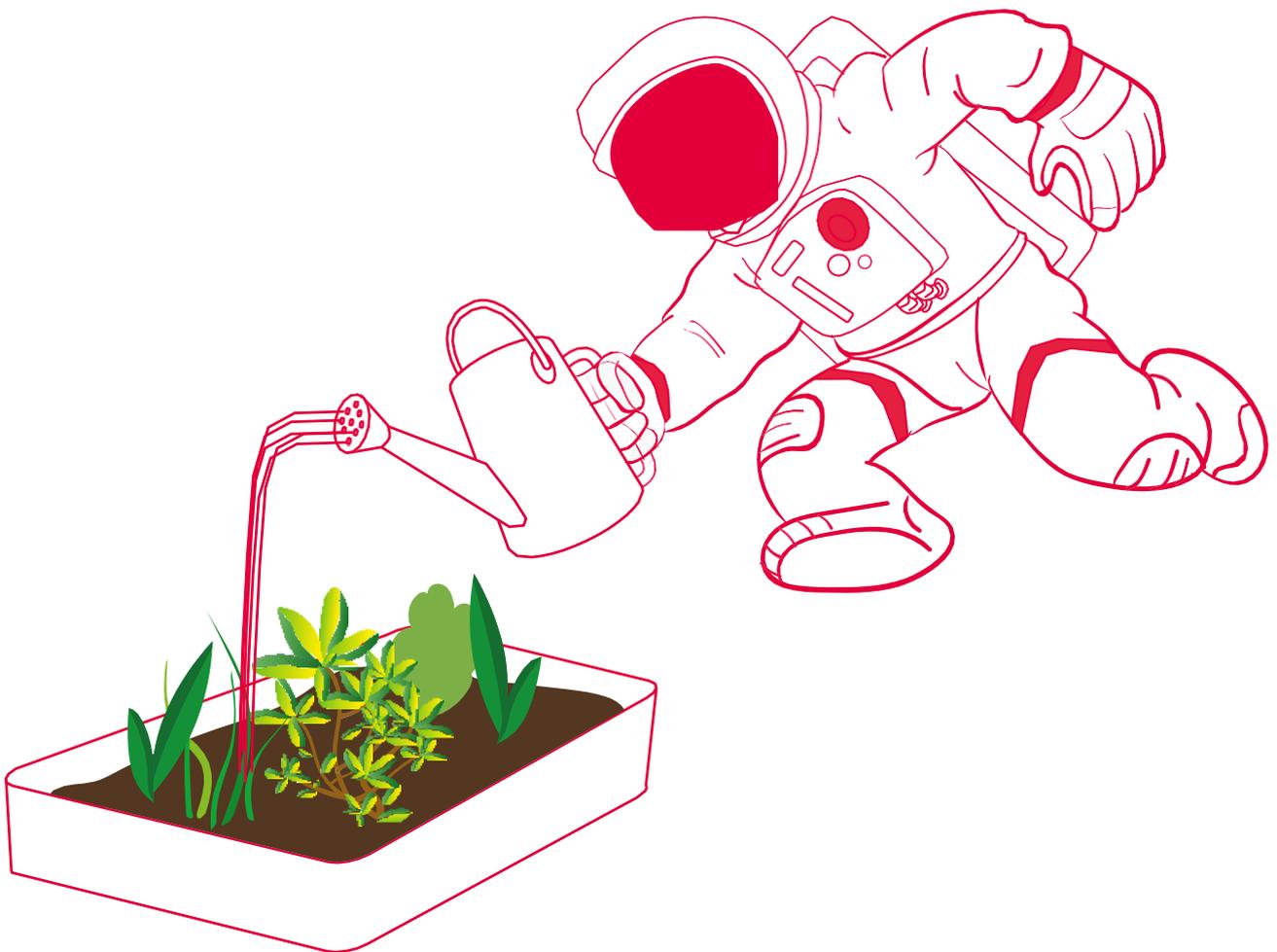


Primarbereich | PR42

# Lehren mit dem All

## → AstroFarmer

Die Wachstumsbedingungen von Pflanzen erforschen





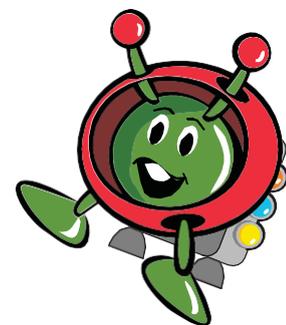
Die wichtigsten Fakten	Seite 3
Übersicht	Seite 4
Einführung	Seite 5
Übung 1: Benötigen Pflanzen Luft?	Seite 9
Übung 2: Benötigen Pflanzen Licht?	Seite 10
Übung 3: Benötigen Pflanzen Wasser?	Seite 12
Übung 4: Benötigen Pflanzen Erde?	Seite 13
Übung 5: Zu heiß, zu kalt	Seite 15
Übung 6: Pflanzen im Weltall	Seite 16
Links	Seite 19

Lehren mit dem All – AstroFarmer | PR42  
[www.esa.int/education](http://www.esa.int/education)

Das ESA Education Office freut sich über Anregungen und Kommentare  
[teachers@esa.int](mailto:teachers@esa.int)

Eine ESA Education Produktion  
Copyright © European Space Agency 2019

**Übersetzung und Adaptation durch ESERO Germany**



## → AstroFarmer

Die Wachstumsbedingungen von Pflanzen erforschen

### Kurzfakten

**Unterrichtsfach:** Naturwissenschaft  
**Altersklasse:** 8 bis 12-jährige  
**Typ:** Arbeitsblätter, Experimente  
**Schwierigkeitsgrad:** Mittel  
**Benötigte Unterrichtszeit:** 2,5 Stunden  
**Kosten pro Klasse:** gering (0 - 10 Euro)  
**Durchführungsort:** Klassenraum  
**Benötigt werden:** Kressesamen, Radieschensamen, Blumen mit weißen Blüten

**Schlagwörter:** Naturwissenschaften, Mond, Pflanzenwachstum, Umwelt, Atmung, Photosynthese, Nährstoffe, Wasser, Licht, Temperatur

### Zusammenfassung

In den sechs Übungen dieser Lerneinheit erforschen Schülerinnen und Schüler (SuS) welche verschiedenen Faktoren das Wachstum von Pflanzen beeinflussen. Sie übertragen das Erlernte dann auf die Kultivierung von Pflanzen im All. Die SuS werden lernen, dass Pflanzen Luft, Licht, Wasser, Nährstoffe und gleichbleibende Temperaturen benötigen, um wachsen zu können. Sie werden beobachten, was mit Pflanzen passiert, wenn sie einige dieser Faktoren variieren.

Die Übungen können einzeln oder im Rahmen der kompletten Lerneinheit durchgeführt werden.

### Lernziele

- Lernen, dass Pflanzen Wasser, Licht, Luft, Nährstoffe und passende Temperaturen benötigen, um zu wachsen.
- Verstehen, dass die Umwelt sich verändern und gefährlich für lebendige Organismen werden kann.
- Lernen, dass es möglich ist, Pflanzen ohne Erde anzubauen.
- Lernen, einfache Tests genau durchzuführen.
- Variablen zu erkennen und bei Bedarf zu verändern.
- Beobachtungen zu interpretieren und Ergebnisse aus ihnen abzuleiten.
- Lernen, Probleme zu lösen.



## → Übersicht der Aufgaben

Übung	Titel	Beschreibung	Ziel	Voraussetzungen	Zeit
1	Benötigen Pflanzen Luft?	Atmungs- und Photosyntheseprozesse in Pflanzen werden studiert.	Lernen, dass Pflanzen Luft zum Überleben benötigen.	Keine	15 Minuten
2	Benötigen Pflanzen Licht?	Untersuchung des Kressewachstums in verschiedenen Lichtverhältnissen.	Voraussagen machen und genaue, vergleichende Tests dazu durchführen, ob Pflanzen Licht benötigen.	Das Absolvieren der Übung 1 wird empfohlen.	30 Minuten für die Durchführung. 1 Woche Wartezeit
3	Benötigen Pflanzen Wasser?	Weißer Schnittblumen werden in mit Lebensmittelfarbe gefärbtes Wasser gestellt, um beobachten zu können, wie Pflanzen Wasser trinken.	Voraussagen machen und lernen, dass Pflanzen Wasser aufnehmen und es durch ihre Organe transportieren.	Keine	30 Minuten für die Durchführung. 1 Tag Wartezeit
4	Benötigen Pflanzen Erde?	Radieschensamen werden in verschiedenen Materialien gesät, um zu verstehen, dass Pflanzen auch ohne Erde wachsen können.	Voraussagen treffen und genaue, vergleichende Tests durchführen, um zu untersuchen, welche Nährstoffe Pflanzen aus der Erde benötigen. Verstehen, dass Pflanzen keine Erde brauchen.	Keine	30 Minuten für die Durchführung. 1 Tag Wartezeit
5	Zu heiß, zu kalt	Pflanzen in verschiedenen Erdteilen betrachten und einen Zusammenhang zwischen Flora und Klima herstellen.	Lernen, dass Pflanzen zum Wachsen gemäßigte Temperaturen benötigen.	Keine	15 Minuten
6	Pflanzen im Weltall	Zusammenfassen, dass Pflanzen Luft, Licht, Wasser, gemäßigte Temperaturen und Nährstoffe benötigen. Sich mit Anbauen auf dem Mond beschäftigen.	Verstehen, dass die Bedingungen im All sich von der Erde stark unterscheiden und eine Herausforderung für wachsende Pflanzen darstellen.	Keine	30 Minuten

## → Einführung

Pflanzen sind für die Ökosysteme unserer Erde wichtig; sie sind eine Nahrungsquelle für Tiere und wandeln bei der Photosynthese Kohlenstoffdioxid in Sauerstoff um.

In dieser Übungsreihe werden die SuS lernen, was Pflanzen benötigen, um zu überleben und gesund zu sein. Sie werden entdecken, dass die Hauptfaktoren für ein erfolgreiches Pflanzenwachstum die folgenden sind:

- Zugang zu Luft,
- Zugang zu Licht,
- Zugang zu Wasser,
- Zugang zu Nährstoffen,
- Eine passende und nicht zu stark schwankende Temperatur.

Die SuS werden diese Faktoren selber herausfinden, indem sie verschiedene Tests durchführen werden, in denen die Abhängigkeit von Pflanzen von den jeweiligen Faktoren untersucht wird.

### Luft

Luft besteht aus verschiedenen Gasen und zu einem kleinen Prozentsatz aus winzigen Partikeln, den Aerosolen, wie z.B. Staub und Pollen. Der größte Bestandteil der Luft macht Stickstoff aus (78%), gefolgt von Sauerstoff (21%). Andere Gase wie Kohlenstoffdioxid und Argon machen nur 1% der Atmosphäre aus. Luft beinhaltet auch Wasserdampf; Die Wassermenge in der Luft wird Luftfeuchtigkeit genannt.

Pflanzen, wie alle Lebewesen, müssen Atmen, um am Leben zu bleiben. Die **Respiration oder Atmung** ermöglicht Organismen Energie zu produzieren. Bei Pflanzen tritt der Sauerstoff durch kleine Öffnungen in den Blättern, den Stomata, ein. Pflanzen wandeln Zucker (Glukose) und Sauerstoff in Energie um:

**Zucker + Sauerstoff → Kohlenstoffdioxid + Wasser + Energie**

Bei der Pflanzen-Atmung entstehen Kohlenstoffdioxid und Wasser, genau wie bei uns Menschen. Das entstandene Kohlenstoffdioxid und der Wasserdampf verlassen das Blatt durch die Stomata.

### Licht

Pflanzen können nicht unbegrenzt in völliger Dunkelheit überleben. Sie benötigen Licht, um Zucker (Glukose) zu produzieren, den sie für die Atmung benötigen. Dieser Prozess wird Photosynthese genannt, er nutzt Licht, um Kohlenstoffdioxid und Wasser in Zucker und Sauerstoff umzuwandeln:

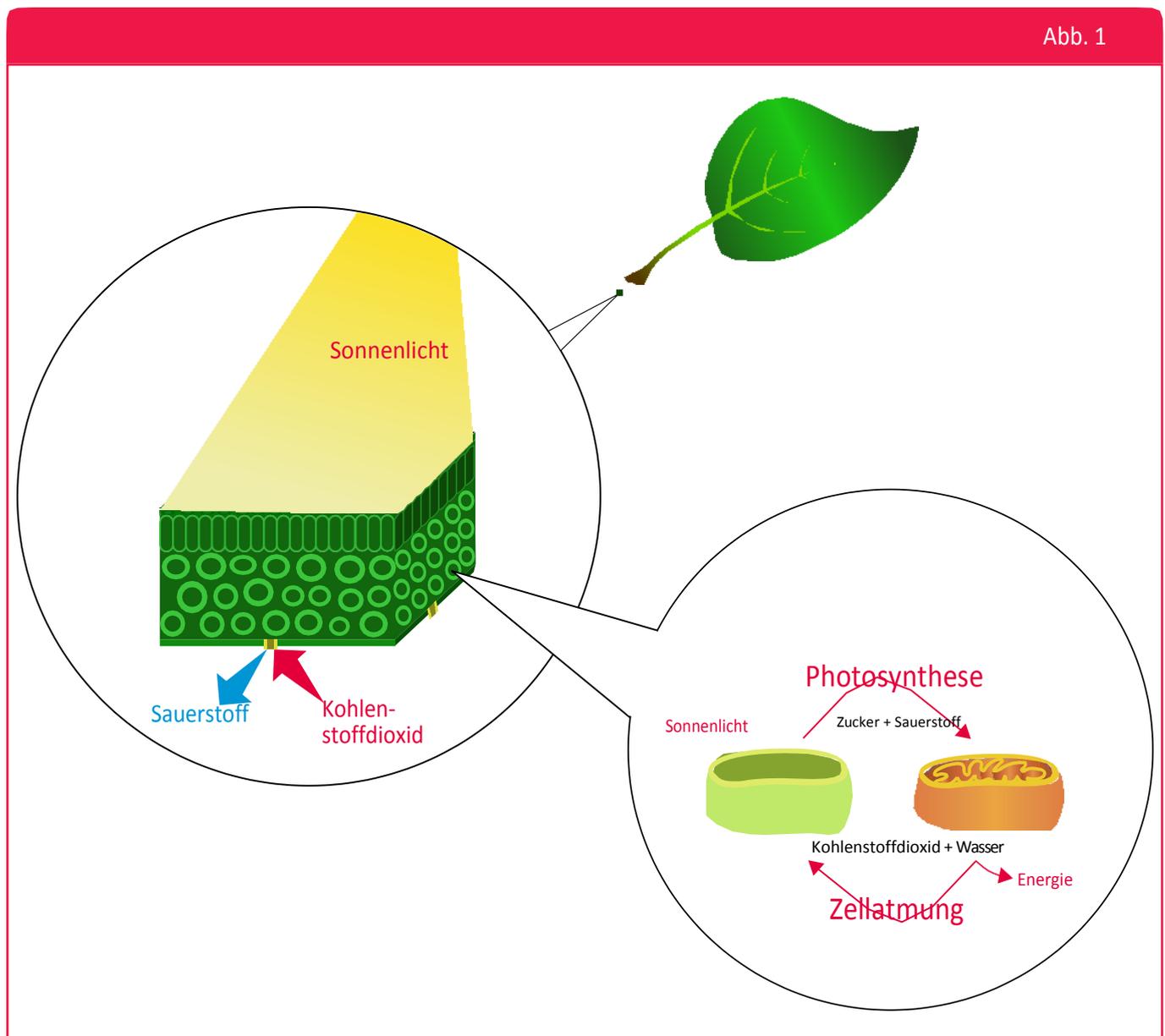
**Kohlenstoffdioxid + Wasser + Licht → Zucker + Sauerstoff**

Glukose ist die "Nahrung" einer Pflanze und wird durch Photosynthese gewonnen. Glukose wird in der gesamten Pflanze für Wachstum, Blüten- und Fruchtbildung verwendet.

Pflanzen haben ein Pigment, das Chlorophyll, welches es ihnen ermöglicht, die Photosynthese durchzuführen. Chlorophyll ist der Grund, warum Pflanzen grün aussehen. Ohne Chlorophyll können Pflanzen nicht überleben!

Pflanzen wachsen dem Licht entgegen. Wenn sie sich in völliger Dunkelheit befinden, nutzen sie die Energie, die sie gespeichert haben (zum Beispiel in ihren Samen), um schneller zu wachsen und nach dem dringend benötigten Licht zu suchen. Bei völliger Dunkelheit produzieren die Pflanzen kein Chlorophyll und sind nicht dazu in der Lage, Photosynthese zu betreiben. Sie wachsen so lange weiter, bis ihre Energie aufgebraucht ist.

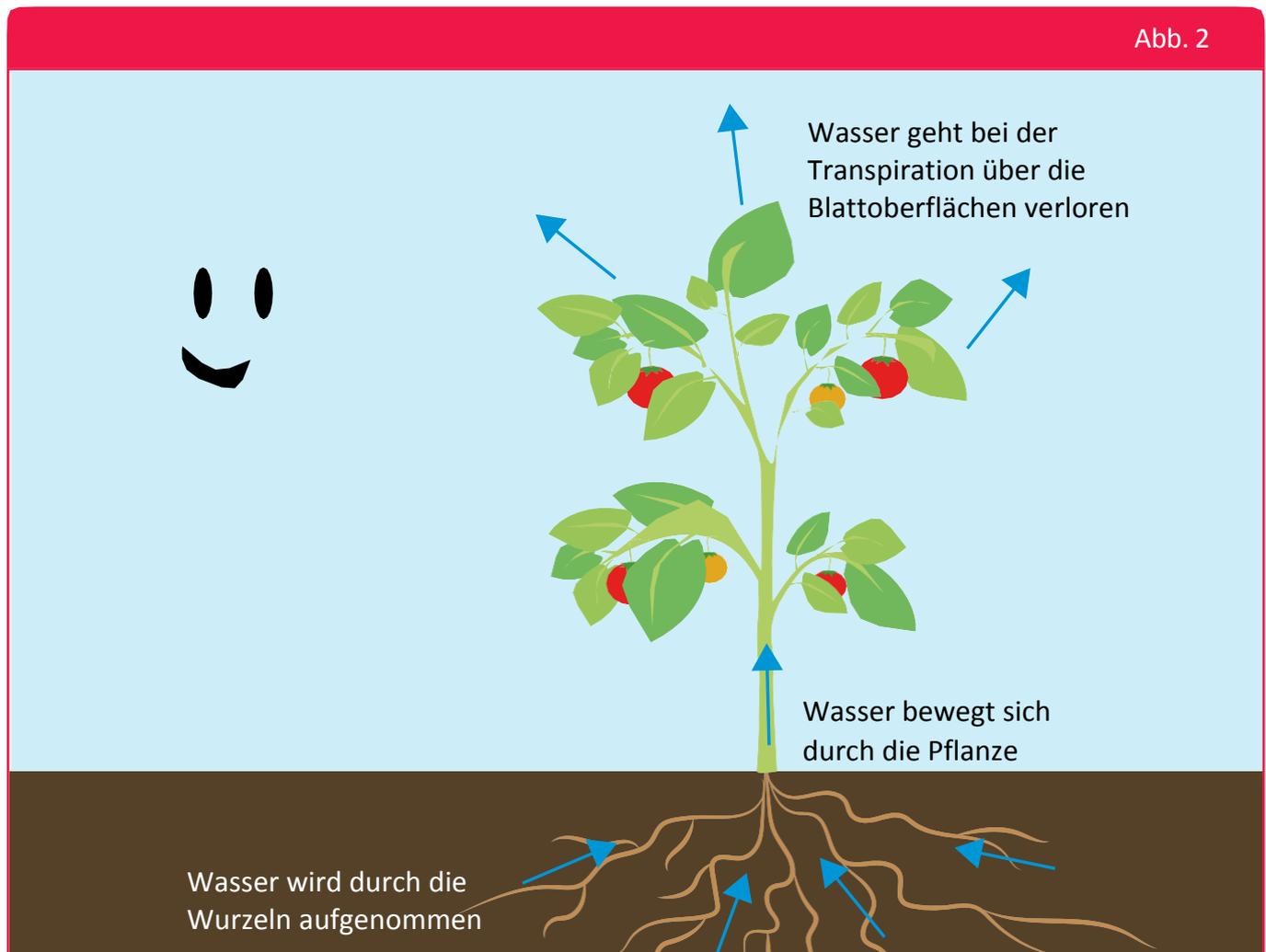
Atmung und Photosynthese sind miteinander verknüpft; die Produkte der Photosynthese sind die Reaktanden der Zellatmung (siehe Abbildung 1). Die Photosynthese erfolgt nur tagsüber, während die Atmung während Tag und Nacht stattfindet.



↑ Blatt-Anatomie

## Wasser

Wasser ist für alle Lebewesen, einschließlich der Pflanzen, lebenswichtig. Die Vegetation ist auf Wasser im Boden rund um die Wurzeln angewiesen. Pflanzen transportieren Wasser durch die Wurzeln und durch kleine Röhren (Xylemröhren) in die oberen Teile der Pflanze. Diese Rohre transportieren Wasser und gelöste Nährstoffe in die gesamte Pflanze. Pflanzen haben kein Herz, um Flüssigkeiten durch ihren Körper zu pumpen, also sind sie auf physikalische Kräfte angewiesen, um Flüssigkeit bis zum höchsten Blatt zu transportieren. Pflanzen verlieren Wasser durch Transpiration und Atmung über die Blätter (siehe Abbildung 2).



## Nährstoffe

Um gesund zu sein, müssen Pflanzen Zugang zu Nährstoffen haben. Nährstoffe sind chemische Elemente oder Verbindungen, die für das Wachstum einer Pflanze notwendig sind. Die Nährstoffe befinden sich normalerweise im Boden und werden durch die Wurzeln der Pflanze aufgenommen. Die im Boden vorhandenen Nährstoffe stammen aus vielen verschiedenen Quellen: zersetzte Tiere, Bakterien, Pilze, mikroskopische Organismen, Dünger und Exkremente. Einige Böden sind nährstoffreich und sehr gut für Pflanzen, andere sind nährstoffarm - zum Beispiel Wüstensand. Pflanzen erhalten aus dem Boden nicht nur Nährstoffe, sondern auch mechanische Unterstützung. Dennoch ist es möglich, Pflanzen mit erdlosen Techniken, wie z.B. Hydrokulturen anzubauen. Diese Techniken verwenden ein anderes Wachstumsmaterial, für Hydrokulturen ist es Wasser mit zusätzlichen Nährstoffen. Die mechanische Unterstützung der Pflanzen erfolgt künstlich.

## Temperatur

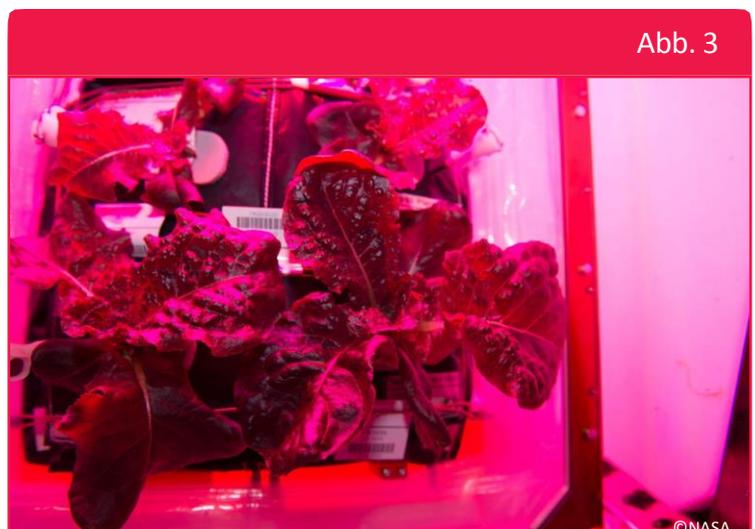
Die Temperatur ist ein Schlüsselfaktor für die Gesundheit und das Wachstum von Pflanzen. In Kombination mit den anderen bereits diskutierten Faktoren - Licht, Luft, Wasser und Nährstoffe - beeinflusst sie die Entwicklung der Pflanze. Pflanzen sind auf milde Temperaturen angewiesen, um Photosynthese betreiben zu können. Ob extreme Hitze oder extreme Kälte, die Temperatur beeinflusst die Gesundheit von Pflanzen. Die meisten Pflanzen können bei negativen Temperaturen nicht überleben, da das Wasser in der Pflanze gefrieren kann. Auch wenn die Pflanze dem Temperatureffekt innerlich entgegenwirken kann, friert der umgebende Boden ein und die Wurzeln können das darin enthaltene Wassereis nicht aufnehmen. Bei hohen Temperaturen können Pflanzen durch Transpiration große Mengen an Wasser verlieren. Einige Pflanzen haben sich weiterentwickelt, um den Wasserverlust zu minimieren, indem sie z.B. nadelförmige Blätter entwickelt haben. Aber auch die Wasserverfügbarkeit im Boden ist bei hohen Temperaturen meist gering und die Pflanze kann kaum Wasser über die Wurzeln aufnehmen. Es gibt jedoch Beispiele für Pflanzen, die sich an das Überleben in extremen Umgebungen angepasst haben. Der Kaktus beispielsweise hat sich an das Leben in Wüstengebieten angepasst, in denen die Temperaturen zwischen Minusgraden und +70°C liegen können.

## Im Weltall

All die Dinge, die wir auf der Erde als selbstverständlich betrachten, sind im Weltall entweder nicht vorhanden oder anders. Im All sind die fünf Bedingungen, die für das Wachstum von Pflanzen erforderlich sind - Licht, Wasser, Boden, Nährstoffe und eine angemessene Temperatur - schwer zu erfüllen. Darüber hinaus müssten die Pflanzen in einer anderen Schwerkraftumgebung wachsen – auf der Internationalen Raumstation (ISS) ist das die Mikrogravitation und auf dem Mond 1/6 der Erdschwerkraft.

Das Pflanzen von Saatgut in Erde würde auf der ISS, wo Mikrogravitation herrscht, sehr chaotisch werden. Die Erde könnte in der Station herum schweben, in einer wichtigen Maschine stecken bleiben oder von einem Astronauten eingeatmet werden. Außerdem ist Erde schwer und lässt sich nicht gut ins All transportieren.

Glücklicherweise könnten auf der ISS oder auf dem Mond Pflanzen hydroponisch angebaut werden. Diese Methode wurde bereits in der ISS getestet und hat 2015 ihren ersten "Weltraumalat" produziert.



↑ Spezielles Pflanzenkultivierungs-Unit der ISS namens "Veggie"

Der Boden auf dem Mond ist völlig nährstoffarm und auch die Umweltbedingungen dort unterscheiden sich sehr zu denen auf der Erde. Wenn die ESA und andere Weltraumorganisationen über den Anbau von Pflanzen auf dem Mond sprechen, planen sie daher, diese in einer kontrollierten Umgebung, zum Beispiel in speziellen Gewächshäusern, anzubauen.

In dieser Übungsreihe werden die SuS selbst ein AstroFarmer und erforschen die Bedingungen, unter denen Pflanzen im Weltraum wachsen können.

## → Übung 1: Benötigen Pflanzen Luft?

In dieser Übung beschäftigen sich die SuS mit der Atmung und der Photosynthese in Pflanzen. Sie werden außerdem lernen, welche Bestandteile die Luft hat und werden verstehen, welche Rolle die Pflanzen bei der Produktion von Sauerstoff spielen.

### Materialien

- Arbeitsblätter für alle SuS
- Stift zum Schreiben
- Buntstifte

### Aufgabe

Verteilen Sie die Arbeitsblätter und bitten Sie die SuS, die Lücken im Text mit den vorgegebenen Wörtern korrekt auszufüllen.

Bitten Sie sie dann, zu bestimmen, welcher Prozess durch die einzelnen Pfeile in Frage 2 dargestellt ist. Die SuS sollen den Namen des Prozesses in Rot oder Blau entsprechend den auf dem Bild verwendeten Farben einfärben. Die SuS sollten verstehen, dass die Photosynthese nur tagsüber stattfindet, während die Atmung tags und nachts stattfindet.

### Ergebnisse

1. **Luft** ist eine Mischung verschiedener Gase, die Stickstoff (78%) und **Sauerstoff** (21%) enthält. Andere Gase wie Kohlenstoffdioxid machen weniger als 1% der Erdatmosphäre aus.

**Pflanzen**, wie alle Lebewesen, müssen Atmen, um zu leben. Bei der Respiration wird Zucker und Sauerstoff in Energie umgewandelt und dabei entsteht **Kohlenstoffdioxid** und Wasser.

Die meisten Pflanzen können in völliger Dunkelheit nicht lange überleben, weil sie Licht benötigen, um den Zucker zu produzieren, den sie brauchen, um Energie zum Wachsen zu haben. Dieser Prozess wird Photosynthese genannt und nutzt Licht, um Kohlenstoffdioxid und Wasser in Zucker und Sauerstoff umzuwandeln. Die **Photosynthese** ist die wichtigste Sauerstoffquelle in der **Atmosphäre**.

2.

Respiration

Photosynthese

### Diskussion

Abhängig vom Alter und den Fähigkeiten der SuS könnten Sie auf die Prozesse der Respiration und Photosynthese ausführlicher eingehen und den SuS die Reaktionsgleichungen aus Abb. 1 vorstellen.



## → Übung 2: Benötigen Pflanzen Licht?

In dieser Übung werden die SuS untersuchen, wie gut Kresse in verschiedenen Lichtverhältnissen wächst: in kompletter Dunkelheit und in normalem Sonnenlicht. Die SuS sollten verstehen, dass Licht das Wachstum von Pflanzen beeinflusst und die Ergebnisse dieses Experiments mit Übung 1 in Zusammenhang bringen.

### Materialien

- Ein ausgedrucktes Arbeitsblatt pro Gruppe
- Kressesamen
- Identische Gefäße/Plastikbehälter (2 pro Gruppe)
- Blumenerde
- Kleiner Spaten oder Löffel
- Eine Pappbox oder ein dunkler Schrank
- Ein Lineal

### Aufgabe

Teilen Sie die Klasse in Kleingruppen von zwei bis vier SuS. Informieren Sie sie, dass sie ein Experiment durchführen werden, um zu untersuchen, wie die Kresse unter verschiedenen Lichtverhältnissen wächst: ständige Dunkelheit vs. normales Sonnenlicht.

**Hinweis:** Wenn Sie der Aufgabe mehr Komplexität verleihen möchten, können Sie einen dritten Topf mit konstantem Licht hinzufügen (z.B. unter einer Lampe).

Verteilen Sie die Arbeitsblätter und die notwendigen Materialien an die Gruppen: 2 Töpfe pro Gruppe, Kressesamen und Blumenerde. Bitten Sie die SuS, den Anweisungen auf den Arbeitsblättern zu folgen und unterstützen Sie die SuS bei Bedarf. Bitten Sie sie, die Töpfe mit ihren Namen zu beschriften und sie mit 1 und 2 zu nummerieren.

Achten Sie darauf, dass die Erde feucht ist und geben Sie bei beiden Töpfen ungefähr die gleiche Menge Wasser hinzu.

Als nächstes sollten die SuS alle Töpfe mit der Aufschrift "1" in völliger Dunkelheit (ein Schrank oder eine Kiste) und alle Töpfe mit der Aufschrift "2" an einem Ort mit einem normalen Tag/Nacht-Zyklus platzieren, vorzugsweise in der Nähe eines Fensters. Diskutieren Sie die Bedeutung der Durchführung eines genauen Experiments und bitten Sie die SuS, darüber nachzudenken, warum dieses Experiment fair ist.

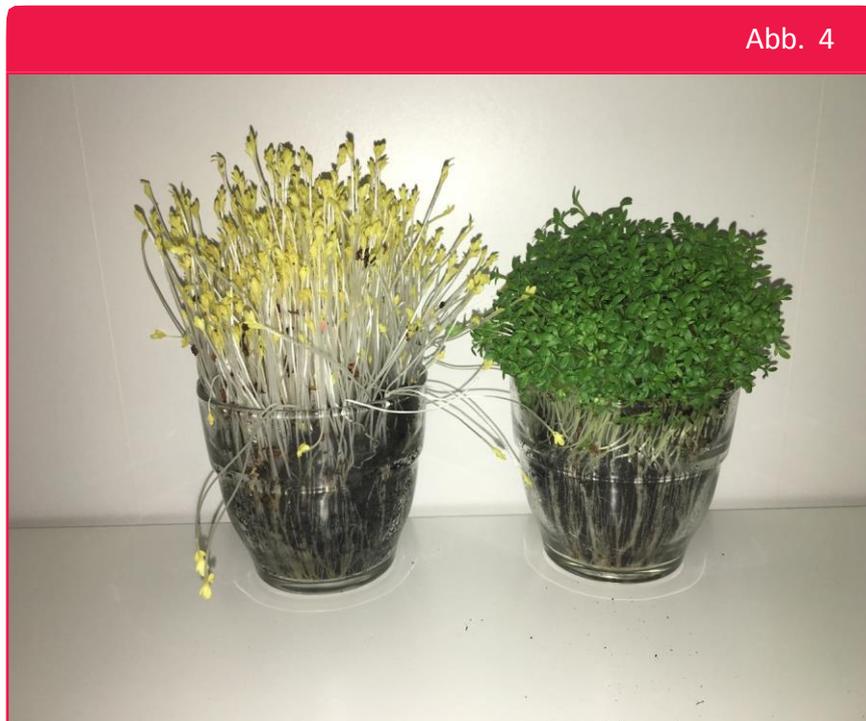
Fragen Sie die SuS, ob sie jemals eine Pflanze gesehen haben, die im Dunkeln gelassen wurde. Was denken sie, wird mit einer Pflanze passieren, wenn sie kein Sonnenlicht bekommt? Die SuS sollten ihre Vorhersagen auf ihren Arbeitsblättern festhalten.

Lassen Sie die Töpfe für ca. 4-7 Tage stehen. Die Kresse wächst sehr schnell und sollte während dieser Woche kein zusätzliches Wasser benötigen.



## Ergebnisse

Nach einer Woche können die SuS ihre Töpfe zurückholen. Die im Sonnenlicht gewachsene Kresse sollte eine normale gesunde Entwicklung mit einer grünen Farbe haben. Die in ständiger Dunkelheit gewachsene Kresse sollte deutlich größer sein als die im normalen Tag/Nacht-Zyklus gewachsene Kresse, aber eine weiße Farbe mit gelben Blättern haben.



↑ Beispiel für zwei Töpfe mit Kressesamen, die in der gleichen Erde und mit der gleichen Mengen Wasser gepflanzt wurden. Der Topf mit der weißen Kresse (links) wurde für 4 Tage in die Dunkelheit gestellt, während die grüne Kresse (rechts) im gleichen Zeitraum tagsüber Sonnenlicht erhielt.

Die in der Dunkelheit platzierte Kresse ist größer, weil die Pflanze ihr Wachstum beschleunigt hat (unter Verwendung der im Samen gespeicherten Energie), um nach Licht zu suchen. Sie ist nicht grün, weil sie kein Chlorophyll enthält (da es sich aufgrund der Abwesenheit von Licht nicht gebildet hat) - es ist das Vorhandensein von Chlorophyll, das den Pflanzen ihre grüne Farbe verleiht.

## Diskussion

Um die Entwicklung der Pflanzen weiter zu analysieren, besprechen Sie mit den SuS, welche der beiden Pflanzen gesünder ist. Besprechen Sie mit ihnen auch, ob Pflanzen zu viel Licht ausgesetzt werden können.

## → Übung 3: Benötigen Pflanzen Wasser?

In dieser Übung werden die SuS den Wassertransport in Pflanzen untersuchen. Durch diese Aufgabe sollten sie verstehen, dass die Wurzeln und der Stiel von Pflanzen Wasser in die restlichen Pflanzenteile transportiert. Anschließend werden die SuS beobachten, wie Blütenblätter die Farbe verändern, wenn die Blumen in gefärbtes Wasser gestellt werden.

### Materialien

- Arbeitsblätter für alle SuS
- Weiße Schnittblumen (zwei pro Gruppe)
- Lebensmittelfarbe (rot oder blau)
- Transparente Wasserbehälter (z.B. der untere Teil einer PET-Wasserflasche)
- (optional) weiße Blumen mit Wurzeln

### Aufgabe 1

Zu Beginn dieser Übung sollen die SuS die verschiedenen Pflanzenteile identifizieren und beschriften. Sie sollten das Blatt, die Frucht, die Blüte, den Stiel und die Wurzel nennen. Danach sollten sie das Labyrinth vervollständigen, sodass das Wasser aus dem Boden durch die Wurzel und durch den Stamm der Pflanze zu den Blättern, Blüten und Früchten transportiert wird.

Bitten Sie die SuS, drei verschiedene Funktionen der Wurzeln zu nennen. Das könnten z.B. sein:

- Absorption und Transport von Wasser
- Fixierung und Stützen der Pflanze
- Lagerung von Nahrung (z.B. Kartoffeln und Karotten)
- Atmung

### Aufgabe 2

Dieses Experiment zeigt, wie Wasser vom Stamm zu den Blütenblättern der Blumen transportiert wird, indem dem Pflanzenwasser Lebensmittelfarbe zugesetzt wird.

Diese Aufgabe kann als Gruppenarbeit oder als Demonstration durchgeführt werden. Zur Demonstration benötigen Sie zwei weiße Blumen, die in zwei verschiedenen Wasserbehältern platziert werden. Für die Gruppenarbeit benötigen Sie für jede Gruppe zwei weiße Blüten in zwei Wasserbehältern. Anweisungen für dieses Experiment finden Sie auf dem Arbeitsblatt der SuS. Blumen mit hohlen Stängeln nehmen am schnellsten Wasser auf und zeigen in kürzester Zeit einen Farbwechsel, aber fast jede Art weißer Blume kann verwendet werden.

Teilen Sie die Klasse in kleine Gruppen von zwei bis vier SuS. Verteilen Sie die Arbeitsblätter und je zwei weiße Blumen pro Gruppe. Bitten Sie die SuS, den Anweisungen auf den Arbeitsblättern zu folgen. Die SuS sollten vorhersagen, was ihrer Meinung nach mit den Blumen passieren wird. Warten Sie einen Tag und bitten Sie die SuS, die Fragen 2 und 3 des Schülerarbeitsblattes zu beantworten. Waren ihre Vorhersagen korrekt? Fragen Sie sie dann, was passieren würde, wenn die Blume noch ihre Wurzeln hätte.

**Hinweis:** Um die Funktion der Wurzeln sichtbar zu machen, können Sie dem Experiment eine Pflanze mit intakten Wurzeln als Demonstration hinzufügen, um zu sehen, ob sich auch die Blütenfarbe dieser Blume verändert.

## → Übung 4: Benötigen Pflanzen Erde?

In dieser Übung werden die SuS Radieschensamen in unterschiedlichen Materialien pflanzen, um zu bestimmen, welche davon sich für das Pflanzen gut eignen.

### Materialien

- Arbeitsblätter für alle SuS
- 16 Radieschensamen
- 8 kleine, druchsichtige Töpfe
- Blumenerde für zwei der Töpfe
- Sand für zwei der Töpfe
- Watte für zwei der Töpfe
- Papiertücher für zwei der Töpfe
- Frischhaltefolie
- 16 Schilder für die Töpfe
- Flüssiger Pflanzdünger

### Aufgabe

Diese Übung ist als eine gemeinschaftliche Demonstrationsaufgabe für die gesamte Klasse konzipiert, bei der untersucht werden soll, ob Pflanzen ohne Erde wachsen können. Teilen Sie zunächst die Arbeitsblätter in der Klasse aus. Fragen Sie die SuS ob sie denken, dass Pflanzen auch ohne Erde wachsen können und bitten Sie sie, ihre Antworten auf ihrem Arbeitsblatt zu erklären und zu begründen.

Erklären Sie den SuS, dass sie ein Experiment durchführen werden, um herauszufinden ob Pflanzen ohne Erde wachsen können. Bitten Sie die SuS Aufgabe 2 auf ihren Arbeitsblättern zu bearbeiten und Verbindungen zwischen den leeren Töpfen und den Materialien zu zeichnen.

Wenn alle SuS fertig sind, können Sie und die SuS mit dem Befüllen der Töpfe beginnen. Halten Sie sich dabei an die folgende Anleitung:

1. Beschriften Sie die Töpfe mit den Zahlen 1 bis 8.
2. Füllen Sie **Erde** in Topf **1** und **2**.
3. Füllen Sie **Sand** in Topf **3** und **4**.
4. Füllen Sie **Watte** in Topf **5** und **6**.
5. Legen Sie **Papiertücher** in Topf **7** und **8**.
6. Fügen Sie den Töpfen 1, 3, 5 und 7 normales Wasser hinzu (das Material sollte feucht sein).
7. Fügen Sie den Töpfen 2, 4, 6 und 8 Wasser und flüssigen Pflanzdünger hinzu (das Material sollte feucht sein)
8. Legen Sie jeweils 2 Radieschensamen in jeden Topf und befestigen Sie Frischhaltefolie an den Töpfen.
9. Lassen Sie die Töpfe für eine Woche in gleichbleibenden Bedingungen stehen.

Fragen Sie die SuS nach ihren Annahmen für das Experiment. Glauben sie, dass Pflanzen in all den verschiedenen Töpfen wachsen können? In welchem Topf glauben sie, wird die Pflanze am besten wachsen? Halten sie es für eine gute Idee, flüssigen Pflanzdünger hinzuzufügen? Bitten Sie sie, ihre Annahmen aufzuschreiben, indem Sie die Fragen 3 bis 7 in ihren Arbeitsblättern beantworten. Diskutieren Sie mit den SuS die Güte des Experiments.

Zeigen Sie den SuS nach einer Woche die Töpfe. Wie hat sich jede Pflanze entwickelt? Bitten Sie sie, die Ergebnisse auf ihren Arbeitsblättern zur protokollieren (Frage 8). Wie ist die Höhe jedes Keimlings, der in den verschiedenen Materialien wächst und wie gesund sehen die Pflanzen aus? Besprechen Sie, ob Pflanzen zum Wachsen Erde brauchen oder nicht. Bitten Sie die SuS, ihr bevorzugtes Pflanzmaterial unten in der Pflanzenillustration auf ihrem Arbeitsblatt aufzuschreiben.

## Ergebnisse

Nachfolgend finden Sie die Antworten auf die Fragen des Arbeitsblatts:

3. Der flüssige Pflanzendünger dient dazu, Nährstoffe zu ersetzen, die normalerweise in der Erde vorkommen. Da einige Pflanzen ohne Erde angebaut werden, müssen die benötigten Nährstoffe auf andere Weise zugeführt werden.
4. Das Hinzufügen von Nährstoffen zu einigen der Töpfe wird die Pflanzen besser wachsen lassen als diejenigen Pflanzen im gleichen Material ohne Nährstoffe.
5. Das Experiment ist ein fairer Test, da nur eine Variable auf einmal geändert wird. So können wir analysieren, ob der Unterschied auf das Material oder die flüssige Pflanzennahrung zurückzuführen ist.
6. Die Radieschensamen wachsen in der Watte mit dem Pflanzendünger am besten. (Das Ergebnis sollte besser sein als das des Topfes mit Erde ohne Dünger.)
7. Die SuS argumentieren vielleicht, dass die Pflanzen nicht ohne Erde wachsen können und/oder dass sie nicht ohne flüssigen Pflanzendünger wachsen können. Die Radieschensamen sollten jedoch in der Lage sein, in all den verschiedenen Materialien zu wachsen, denn die Samen enthalten bereits einige Nährstoffe, die die Pflanze keimen lassen kann. Sie wachsen jedoch langsamer und verbrauchen ihre eigenen Nährstoffe schließlich.

## Diskussion

Diskutieren sie mit den SuS die Vorteile und die Nachteile, Pflanzen ohne Erde anzubauen. Die SuS sollten lernen, dass Pflanzen Nährstoffe benötigen, diese jedoch auch zu anderen Materialien hinzugefügt werden können (nicht nur Erde), in denen Pflanzen somit wachsen können.

## → Übung 5: Zu heiß, zu kalt

In dieser Übung werden sich die SuS Bilder verschiedener Orte auf der Erde ansehen und sie den verschiedenen Klimazonen zuteilen. Sie werden lernen, dass sich Pflanzen an verschiedene Lebensbedingungen anpassen können, es aber auch extreme Umweltbedingungen gibt, in denen sie nicht leben können.

### Materialien

- Arbeitsblätter für alle SuS
- Klebe
- Scheren
- Stifte

### Aufgabe

Beginnen Sie die Aufgabe, indem Sie die SuS fragen, ob sie jemals an einem Ort waren, an dem es überhaupt keine Pflanzen gab. Denken Sie gemeinsam mit den SuS darüber nach, dass wir fast überall auf der Erde Pflanzen finden können.

Auf den Arbeitsblättern finden die SuS eine Karte der drei Hauptklimazonen der Erde: tropisch, gemäßigt und polar. Bitten Sie sie, sich die Bilder A bis F anzusehen und herauszufinden, wo sie auf der Karte platziert werden sollen. Sie sollten die unterschiedlichen Klimazonen und den damit verbundenen Einfluss auf die Flora in jeder Region berücksichtigen. Die Bilder A und B zeigen überhaupt keine Pflanzen. Bitten Sie die SuS, die Gründe für jeden der beiden Fälle zu erklären.

### Ergebnisse

1. 1 - D, 2 - E, 3 - C, 4 - B, 5 - A, 6 - F

**2. Bild A:** Dieses Bild zeigt die Sahara-Wüste. In den vollständig mit Sand bedeckten Wüstengebieten können keine Pflanzen wachsen. Sand ist ein schlechtes Material zum Wachsen, mit wenig Wasser und kaum Nährstoffen. Außerdem haben die Wurzeln aufgrund des Sandes und starker Winde in der Wüste Schwierigkeiten, die Pflanze im Boden zu halten. Die Temperaturen sind tagsüber extrem heiß und nachts extrem kalt.

**Bild B:** Dies ist ein Bild von der Antarktis. Die Antarktis ist eine kalte Wüste mit sehr wenig Niederschlag. Der Boden ist von Eis und Schnee bedeckt und es gibt kein flüssiges Wasser. Die Temperaturen können Werte von  $-80^{\circ}\text{C}$  erreichen. Kalte Temperaturen frieren die Zellen in einer Pflanze ein, verursachen Schäden und unterbrechen die Wege für den Nährstoff- und Wasserfluss.

### Diskussion:

Diskutieren Sie mit den SuS die Unterschiede zwischen den verschiedenen Klimazonen. Wie passen sich Pflanzen an die jeweiligen Zonen an?

**Tropenzone:** Sie erstreckt sich zwischen dem Wendekreis des Krebses auf einer Breite von  $23,5^{\circ}$  nördlich des Äquators und dem Wendekreis des Steinbocks auf einer Breite von  $23,5^{\circ}$  südlich des Äquators. Das Klima in dieser Zone kann sehr heiß sein, was zu einer starken Verdunstung führt. Dadurch entstehen sehr heiße und feuchte Gebiete wie Regenwälder und trockene Gebiete wie Wüsten, letztere weisen große Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht auf.

**Gemäßigte Zone:** Sie erstreckt sich zwischen dem Polarkreis und dem Wendekreis des Krebses in der nördlichen Hemisphäre, und zwischen dem Wendekreis des Steinbocks und dem Antarktischen Kreis in der südlichen Hemisphäre. Diese Klimazone weist die größten Temperaturschwankungen zwischen Sommer und Winter auf, mit heißen Sommern und kühlen Wintern. Der größte Teil Europas und Nordamerikas fällt in diese Klimazone.

**Polarzone:** Sie befindet sich innerhalb des Arktischen und Antarktischen Kreises. Sie zeichnet sich durch lange, kalte Winter und kurze, kühle Sommer aus. Die Temperaturen steigen nur selten über den Gefrierpunkt. Die Niederschläge fallen in Form von Schnee und viele Gebiete sind das ganze Jahr über mit Eis bedeckt.

## → Übung 6: Pflanzen im Weltall

In dieser Übung werden die SuS die wichtigsten Voraussetzungen zusammenfassen, die gegeben sein müssen, damit Pflanzen gesund wachsen können. Sie werden außerdem überlegen, welche Umweltbedingungen auf dem Mond zu einem Problem für Pflanzen werden könnten.

### Materialien

- Arbeitsblätter für alle SuS
- Buntstifte
- Stifte

### Aufgabe 1

Diskutieren Sie mit der gesamten Klasse, welche Umweltfaktoren die SuS als wichtig erachten, damit Pflanzen gesund wachsen können. Wenn die SuS die Übungen 1 bis 5 beendet haben, dient diese Übung als Zusammenfassung. Wenn die SuS die vorangegangenen Übungen nicht abgeschlossen haben, führen Sie dieses Thema ein, indem sie auf ihre täglichen Erfahrungen, vielleicht mit Pflanzen zu Hause, im Park oder im Wald, verweisen.

Fragen Sie die SuS, was mit Pflanzen passiert, wenn:

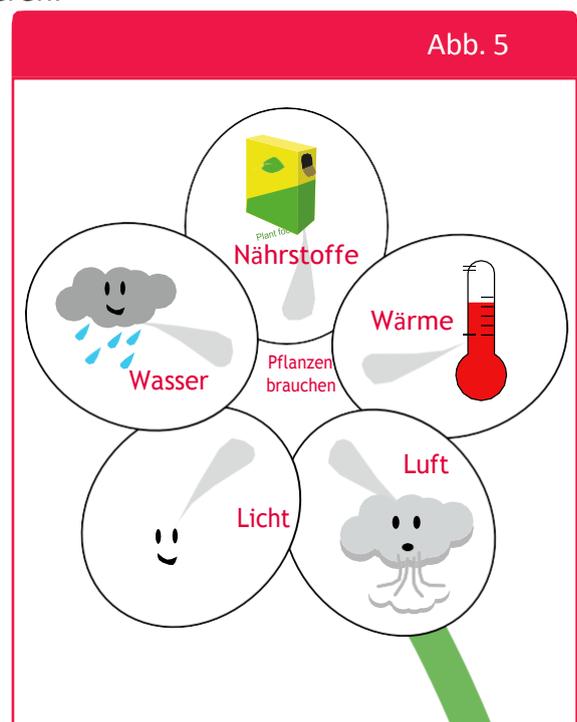
- es zu warm oder zu kalt ist,
- es zu viel oder zu wenig Wasser gibt,
- es zu hell oder zu dunkel ist,
- es keine Nährstoffe für die Pflanze gibt,
- es keine Luft gibt.

Bitten Sie die SuS, die fünf Faktoren, die die Gesundheit einer Pflanze beeinflussen, in die Blütenblätter der Blume auf ihren Arbeitsblättern zu zeichnen: milde Temperaturen, Nährstoffe, Licht, Luft und Wasser. Beenden Sie die Aufgabe, indem Sie besprechen, was die SuS tun können, um die Bedürfnisse einer Pflanze zu befriedigen und ihr Überleben zu sichern. Beispiele könnten sein, die Pflanze an ein Fenster zu stellen, damit sie Sonnenlicht empfangen kann, oder die Pflanze für eine konstante Temperatur in Innenräumen zu platzieren.

### Ergebnisse

Die SuS sollten die Dinge, die eine Pflanze braucht, um gesund zu sein, in die Blütenblätter der Blume auf ihren Arbeitsblättern malen und schreiben. Ein Beispiel sehen Sie in Abbildung 5.

1. Gemäßigte Temperaturen
2. Wasser
3. Licht
4. Nährstoffe
5. Luft



↑ Beispiel für die Beantwortung von Aufgabe 1

## Aufgabe 2

Bitte Sie die SuS, die Faktenkarte über den Mond zu analysieren und zu überlegen ob Pflanzen in dieser fremden Umgebung wachsen könnten. Bitte Sie sie, ihre Ideen auf dem Arbeitsblatt zu notieren. Diskutieren Sie dieses Thema mit der Klasse und bitten Sie sie, ihre Gedanken und Meinungen auszutauschen.

Haben die SuS irgendwelche Ideen, was man tun könnte, um einige der Umweltbedingungen auf dem Mond zu umgehen? Führen Sie sie zu dem Konzept hin, eine kontrollierte Umgebung, wie z.B. ein Treibhaus, zu schaffen.

## Diskussion

Machen Sie den SuS deutlich, dass es kein Leben auf dem Mond gibt. Ziel ist es, die hypothetische Idee zu diskutieren, wie sich Pflanzen, die von der Erde in diese andersartige Umgebung gebracht werden, anpassen würden. Wären sie noch in der Lage zu wachsen? Wären sie gesund? Wie könnten wir einige der Umgebungsvariablen kontrollieren?

Die folgenden Punkte sind einige der größten Herausforderungen für den Anbau von Pflanzen während Weltraummissionen:

**Mikrogravitation:** Auf der Erde sind wir es gewohnt, dass die Schwerkraft der Erde uns anzieht. Einer der größten Unterschiede im All ist, dass die Schwerkraft, je nachdem wo wir uns befinden, variiert. Während der Raumfahrt fühlen sich Astronauten schwerelos, während sie auf dem Mond 1/6 der Erdschwerkraft spüren. Pflanzen sind es gewohnt, auf der Erde zu wachsen, der Transport an einen Ort mit einer anderen Schwerkraft könnte zu unbekanntem Schwankungen in ihrem Wachstum führen.

**Wasser:** Auf dem Mond ist flüssiges Wasser in Flüssen und Ozeanen wie hier auf der Erde nicht verfügbar. Dort ist lediglich etwas Wasser in Form von Eis vorhanden, aber das bedeutet, dass es schwieriger und teurer zu erreichen ist als auf der Erde.

**Licht:** Die Dauer von Tag und Nacht hängt von der Rotation des Planeten oder des Mondes ab. Auf dem Mond sind die Tage extrem lang, 28-mal länger als auf der Erde. Die Pflanzen müssten sich an einen Zyklus von 14 Tagen Licht und 14 Tagen Dunkelheit anpassen.

**Atmosphäre:** Der Mond hat grundsätzlich keine Atmosphäre. Es gibt keinen Schutz vor Strahlung, die die Gesundheit der Pflanzen beeinträchtigen kann und keine Gase zum Atmen und zum Betreiben von Photosynthese.

**Temperatur:** Die meisten Pflanzen wachsen am besten bei Temperaturen zwischen 10°C und 30°C. Der Weltraum hat, da es sich bei ihm um ein Vakuum handelt, extreme Temperaturschwankungen. Ähnliche Variationen gibt es auf dem Mond, weil er praktisch keine Atmosphäre hat.

**Boden:** Auf dem Mond ist der Boden sehr nährstoffarm und kann in einigen Regionen sogar giftig für Pflanzen sein.

## Abschlussbemerkung

Die SuS sollten zu dem Schluss kommen, dass Pflanzen auf der Erde zwar fast überall wachsen können, die Umweltbedingungen auf dem Mond sich aber stark von denen der Erde unterscheiden und dort einige der wichtigsten Bedingungen, die Pflanzen benötigen, um gesund zu wachsen, fehlen. Damit Pflanzen im Weltraum wachsen könnten, müssten wir eine kontrollierte Umgebung mit speziellen Gewächshäusern schaffen.

## → LINKS

### ESA Ressourcen

Moon Camp Challenge

[esa.int/Education/Moon\\_Camp](https://esa.int/Education/Moon_Camp)

Animationen über die Voraussetzungen für ein Leben auf dem Mond

[esa.int/Education/Moon\\_Camp/The\\_basics\\_of\\_living](https://esa.int/Education/Moon_Camp/The_basics_of_living)

Paxi-Animationen

[esa.int/kids/en/Multimedia/Paxi\\_animations](https://esa.int/kids/en/Multimedia/Paxi_animations)

ESA Unterrichts-Ressourcen

[esa.int/Education/Classroom\\_resources](https://esa.int/Education/Classroom_resources)

ESA Kids

[esa.int/kids](https://esa.int/kids)

### ESA Weltall-Projekte

MELISSA Project

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

Eine Dekade Pflanzenbiologie im All

[esa.int/Our\\_Activities/Human\\_Spaceflight/Research/A\\_decade\\_of\\_plant\\_biology\\_in\\_space](https://esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/Research/A_decade_of_plant_biology_in_space)

### Extra Information

Astroplant - Bürgerwissenschaftsprojekt, unterstützt von der ESA

[www.astroplant.io](https://www.astroplant.io)

Space Gardening der NASA:

[youtube.com/watch?v=M7LslyCX7Jg](https://youtube.com/watch?v=M7LslyCX7Jg)