln. Es soll ein künstliches Ökosystem nachbilden, ähnlich einem See auf der Erde, in dem Abfallprodukte von Pflanzen und Algen verarbeitet werden, um Nahrung, Sauerstoff und Wasser zu regenerieren.



## → Anhang 1: Unterschiede zwischen Feuchtesensoren

Der in den Aktivitäten besprochene Feuchtigkeitssensor enthielt einen Onboard-Controller und kann direkt an die Pins des Arduino angeschlossen werden. Einige Feuchtigkeitssensoren verfügen über eine externe Controller-Platine und müssen zuerst an diese externe Platine angeschlossen werden, bevor sie mit dem Arduino verbunden werden können.

Die genaue Einrichtung variiert je nach Feuchtigkeitssensor. Häufig sind die Pins jedoch mit Vcc, GND, AO (Analogausgang) und DO (Digitalausgang) beschriftet. Wenn dies bei dem von Ihnen verwendeten Sensor der Fall ist, ist in der folgenden Abbildung ein geeigneter Schaltplan dargestellt. Wenn sich Ihr Sensor von den beiden von uns besprochenen Sensoren unterscheidet (mit integrierten oder externen Controllern), sollten Sie im Handbuch des Herstellers nachsehen, um weitere Anweisungen zu erhalten.



↑ A12: Die Konfiguration für einen Feuchtigkeitssensor mit einer externen Controller-Platine.

## → Links

### **Lernen mit ARDUINO! Einführung in die Datenverarbeitung mit Arduino in C++**

[https://ars.electronica.art/esero/files/2021/02/T04.1\\_Lernen\\_mit\\_arduino\\_Lehrermaterial-1.pdf](https://ars.electronica.art/esero/files/2021/02/T04.1_Lernen_mit_arduino_Lehrermaterial-1.pdf)

[https://ars.electronica.art/esero/files/2021/02/T04.1\\_Lernen\\_mit\\_Arduino\\_Schuelermaterial-1.pdf](https://ars.electronica.art/esero/files/2021/02/T04.1_Lernen_mit_Arduino_Schuelermaterial-1.pdf)

### **Das MELISSA-Projekt der ESA**

[https://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Engineering\\_Technology/Melissa](https://www.esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology/Melissa)

### **Automatisches Bewässerungssystem ohne Pumpe**

<https://www.instructables.com/id/No-Pump-Automatic-Watering>

### **Leitfaden für Bodenfeuchtesensoren**

<https://learn.sparkfun.com/tutorials/soil-moisture-sensor-hookup-guide/all>