

Grundschule
8-11



Bildungsressourcenpaket

DER WASSERKREISLAUF

Lehrerhandbuch
und Schüler*Innen-Arbeitsblätter



Übersicht	Seite 3
Zusammenfassung der Aktivitäten	Seite 5
Klimaüberwachung aus dem Weltraum	Seite 8
Klima und Wasserkreislauf: Hintergrundinformationen	Seite 9
Aktivität 1: DER WASSERKREISLAUF HEUTE UND MORGEN	Seite 12
Aktivität 2: UNTERSUCHUNG VON EVAPURATION	Seite 14
Aktivität 3: UNTERSUCHUNG VON KONDENSATION	Seite 17
Aktivität 4: PFLANZEN, BODEN UND WASSERKREISLAUF	Seite 20
Aktivität 5: DAS BODENWASSER	Seite 23
Aktivität 6: DAS MESSEN VON BODENWASSER AUS DEM WELTRAUM	Seite 26
Schüler*Innen- (SuS) Arbeitsblatt 1	Seite 31
SuS-Arbeitsblatt 2	Seite 32
SuS-Arbeitsblatt 3	Seite 34
SuS-Arbeitsblatt 4	Seite 36
SuS-Arbeitsblatt 5	Seite 37
SuS-Arbeitsblatt 6	Seite 40
Informationsblatt 1	Seite 44
Links	Seite 47

Klimawandel-Initiative-Bildungsressourcenpaket – DER WASSERKREISLAUF

<https://climate.esa.int/de/educate/>

Aufgabenkonzepte entwickelt von der University of Twente (NL) and National Centre for Earth Observation (UK)

The ESA Climate Office begrüßt Feedback and Kommentare

<https://climate.esa.int/de/helpdesk/>

Produced by the ESA Climate office
Copyright © European Space Agency 2020

DEN WASSERKREISLAUF: Übersicht

Schnelle Fakten

Fächer: Geographie, Naturwissenschaften, Geowissenschaften

Altersgruppe: 8-11 Jahre

Aufgabenstellung: Lesen und praktische Aktivitäten

Komplexität: leicht bis mittel

Erforderliche Unterrichtszeit: 6 Stunden

Kosten: niedrig (5-20 Euro)

Ort: drinnen und draußen

Hilfsmittel: Erde, Wasser, verschiedene Gefäße, Messzylinder, Lebensmittelfarbe, Standardsoftware, Internet

Stichworte: fest, flüssig, gasförmig, Zustand, Wasserdampf, Verdampfung, Kondensation, Satellit

Kurzbeschreibung

Bei dieser Reihe von Aktivitäten lernen die SuS etwas über den Wasserkreislauf und insbesondere darüber, wie das Wasser im Boden diesen Kreislauf beeinträchtigt und auf Veränderungen darin reagiert.

Die erste Aktivität wird durch die Geschichte über eine Schneeflocke eingeleitet, um den Wasserkreislauf zu veranschaulichen.

Eine Reihe von praktischen Aktivitäten ermöglicht es den SuS, die Prozesse der Verdunstung und Kondensation von Oberflächen- und Bodenwasser genauer zu betrachten.

Bei der letzten Aktivität verwenden die SuS reale Satellitendaten, um Veränderungen der Bodenfeuchtigkeit während der letzten Jahre weltweit zu untersuchen.

Lernziel

Nachdem die SuS diese Aktivitäten durchgearbeitet haben, können sie,

- beschreiben, wie Wasser innerhalb des Wasserkreislaufs seinen Zustand verändert.
- das Wissen über den Wasserkreislauf anwenden, um Behauptungen vorzubringen, wie er sich als Folge der globalen Erwärmung verändern könnte.
- Faktoren nennen, die die Verdunstungsrate beeinflussen.
- experimentelles Verfahren bewerten.
- detaillierte Beobachtungen aufzeichnen.
- erkennen, wie Böden Wasser speichern.
- erklären, welche Rolle Pflanzen dabei spielen, dieses Wasser an die Atmosphäre abzugeben.
- ein Experiment durchführen, um festzustellen, wie viel Wasser ein Boden aufnehmen kann.

- die Ergebnisse des Experiments auf die Rolle der Böden im Wasserkreislauf beziehen.
- die Webanwendung *Klima aus dem Weltraum* verwenden, um Änderungen der Bodenfeuchtigkeit und verwandter Variablen zu untersuchen.
- geeignete Daten auswählen, um eine Hypothese zu untersuchen.
- Informationen aus einer Reihe von Quellen integrieren, um eine prägnante Zusammenfassung einer unabhängigen Recherche zu präsentieren.

Zusammenfassung der Aktivitäten

	Titel	Beschreibung	Aufgaben und Ergebnisse	Vorkenntnisse	Zeit
1	Der Wasserkreislauf heute und morgen	Erstellen eines Diagramms des Wasserkreislaufs basierend auf einer Leseaufgabe und Diskussion über die Bedeutung von Süßwasser	Beschreibt, wie Wasser innerhalb des Wasserkreislaufs seinen Zustand verändert. Äußert Vermutungen auf der Grundlage Eures Wissens über den Wasserkreislauf, wie er sich als Folge der globalen Erwärmung verändern könnte.	Keine	1 Stunde
2	Untersuchung von Verdunstung	Messen der Verdampfungsrate unter verschiedenen Bedingungen	Nennt Faktoren, welche die Verdunstungsrate beeinflussen. Bewertet ein experimentelles Verfahren.	Längen von einem Lineal millimetergenau ablesen können	15 Minuten für Installation, 10 Minuten ein- oder zweimal täglich über mehrere Tage, 30 Minuten Plenum
3	Untersuchung von Kondensation	Genaue Betrachtung von Kondenswasser	Zeichnet detaillierte Beobachtungen auf.	Keine	15 Minuten für Aufbau, 4 × 5 Minuten über 1-2 Stunden, 20 Minuten Plenum
4	Pflanzen, Boden und Wasserkreislauf	Demonstrieren, dass Wasser für den Wasserkreislauf aus Böden stammen kann und Pflanzen diesen Prozess unterstützen	Versteht, wie Böden Wasser speichern. Erklärt, welche Rolle Pflanzen dabei spielen, dieses Wasser an die Atmosphäre abzugeben.	Keine Aktivität 3 kann hilfreich sein	15 Minuten für Aufbau, 20-60 Minuten später: 5 Minuten 20-60 Minuten später: 20 Minuten für Endergebnisse und Plenum
5	Bodenwasser	Messen der Wassermenge, die Boden aufnehmen kann	Führt ein Experiment durch, um die Wassermenge, die ein Boden aufnehmen kann, zu ermitteln. Bezieht Eure Ergebnisse auf die Rolle des Bodens im Wasserkreislauf.	Verwendung eines Messzylinders	30 Minuten für Stufe 1 und 2, 30 Minuten mehrere Stunden später für Stufe 3 und Plenum

6	Messen von Bodenwasser aus dem Weltraum	Forschungsaktivität mit Hilfe der Webanwendung <i>Klima aus dem Weltraum (Climate from Space)</i>	Verwendet die Webanwendung <i>Klima aus dem Weltraum</i> , um Veränderungen der Bodenfeuchtigkeit und ähnliche Variablen zu untersuchen. Wählt geeignete Daten aus, um eine Hypothese zu untersuchen. Integriert die Informationen aus einer Reihe von Quellen, um eine prägnante Zusammenfassung einer unabhängigen Recherche zu präsentieren.	Keine Aktivität 5 vermittelt den SuS ein Gespür für die Bedeutung der Zahlen.	30-60 Minuten zuzüglich Recherchezeit, (Lernen zu Hause) und Feedback-Zeit
---	---	---	---	--	--

Praktische Hinweise für die Lehrkraft

Das für jede Aktivität **benötigte Material** wird zu Beginn eines jeweiligen Abschnitts zusammen mit Hinweisen zu den eventuellen Vorbereitungen aufgeführt, die über das Kopieren von Arbeitsblättern und Informationsblättern hinausgehen.

Die **Arbeitsblätter** sind für die einmalige Verwendung bestimmt und können schwarz-weiß kopiert werden.

Die **Informationsblätter** können größere Bilder enthalten, welche Sie bei Ihren Präsentationen im Klassenzimmer miteinbeziehen können. Diese enthalten zusätzliche Informationen oder Daten für die SuS und deren Arbeiten. Diese Arbeitsmittel werden am besten in Farbe gedruckt oder kopiert und können wiederverwendet werden.

Alle **zusätzlichen Tabellen, Datensätze oder Dokumente**, die für die Übung benötigt werden, können mit folgendem Link heruntergeladen werden:

<https://climate.esa.int/en/educate/climate-for-schools/>

Erweiterungsideen und Vorschläge zur **Differenzierung** sind an geeigneten Stellen in der Beschreibung jeder Aktivität enthalten.

Arbeitsblattantworten und Beispielergebnisse für praktische Übungen sind zur Unterstützung der **Auswertung** enthalten. Im entsprechenden Teil der Aktivitätenbeschreibung sind die Möglichkeiten zur Verwendung lokaler Kriterien zur Bewertung von Kernkompetenzen, wie Kommunikation oder Datenverarbeitung, aufgeführt.

Gesundheit und Sicherheit

Es wird vorausgesetzt, dass bei der Durchführung aller Aktivitäten die regulären Verfahren bei der Verwendung von Geräten (einschließlich elektrischer Geräte wie z. B. Computer) und bei Bewegung innerhalb der Lernumgebung, beim Stolpern und Verschütten, einschließlich der Erste Hilfe Maßnahmen usw. eingehalten werden. Da die Notwendigkeit dieser Maßnahmen allgemeingültig ist, aber im Detail bei ihrer Umsetzung sehr unterschiedlich ist, werden diese nicht jedes Mal erneut aufgelistet. Stattdessen werden die Gefahren hervorgehoben, die für eine bestimmte praktische Tätigkeit besonders wichtig sind, um das jeweilige Risiko einzuschätzen.

Einige dieser Aktivitäten verwenden die Webanwendung *Klima aus dem Weltraum (Climate from Space)*. Es ist möglich, von hier aus zu anderen Teilen der Website der ESA CLIMATE CHANGE INITIATIVE und von dort aus zu externen Websites zu gelangen. Wenn Sie die Seiten, die sich die SuS ansehen können, nicht einschränken können oder möchten, erinnern Sie sie an ihre lokalen Regeln zur Internetsicherheit.

Klimaüberwachung aus dem Weltraum

ESA Satelliten spielen eine wichtige Rolle bei der Überwachung des Klimawandels. *Klima aus dem Weltraum* (*Climate from Space*) (cfs.climate.esa.int) ist eine Online-Ressource, die anhand von illustrierten Geschichten zusammenfasst, wie sich unser Planet verändert und die Arbeit von ESA-Wissenschaftlern hervorhebt.

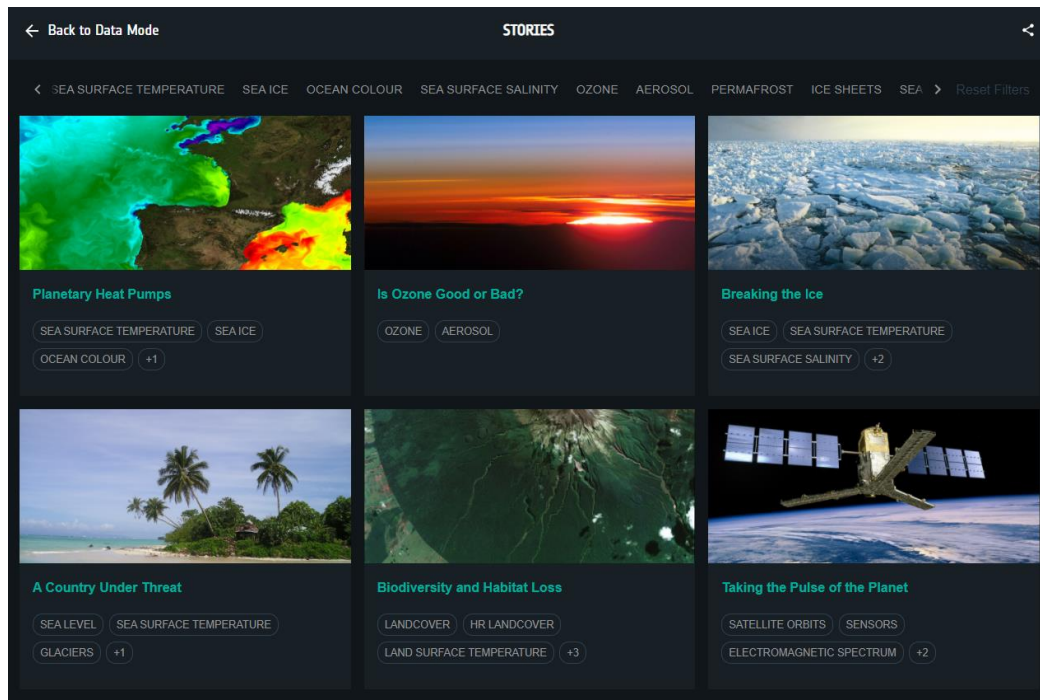


Abbildung 1: Klimageschichten aus dem Weltraum (Quelle: ESA CCI)

Das Programm CLIMATE CHANGE INITIATIVE der ESA erstellt zuverlässige globale Aufzeichnungen einiger wichtiger Aspekte des Klimas, die als wesentliche Klimavariablen (ECVs, Essential Climate Variables) bekannt sind. Die Webanwendung *Klima aus dem Weltraum* ermöglicht es Euch, mehr über die Auswirkungen des Klimawandels zu erfahren, indem Ihr diese Daten selbst auswertet.

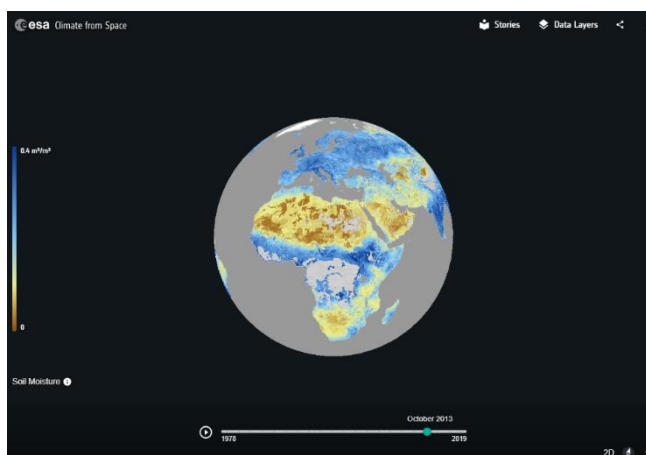


Abbildung 1: Erforschung der Bodenfeuchte in der Webanwendung *Klima aus dem Weltraum* (Quelle: ESA CCI)

Klima und Wasserkreislauf: Hintergrundinformationen

Wenn die Sonneneinstrahlung die Erde erwärmt, steigt warme und feuchte Luft von der Erdoberfläche, den Ozeanen und anderen Gewässern auf. Der Wasserdampf in der Luft kondensiert und bildet Wolken. Sobald die Wassertropfen in der Wolke schwer genug sind, fallen sie als Regen oder Schnee auf die Erde zurück. Regenwasser, schmelzender Schnee und Eis können in den Ozean zurückfließen oder im Boden versickern. Wasser, das in der Erde versickert, kann sich in unterirdischen Aquiferen (auch Grundwasserleitern) sammeln oder von Pflanzenwurzeln aufgenommen werden, die es schließlich wieder an die Luft abgeben. Dieser Wasserkreislauf ist für die Aufrechterhaltung des Lebens auf der

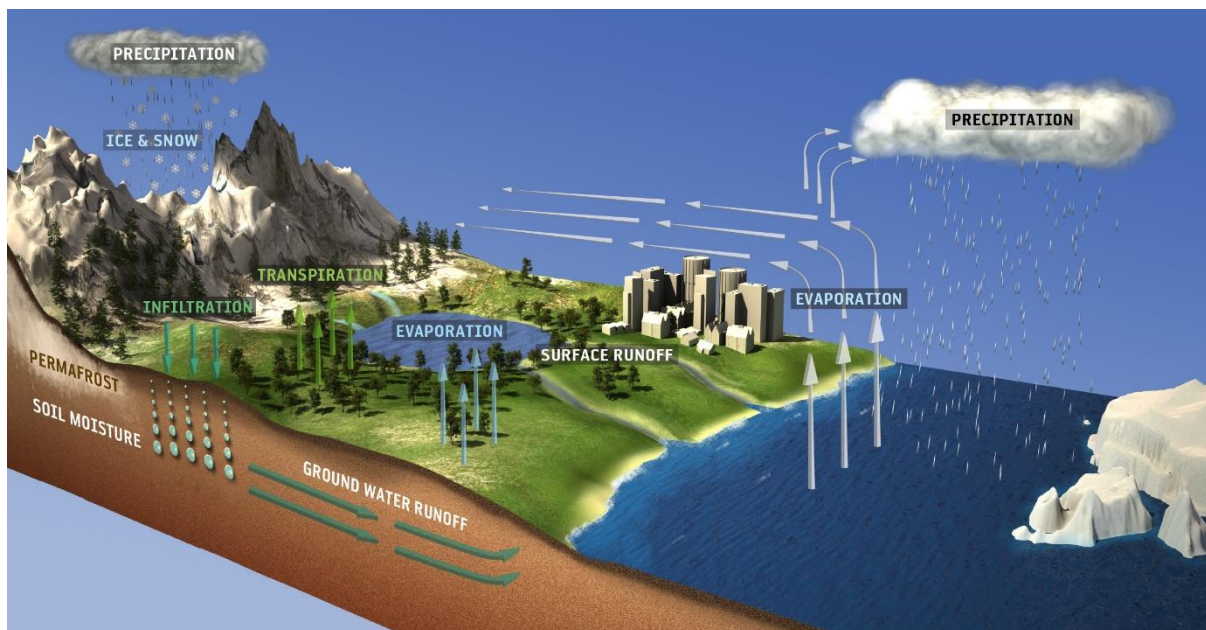


Abbildung 3: Der Wasserkreislauf (Quelle: ESA)

Erde von entscheidender Bedeutung. Und wir sind für die Hygiene und die Industrie sowie zum Trinken und für den Anbau unserer Nahrungsmittel auf das Süßwasser angewiesen, welches durch diesen Kreislauf fließt.

Selbst die obige einfache Beschreibung des Wasserkreislaufs zeigt, dass er eng mit dem Klima zusammenhängt. Die Auswirkung steigender Temperaturen auf diesen Kreislauf mag auf den ersten Blick offensichtlich erscheinen, denn wenn sich die Welt erwärmt, schmilzt das Eis, die Verdunstung nimmt zu und mehr Wasser zirkuliert durch den Kreislauf. Aber warme Luft kann mehr Feuchtigkeit speichern. Werden wir also tatsächlich mehr Regen haben? Oder, wird mehr Land austrocknen? Mehr Wasserdampf in der Luft muss eine Zunahme von Wolken zur Folge haben. Werden diese mehr Sonnenenergie in den Weltraum reflektieren oder wie eine Decke wirken, weil Wasser auch ein Treibhausgas ist? Der Wasserkreislauf wird vom Klima beeinflusst und beeinflusst selbst das Klima auf komplexe Weise, welche von Ort zu Ort auf der Welt variiert.

Klimawissenschaftler, die versuchen, diese Fragen zu beantworten, verwenden Satellitenmessungen vieler Dinge, die mit dem Wasserkreislauf in Verbindung stehen, einschließlich Eis, Schnee, Ozeantemperatur, Bodennutzung und der Wolkendecke. Die Aktivitäten dieses Pakets bringen die SuS dazu, einen genaueren Blick auf das Wasser im Boden zu werfen.

Ein Wort zum Fachvokabular

Das Wort Wasser gehört zu den Ausdrücken, welche wir im Alltag und in der Wissenschaft auf leicht unterschiedliche Weise verwenden. Für einen Wissenschaftler ist Wasser einfach Wasser, unabhängig davon in welchem Aggregatzustand es sich befindet. Und somit wird es, ob gasförmig (Wasserdampf), fest (Eis) oder flüssig (Wasser) als Wasser bezeichnet. Es handelt sich hier um eine so alltägliche Substanz, dass das gleiche Problem auch einige der Wörter betrifft, die damit in Verbindung stehen. Daher lohnt es sich, darauf zu achten, dass wir sie im Naturwissenschaftsunterricht richtig verwenden.

Wir neigen dazu, von Wasser zu sprechen, das bei 100°C seinen Siedepunkt erreicht und zu verdampfen beginnt, und denken dabei an den Übergang von Flüssigkeit zu Gas. Aber der Dampf, den wir sehen, besteht eigentlich aus kleinen Tröpfchen von flüssigem Wasser, die in der kühleren Luft kondensiert sind: Das Gas selbst, der Wasserdampf, ist unsichtbar. Flüssiges Wasser muss nicht sieden, um sich in ein Gas zu verwandeln. Es kann bei jeder Temperatur verdampfen*. Die letztgenannte Veränderung ist die, auf welche es im Wasserkreislauf ankommt.

Das Wort für die entgegengesetzte Veränderung, Kondensation, wird in der Wissenschaft auch präziser verwendet und bezieht sich hier auf den Übergang eines Stoffes vom gasförmigen in den flüssigen Aggregatzustand und nicht auf die Wassertropfen, die sich auf einer kalten Oberfläche oder in der Luft bilden.

*Dies geschieht, weil es stets einige Moleküle gibt, die ausreichend Energie besitzen, um sich von der Oberfläche zu lösen. Je heißer die Flüssigkeit ist, desto mehr Moleküle können entweichen. Wenn Wasser kocht, bilden sich überall in der Flüssigkeit Gasblasen, die aufschwimmen und platzen. Die Verdampfung hängt von der Geschwindigkeit einzelner Moleküle ab und findet nur an der Oberfläche statt. Der Siedevorgang beginnt, sobald die Durchschnittsgeschwindigkeit aller Moleküle in der gesamten Flüssigkeit hoch genug ist.

Aktivität 1: DER WASSERKREISLAUF HEUTE UND MORGEN

Die Geschichte von Stephan der Schneeflocke veranschaulicht den Wasserkreislauf und die damit verbundenen Zustandsänderungen. Bei dieser Aktivität beschäftigen sich die SuS mit der Bedeutung des Wassers für das Leben, erstellen Diagramme des Wasserkreislaufs auf der Grundlage ihrer Lektüre der Geschichte und verwenden diese, um Ideen über die möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf den Kreislauf zu erforschen. Sichere Leserinnen und Leser könnten die Geschichte zur Vorbereitung auf die Lektion eigenständig lesen.

Arbeitsmaterial

- 1 Informationsblatt (2 Seiten, zweite Seite optional)
- 1 SuS-Arbeitsblatt 1
- Normales Papier und Buntstifte oder geeignete Software zum Erstellen von Bildern

Aktivität

1. Starten Sie mit einer Diskussion darüber, warum Wasser, und insbesondere Süßwasser, wichtig ist. Fordern Sie die SuS auf, die Frage zu beantworten, wie Pflanzen, Tiere und Menschen es nutzen. Die SuS können ihre Ideen notieren, indem sie vor oder nach dieser Diskussion die Frage 1 auf dem Arbeitsblatt beantworten. Sie könnten auch überlegen, woher wir Süßwasser erhalten.
2. Falls die SuS die Geschichte von Stephan der Schneeflocke auf dem Informationsblatt 1 vor der Unterrichtsstunde noch nicht gelesen haben, lesen Sie sie vor oder zusammen mit der Klasse.
Sie können die Geschichte mit Hilfe einer Onlinekarte oder einer Anwendung wie *Google Earth* illustrieren, um die erwähnten Orte zu finden.
Sie können eine große Version des Gletscherbildes von https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2019/01/Gangotri_India herunterladen.
3. Nutzen Sie die Diskussion, um das Verständnis der fettgedruckten Schlüsselwörter und anderer unbekannter Wörter oder Ideen, einschließlich derjenigen auf der zweiten Seite (fest, flüssig, gasförmig, Zustand), falls Sie diese nicht ausdrucken, zu überprüfen.
4. Bitten Sie die SuS, die Frage 2 auf dem Arbeitsblatt individuell zu beantworten.
5. Die SuS können dann eigenständig, in Partnerarbeit oder Kleingruppen arbeiten, um kommentierte Diagramme über den Wasserkreislauf zu erstellen. Diese Aufgabe könnte auch als Hausaufgabe gestellt werden.
Sie können die Ergebnisse zur Beurteilung verwenden oder die SuS dazu auffordern, sich gegenseitig oder anderen Gruppen Feedback zu ihren Diagrammen zu geben.

6. Bitten Sie die SuS, die letzten zwei Fragen auf dem Arbeitsblatt innerhalb von Kleingruppen zu diskutieren, und ermutigen Sie sie, sich dabei auf ihre Diagramme zu beziehen, um herauszufinden, was in einem Teil des Zyklus passiert und welche Auswirkungen diese Veränderung auf jede nachfolgende Stufe des Zyklus hat. Sie sollten dann weiter darüber nachdenken, welche Auswirkungen diese Veränderungen auf das Land, den Ozean und die Lebewesen haben können.

Arbeitsblattantworten

Alle Fragen auf dem Arbeitsblatt sind offen, aber die Antworten können einige der folgenden Ideen beinhalten.

1. Trinken, Nahrung produzieren, Waren produzieren, sauber bleiben, *etc.*
2. Die Wortwolken oder Netzdiagramme sollten alle in der Geschichte fett gedruckten Schlüsselwörter enthalten.
3. Siehe Abbildung 3 auf Seite 7. Das Vokabular geht über den Wortschatz, der den SuS bekannt sein müsste, hinaus. Aber viele Standardlehrbücher und Ressourcen enthalten entsprechend Diagramme mit Beschreibungen.
4. Steigende Temperaturen führen zu stärkerer Verdunstung. Wärmere Luft kann mehr Feuchtigkeit aufnehmen, was zu stärkeren Regen und intensiveren Stürmen führen kann.
Wenn die Temperaturen steigen, schmilzt wahrscheinlich mehr Eis.
5. Mehr verfügbares Süßwasser, vermehrte Überschwemmungen, Veränderungen in Gebieten, die für die Landwirtschaft nützlich sind (einige Orte werden jetzt genug Wasser haben, andere werden überschwemmt), schnellerer Flusslauf, *etc.*

Aktivität 2: UNTERSUCHUNG VON EVAPURATION

Dies ist die erste der drei miteinander verbundenen praktischen Aktivitäten, die wie hier gezeigt, verwendet werden könnten, um Schlüsselprozesse im Wasserkreislauf zu untersuchen. Ein alternativer Ansatz wäre, diese Aktivitäten zuerst zu absolvieren, um die Schlüsselkonzepte einzuführen, anstatt sie festzulegen.

Bei dieser Aktivität beobachten die SuS über einen bestimmten Zeitraum die Verdunstung von Wasser und bewerten die Aussagekraft ihrer Schlussfolgerungen unter Berücksichtigung alternativer Erklärungen.

Arbeitsmaterial

- Drei Becher oder kleine Schalen oder Schüsseln für jede Gruppe - vorzugsweise mit geradem Rand (breitere Behälter ergeben auffälligere Ergebnisse)
- Drei Klebeetikette oder ein Marker
- Wasser
- Lineale - vorzugsweise solche mit einer Null am Rand
- Handtücher zum Trocknen der Hände und zum Aufnehmen von verschütteten Flüssigkeiten
- Ein Exemplar von SuS-Arbeitsblatt 2 (2 Seiten) für jede(n) SuS mit Reserveblättern für den Fall, dass etwas verschüttet wird - Sie sollten die beiden Seiten getrennt voneinander kopieren und nicht beidseitig.
- Millimeterpapier (optional)

Vorbereitung

Idealerweise suchen Sie einen Ort aus, an dem die Behälter für die Dauer des Experiments mehrere Tage lang sicher stehen können und der auch genügend Platz für mehrere SuS bietet, damit sie zusammen arbeiten können. Falls der Platz nicht ausreicht, können Sie das Experiment mit der gesamten Klasse durchführen, wobei die SuS-Gruppen die Messungen abwechselnd vornehmen und sie auf einer Kopie der Tabelle auf Flipchart-Papier festhalten können.

Die Ergebnisse hängen von der Größe und Form der verwendeten Behälter und den Bedingungen der Lernumgebung ab. Deshalb lohnt es sich, das Experiment im Vorfeld auszuprobieren, um ein geeignetes Zeitintervall für Ihren Klassenraum zu ermitteln.

Gesundheit und Sicherheit

Material zum Aufnehmen von verschütteten Flüssigkeiten muss bereit stehen.

Aktivität

1. Fragen Sie die SuS, wie sich ihrer Meinung nach der Wasserkreislauf aufgrund von höherer Sonneneinstrahlung auf die Erde verändert und erklären Sie, dass sie Ihre Vorschläge dazu zusammen untersuchen werden.
2. Lassen Sie die SuS in Gruppen zusammen arbeiten, um die Ausrüstung entsprechend der Beschreibung auf SuS -Arbeitsblatt 2.1 aufzubauen. Abhängig vom Alter und den Fähigkeiten der Gruppe können Sie besprechen, ob in jedem Behälter die gleiche Menge Wasser verwendet werden soll und/oder erwägen, jede Person in der Gruppe zu bitten, die Höhe des Wassers eines jeden Behälters zu messen, um eine Durchschnittsmenge zu ermitteln.
3. Beauftragen Sie die SuS, im Laufe der Woche in zeitlichen Abständen, zum Beispiel zu Beginn und/oder am Ende eines jeden Tages, die Höhe des Wassers eines jeden ihrer Behälter zu messen.
Es kann notwendig sein, die SuS darauf hinzuweisen, dass ein Ergebnis, das keine Veränderung zeigt, genauso gültig und oft genauso nützlich sein kann, wie ein Ergebnis, bei dem sich ein Unterschied feststellen lässt.
Sie könnten ein Diagramm der Ergebnisse erstellen. Dabei gilt es zu beachten, dass dies anspruchsvoller sein wird, wenn noch mehr Messungen pro Tag vorgenommen werden, da die Intervalle zwischen den Messungen dann nicht einheitlich sind.
4. Nachdem die SuS ihre gesamten Ergebnisse gesammelt haben, können sie damit beginnen die Diskussionsfragen auf dem SuS-Arbeitsblatt 2.2 zu bearbeiten.
Sie können diese Aufgabe eigenständig und unter Umständen als Hausaufgabe, bewältigen, falls Sie ihr individuelles Verständnis beurteilen möchten. Jede Gruppe könnte auch ihre Ideen diskutieren, bevor sie ihre gemeinsam abgestimmten Antworten notiert hat, um sie dann mit der Klasse zu teilen oder für eine Diskussion mit einer anderen Gruppe zu verwenden.
Die Arbeitsblattantworten am Ende auf Seite 16 enthalten zusätzliche Informationen, die zur Unterstützung der SuS verwendet können.

Probeergebnisse

Wie bereits oben erwähnt, variieren diese Ergebnisse sehr stark, aber die Unterschiede bei der Höhe der Wasserstände werden wahrscheinlich vielmehr in mm als in cm angegeben.

Arbeitsblattantworten

1. **Gemeinsamkeiten:** In allen Behältern kann es zu einem geringen Absinken des Wasserstands gekommen sein.
Unterschiede: In den Behältern, die in der Sonne stehen, wird es wahrscheinlich ein größeres Absinken des Wasserstands gegeben haben.
2. Die Antworten der SuS auf diese Frage hängen von ihrem Vorwissen ab. Sie können sie an maßgebliche Ideen erinnern oder ihr Verständnis erweitern, indem Sie die Antworten innerhalb der Klasse diskutieren.
Das Wasser stieg in die Luft / es verdampfte.
Teilchen, die sich schneller als die anderen bewegten, hatten genügend Energie, um sich von der Oberfläche der Flüssigkeit zu lösen.
3. a. Es wird mehr Verdunstung geben. Das bedeutet, dass es mehr Wasser, mit allen Konsequenzen, die in der Antwort auf Aktivität 1 Frage 4 aufgeführt sind, im Kreislauf gibt.
b. Es wird weniger Verdunstung geben, und somit weniger Wasser im Kreislauf.
4. a. Die wichtigsten Faktoren, die unterschiedlich sein können, sind Temperatur und Zugluft/Wind.
(Die Helligkeit hat nur einen Einfluss, weil der sonnige Bereich wahrscheinlich wärmer ist und/oder es im dunklen Bereich keine Luftbewegung gibt.)
b. Man denke an die guten Bedingungen zum Trocknen von Wäsche. Höhere Temperaturen erhöhen ebenso wie ein Luftzug oder Wind die Verdunstungsrate.
c. Die Antwort auf diese offene Frage hängt von den vorherigen Antworten ab. Aber die SuS können anmerken, dass sie einen ähnlichen Aufbau verwenden, bevor sie die Behälter an kalten, warmen und heißen Orten oder neben einem Ventilator oder einem offenen Fenster, im Klassenzimmer und in einer Kiste abstellen.

Aktivität 3: UNTERSUCHUNG VON KONDENSATION

Der Schwerpunkt dieser Aktivität liegt darauf, bereits Bekanntes detailliert und sorgfältig zu beobachten, was bisher noch nicht im Detail betrachtet wurde.

Arbeitsmaterial

- Eine durchsichtige Flasche oder ein Glas mit einem dicht verschließenden Deckel pro Gruppe
- Klebeetikette oder Marker
- Lebensmittelfarbe oder Tinte
- Ein Krug oder Becher pro Gruppe
- Ein Trichter pro Gruppe (nicht unbedingt erforderlich, reduziert aber Spritzer)
- Handtücher zum Trocknen der Hände und zum Beseitigen von verschütteten Flüssigkeiten
- SuS-Arbeitsblatt 3 - ein Exemplar pro SuS mit Reserveblättern, falls etwas verschüttet wird
- Kamera (z. B. Smartphone) pro Gruppe
- Präsentations-, Bild- und/oder Textverarbeitungssoftware, mit welcher die SuS vertraut sind, falls sie Kameras verwenden

Vorbereitung

Wählen Sie einen warmen Ort, an dem die SuS die Flaschen unter Umständen für mehrere Stunden stehen lassen können. Hier sollten sie in Lage sein, ihre Beobachtungen durchzuführen, ohne die Flaschen nochmals zu bewegen.

Die Ergebnisse hängen, wie bei der vorherigen Aktivität, von der Ausrüstung und der Umgebung ab. Probieren Sie die Aktivität also vorher aus, um ein geeignetes Zeitintervall und deren Dauer zu bestimmen. Streben Sie an, 3-5 Beobachtungen in regelmäßigen Abständen durchzuführen.

Gegebenenfalls bevorzugen Sie es, die Krüge mit gefärbtem Wasser lieber selbst vorzubereiten, anstatt die Kinder das Wasser selbst färben zu lassen.

Gesundheit und Sicherheit

Weisen Sie die SuS darauf hin, nichts in den Mund zu nehmen. Wichtig! Weisen Sie sie auch darauf hin, nicht ihre Finger in den Mund zu nehmen.

Material zum Aufnehmen von verschütteten Flüssigkeiten muss bereit stehen.

Bei der Verwendung von Glasflaschen oder Gläsern ist große Vorsicht geboten.

Aktivität

1. Sprechen Sie mit den SuS über alltägliche Beispiele für Wasserdampf aus der Luft, welcher an kühlen Oberflächen wie Spiegeln und Getränkedosen kondensiert. Wie sieht das aus? Erklären Sie, dass ein wichtiger Teil der Wissenschaft darin besteht, Dinge sehr genau zu betrachten, um zu erkennen, was genau vor sich geht. Und genau das werden wir bei der Kondensation tun.
2. Das halten kalter Oberflächentemperatur könnte schwierig sein, und möglicherweise befindet sich nicht genug Wasserdampf in der Luft. Also werden wir etwas Wasser in eine Flasche füllen, wo es verdunsten, aber nicht entweichen kann. Besprechen Sie, welche Orte gut geeignet sein könnten. Erklären Sie, dass wir das Wasser einfärben, damit es besser sichtbar ist.

Bitte Sie die SuS, ihre Flaschen, wie auf SuS-Arbeitsblatt 3 beschrieben, aufzustellen.
4. Besprechen Sie, in welcher Form sie ihre Ergebnisse festhalten sollen. Das Arbeitsblatt enthält mehrere Vorschläge. Falls sie Beschreibungen vornehmen oder Bilder zeichnen, besteht die Möglichkeit dafür eine Tabelle auf der Rückseite des Arbeitsblatts oder in ihren Heften anzufertigen.
5. Geben Sie Ihren SuS den Auftrag ihre Flasche in regelmäßigen Abständen zu beobachten, und auf Veränderungen zu achten. Der Kasten auf dem Arbeitsblatt beinhaltet Schlüsselfragen, die ihnen dabei helfen zu beschreiben, was sie sehen oder ihre Diagramme oder Bilder mit Beschriftungen zu erweitern. Die Verwendung einer Kamera ermöglicht es den SuS durch Heranzoomen mehr Details zu sehen und ein Bewegen der Flasche zu vermeiden.
6. Anhand der Ergebnisse können Rückschlüsse auf den Wasserkreislauf gezogen werden, indem die Gruppen eine Zeitleiste erstellen, auf welcher dargestellt wird, wie Wasserdampf in einer Wolke sich in Regen verwandelt. Auf dem Arbeitsblatt werden die SuS zudem dazu aufgefordert, einen qualitativen Kommentar zu ihren Ergebnissen abzugeben. Die Antworten könnten mit der Klasse geteilt werden und die Grundlage für eine Ausstellung mit kreativen Antworten bilden, falls die SuS gezeichnet oder Bilder produziert haben.
7. Wenn den SuS aufgefallen ist, dass die sich bildenden Tropfen durchsichtig und nicht wie das Wasser am Boden der Flasche gefärbt sind, könnten Sie sie auffordern, diese Beobachtung zu nutzen, um zu erklären, warum das Wasser in saisonalen Seen salziger wird, wenn der See verdunstet und um zu erklären, welche Auswirkungen die globale Erwärmung auf den Salzgehalt des Meeres haben könnte. (Das Wasser verdunstet und kondensiert, aber die darin gelösten Stoffe nicht).

Probeergebnisse

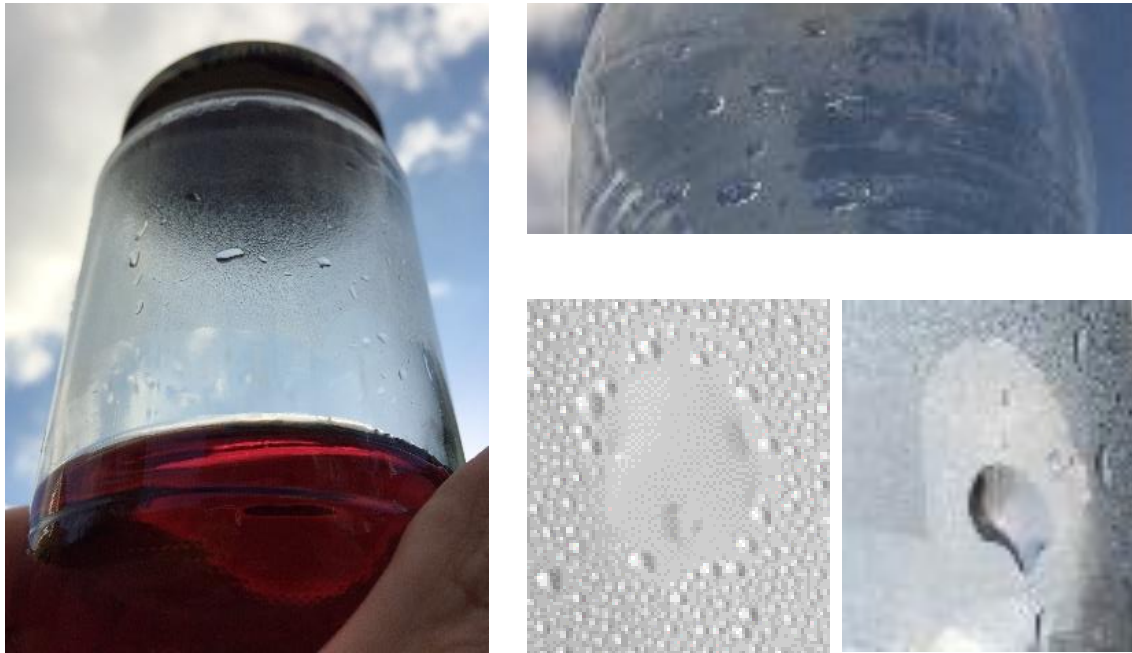


Abbildung 4: Probeergebnisse aus einem Glasgefäß und einer Kunststoffflasche, die etwa eine halbe Stunde lang an einem sonnigen Ort stehen gelassen wurden. Die vergrößerten Bilder unten rechts zeigen Tröpfchen unterschiedlicher Größe und Form. (Quelle: ESA CCI)

Aktivität 4: PFLANZEN, BODEN UND WASSERKREISLAUF

Diese Aktivität veranschaulicht die Rolle, die Pflanzen beim Transport von Wasser aus dem Boden in die Atmosphäre spielen.

Arbeitsmaterial

- Zwei identische Töpfe oder Pappbecher für jede Gruppe, einer mit einer Pflanze und einer ausschließlich mit Erde
- Klebeetikette oder Marker
- Zwei durchsichtige Plastiktüten für jede Gruppe (siehe Hinweis unten)
- Elastische Bänder (abhängig davon, welche Art von Beuteln verwendet werden)
- Kehrschaufel und Bürste zur Beseitigung von Erde und Tücher zum Aufnehmen von verschütteten Flüssigkeiten
- SuS-Arbeitsblatt 4 - eine Kopie pro SuS

Vorbereitung

Für die Durchführung dieser Aktivität sind am besten Pflanzen geeignet, die ein gut etabliertes Wurzelsystem und eine große Anzahl von Blättern besitzen, so dass der erste Satz von Töpfen im Voraus eingerichtet werden muss. Wenn die SuS das Wachstum von Pflanzen aus Samen beobachten, könnten Sie diese verwenden, sobald sie ein entsprechendes Entwicklungsstadium erreicht haben.

Der zweite Becher oder Topf muss ungefähr die gleiche Menge an Erde enthalten, die etwa genauso feucht ist wie des anderen Topfs. Wenn man die SuS bittet, diese selbst einzurichten, kann dies ein Anlass sein, um Messtechniken zu praktizieren. Es kann jedoch ziemlich chaotisch werden und oftmals zu einer Überwässerung führen, welche dann die Unterschiede zwischen den beiden Töpfen verringert.

Das Material der Plastiktüten sollte eine gewisse Mindestdicke aufweisen, so dass sie frei auf der Erde stehen können, wenn sie mit Luft gefüllt sind. *Ziplock*-Beutel sind am geeignetsten. Ihr Reißverschluss kann so geformt werden, dass der Beutel um den Topf passt. Günstigere Sandwich- oder Gefrierbeutel können mit Gummibändern an den Töpfen befestigt werden. Dazu braucht man wahrscheinlich vier Hände, aber das Resultat ist eine bessere Abdichtung.

Gesundheit und Sicherheit

Weisen die SuS darauf hin, nichts in den Mund zu nehmen. Wichtig! Weisen Sie sie auch darauf hin nicht ihre Finger in den Mund zu nehmen.

Material zum Aufnehmen von verschütteten Flüssigkeiten muss bereit stehen.

Die SuS sollten sich unbedingt nach ihrer Arbeit mit der Erde die Hände waschen.

Aktivität

1. Leiten Sie die Aktivität mit Hinweis auf die vorhergegangenen Aktivitäten ein, bei denen der Wasserkreislauf über dem Wasser effektiv modelliert wurde. Während dieser Aktivität werden wir uns den Wasserkreislauf über Landflächen mit und ohne Vegetation anschauen.
2. Tragen Sie Ihren SuS auf, die Aufgaben des SuS-Arbeitsblatts 4 zu bearbeiten. Auch hier ist die benötigte Zeit situationsabhängig. Wenn die Töpfe, ob drinnen oder draußen, an einem warmen, sonnigen Ort platziert werden und die Erde recht feucht ist, sollten die Beobachtungen in Zeitabständen von 20 bis 30 Minuten genügen, um die Kondensation und einen Unterschied zwischen den beiden Töpfen zu beobachten.
3. Nachdem die SuS ihre Ergebnisse gesammelt haben, diskutieren Sie die Antworten auf die Fragen am Ende des Arbeitsblatts. Die Vermutungen der SuS, was passieren könnte, wenn wir Steine in einem dritten Becher verwenden würden, können Ihnen die Bestätigung liefern, dass den SuS bewusst ist, dass das Wasser aus dem Boden stammt. Wenn es die Zeit erlaubt, könnten sie dies ausprobieren oder es zu Hause mit der unten beschriebenen alternativen Methode untersuchen.
4. Fordern Sie die SuS auf, das Gelernte anzuwenden, indem sie in Gruppen diskutieren, welche Auswirkungen Abholzung und/oder zunehmende Urbanisierung auf den Wasserkreislauf haben könnten.

Alternative Methode

Eine alternative Methode ist die Verwendung eines Glases oder einer Plastikhaube aus der oberen Hälfte einer 2-Liter-Plastikflasche, die im Freien direkt über Gras, großblättrige Pflanzen, nackte Erde oder Beton auf den Boden gestellt wird.



Abbildung 5: Die alternative Methode an einem sonnigen Tag nach nächtlichem Regen: Aufbau (linkes Bild) und Ergebnisse (rechtes Bild) nach drei Stunden (Quelle: ESA CCI)

Arbeitsblattantworten

1. a. Die SuS sollten einige Wassertropfen auf beiden Beuteln sehen.
b. Der Wasserdampf der im Beutel eingeschlossenen Luft kondensierte an der Plastikinnenfläche.
Ein Teil oder der größte Teil dieses Wassers befand sich ursprünglich im Boden.
2. a. Es sollte mehr Wasser vorhanden sein und/oder die Tropfenbildung sollte auf dem Beutel über der Pflanze früher eingesetzt haben.
b. In beiden Töpfen ist Wasser aus dem Boden verdunstet und in die Luft übergegangen.
Die Pflanze nimmt über ihre Wurzeln Wasser auf und gibt es über ihre Blätter an die Luft ab.
Das bedeutet, dass mehr Wasser aus dem Boden in die Luft über dem Topf mit der Pflanze darin gelangt.

Aktivität 5: DAS BODENWASSER

Bei dieser Aktivität führen die SuS praktische Arbeiten und Berechnungen durch, um die Wassermenge zu bestimmen, die der Boden aufnehmen kann.

Arbeitsmaterial

- Ein Topf mit Löchern im Boden pro Gruppe, der mit Erde gefüllt ist. Mit einer großen Nadel können zum Beispiel Löcher in den Boden eines Pappbechers gebohrt werden oder es kann einen Blumentopf mit etwas Mull, um die Löcher zu verkleinern, benutzt werden.
- Ein kleines Tablett oder eine Schale, auf welchem oder auf welcher der Topf stehen kann - Ein Tablett mit Ecken oder einem Rand ist einfacher zu verwenden als ein Blumentopfuntersatz
- Ein Messzylinder oder Becher pro Gruppe, der 25 cm^{-3} und 50 cm^{-3} messen kann
- Ein Krug oder großer Becher mit Wasser pro Gruppe
- Ein Timer oder eine Stoppuhr pro Gruppe
- Ein Exemplar von SuS-Arbeitsblatt 5 (2 Seiten) für jeden SuS mit Reservekopien, falls etwas verschüttet wird - Sie sollten die beiden Seiten nicht beidseitig kopieren, sondern getrennt voneinander.
- Leere Töpfe, die den mit Erde gefüllten identisch sind (optional)
- Handtücher zum Trocknen der Hände und zum Aufnehmen von verschütteten Flüssigkeiten

Vorbereitung

Die Töpfe mit Erde sollten am besten von Ihnen im Voraus vorbereitet werden. Aber die SuS können dies auch selbst erledigen, wenn es die Zeit erlaubt. Achten Sie darauf, dass die Erde dicht zusammengedrückt wird, aber nicht zu kompakt ist. Durch das Hinzufügen von Wasser sollte sie nicht merklich schrumpfen. Jede Erde ist geeignet, aber es könnte interessant sein, verschiedene Bodentypen zu untersuchen, wenn diese verfügbar sind.

Notieren Sie das Volumen der Erde eines jeden Behälters, falls es nicht die Aufgabe der SuS sein soll, es zu messen (siehe unten).

Gesundheit und Sicherheit

Weisen die SuS darauf hin, nichts in den Mund zu nehmen. Wichtig! Weisen Sie sie auch darauf hin nicht ihre Finger in den Mund zu nehmen.

Material zum Aufnehmen von verschütteten Flüssigkeiten muss bereit stehen.

Die SuS sollten sich unbedingt nach ihrer Arbeit mit der Erde die Hände waschen.

Aktivität

1. Beginnen Sie damit, die SuS über Wasser im Boden zu befragen. Was haben sie bei früheren Aktivitäten herausgefunden? Warum ist Wasser im Boden wichtig? Erklären Sie, dass sie messen werden, wie viel Wasser der Boden speichern kann.
2. Bitten Sie die SuS, die erste Phase der Aktivität wie auf SuS-Arbeitsblatt 5.1 beschrieben durchzuführen. Eventuell möchten Sie die Anweisungen mit ihnen durchgehen, bevor sie beginnen. Je nach verwendetem Arbeitsmaterial müssen sie unter Umständen daran erinnert werden, dass 1 cm^3 1 ml entspricht.
3. Während des Zeitraums zwischen Stufe 1 und Stufe 2 könnten Sie eine oder mehrere der folgenden Maßnahmen, je nach Alter und Fähigkeiten der SuS und verfügbaren Ressourcen, durchführen:
 - Bitten Sie die SuS, das Volumen eines leeren Topfes zu messen.
 - Helfen Sie ihnen, ihre Messung in ein Wasservolumen umzurechnen.
 - Die SuS bewerten in ihrer Gruppe durch eine Klassendiskussion ihre bisher geleistete Arbeit. Waren irgendwelche Schritte knifflig? Spielt es eine Rolle, wenn etwas nicht wirklich gut funktioniert hat?
 - Weisen sie die SuS an Diagramme zu erstellen, um zu demonstrieren, was sie erkennen können, wenn sie mit einer Lupe (a) den trockenen Boden, (b) den Boden, wenn ein wenig Wasser hinzugefügt wurde und (c) den Boden, wenn das Wasser begonnen hat, hervorzutreten, betrachten.
4. Bitten Sie die SuS, Phase 2 durchzuführen und dann zu verschiedenen Aktivitäten überzugehen, bevor sie ihre endgültigen Messungen (Phase 3) durchführen und die Berechnungen auf dem SuS-Arbeitsblatt 5.2 ausführen.
5. Lassen Sie die SuS die Ergebnisse in der Klasse vergleichen und über die Gemeinsamkeiten und Unterschiede diskutieren. Nehmen Sie Bezug darauf, wie viel der Boden zum Wasserkreislauf beiträgt und wie gut er auf Veränderungen im Kreislauf reagiert (dies wird in Aktivität 6 erarbeitet). Es könnte auch darüber gesprochen werden, wie wir zum Beispiel mit Mulch, Kompost und Sand usw., Böden verändern, damit sie mehr oder weniger Wasser speichern, um verschiedenen Pflanzen oder Nutzungen gerecht zu werden.

Probeergebnisse und Arbeitsblattantworten

Boden

Bodentyp?	des Schulgeländes
Menge der Erde im Topf?	750 cm ³

Wasserzugabe

Anzahl der 25 cm ³ -Messungen von Wasser	### III
Menge des in Stufe 1 zugegebenen Wassers	8 × 25 = 200 cm ³
Gesamtmenge des dem Boden zugeführten Wassers	200 cm ³ + 50 cm ³ = 250 cm ³

Wasserabnahme

Wassermenge in der Schale nach einer Viertelstunde	ca. 3 cm ³
Wassermenge in der Schale nach mehreren Stunden	72 cm ³
Gesamtwassermenge, die aus dem Boden austrat	3 cm ³ + 72 cm ³ = 75 cm ³

Zurückbleibendes Wasser im Boden: $250 \text{ cm}^3 - 75 \text{ cm}^3 = 175 \text{ cm}^3$

Kubikzentimeter Wasser pro Kubikzentimeter Boden: $175 \text{ cm}^3 \div 750 \text{ cm}^3 = 0,23$
 (Obwohl die Daten zur Bodenfeuchte der nächsten Aktivität in m³/ m³ angegeben werden, handelt es sich effektiv um dieselbe Einheit, da es sich in beiden Fällen um Verhältnisse zwischen Volumina handelt).

Die Antworten auf die letzte Frage werden variieren. Wenn alle Gruppen ähnliche Böden verwendet haben, sollten sie ähnliche Antworten erhalten. Es kann jedoch Abweichungen geben. Die meisten Böden bestehen aus verschiedenen Komponenten, die unterschiedliche Mengen an Wasser aufnehmen, so dass zum Beispiel eine Probe, die in der Schule entnommen wurde, mehr Pflanzenmaterial enthalten kann als Proben von anderen Orten.

Wenn verschiedene Gruppen unterschiedliche Bodentypen verwendet haben, werden die Antworten unterschiedlich ausfallen. Sand oder sandige Böden mit großen Partikeln halten weniger Wasser zurück als lehmhaltige Böden mit feineren Partikeln. Befähigtere SuS könnten Diagramme zeichnen, um dies darzustellen.

Aktivität 6:

DAS MESSEN VON BODENWASSER AUS DEM WELTRAUM

Bei dieser Aktivität verwenden die SuS die Webanwendung *Klima aus dem Weltraum*, um Satellitenmessungen der Bodenfeuchtigkeit, welche im Laufe der Zeit weltweit durchgeführt wurden, zu untersuchen und um die Ursachen und Auswirkungen von Schwankungen der Wassermenge im Boden zu betrachten. Sie nutzen dies als Ausgangspunkt für die Durchführung von eigenen Forschungen, eigenständig oder in Gruppen.

Arbeitsmaterial

- Internetzugang
- Webanwendung *Klima aus dem Weltraum*
- SuS-Arbeitsblatt 6 (2 Seiten)
- Präsentationssoftware, wie zum Beispiel PowerPoint (optional)
- Materialien zur Erstellung eines Posters (optional)

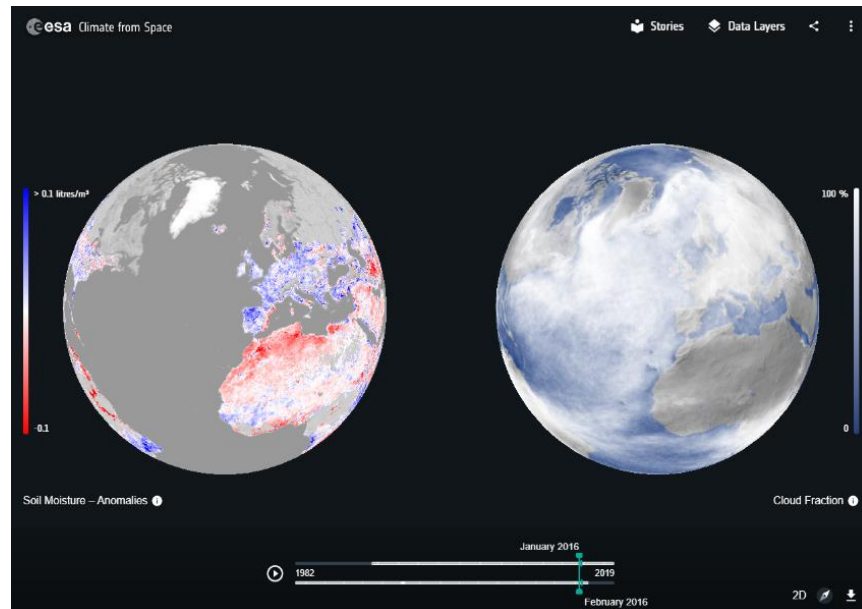
Aktivität

1. Diskutieren Sie, auf welche Probleme wir stoßen könnten, wenn wir das Wasser im Boden auf der ganzen Welt messen wollen. Bringen Sie die Idee hervor, dass wir eine Menge Erde an vielen verschiedenen Orten ausgraben müssten. Außerdem müssten wir immer wieder Messungen durchführen, um erkennen zu können, wie sich das Wasser im Laufe der Zeit verändert. Erklären Sie, dass spezielle Kameras auf Satelliten, welche die Erde umkreisen, Bilder aufnehmen können, die es uns ermöglichen, herauszufinden, wie viel Wasser sich im Boden befindet, ohne dass der Boden ausgegraben werden muss. Sie können hinzufügen, dass die Wissenschaftler noch einige Messungen auf der Erde durchführen, damit sie überprüfen können, ob die Instrumente auf den Satelliten richtig funktionieren und was die Messwerte bedeuten.
2. Bitten Sie die SuS, die Webanwendung *Klima aus dem Weltraum* zu öffnen und zur Datenebene *Bodenfeuchte* zu navigieren. Lassen Sie ihren SuS etwas Zeit zum Erkunden. Die Webanwendung ist ziemlich selbsterklärend, aber vielleicht möchten Sie die benötigte Datenebene anzeigen und die Steuerelemente demonstrieren.
3. Besprechen Sie die Bedeutung der Farben in der Visualisierung: Blau steht für nasse Böden, Braun für trockene Böden, Gelb und Hellblau liegen dazwischen. (Es ist wichtiger dies, als die Bedeutung der Zahlen zu wissen.) Die Einheiten sind ein Volumen/Volumen-Verhältnis, so dass Sie die SuS, welche die vorherige Aktivität durchgeführt haben, auf ihre Ergebnisse zurückverweisen könnten. Weisen Sie darauf hin, dass es Datenlücken gibt, wo die grau unterlegte Karte durchscheint und für Zeiten und Orte, an denen der Satellit keine Messung vornehmen konnte. In vielen Fällen ist der Grund dafür, dass es in diesem Monat sehr bewölkt war und der Boden vom Satelliten aus nicht sichtbar war.

4. Die SuS können dann die Informationen aus der Webanwendung *Klima aus dem Weltraum* verwenden, um die Fragen auf dem SuS-Arbeitsblatt 5.1 zu beantworten.
 - Die SuS müssen eventuell auf eine Online-Karte oder einen Atlas zurückgreifen, um die Orte mit hoher und niedriger Feuchtigkeit identifizieren bzw. benennen zu können.
 - Einige SuS benötigen möglicherweise Hilfe beim lokalisieren Indiens, um Frage 3 zu beantworten.
 - Die SuS benötigen ihr Wissen über den Wasserkreislauf, um Frage 4 zu beantworten.
 - Frage 5 ist etwas kniffliger und möglicherweise wünschen Sie, dass einige SuS sie auslassen. Sie setzt einige Kenntnisse über die Lage von Gebirgsregionen, Regenwäldern und Eis voraus. Sie können ihre SuS unterstützen, indem Sie sie auf einen geeigneten Ort hinweisen (siehe Arbeitsblatt Antworten, unten) und/oder mögliche Antworten in der Klasse diskutieren.
5. Fragen Sie die SuS, wie viel Wasser sich im Boden befinden muss, damit Pflanzen gut wachsen können. Lenken Sie die Diskussion auf die Antwort "das hängt von der Pflanze ab", indem Sie zum Beispiel an Kakteen und Schilf erinnern. Verknüpfen Sie dies mit der Idee, dass es manchmal nicht sehr nützlich ist, allein die Wassermenge im Boden zu kennen: Zu wissen, wie viel trockener oder feuchter als gewöhnlich der Boden ist, kann nützlicher sein.
6. Verweisen Sie die SuS auf die Datenebene "*Bodenfeuchte-Anomalien*" und überprüfen Sie, ob sie verstehen, auf welche Weise die Farbskala anzeigt, ob der Boden trockener oder feuchter als üblich ist. (Um nochmal darauf hinzuweisen; die SuS müssen nicht wissen, was die Zahlen bedeuten, aber Sie können dies mit älteren oder fähigeren SuS besprechen).
7. Bitten Sie die SuS, die Fragen auf dem SuS-Arbeitsblatt 5.2 zu beantworten.
8. Zeigen Sie den SuS, wie man die Daten der Bodenfeuchte-Anomalie mit Informationen aus einer anderen Datenschicht, wie in Abbildung 6 gezeigt, vergleicht, und diskutieren Sie, welche Datensätze mit der Bodenfeuchte verknüpft sein könnten (Wolken, Schnee, Feuer sind zum Zeitpunkt des Schreibens verfügbar; die Landoberflächentemperatur soll später ebenfalls in der Webanwendung *Klima aus dem Weltraum* verfügbar sein).
9. Bitten Sie die SuS, die Webapplikation *Klima aus dem Weltraum* aufzurufen und/oder das Internet für weitere Recherchen zu nutzen. Am Ende des SuS-Arbeitsblatts 5.2 sind dazu einige Vorschläge zu finden. Sie können einzelnen SuS oder Gruppen Fragen zuteilen oder befähigteren und besonders enthusiastischen SuS erlauben, ihre eigenen Fragen auszuwählen. Die Recherche kann in der Klasse oder als Hausaufgabe durchgeführt werden. Vielleicht möchten Sie einigen SuS mehr Struktur geben, indem Sie sie zum Beispiel auffordern, ein bestimmtes Ereignis zu recherchieren oder eine Stichwortliste zu erstellen.

10. Geben Sie ihren SuS den Auftrag, ihre Ergebnisse dem Rest der Klasse auf prägnante Art und Weise zu präsentieren, wie zum Beispiel in Form eines kleinen Posters oder einer kurzen Präsentation, die nicht mehr als drei Folien enthält. Diese Ergebnisse könnten verwendet werden, um ihr Verständnis für das Thema als Ganzes zu beurteilen.

Abbildung 6. Vergleich von Bodenfeuchte-Anomalie und Wolken in der Webanwendung Klima aus dem Weltraum (Quelle: ESA CCI)



Arbeitsblattantworten

Bei offenen Fragen werden Stichpunkte oder Beispiele angegeben.

Wie verändert sich die Wassermenge im Boden auf der ganzen Welt?

1. Orte mit einer Bodenfeuchte von etwa $0,4 \text{ m}^3/\text{m}^3$: Brasilien im Juli 1980, Nordirland im September 1994 und China im April 2006
 Zu den Orten mit einer Bodenfeuchte von etwa $0 \text{ m}^3/\text{m}^3$ gehören Teile von Kalifornien im Dezember 1980, Teile der Sahara im Juni 2001 und Zentralaustralien im Dezember 2019.
3. a. September-Dezember
 b. April-Juni
4. a. Starker Regen, Flussnähe, schmelzender Schnee, schmelzendes Eis, usw.
 b. Heißes Wetter, starker Wind, Menschen, die Grundwasser verwenden, usw.
5. Amazonas oder zentralafrikanische Regenwälder (der Sensor des Satelliten kann keine Beobachtungen durch geschlossene Baumkronendecken durchführen); Polarregionen, weil der Boden permanent gefroren ist; der Himalaya oder die Alpen, weil die Berggipfel aus nacktem Fels bestehen, oder mit Eis oder Schnee bedeckt sind.

Wie ändert sich die Wassermenge im Boden von Jahr zu Jahr?

1. a. Die Antwort hängt von der Beantwortung der vorherigen Frage ab.
b. ...und diese Antwort ist wiederum Abhängig von der Antwort in Teil a. Wenn das Gebiet eine höhere Feuchtigkeit als üblich aufweist, ist es wahrscheinlich überflutet. Wenn das Gebiet genauso feucht wie üblich ist, kann es sich um eine Regenzeit oder eine bestimmte Jahreszeit handeln. Wenn es trockener als üblich ist, aber immer noch sehr feucht ist, handelt es sich wahrscheinlich um ein Gebiet, das über den meisten Zeitraum sumpfig oder moorig ist. (Der zuletzt genannte Zustand, ist unwahrscheinlich, wenn die SuS einen Ort mit einer Bodenfeuchte von $0,4 \text{ m}^3/\text{m}^3$ gewählt haben).
2. a. Auch hier ist die Antwort von der Antwort auf die vorherige Frage abhängig.
b. ... und diese Antwort wird sich an die vorherige anschließen. Wenn das Gebiet feuchter als üblich ist, was unwahrscheinlich ist, wenn die SuS einen Ort mit einer Bodenfeuchte von $0 \text{ m}^3/\text{m}^3$ gewählt haben, handelt es sich hier wahrscheinlich um eine Wüste. Wenn das Gebiet genauso feucht wie üblich ist, handelt es sich möglicherweise um eine Trockenzeit oder bestimmte Jahreszeit. Wenn es trockener als üblich ist, kann es sich um eine Dürre handeln.
3. a. Folgende Faktoren können eine Dürre verursachen. Pflanzen können ohne Bewässerung nicht wachsen und der Boden kann weggeweht werden. Waldbrände werden wahrscheinlicher, da die Pflanzen austrocknen, usw.
b. Staunässe oder Überschwemmungen. Überschwemmungen beeinträchtigen den Transport und zerstören Hab und Gut und vieles andere mehr. Sie können zu Erdbeben führen. Die SuS sind sich unter Umständen nicht darüber im Klaren, dass ein wassergesättigter Boden auch ohne Überschwemmungen ein Problem für Pflanzen darstellen kann, da er die Funktion der Wurzeln behindert und ein Verfaulen der Pflanzen zur Folge haben kann.

Wissen erweitern

Die SuS können die vorgegebenen Fragen in Bezug auf eine Vielzahl von Richtungen stellen oder ihre eigenen Fragen zur Recherche entwickeln. Die unten aufgeführten Anmerkungen enthalten einige Schlüsselpunkte und geben Hinweise, an welcher Stelle die SuS beginnen können, falls sie mit einer der vorgeschlagenen Fragen nicht weiterkommen.

- Prüfen Sie, ob sie Beweise finden können, um ihre Anschauungen aus Frage 4 auf Arbeitsblatt 5.1 oder eine der Fragen auf dieser Seite zu unterstützen. Die SuS könnten die Vergleichsoption in der Liste der Datenebenen verwenden, um einen anderen relevanten Datensatz neben den Informationen zur Bodenfeuchte oder den Bodenfeuchte-Anomalien zu öffnen. Je nach der Anschauung und/oder dem Gebiet, das sie untersuchen, könnten sie Wolken, Landoberflächentemperatur (sobald diese verfügbar ist), Schnee, Landbedeckung oder Permafrost betrachten. Sie könnten auch Online-Karten und/oder eine Website verwenden, die monatliche Durchschnittswetterdaten über Gebiete liefert (z. B. <https://www.timeanddate.com>).
- Die SuS können nach Nachrichten über Dürren oder Überschwemmungen suchen und schauen, was die Webanwendung ihnen über diese Zeit und dieses Gebiet anzeigt. Wikipedia hat Listen von großen Überschwemmungen und Dürren, die ein guter Ausgangspunkt dafür sein könnten. Sie können von der Liste zum entsprechenden Artikel gehen und dann zu den Quellen für den Artikel, um eine passende Nachrichtengeschichte zu erhalten.
https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_floods#1990%E2%80%932000
https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_droughts
- Sie werden mehr über einen Satelliten, der Wasser im Boden misst, erfahren. Einige relevante Satelliten und Instrumente werden unten angezeigt.

<i>Satellit</i>	<i>Gerät</i>
MetOp-A	ASCAT
MetOp-B	ASCAT
SMOS	MIRAS
GCOM	AMSR2
Aqua	AMSR-e

Arbeitsblatt 1: DER WASSERKREISLAUF HEUTE UND MORGEN

Warum Wasser wichtig ist

1. Wofür verwenden wir Wasser?
Schreibt so viele Beispiele in das Kästchen, wie Euch einfallen.

Der Wasserkreislauf

Lest oder hört die Geschichte von Stephan der Schneeflocke.

Zeichnet ein Spinnendiagramm oder erstellt eine Wortwolke über das Thema Wasserkreislauf.

Achtet darauf, dass Ihr wissenschaftliche Wörter aus der Geschichte einbezieht.

Verwendet diese Notizen und Ideen, um ein großes Diagramm des Wasserkreislaufs auf ein neues Blatt Papier zu zeichnen. Auf Eurem Diagramm sollte Folgendes dargestellt werden:

- Orte, an welchen Wasser vorkommt
- in welchem Zustand sich das Wasser an jedem Ort befindet
- wer dieses Wasser nutzt und wofür
- wo und wie er seinen Zustand ändert

Die Veränderung des Wasserkreislaufs

Verwendet Euer Diagramm des Wasserkreislaufs, um diese Fragen innerhalb Eurer Gruppe zu diskutieren.

4 Wie könnte sich der Wasserkreislauf verändern, wenn das Klima auf der Welt wärmer wird?

5. Wie würden sich diese Änderungen auf uns auswirken?

Arbeitsblatt 2: UNTERSUCHUNG VON EVAPURATION

Ihr benötigt:

- Drei Tassen
- Drei Klebeetikette oder einen Marker
- Wasser
- Ein Lineal
- Eine Uhr

Gesundheit und Sicherheit

- Nehmt verschüttete Flüssigkeiten schnell auf.
- Füllt eine Tasse oder ein Tablett nicht bis zum Rand, damit beim Tragen kein Wasser verschüttet wird.

Was zu tun ist

1. Beschriftet Eure drei Becher mit dem Namen Eurer Gruppe.
2. Füllt jeden Becher mit etwas Wasser. Versucht dabei, in jeden Becher die gleiche Menge zu füllen.
3. Verwendet ein Lineal, um den Wasserstand eines jeden Bechers zu messen. Notiert Eure Messungen zusammen mit dem Datum und der Uhrzeit und tragt sie in die Tabelle ein.
4. Platziert eine Eurer Tassen an einem sonnigen, eine andere an einem schattigen und die dritte an einem dunklen Ort.
5. Messt hin und wieder (Eure Lehrkraft wird Euch darauf hinweisen, wie oft) den Wasserstand eines jeden Bechers und tragt ihn in die Tabelle ein.

Ergebnisse

Tag	Zeit	Zeit seit Start	Wasserhöhe in cm		
			Tasse an einem sonnigen Ort	Tasse an einem schattigen Ort	Becher an einem dunklen Ort
		0			

Ihr könntet auch ein Diagramm erstellen, um Eure Ergebnisse aufzuzeigen.

Diskussion

Was ist mit dem Wasserstand in den drei Tassen passiert?

Stellt sicher, dass Ihr beschreibt, welche Beobachtungen **gleich waren** und welche Beobachtungen **anders** waren.

2. Was geschah mit dem Wasser, das verschwand? Falls Ihr könnt, verwendet Ideen über Teilchen in Eurer Antwort.

3. Worauf deuten Eure Ergebnisse hin, was im Wasserkreislauf passiert?

a. An einem sonnigen Tag

b. An einem bewölkten Tag

4. Die Tassen befanden sich an Orten mit unterschiedlichen Lichtverhältnissen.

a. Was könnte an den drei Orten noch anders gewesen sein?

b. In welcher Weise könnte das beeinflusst haben, was mit dem Wasser geschah? Versucht Eure Idee(n) an einem Beispiel zu erläutern.

c. Wie könnt Ihr Eure Idee(n) testen?

Arbeitsblatt 3: UNTERSUCHUNG VON KONDENSATION

Ihr benötigt:

- Eine Flasche mit Deckel
- Ein Klebeetikett oder einen Marker
- Einen Trichter
- Gefärbtes Wasser
- Eine Uhr oder einen Timer

Optional

- Eine Kamera

Gesundheit und Sicherheit

- Gießt gefärbtes Wasser vorsichtig aus, damit es keine Flecken auf Eurer Haut oder anderen Gegenständen hinterlässt.
- Nehmt verschüttete Flüssigkeiten sofort auf.
- Probiert nichts! Haltet Eure Hände vom Mund fern!

Was zu tun ist

1. Beschriftet Eure Flasche mit dem Namen Eurer Gruppe und schreibt ihn oder klebt das Etikett unter den Flaschenboden.
2. Füllt vorsichtig mit Hilfe des Trichters etwas gefärbtes Wasser in die Flasche. Der Wasserstand muss ca. 1 cm betragen. Achtet darauf, dass keine Tropfen im oberen Bereich der Flasche verspritzt werden.
3. Verschließt die Flasche mit dem Deckel.
4. Tragt die Flasche vorsichtig an einen Ort, an dem das Wasser recht schnell verdunstet.
Passt auf, dass während des Transports keine Tropfen an der Innenseite der Flasche hochspritzen.
5. Betrachtet hin und wieder (Eure Lehrkraft wird Euch darauf hinweisen, wie oft) den oberen Bereich der Flasche genau.

Ergebnisse

Notiert jedes Mal, wenn Ihr Eure Flasche betrachtet, die Zeit und was Ihr in der Nähe des oberen Bereichs der Flasche seht. Die Schlüsselfragen unten im Kasten helfen Euch dabei, genau hinzuschauen.

Ihr könnt eine Tabelle erstellen und notieren oder zeichnen, was Ihr seht. Es besteht zudem für Euch die Möglichkeit Bilder aufzunehmen, um sie in ein Dokument oder in eine Präsentation einzufügen.

Wichtige Fragen

1. Ist bereits etwas passiert?
2. Gibt es Dunst oder Nebel?
Befindet er sich an den
Seiten der Flasche, in der
Mitte oder sowohl als auch?
3. Befinden sich Tropfen auf der
Flaschenseite?
 - Welche Größe haben sie?
 - Welche Form?
 - Welche Farbe?
 - Wie viele?
 - Bewegen sie sich?

Diskussion

Was war das Interessanteste oder
Überraschendste, was Euch beim genauen
Hinsehen aufgefallen ist?

Arbeitsblatt 4: PFLANZEN, BODEN UND WASSERKREISLAUF

Ihr benötigt

- Eine Pflanze im Topf
- Ein Topf mit Erde, ohne Pflanze
- Zwei Klebeetikette oder einen Marker
- Zwei durchsichtige Plastiktüten
- Wasser
- Eine Uhr oder einen Timer

Gesundheit und Sicherheit

- Nehmt verschüttete Flüssigkeiten sofort auf. Probiert nichts! Haltet Eure Hände vom Mund fern!
- Wascht Euch die Hände nach dem Aufstellen der Geräte und nochmals nach dem Aufräumen.

Was zu tun ist

1. Beschriftet Eure Töpfe mit dem Namen Eurer Gruppe.
2. Schüttelt die Plastikbeutel auf, damit sich etwas Luft darin befindet.
3. Befestigt über jedem Topf eine Plastiktüte, so dass sie aufrecht stehen.
4. Stellt die Töpfe an einen sonnigen Ort.
5. Schaut Euch hin und wieder (Eure Lehrkraft wird Euch darauf hinweisen, wie oft die Plastiktüten genau an. Benutzt die Tabelle unten, um zu notieren, was Ihr seht.

Ergebnisse

Zeit	Was wir auf den Plastiktüten gesehen haben	
	Boden und Pflanze	Boden ohne Pflanze

Diskussion

1. a. Was habt Ihr in der Plastiktüte über den beiden Töpfen gesehen?

b. Warum ist dies geschehen?

2. a. Inwiefern war das Geschehen bei den beiden Töpfen unterschiedlich?

b. Warum gab es einen Unterschied?

Arbeitsblatt 5: DAS BODENWASSER

Ihr benötigt

- Etwas Erde in einem Topf mit Löchern im Boden
- Ein Tablett
- Einen Messzylinder oder Becher
- Wasser
- Einen Timer oder eine Stoppuhr

Gesundheit und Sicherheit

- Nehmt verschüttete Flüssigkeiten sofort auf.
- Probiert nichts! Haltet Eure Hände vom Mund fern!
- Wascht Euch am Ende eines jeden Schritts die Hände.

Was zu tun ist

Schritt 1

1. Stellt den mit Erde gefüllten Topf auf das Tablett.
2. Messt 25 cm³ Wasser ab.
3. Gießt das Wasser über die Erde und achtet darauf, dabei nicht zu spritzen. Startet die Zeitschaltuhr.
4. Messt weitere 25 cm³ Wasser ab.
5. Schaut nach einer Minute nach, ob Wasser durch die Löcher im Topf auf das Tablett gesickert ist.
6. Falls kein Wasser in die Schale gelangt, geht Ihr zurück zu Schritt 3. Führt eine Strichliste darüber, wie oft Ihr zu Schritt 3 zurückgeht.
7. Falls sich Wasser in der Schale befindet, ist es an der Zeit, die Wasserzugabe vorerst einzustellen.
Berechnet, wie viel Wasser Ihr während dieser Phase hinzugefügt habt. Führt dies etwa 15 Minuten nach dem Ende von Schritt 1 durch.

Schritt 2

1. Messt, wie viel Wasser in die Schale gelaufen ist. Denkt daran, Euren Messwert zu notieren.
2. Stellt den Topf mit der Erde zurück in die Schale.
3. Messt 50 cm³ Wasser ab.
4. Gießt das Wasser langsam und vorsichtig über die Erde ohne dabei zu spritzen.
5. Berechnet die Gesamtmenge des Wassers, die Ihr hinzugefügt habt. Führt dies mehrere Stunden nach dem Ende von Schritt 2. durch.

Schritt 3

1. Messt, wie viel Wasser in die Schale gelangt ist.
2. Notiert Euren Messwert und berechnet die Gesamtwassermenge, die aus der Erde ausgetreten ist.

Ergebnisse

Denkt daran, bei einer Berechnung Eure Ausarbeitung zu zeigen.

Boden

Verwendeter Bodentyp	
Bodenmenge im Topf	

Wasserzuführung

Anzahl der Zugaben von 25 cm ³ Wasser in den Boden (verwendet Striche wie diese zum zählen)	
Wassermenge, die wir dem Boden in Schritt 1 zugeführt haben	
Gesamte Wassermenge, die wir dem Boden zugeführt haben (Schritt 1 und Schritt 2)	

Wasserausfluss

Wassermenge in der Schale nach einer Viertelstunde (Schritt 2)	
Wassermenge in der Schale nach mehreren Stunden (Schritt 3)	
Gesamte Wassermenge, die aus dem Boden floss (Schritt 2 und Schritt 3)	

Wie viel Wasser ist im Boden?

Berechnet, wie viel Wasser im Boden zurückgeblieben ist.

Rechnet nun aus, wie viele Kubikzentimeter Wasser in jedem Kubikzentimeter Erde enthalten sind.

Vergleicht Euren Wert mit dem einer anderen Gruppe. Sind sie ähnlich?

Warum? _____

Arbeitsblatt 6:

DAS MESSEN VON BODENWASSER AUS DEM WELTRAUM

Öffnet der Webanwendung *Klima aus dem Weltraum* (cfs.climate.esa.int).

Klickt auf das Symbol DATA LAYERS (oben rechts) und ruft dann *Soil Moisture* (*Bodenfeuchte*) aus der Liste auf.

Überprüft, ob Ihr die Farben versteht und wie die Bedienelemente auf dem Bildschirm Euch unterstützen, bestimmte Orte oder Zeiten genauer zu betrachten.

Wie verändert sich die Wassermenge im Boden auf der ganzen Welt?

Die Wassermenge im Boden ist an verschiedenen Orten unterschiedlich und ändert sich im Laufe der Zeit.

Fahrt über den Globus und verwendet den Schieberegler auf der Zeitleiste, um Euch verschiedene Zeiten und Orte anzuschauen.

Sucht einen Ort und eine Zeit, an denen viel Wasser im Boden vorkam (einen hohen Bodenfeuchtigkeitswert).

Datum

Ort

Geschätzte Bodenfeuchte

m³/m³

2. Sucht nun einen Ort und eine Zeit, an dem und zu der nicht viel Wasser im Boden war.

Datum

Ort

Geschätzte Bodenfeuchte

m³/m³

3. Zoomt auf Indien.

Wählt die PLAY-Taste und beobachtet, wie sich die Daten ändern.

Achtet dabei auf die Zeitachse sowie auf die Farben.

- a. Nennt einen Monat, in dem der Boden in Indien oft sehr feucht ist.

- b. Nennt einen Monat, in dem der Boden in Indien oft sehr trocken ist

4. Wodurch wird der Boden an einem bestimmten Ort:

a. sehr feucht?

b. sehr trocken?

5. Die Webanwendung zeigt die graue Karte anstelle eines farbigen Quadrats an Orten, an denen der Satellit nicht messen konnte, wie viel Wasser in diesem Monat im Boden war.

Findet einen Ort, an dem der Satellit **niemals** die Bodenfeuchte messen kann. Und beschreibt, warum Ihr denkt, dass er an diesem Ort keine Messung vornehmen

kann? _____

Wie ändert sich die Wassermenge im Boden von Jahr zu Jahr?

Klickt in der Webanwendung *Klima aus dem Weltraum* auf das Symbol Datenebenen.

Ruft dieses Mal *Bodenfeuchte-Anomalien* aus der Liste auf.

Diese Karte zeigt, wie viel Wasser im Boden im Vergleich zum üblichen Wert zu dieser Zeit des Jahres vorhanden ist. Blaue Farbtöne bedeuten, dass der Boden feuchter als üblich ist, rote Farbtöne bedeuten, dass der Boden trockener als üblich ist. Je dunkler die Farbe, desto größer ist der Unterschied.

Bewegt den Globus und die Zeitleiste zu dem Ort, den Ihr gefunden habt, an dem sich viel Wasser Boden befindet (Frage 1 auf Arbeitsblatt 5.1).

a. War der Boden feuchter, trockener oder gab es keinen Unterschied?

b. Welche zusätzlichen Informationen oder Ideen erhaltet Ihr dadurch (falls überhaupt)? _____

Geht nun zu dem Ort und der Zeit, die Ihr gefunden habt, an dem und zu der sehr wenig Wasser im Boden war.

a. War der Boden feuchter, trockener oder gab es keinen Unterschied?

b. Welche zusätzlichen Informationen oder Ideen erhalten Ihr dadurch (falls überhaupt)? _____

3. Was könnte an einem Ort passieren, wenn der Boden:

a. viel trockener als sonst ist?

b. viel feuchter als sonst ist?

Wissen erweitern

Recherchiert mit Hilfe des Internets und mit Hilfe der Webanwendung über *Wasser im Boden*.

Ihr könnt außerdem:

- prüfen, ob Ihr Beweise für Eure Ideen aus Frage 4 auf Arbeitsblatt 5.1 oder eine der Fragen auf dieser Seite finden könnt.
- nach Nachrichten über Dürren oder Überschwemmungen suchen und schauen, was die Webanwendung Euch über diese Zeit und diesen Ort anzeigt.
- mehr über einen Satelliten erfahren, der Wasser im Boden misst.

Bereitet Euch darauf vor, Euren Teilnehmern in der Klasse Eure Ergebnisse zu präsentieren.

Informationsblatt 1: DER WASSERKREISLAUF HEUTE UND MORGEN

Stephan die Schneeflocke

Auf der Spitze eines Gletschers im Himalaya saß Stephan, eine kleine Schneeflocke. Von hoch oben konnten seine Blicke weit in die Ferne schweifen und er sah Bauern, die ihre Felder bearbeiteten, Rinder- und Pferdeherden, die umherzogen, und Flüsse, die im Meer mündeten. Das machte ihn neugierig. Er wollte sehen, was dort draußen war. Zum Glück musste er nicht lange warten, bis sein Wunsch in Erfüllung ging.



Ein Gletscher im Himalaya, vom Weltraum aus gesehen
(Quelle: Enthält modifizierte Copernicus-Sentinel-Daten (2018), _____)

Die Schwerkraft zog ihn und den Rest des Gletschers langsam weiter, bis er sich auf halber Höhe des Berges befand. Hier war es wärmer, und er spürte, wie etwas Seltsames mit ihm geschah. Er schrumpfte, und seine stacheligen Kanten wurden glatter. Stephan war **geschmolzen** und hatte sich in einen Wassertropfen verwandelt. Er bemerkte, dass er nicht der Einzige war und rollte zusammen mit seinen Freunden weiter den Berg hinunter. Sie bildeten einen kleinen Bach und vereinigten sich mit anderen kleinen Bächen. Mehr und mehr Bäche kamen dazu, bis sie zu einem mächtigen Fluss wurden - dem Indus.

Einige von Stephans Freunden sickerten in den Boden neben dem Fluss. Pflanzenwurzeln sogen etwas von dem Wasser auf. Sie nutzten es, um zu wachsen, bevor sie es als Wasserdampf zurück in den Himmel schickten (so wie man es macht, wenn man ausatmet). Der Rest sickerte tiefer in den Boden und in das Gestein und sammelte sich unter der Erde.

Stephan trieb wochenlang im Indus. Er reiste durch China, Indien und Pakistan, bis er Hunderte von Kilometern vom Himalaya entfernt das Arabische Meer erreichte. Hier war es noch heißer. So heiß, dass er sich von seinen Freunden verabschiedete und als Wasserdampf in den Himmel schwebte. Er war am **Verdampfen!**

Aber als er höher und höher stieg, wurde die Luft immer kälter und kälter. Er verband sich mit seinen neuen Freunden aus dem Arabischen Meer und alten Freunden, die durch die Pflanzen am Boden geleitet wurden. Sie **kondensierten** zu einem winzigen Tröpfchen, das in der Luft schwebte und reisten mit vielen anderen Tröpfchen als eine flauschige Wolke durch den Himmel.

Der Wind trug die Wolke zurück zum Himalaya. Auf ihrer Reise über die Berge wurden die Wassertröpfchen immer schwerer, bis sie so groß und schwer waren, so dass sie wieder auf das Land herunterfielen. Stephan **erstarrte** und verwandelte sich wieder in eine Schneeflocke, bereit, seine Reise erneut anzutreten.

Beobachtung des Wasserkreislaufs

Die Reise von Stephan, der kleinen Schneeflocke, beschreibt den Wasserkreislauf. Wasser ist für das Leben auf der Erde unverzichtbar. Ohne Wasser könnten Pflanzen nicht wachsen, Menschen hätten kein sauberes Süßwasser zum Trinken, und Bauern und Fabriken könnten keine Lebensmittel und Waren produzieren.

Wasser hat in all seinen **Zuständen**, als **Gas** in der Luft; als **flüssiges** Wasser in den Wolken, in Flüssen oder im Boden; und als **fester** Schnee oder Eis, Einfluss auf unser Klima. Das Wissen darüber, was mit dem Wasser geschieht, trägt aus diesem Grund einen wesentlichen Teil zum Schutze unserer Erde bei.

Es gibt spezielle Kameras, die alle Formen von Wasser (gasförmig, flüssig und fest) ausmachen können. Wissenschaftler installieren diese Kameras auf Satelliten, damit sie das Wasser überall auf der Erde verfolgen können. Anhand von Wolkenbildern können sie erkennen, ob es regnen oder schneien wird und beobachten, wie sich Schnee zu Gletschern auftürmt und erkennen, wie viel Wasser im Boden versickert.

Links

ESA-Q

Webanwendung *Klima aus dem Weltraum* (Online-Ressource)

<https://cfs.climate.esa.int>

Klima für Schulen

<https://climate.esa.int/de/educate/climate-for-schools/>

Lehren durch Weltraum

http://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Teach_with_space3

Paxi - Der Wasserkreislauf (Animation)

https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2017/10/Paxi_-_The_water_cycle

ESA-Raumfahrtprojekte

ESA-Klimabüro

<https://climate.esa.int/de/>

Raum für unser Klima

http://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Space_for_our_climate

Die Erdbeobachtungsmissionen der ESA

www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/ESA_for_Earth

Entdecker der Erde

http://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/The_Living_Planet_Programme/Earth_Explorers

Kopernikus-Wächter

https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Overview4

SMOS Überwachung von Dürreperioden

https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2020/06/SMOS_monitoring_droughts#.X57vUlj7nvA.link

Zusätzliche Informationen

Helfen, Wasser zu managen

https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Safeguarding_our_most_precious_resource_water

Erde aus dem Weltraum, Videos

http://www.esa.int/ESA_Multimedia/Sets/Earth_from_Space_programme

ESA-Kinder

https://www.esa.int/kids/en/learn/Earth/Climate_change/Climate_change