

Grundschule
8-11



Bildungsressourcenpaket

BEDROHTES LAND

Lehrerhandbuch
und Schüler*Innen-Arbeitsblätter



Übersicht	Seite 3
Zusammenfassung der Aktivitäten	Seite 5
Klimaüberwachung aus dem Weltraum	Seite 8
Klima und Meeresspiegel: Hintergrundinformationen	Seite 9
Aktivität 1: BEDROHTES LAND	Seite 11
Aktivität 2: DAS SCHMELZEN DES EISES	Seite 15
Aktivität 3: DIE ERWÄRMUNG DES WASSERS	Seite 18
Aktivität 4: WARMES UND KALTES MEER	Seite 22
Schüler*Innen- (SuS) Arbeitsblatt 1	Seite 25
SuS-Arbeitsblatt 2	Seite 28
SuS-Arbeitsblatt 3	Seite 30
SuS-Arbeitsblatt 4	Seite 32
Informationsblatt 1	Seite 36
Links	Seite 39

Klimawandel-Initiative Bildungsressourcenpaket – BEDROHTES LAND

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

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

Das ESA Climate Office begrüßt Feedback und Kommentare

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

Produziert vom ESA Climate office

Copyright © European Space Agency 2020

BEDROHTES LAND: Übersicht

Die Perspektiven für das Leben auf kleinen Inseln

Schnelle Fakten

Fächer: Geographie, Naturwissenschaften, Geowissenschaften

Altersgruppe: 8–11 Jahre

Typ: Lesen und praktische Aktivitäten

Komplexität: leicht bis mittelschwer

Erforderliche Unterrichtszeit: 2½ – 4 Stunden

Kosten: niedrig (5–20 Euro)

Ort: drinnen

Hilfsmittel: Eis, Wasser, verschiedene Behälter, Lebensmittelfarbe, Standardsoftware, Internet

Stichworte: Meeresspiegel, Temperatur, Gletscher, Eisschilde, Ausdehnung, Satellit, Beobachtung

Kurzbeschreibung

Bei dieser Reihe von Aktivitäten lernen die SuS etwas über die Ursachen und möglichen Auswirkungen des Meeresspiegelanstiegs und entwickeln gleichzeitig grundlegende wissenschaftliche Fähigkeiten.

Die erste Aktivität leitet den Kontext durch die Betrachtung der potenziellen Zukunft der Inselrepublik Kiribati ein und ist mit einer Übung zur Entwicklung von angeleiteten Schreibfähigkeiten verbunden.

Praktische Aktivitäten, die zwei der Hauptursachen des Meeresspiegelanstiegs erforschen, bieten die Möglichkeit zu diskutieren, wie Modelle in der Wissenschaft verwendet werden.

Bei der letzten Aktivität verwenden die SuS reale Satellitendaten, um die Temperatur der Meeresoberfläche, Änderungen des durchschnittlichen Meeresspiegels und die Beziehung zwischen ihnen zu untersuchen.

Lernziel

Nachdem die SuS diese Aktivitäten durchgearbeitet haben, können sie:

- Vorgänge benennen, die zum Anstieg des Meeresspiegels durch die globale Erwärmung führen.
- eine Anleitung erstellen, die andere zur Durchführung eines Experiments verwenden können.
- die verschiedenen Teile eines Versuchsmodells mit der realen Welt in Beziehung setzen.

- Bilder analysieren um Daten über das Schmelzen von Eis zu erhalten.
- ein Experiment durchführen, um zu zeigen, dass sich Wasser bei Erhitzung ausdehnt.
- erklären, warum dies geschieht, indem sie Ideen über Teilchen verwenden.
- einige Probleme identifizieren, die der Anstieg des Meeresspiegels verursachen kann.
- die Webanwendung *Klima aus dem Weltraum (Climate from Space)* verwenden, um die Temperatur der Meeresoberfläche und Änderungen des Meeresspiegels zu untersuchen und zu vergleichen.
- die Beziehung zwischen Variablen unter Verwendung wissenschaftlicher Kenntnisse erklären.

Zusammenfassung der Aktivitäten

	Titel	Beschreibung	Aufgaben und Ergebnisse	Vorkenntnisse	Zeit
1	Bedrohtes Land	Verständnisübung und Alphabetisierungsaktivität anhand einer Geschichte über die Auswirkungen des Meeresspiegelanstiegs auf niedrig gelegene Inselstaaten/ Optional: Diskussion über die lokalen Auswirkungen des Meeresspiegelanstiegs	Listet einige der Möglichkeiten auf, wie die globale Erwärmung zum Anstieg des Meeresspiegels führt. Erstellt eine Anleitung, die andere zur Durchführung eines Experiments verwenden können.	Keine	45–60 Minuten
2	Das Schmelzen des Eises	Überwachung und Kartierung des Abschmelzens von Eis	Setzt die verschiedenen Teile eines Versuchsmodells mit den Dingen, die sie in der realen Welt darstellen in Beziehung. Analysiert die Bilder, um Daten über das Schmelzen des Eises zu erhalten.	Keine	30 Minuten (einfache Version) 1-1½ Stunden (mit Analyse)
3	Die Erwärmung des Wassers	Praktische Aktivitäten zur Demonstration und Erläuterung der thermischen Ausdehnung von Wasser	Führt ein Experiment durch, um zu demonstrieren, dass sich Wasser bei Erhitzung ausdehnt. Erklärt, warum dies geschieht, indem Ihr Ideen über Teilchen verwendet. Identifiziert die Probleme, die der Meeresspiegelanstieg verursachen kann.	Keine	30–45 Minuten
4	Warme und kalte Meere	Forschungsaktivität unter Verwendung der Webanwendung <i>Klima aus dem Weltraum</i> . Optional: zusätzliche Forschung zu El Niño.	Verwendet die Webanwendung <i>Klima aus dem Weltraum</i> , um die Temperatur der Meeresoberfläche und Änderungen des Meeresspiegels zu untersuchen und zu vergleichen.	Verständnis der thermischen Ausdehnung, z. B. durch Aktivität 3	30 Minuten

			Erklärt die Beziehung zwischen Variablen mithilfe wissenschaftlicher Kenntnisse.		
--	--	--	--	--	--

Die angegebenen Zeiten gelten für die Hauptübungen, wobei ein vollständiger IT-Zugang und/oder die Verteilung der sich wiederholenden Berechnungen und Diagramme in der Klasse vorausgesetzt werden. Sie geben genügend Zeit für den Austausch von Ergebnissen, aber nicht für die Präsentation der Ergebnisse, da dies von der Größe der Klasse und der Gruppen abhängt. Alternative Ansätze können mehr Zeit in Anspruch nehmen.

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/de/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*. 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.

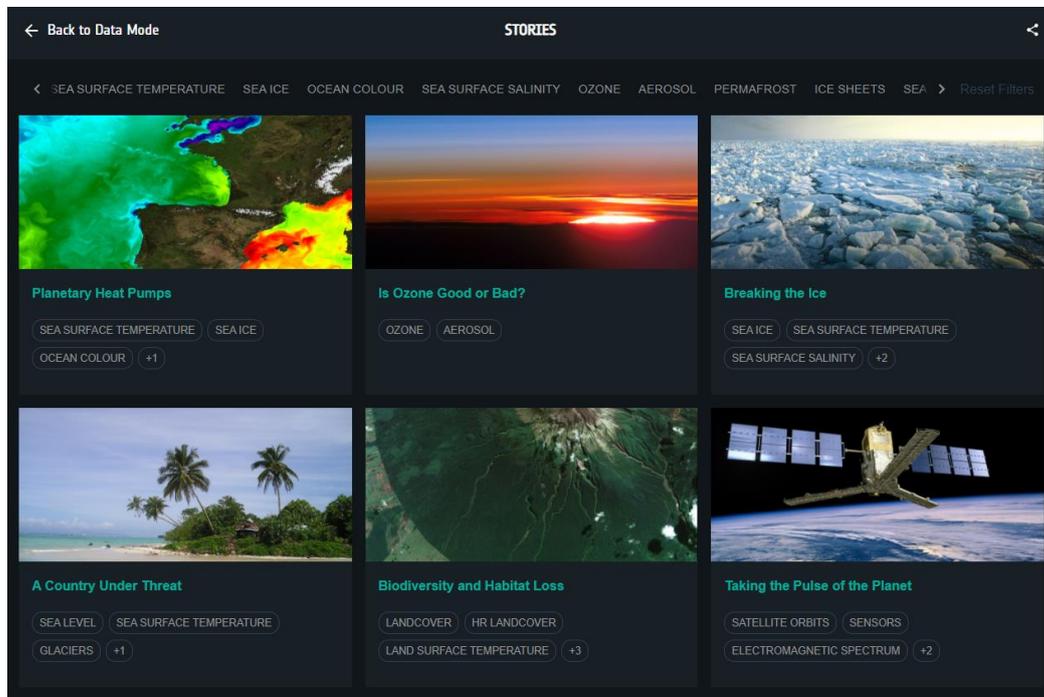


Abbildung 1: Klimageschichten aus dem Weltraum (Quelle: ESA CCI)

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 *Climate from Space* ermöglicht es Euch, mehr über die Auswirkungen des Klimawandels zu erfahren, indem Ihr diese Daten selbst auswertet.

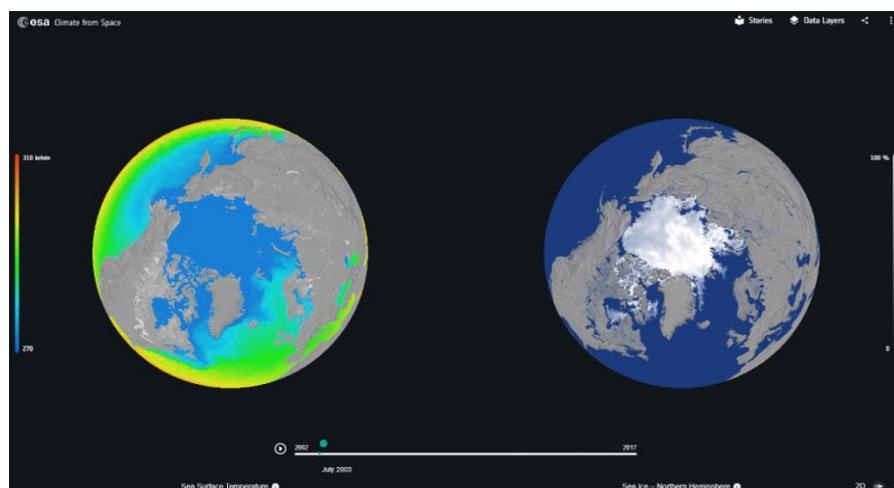


Abbildung 1: Erforschung von Meeresoberflächentemperaturen und Meereisausdehnung in der Webanwendung *Klima aus dem Weltraum* (Quelle: ESA CCI)

Klima und Meeresspiegel: Hintergrundinformationen

Globale Erwärmung und unsere Ozeane

Die globale Erwärmung hat eine ganze Reihe von Auswirkungen auf die enormen Wassermengen der Ozeane. Und die Ozeane haben aufgrund der enormen gespeicherten Energiemengen und ihrer großflächigen Bedeckung des Planeten, einen erheblichen Einfluss auf das Klima der Erde.

Der Meeresspiegel steigt aufgrund der thermischen Ausdehnung durch welche wärmeres Wasser mehr Raum einnimmt und des schnelleren Abschmelzens des Eises an Land, womit das Eis der Gebirgsgletscher in vielen Teilen der Welt und die massiven Eisschilde der Antarktis und Grönlands gemeint sind. Der Meeresspiegel steigt des Weiteren aufgrund der Veränderungen durch unsere Wassernutzung. Diese hat zur Folge, dass Grundwasser und mehr Wasser aus Seen in die Ozeane gelangt.

Die Auswirkungen des Meeresspiegelanstiegs

Die möglichen Folgen des steigenden Meeresspiegels für Koralleninselstaaten wie Kiribati sind dramatisch und die Menschen in diesen Ländern arbeiten daran, ihre Heimat zu schützen. Aber auch andernorts investieren Regierungen in Projekte, um ihre eigenen Küsten zu schützen oder diese an die zu erwartenden Veränderungen anzupassen. Weltweit leben 680 Millionen Menschen in Küstengebieten, und viele von ihnen spüren bereits die Auswirkungen von zunehmenden Überschwemmungen oder höheren Sturmfluten. Immer mehr Menschen ziehen in Städte, von denen viele niedrig gelegen sind: Jeder Zentimeter Meeresspiegelanstieg bedeutet, dass 3 Millionen Menschen mehr jedes Jahr in den von ihnen bewohnten Gebieten von Überschwemmungen betroffen sein könnten.

Überwachung der sich verändernden Meere

Wir können jetzt Satellitensensoren, wie die des in Abbildung 3 gezeigten Satelliten, verwenden, um den Meeresspiegel zusammen mit vielen der Faktoren, die ihn ansteigen lassen, einschließlich der Dicke und Ausdehnung der Eisschilde und der Temperatur der Meeresoberfläche, zu messen. Satelliten können, anstatt periodische Messungen an einigen wenigen ausgewählten Orten, häufige Messungen auf der ganzen Welt vornehmen. Allerdings werden immer noch Instrumente auf Bojen, Forschungsschiffen und Flugzeugen benötigt, deren Messwerte Wissenschaftler nutzen, um die Satellitensensoren zu kalibrieren und um zu überprüfen, ob deren Daten zuverlässig sind.



Abbildung 3: Sentinel-6 - ein Satellit, der den Meeresspiegel überwacht (Quelle: ESA/ATG Medialab)

Aktivität 1: BEDROHTES LAND

Bei dieser Aktivität werden durch die Erzählung einer Geschichte zweier Kinder in Kiribati die Gründe für den globalen Anstieg des Meeresspiegels genannt. Sichere Leserinnen und Leser können die Geschichte, unter Umständen als Vorbereitung für die Lektion, alleine lesen. Im Plenum können Sie zur Ergänzung des Textes Material aus der angelehnten Geschichte *Klima aus dem Weltraum* verwenden.

Die Geschichte beschreibt Experimente, die von den Figuren durchgeführt werden. Das Verwandeln der Beschreibungen in Anleitungen bietet die Möglichkeit, Lese- und Schreibfähigkeiten im Zusammenhang mit der Wissenschaft zu entwickeln und einige Aspekte wissenschaftlicher Methode zu verstärken.

Arbeitsmaterial

- Informationsblatt 1 (2 Seiten)
- SuS-Arbeitsblatt 1 (2 Seiten)
- Online-Ressource *Klima aus dem Weltraum*, Geschichte: *Küsten in Gefahr* (optional)

Aktivität

1. Lesen Sie die Geschichte auf Informationsblatt 1 vor oder im Plenum. Vergewissern Sie sich durch Leseпаusen an geeigneten Stellen, dass alles verstanden wurde.
Sie können den Text mit Material aus der Geschichte *Küsten in Gefahr* aus der Online-Ressource *Klima aus dem Weltraum* wie folgt illustrieren:
 - Weitere Bilder von Kiribati sind zusammen mit dem Bild von New York, das auf dem Informationsblatt verwendet wird, in der Galerie auf Folie 2 zu sehen.
 - Der erste Teil des Videos auf Folie 3 (bis 1:33 Minuten) zeigt, einschließlich der Zahlen, welche die SuS notieren und zur Erstellung eines Diagramms und/oder eines Kreisdiagramms verwenden könnten, weitere Details über die verschiedenen Beiträge zum Meeresspiegelanstieg.
 - Das Mississippi-Delta ist ein weiteres Gebiet, das bereits stark vom steigenden Meeresspiegel betroffen ist. Es wird in der Galerie auf Folie 5 gezeigt. Die Folie enthält auch die beiden anderen Bilder, die auf dem Informationsblatt verwendet werden.
2. Bitten Sie die SuS, Frage 1 auf dem Arbeitsblatt zu beantworten, um die Ursachen des Meeresspiegelanstiegs zusammenzufassen.
Wenn Ihr Land eine Küstenlinie hat, könnten Sie im Anschluss daran mögliche lokale Auswirkungen des steigenden Meeresspiegels und/oder Maßnahmen, die ergriffen werden, um die Auswirkungen möglicher Veränderungen zu verringern oder sich an diese anzupassen, diskutieren.
3. Erklären Sie, dass Wissenschaftler Experimente wiederholen, die andere Wissenschaftler bereits durchgeführt haben, um zu überprüfen, ob die Ergebnisse zuverlässig sind. Das Motto der Royal Society, der ältesten im Jahre 1660 gegründeten Gelehrten-gesellschaft, lautet: "*Nullius in verba*", was üblicherweise mit "Nimm niemanden beim Wort" übersetzt wird.

Dies ist leichter zu bewerkstelligen, wenn wir über eine Liste der benötigten Geräte, eine Schritt-für-Schritt-Anleitung und eventuell über ein Diagramm für den Aufbau der Geräte, verfügen.

4. Bitten Sie die SuS, die Beschreibungen der Experimente in der Geschichte in Anleitungen umzuwandeln, wobei sie einzeln oder zu zweit arbeiten und die Gliederung auf dem Arbeitsblatt verwenden sollen.

Einige SuS brauchen unter Umständen Unterstützung, um klarzustellen, dass jeder Schritt eine einzelne Handlung beinhaltet, und/oder um zu erkennen, dass die Beschreibung in der Geschichte auch die Ergebnisse, dessen was passiert ist, beinhaltet.

Besonders befähigte SuS möchten gegebenenfalls zusätzliche Details einbeziehen. Aus der der Geschichte geht zum Beispiel nicht hervor, wie man feststellen kann, ob sich der Wasserstand geändert hat.

5. Die SuS könnten ihre Anweisungen gegenseitig bewerten, indem sie genau überlegten, was sie täten, wenn sie nur die von einem anderen Paar erstellten Anweisungen zu befolgen hätten.

Hinweis: Falls die Schüler das Experiment nach ihren Anweisungen oder denen eines anderen Paares durchführten, benötigten sie eine Menge Eimer und ziemlich viel Eis. Daher schlagen wir dies nicht vor, obwohl Sie vielleicht Frau Bauros Beispiel folgen möchten, um es als Demonstration durchzuführen. Eine Anleitung zur Ausführung der Aktivität mit Wasserbechern und nur zwei Eiswürfeln pro Gruppe finden Sie im ESA-Climate Detectives pack: *Das Eis schmilzt* (siehe Links).

Arbeitsblattantworten

1. Die vier Faktoren, die in der Geschichte erwähnt werden, sind schmelzende Gletscher, schmelzende Eisschilde, Grundwasser, das in den Ozean gelangt und Wasser, das sich bei steigender Temperatur ausdehnt.
2. Die in Klammern gesetzten Beschreibungen werden in der Geschichte nicht ausdrücklich erwähnt.

Versuch 1 **Was ihr benötigt:** Eimer, Wasser, Eis.

Was zu tun ist:

Schritt 1: Füllt Wasser in den Eimer (markiert oder notiert den Wasserstand).

Schritt 2: Gebt Eis in den Eimer.

Schritt 3: Lasst den Eimer an einem warmen Ort stehen.

Schritt 4: Schaut Euch den Wasserstand nach ein paar Stunden, nachdem das Eis geschmolzen ist, an (markiert oder notiert den neuen Stand).

Versuch 2 **Was Ihr benötigt:** Eimer, Wasser, Eis, Sand.

Was zu tun ist:

Schritt 1: Verwendet den Sand, um eine "Insel" im Eimer zu modellieren.

Schritt 2: Füllt Wasser in den Eimer und lasst dabei einen Teil der Insel herausragen (markiert oder notiert den Wasserstand).

Schritt 3: Legt Eis auf die Insel.

Schritt 4: Lasst den Eimer an einem warmen Ort stehen.
Schritt 5: Schaut Euch den Wasserstand nach ein paar Stunden,
nachdem das Eis geschmolzen ist, an (markiert oder
notiert den neuen Stand).

Aktivität 2: Das Schmelzen des Eises

Bei dieser Aktivität beobachten die SuS das Schmelzen des Eises. Sie bietet ihnen die Möglichkeit, genaue Beobachtungen durchzuführen, die auch maßstabsgetreues Zeichnen und/oder die Verwendung von mathematischem Papier zum Messen unregelmäßiger Flächen beinhalten kann. Sie können ein Smartphone verwenden, um einen Satelliten zu modellieren, der Beobachtungen aus der Umlaufbahn vornimmt, oder Sie können dies als parallele Demonstration einsetzen.

Arbeitsmaterial

- Ein Teller mit Rand oder Kante, oder ein kleines Tablett, oder eine Schale für jede Gruppe
- Drei oder vier verschiedenfarbige Knöpfe oder Zähler für jede Gruppe
- Spielknete, um die Marker zu fixieren
- Ein Eiswürfel oder Eisklumpen für jede Gruppe
- Eine Klassenraumuhr
- Eine Kopie des SuS-Arbeitsblattes, 2 pro Schüler und Ersatzmaterial für den Fall, dass etwas verschüttet wird
- Ein Smartphone oder Tablet (optional)
- Ein Bücherstapel oder Holzklötz für die Positionierung des Smartphones, falls es zum Einsatz kommt
- Kariertes und/oder Millimeterpapier (optional)
- Mit einem Raster bedrucktes Acetapapier (optional bei Verwendung der Kamera)
- Zugang zu Präsentations-, Bild- und/oder Textverarbeitungssoftware, mit welcher die SuS vertraut sind (optional, wenn eine Kamera verwendet wird)
- Handtücher für nasse Hände und zum Auffangen von verschütteten Flüssigkeiten

Hinweis: Das Arbeitsblatt schlägt verschiedene Möglichkeiten vor, die Ergebnisse aufzuzeichnen. Wählen Sie die Alternative, die dem Alter und den Fähigkeiten Ihrer SuS, der zu Verfügung stehenden Ausrüstung und den Fähigkeiten, die Sie entwickeln möchten, entspricht. Die erste Möglichkeit besteht darin, genaue Beobachtungen zu beschreiben. Aber Sie können die jüngeren Kinder auch bitten, einfach zu zeichnen, was sie sehen. Wenn die SuS die Fläche des Eises messen sollen, ist es einfacher, Fotos zu analysieren, als annähernd maßstabsgetreue Zeichnungen anzufertigen. Ein Kompromiss kann darin bestehen, die Schüler in Gruppen arbeiten zu lassen, die Beschreibungen dessen, was sie sehen, aufzeichnen, während parallel dazu die Telefonversion des Experiments als Demonstration durchgeführt wird. Die Bilder aus dieser Aktivität können dann von der ganzen Klasse geteilt und analysiert werden.

Vorbereitung

Sie können dies vorher ausprobieren, um die ideale Höhe und Position für ein Telefon, falls es eingesetzt wird, herauszufinden und/oder um zu testen, wie lange es dauert, bis Eiswürfel der Größe, die Sie verwenden möchten, in der Umgebung Ihres Klassenzimmers merklich schmelzen.

Gesundheit und Sicherheit

Achten Sie darauf, dass die Teller und Bücher und Blöcke, falls Sie diese verwenden, stabil stehen und nicht über die Tischkante hinausragen. Sie müssen für einige Zeit in derselben Position bleiben und es besteht die Gefahr, dass Flüssigkeiten verschüttet werden, wenn sie bewegt werden.

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!

Stellen Sie sicher, dass Material zum Auffangen von verschütteten Flüssigkeiten bereit steht.

Aktivität

1. Beziehen Sie sich auf die Geschichte der vorherigen Aktivität, in welcher der Nachrichtensprecher erzählte, wie das Eis schmolz. Wie können wir wissen, wie viel Eis es gibt und wie es sich verändert, wenn es so viel davon gibt? In der Geschichte wurde erwähnt, dass wir Satelliten benutzen. Erklären Sie Ihren SuS, dass diese die Erde umkreisen und Bilder von oben aufnehmen können, die Wissenschaftler zur Überwachung und Kartierung des Eises verwenden können.
2. Erklären Sie den SuS, dass sie schmelzendes Eis überwachen und/oder kartieren werden. Leiten Sie sie durch den Aufbau, welcher auf SuS-Arbeitsblatt 2 beschrieben ist.
Bitten Sie die SuS zu identifizieren, wie anhand der Modelle auf den Bildern die globale Situation dargestellt wird. Hier wird ein Teil der Erde durch einen Teller dargestellt, der Eiswürfel steht für ein Eisschild oder einen Gletscher, die Knöpfe sollen Objekte mit fester geografischer Lage, wie Städte und Landzungen oder geografische Referenzpunkte, sein, welche vom Weltraum aus leicht zu sehen sind. Die Kamera stellt den Sensor auf dem Satelliten da, der immer wieder denselben Teil der Erde überfliegt.
3. Lassen Sie die SuS die Geräte installieren und die Ergebnisse in angemessenen Intervallen, wie zum Beispiel eine halbe Stunde lang alle fünf Minuten, notieren.
 - Wenn die Beschreibungen erfasst oder Fotos für eine spätere Analyse gemacht werden, könnten die Intervalle genutzt werden, um Vorhersagen und Vergleiche zu diskutieren. Gibt es Unterschiede in dem, was die verschiedenen Gruppen sehen? Warum? Was erwarten wir beim nächsten Mal zu sehen? Wie lange wird es wohl dauern, bis das gesamte Eis geschmolzen ist?

- Wenn die Zeichnungen auf kariertem Papier angefertigt wurden, könnten die Intervalle nutzen werden, um die Fläche des Eises zu messen und zu notieren. Unter Umständen kann ihr letzter Datenpunkt auf einem Diagramm mit im Voraus festgelegten Achsen aufgezeichnet werden.
4. Wenn die Klasse ausschließlich beschreibende Beobachtungen in Worten oder Bildern gemacht hat, besprechen Sie, was mit dem Eis passiert ist und welche Veränderung die SuS erwarten würden, wenn die Luft wärmer wäre. Sie können dann in Gruppen diskutieren, wie sie diese Vermutung testen könnten. Fällt ihnen vielleicht eine Möglichkeit ein, bei der die Heizung im Klassenzimmer nicht aufgedreht werden muss, wie zum Beispiel die Durchführung des Experiments in einem anderen Teil des Klassenzimmers, draußen in der Sonne oder in einem Kasten, der Zugluft abhält.
 5. Falls Sie oder die SuS Fotos vom schmelzenden Eis aufgenommen haben, importieren Sie diese in ein Dokument oder in eine Präsentation und achten darauf, dass alle Bilder die gleiche Größe haben. Dies wird der Fall sein, wenn die Position der Kamera nicht verändert wurde. Falls die Kamera bewegt wurde, müssen eventuell die Referenzpunkte verwendet werden, um die Größe der Fotos zu ändern.
Die Schüler können dann die Fläche des Eises während jedes Intervalls mit Hilfe eines transparenten Gitters, das auf dem Bildschirm oder einem Ausdruck überlagert wird, messen oder die Umrisse des Eises von einem Ausdruck auf ein kariertes Papier nachzeichnen. Wenn Sie als Klasse gearbeitet haben, können Sie diese Aufgabe in der Klasse verteilen
 6. Bitten Sie die Schüler, ein Diagramm der Eisfläche im Wettlauf gegen die Zeit zu zeichnen und zu diskutieren, was es zeigt. Wie würde das Diagramm aussehen, wenn das Eis schneller schmelzen würde? Hängt die Geschwindigkeit, mit der das Eis schmilzt von der Menge des Eises ab? Was sagt dies über das Schmelzen der antarktischen und grönländischen Eisschilde in der Zukunft aus?

Versuchsergebnisse

Die in Abbildung 4 und in der Tabelle gezeigten Ergebnisse wurden bei der Arbeit im Freien an einem warmen sonnigen Tag im August gesammelt.

Abbildung 5 zeigt eine Sequenz von Bildern aus einem zweiten Durchlauf, die zugeschnitten wurden und deren Größe verändert wurde, so dass ein Raster verwendet werden kann, um die Fläche des Eises jeweils zu vergleichen.



Abbildung 4: Beobachtungen der Eisschmelze um 13:30 und 13:50 Uhr

Uhrzeit	Zeit seit Beginn (Minuten)	Beobachtungen
13:30	0	Ein großer Eisblock
13:35	5	Die Kanten des Blocks sind geschmolzen. Er hat sich an einen anderen Ort bewegt.
13:40	10	Der Eisblock hat sich bewegt. Vielleicht ist er auf das Wasser unter ihm geglitten oder jemand hat den Tisch angestoßen.
13:45	15	Der Eisblock ist kleiner.
13:50	20	Der Eisblock ist fast vollständig geschmolzen.



Abbildung 5: Bilder von schmelzendem Eis, verkleinert und zugeschnitten, so dass Bereiche mit einer Überlagerung gemessen werden können (Quelle: ESA CCI)

Aktivität 3: DIE ERWÄRMUNG DES WASSERS

Hier handelt es sich um ein Experiment zur Veranschaulichung der thermischen Ausdehnung von Wasser. In der der Geschichte aus der Aktivität 1 wurde erwähnt, dass dies eine Hauptursache für den Anstieg der Meere ist, und in Aktivität 3 wird diese Ursache weiter erforscht.

Arbeitsmaterial

- 2 identische Flaschen mit Plastikdeckeln für jede Gruppe / kleine Flaschen führen zu schnelleren Ergebnissen / 500-ml-PET-Wasserflaschen funktionieren gut
- 2 transparente Strohhalme pro Gruppe / am besten schmale
- Lebensmittelfarbe oder Tinte
- Ein Krug oder großer Becher für jede Gruppe
- Spielknete oder ähnliches Material / jede Gruppe benötigt ein Stück in der Größe einer Walnuss
- Wärmequelle, wie z. B. eine sonnige Fensterbank, eine Leselampe mit Glühbirne, eine Schüssel mit heißem Wasser als Wasserbad, ein Heizkissen, ein Föhn oder ein Heizlüfter
- Tücher, um Verschüttetes aufzufangen
- Ein Tablett für jede Gruppe zum Arbeiten (optional)
- Einen Markierstift und ein Lineal (optional)
- SuS-Arbeitsblatt 3 (ein Exemplar pro Schüler mit Ersatzblättern für den Fall, dass etwas verschüttet wird)
- Kreide oder Klebeband zum Markieren eines Kastens auf dem Boden

Vorbereitung

- Bohren Sie mit einer Ahle oder einer spitzen Schere ein Loch für den Strohhalm in den Deckel jeder Flasche. Wenn die Flaschen einen Nippelaufsatz haben, entfernen Sie den Deckel und schneiden das Plastik im Inneren des Nippels weg, damit der Strohhalm hineingesteckt werden kann.
- Vielleicht möchten Sie Krüge mit gefärbtem Wasser vorbereiten, anstatt die Kinder das Wasser selbst färben zu lassen.
- Wenn eine Laborausrüstung zur Verfügung steht, können Sie Siedeschläuche, Kapillarschläuche und einen mit einem Loch versehenen Spund verwenden. Der Schlauch muss fest in das Loch im Spund passen, daher ist es ratsam, ihn im Voraus einzuführen, um die Verletzungsgefahr durch Glasbruch zu verringern.
- Die benötigte Zeit um messbare Ergebnisse zu erhalten hängt stark von den verwendeten Geräten und der Wärmequelle ab. Es ist daher wichtig vorab einen Testdurchlauf vorzunehmen, um die Aktivität entsprechend zu strukturieren.

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!

Bei Verwendung von netzbetriebenen elektrischen Geräten, ist sicherzustellen, dass diese sicherheitsgeprüft sind und, dass die SuS nicht mit nassen Händen damit in Berührung kommen. Kabel dürfen keine Stolperfallen darstellen.

Weisen Sie die SuS darauf hin, sobald die Wärmequelle zu heiß zum Anfassen wird. (weshalb, die Verwendung solcher Geräte nicht empfohlen wird).

Stellen Sie sicher, dass Material zum Auffangen von verschütteten Flüssigkeiten bereit steht.

Aktivität

1. Beziehen Sie sich wieder auf die Geschichte aus Aktivität 1. Frau Bauro erzählt Joena und Afa, dass warmes Wasser mehr Raum einnimmt als kaltes Wasser, aber sie zeigt ihnen nicht, dass dies so ist. Erklären Sie, dass es Ausdehnung genannt wird und besprechen Sie, ob wir zu Hause beobachten können oder nicht, wie sich Wasser ausdehnt. Wird eine Flasche Wasser voller, wenn wir sie aus dem Kühlschrank nehmen? (Möglicherweise müssen Sie darauf hinweisen, dass etwas anderes vor sich geht, wenn ein Topf überkocht!) Hat Frau Bauro Unrecht? Vielleicht nicht...
2. Diskutieren Sie die Idee, dass die Veränderung des Volumens einer Flüssigkeit viel besser sichtbar ist, wenn wir sie in ein schmales Gefäß geben. (Sie könnten vielleicht einen Strohhalm als Pipette verwenden, um etwas gefärbtes Wasser aufzunehmen und es dann in ein Becherglas zu füllen. Das Wasser zeigt sich im Strohhalm, bedeckt aber kaum den Boden des größeren Gefäßes). Wenn Wasser somit bei seiner Ausdehnung an einem engen Ort weichen muss, wird die Veränderung für uns sichtbar.
3. Beauftragen Sie die SuS die Ausrüstung, wie auf Schülerarbeitsblatt 3 angeleitet, zu installieren. Es ist wichtig ihnen zu erklären, an welchem Ort sie jede Flasche wie lange abstellen sollen.
Bei jüngeren SuS kann es hilfreich sein, das Wasser mit der gesamten Ausrüstung auf ein Tablett (z. B. ein flaches Ablagefach) zu stellen, um das Verschütten von Flüssigkeiten zu begrenzen.
Wenn die Stabilität des verwendeten Aufbaus es zulässt, können Sie eventuell älteren oder besonders befähigten SuS den Auftrag geben ein Diagramm zu erstellen, welches zeigt, wie sich der Füllstand im Laufe der Zeit verändert. Unter Umständen ist es einfacher, eine Markierung an der Stelle auf dem Strohhalm vorzunehmen, wo er auf die Flasche trifft, und dann den Wasserstand in Intervallen zu markieren. Die Messungen können vorgenommen werden, sobald die Ausrüstung abgebaut wurde.
4. Dieser nächste Schritt kann durchgeführt werden, während die Schüler darauf warten, dass sich das Wasser erwärmt oder nachdem sie die Ergebnisse notiert haben und es angemessen ist.

Machen sie die SuS nochmal darauf aufmerksam oder erklären Sie den Schülern, dass alles aus Teilchen besteht. Je höher die Temperatur eines Stoffes ist, desto schneller bewegen sich seine Teilchen. Bitten Sie eine Gruppe von SuS von mindestens vier Personen bis zur Anzahl der gesamten Klasse, sich dicht nebeneinander zu stellen und mit Kreide oder Klebeband einen Kasten um sie herum auf dem Boden zu markieren. Dann sollen herumwackeln und währenddessen immer schneller zu werden. Es wird ihnen bald schwer fallen, innerhalb der Markierung zu bleiben. Wenn sich Teilchen schneller bewegen, nehmen sie mehr Raum ein.

5. Weisen Sie die SuS an, diese Erkenntnisse zu verwenden, um zu erklären, was sie während ihres Experiments gesehen haben, und sie auf dem Arbeitsblatt zu notieren.
6. Die Meere sind riesig und nicht schmal wie der Strohhalm, was den Anschein erweckt, dass sie nicht so stark ansteigen werden. Diskutieren Sie dies mit den SuS und heben Sie dabei die folgenden Punkte hervor:
 - Wasser kann Wärme sehr gut speichern. Man denke daran, wie lange ein Wasserbad warm bleibt und wie schnell im Vergleich dazu die Luft in einem Raum abkühlt.
 - Die Ozeane bedecken 70 % unseres Planeten und sind sehr tief. Das ist eine Menge Wasser.
 - Viele der großen Städte auf der Welt, und damit auch ein großer Teil der Weltbevölkerung, befinden sich in der Nähe der Küste und werden daher schon von relativ geringen Anstiegen des Wassers betroffen sein. (Die SuS könnten Karten und Bevölkerungsdaten verwenden, um dies näher zu untersuchen).
 - Überschwemmungen und verschwindendes Land sind nicht das einzige Problem. Man denke an die Auswirkungen von Meerwasser, das in den Boden sickert, den es normalerweise nicht erreicht. Teile vieler Städte sind unterirdisch und der feuchte Boden kann Gebäude nicht so stützen. Dem Boden wird frisches Wasser, von dem die Pflanzen auch abhängig sind, entzogen.
 - Wissenschaftler haben daher ein wachsames Auge auf die Meerestemperaturen und den Meeresspiegel. Wir werden uns bei der nächsten Aktivität einige ihrer Daten ansehen.

Versuchsergebnisse

Wie oben erwähnt, hängen die Ergebnisse von der verwendeten Ausrüstung und der Umgebung ab. Das Wasser sollte in den Strohhalm der Flasche steigen, die an einem warmen Ort belassen wurde. Die in Abbildung 6 gezeigte Flasche befand sich etwa fünf Minuten lang in der Schüssel mit heißem Leitungswasser.



Abbildung 6:
Ergebnis der
Erwärmung der
Wasseraktivität
(Quelle: ESA CCI)

Bei der Flasche, die an einem kühlen Ort belassen wurde, kann es zu einer leichten Veränderung des Füllstands kommen, wenn das verwendete Wasser kühler war als die Umgebung.

Arbeitsblattantworten

Durch die Wärme bewegen sich die Wasserteilchen mehr.

Wenn sie sich mehr bewegen, nehmen sie mehr Platz ein.

Auf diese Weise dehnte sich das Wasser aus und stieg in den Strohhalm, weil in der Flasche kein Platz mehr war.

Aktivität 4: WARMES UND KALTES MEER

Bei dieser Aktivität verwenden die Schüler die Webanwendung *Klima aus dem Weltraum*, um die Temperatur der Meeresoberfläche und die Veränderungen des Meeresspiegels auf der ganzen Welt zu untersuchen. Die Betrachtung beider Datensätze gibt den SuS die Möglichkeit, Satellitendaten mit experimentellen Arbeiten zur thermischen Ausdehnung in Beziehung zu setzen.

Arbeitsmaterial

- Internetzugang
- Webanwendung *Klima aus dem Weltraum*
- SuS-Arbeitsblatt 4 (2 Seiten)
- Buntstifte

Aktivität

1. Bitten Sie die Schüler, die Webanwendung *Klima aus dem Weltraum* zu öffnen und zur Datenebene "Meeresoberflächentemperatur" zu navigieren. Stellen Sie sicher, dass die SuS die Farbskala verstehen (blau bedeutet kühl, rot bedeutet heiß).
Es lohnt sich, darüber zu diskutieren, warum die niedrigste Temperatur knapp unter dem Gefrierpunkt liegt (Meerwasser gefriert bei einer niedrigeren Temperatur als Süßwasser) und wie sich die heißeste Temperatur auf der Skala anfühlen würde (Schwimmbäder werden häufig auf 28-29°C aufgeheizt, die Temperatur einen heißen Bades kann 40-45°C betragen) .
2. Geben Sie den SuS Zeit, die Daten zu untersuchen, bevor Sie sie auffordern, die ersten beiden Fragen auf dem Schülerarbeitsblatt 4.1 zu beantworten.
Es steht ihnen frei, eine Zahlengerade als Hilfe zur Beantwortung der zweiten Frage zu zeichnen, falls ihnen Operationen mit negativen Zahlen nicht vertraut sein sollten.
3. Demonstrieren Sie, wie man zum Meeresspiegel-Datensatz wechselt und besprechen Sie erneut die Farbskala. Dieser Schritt ist möglicherweise für ältere Schüler nicht notwendig, die in der Lage sind, mit den Anweisungen auf dem Arbeitsblatt fortzufahren.
4. Bitten Sie die Schüler, die Fragen 3 und 4 auf dem Arbeitsblatt zu beantworten. Sie werden wahrscheinlich eine Online-Karte oder einen Atlas zur Hilfe nehmen müssen, um die Orte zu finden.
SuS, die schneller arbeiten, könnten einige Zeit damit verbringen, zu untersuchen, wie der Meeresspiegel an einem einzelnen Ort variiert. Ist ein regelmäßiges Muster über den Zeitraum eines Jahres erkennbar? Gibt es einen längerfristigen Trend?
5. Zeigen Sie den SuS, wie sie ggf. zwei Globen nebeneinander aufstellen können, bevor Sie sie bitten, mit den Fragen auf SUS-Arbeitsblatt 4.2 fortzufahren. Die SuS können interessante Muster aus anderen Jahren recherchieren, und erforschen, wie die Orte der Wasservorkommen und der Weg von Strömungen kühleren Wassers von Jahr zu Jahr variieren oder eigenständige Nachforschungen über El Niño anstellen.

Arbeitsblattantworten

Meerestemperaturen

1. Der Südpol
2. Über 40°C: $37^{\circ}\text{C} - (-3^{\circ}\text{C}) = 40^{\circ}\text{C}$

Die Meeresspiegel

	Ort	Datum	Meeresspiegel
3.	Rotes Meer	August 1994	viel niedriger als üblich
4.	Baltisches Meer	Januar 2000	viel höher als üblich
	Mittelmeer	April 2004	etwas niedriger als üblich
	Nordsee	Februar 2009	etwa gleich wie üblich/ etwas niedriger als üblich
	Golf von Guinea	Mai 2015	etwas höher als üblich

Vergleich von Meeresspiegel und Temperatur

5. Die Bilder der SuS sollten vereinfachte Versionen der in Abbildung 7 gezeigten Daten sein.

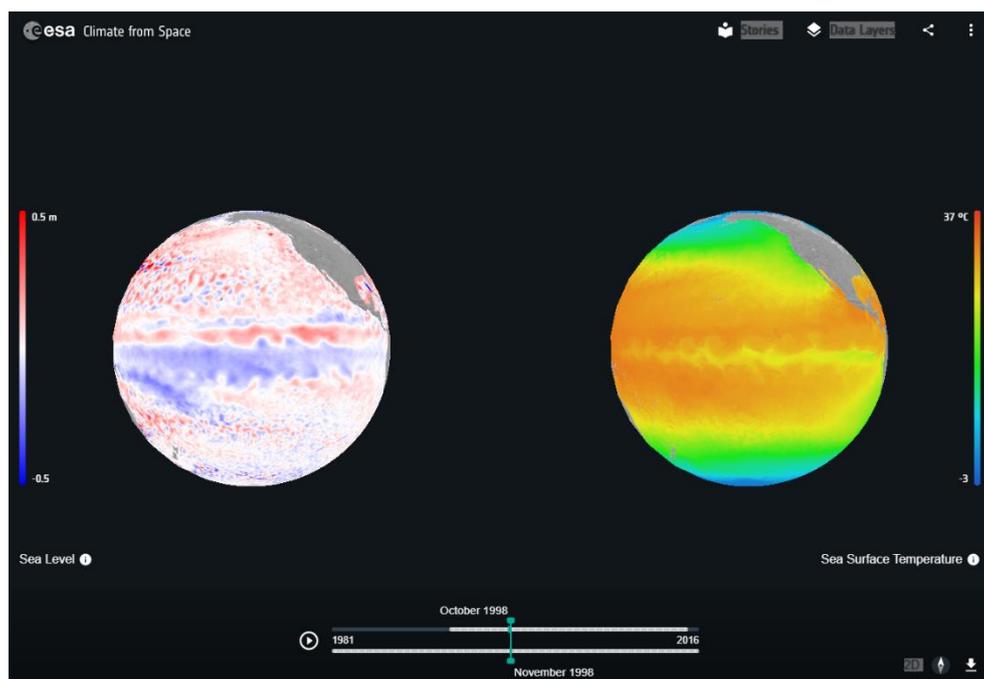


Abbildung 7: Meeresspiegel und Meeresoberflächentemperatur für Oktober 1998 in der Webanwendung Klima aus dem Weltraum (Quelle: ESA CCI)

Hinweis: In den Jahren 1998-1999 trat das starke Wetterphänomen La Niña auf. Das gegenteilige Muster von El Niño zeigt sich deutlich in den Meeresspiegeldaten (siehe z. B. Oktober bis Dezember 2015), aber weniger in den Temperaturdaten, da diese eher die absoluten Werte als die Unterschiede betrachten.

6. a. Niedriger als üblich
- b. Kühleres Wasser nimmt in diesem Temperaturbereich weniger Raum ein als wärmeres Wasser.

Arbeitsblatt 1: BEDROHTES LAND

1. Warum steigt der Meeresspiegel?

(In der Geschichte werden vier Gründe genannt. Könnt Ihr sie alle finden?)

2. Frau Bauro, Joena und Afa führen zwei Experimente durch.

Schreibt eine Schritt-für-Schritt-Anleitung, damit jemand diese Experimente wiederholen kann.

Listet die benötigten Geräte auf und zeichnet Diagramme, um zu zeigen, wie die Geräte aufgebaut werden müssen. (Nicht jede Zeile muss ausgefüllt werden.)

Experiment 1

Ihr benötigt:

Diagramm

Was zu tun ist

Schritt 1

Schritt 2

Schritt 3

Schritt 4

Schritt 5

Experiment 2

Ihr benötigt:

Diagramm

Was zu tun ist

Schritt 1

Schritt 2

Schritt 3

Schritt 4

Schritt 5

Arbeitsblatt 2: DAS SCHMELZEN DES EISES

Ihr benötigt:

- Teller
- Drei bis vier verschiedenfarbige Knöpfe
- Ein wenig Spielknete
- Einen großen Eiswürfel
- Eine Uhr

Ihr benötigt unter Umständen auch:

- Einen Stapel Bücher
- Ein Smartphone
- kariertes Papier oder Millimeterpapier

Was zu tun ist:

1. Verwendet die Spielknete, um die Knöpfe in die Nähe des Tellerands zu kleben. Verteilt die Knöpfe in gleichmäßigen Abständen. Dies sind die Referenzpunkte, die Euch helfen zu erkennen, ob sich das Eis bewegt hat.
2. Falls ein Telefon zum Einsatz kommt um Bilder aufzunehmen, legt es, wie auf den Abbildungen gezeigt, auf einen Bücherstapel.
3. Legt Euren Eisblock in die Mitte des Tellers.
4. Notiert die Zeit. Zeichnet oder fotografiert oder beschreibt Eure ersten Beobachtungen.
5. Schaut Euch jetzt und immer wieder (Eure Lehrerin oder Euer Lehrer wird Euch sagen, wie oft) das Eis genau an.

Ergebnisse

Notiert die Zeit und was Ihr seht jedes Mal wenn Ihr das Eis betrachtet. Die Schlüsselfragen im Kasten unten helfen Euch, genau hinzuschauen.

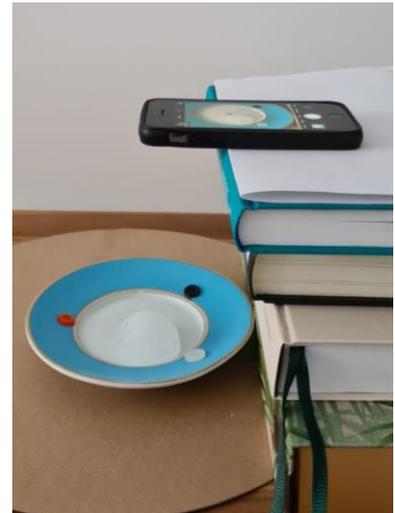
Ihr könnt eine Tabelle erstellen und aufschreiben, was Ihr seht, Fotos machen oder Zeichnungen anfertigen und vielleicht letzteres sogar maßstabsgetreu auf kariertem Papier.

Diskussion

Wie lange hat es gedauert, bis das Eis geschmolzen war?

Gesundheit und Sicherheit

- Stellt sicher, dass Eure Geräte nicht über die Tischkante hinausragen.
- Nehmt verschüttete Flüssigkeiten sofort auf.
- Probiert nichts. Haltet Eure Hände fern vom Mund.



Überwachung des schmelzenden Eises anhand eines Smartphones. Das obere Bild / Seitenansicht, unteres Bild / Vogelperspektive. (Quelle: ESA CCI)

Was würdet Ihr erwarten? Was würde sich in einem wärmeren Klassenzimmer ändern?

Plant mit Eurer Gruppe, wie Ihr diese Idee testen könnt.

Schlüsselfragen

1. Hat das Eis eine andere Größe?
2. Hat das Eis seine Form verändert?
3. Hat sich das Eis bewegt? Wie? Wohin?
4. Ist noch etwas anderes mit dem Eis passiert?

Arbeitsblatt 3: DIE ERWÄRMUNG DES WASSERS

Ihr benötigt:

- 2 Kunststoffflaschen mit Löchern in den Deckeln
- Gefärbtes Wasser
- 2 Strohhalm
- Spielknete

Was zu tun ist:

1. Stellt Eure Flaschen, wie in der Abbildung gezeigt, auf.
 - a. Füllt gefärbtes Wasser bis zum Rand der Flaschenöffnung in die Flasche. Setzt dann den Deckel auf die Flasche.
 - b. Schiebt einen Strohhalm durch das Loch des Deckels. Lasst etwas drei Viertel des Strohhalms aus der Flasche ragen.
 - c. Wickelt Sie Spielknete um den Strohhalm, damit er sich nicht bewegen kann und stellt sicher, dass keine Luft in die die Flasche durch den Deckel gelangen kann..
2. Deponiert eine Eurer Flaschen an einen kühlen Ort.
3. Deponiert die andere Flasche an einen warmen Ort.
4. Lasst beide Flaschen für eine Weile in Ruhe.

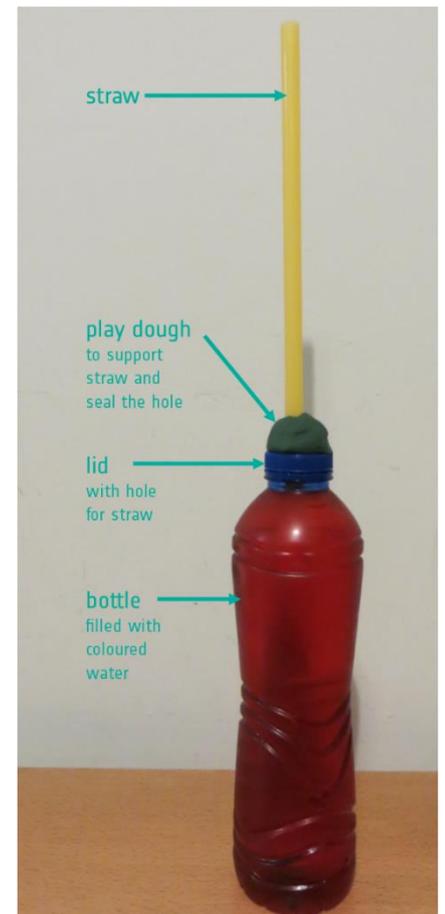
Was passiert ist

Schreibt oder zeichnet in diese Kästchen, was passiert ist.

Flasche kühler Ort	Flasche warmer Ort

Gesundheit und Sicherheit

- Gießt gefärbtes Wasser vorsichtig aus, damit es keine Flecken auf Eurer Haut oder anderen Gegenständen hinterlässt.
- Nehmt verschüttetes Wasser sofort auf.
- Probiert nichts. Haltet Eure Hände fern von Eurem Mund.
- Achtet darauf, dass Eure Hände trocken sind, bevor Ihr elektrische Geräte anfasst.
- Seid in der Nähe von heißen Gegenständen vorsichtig.



(Quelle: ESA CCI)

Erklärung

Verwendet Ideen über Teilchen, um zu erklären, was passiert ist.

Arbeitsblatt 4: WARMES UND KALTES MEER

Meerestemperaturen

Ruft die Webapplikation oder kurz Webanwendung *Klima aus dem Weltraum* auf (cfs.climate.esa.int).

Klickt auf das Symbol DATA LAYERS (oben rechts) und wählt *Sea Surface Temperature*.

Vergewissert Euch, dass Ihr die Farben versteht und wie die Bedienelemente auf der Schaltfläche Euch unterstützen, bestimmte Orte oder Zeiten genauer zu betrachten.

1. Bewegt den Globus so, dass Ihr zuerst die Arktis und dann die Antarktis sehen könnt.

Welcher Pol ist von kälterem Wasser umgeben?

2. Berechnet den Temperaturunterschied zwischen dem Ozean in Äquatornähe und dem Ozean in Polnähe.

Meeresspiegel

Öffnet die Liste Datenebenen.

Wählt Meeresspiegel.

Diese Karte zeigt den durchschnittlichen Meeresspiegel im Vergleich zum üblichen Wert der jeweiligen Jahreszeit. Blaue Farbtöne bedeuten, dass der Meeresspiegel niedriger als üblich ist. Rote Farbtöne bedeuten, dass der Meeresspiegel höher als üblich ist. Je dunkler die Farbe ist, desto größer ist der Unterschied.

3. Bewegt den Globus und den Punkt auf der Zeitleiste so, dass Ihr das Rote Meer im August 1994 sehen könnt.

War der Meeresspiegel viel höher als üblich, ein wenig höher als üblich, gleichhoch wie üblich, ein wenig niedriger als üblich oder viel niedriger als üblich?

Schreibt Eure Antwort unten in die dritte Spalte der Tabelle.

4. Führt nun das Gleiche für die anderen Zeiten und Orte in der Tabelle durch.

Ort	Datum	Meeresspiegel
Rotes Meer	August 1994	
Baltisches Meer	Januar 2000	

Mittelmeer	April 2004	
Nordsee	Februar 2009	
Golf von Guinea	Mai 2015	

Vergleich von Meeresspiegel und Temperatur

Öffnet erneut die Liste DATA LAYERS.

Klickt neben *Sea Surface Temperature* auf COMPARE.

Ihr solltet nun zwei Globen nebeneinander auf Eurem Bildschirm sehen.

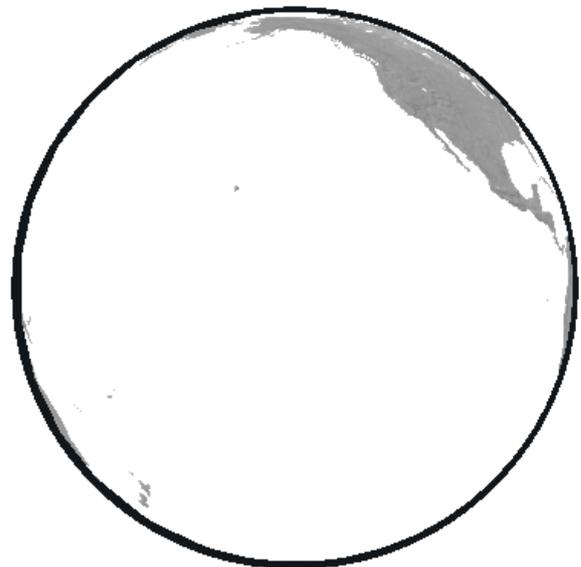
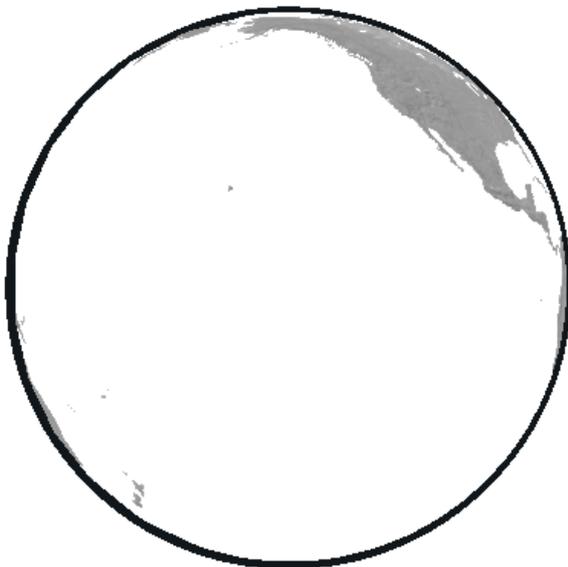
5. Dreht die Globen so, dass Ihr den Pazifischen Ozean seht, wobei oben ein Teil Amerikas und unten Neuseeland zu sehen ist (entsprechend der Diagramme unten). Verschiebt die Zeitleiste nach Oktober 1998.

Ändert die Farben der Bilder so, dass die wichtigsten Muster auf jedem Globus erkennbar sind.

Fügt eine Legende zu Euren Diagrammen hinzu.

Meeresspiegel

Temperatur der Meeresoberfläche



niedriger als üblich → höher als üblich

kalt → heiß

6. Sucht auf dem Globus mit Temperaturansicht nach einem Band kühleren Wassers in der Nähe des Äquators..

Schaut Euch nun dieselbe Stelle auf dem Globus mit Meeresspiegelansicht an.

a. Wie verhält sich der Meeresspiegel an den Orten, an denen die Temperatur niedriger ist?

b. Warum?

Informationsblatt 1: BEDROHTES LAND

(Quelle: Diederik Veerman,
Museum Den Haag)



Kiribati (man spricht es 'ki-ri-bas') ist eine kleine tropische Inselgruppe im Pazifischen Ozean. Joena lebt mit ihrer Mama, ihrem Papa und ihrem kleinen Bruder auf einer dieser Inseln direkt am Strand in einem schönen Haus. Viele, viele Generationen ihrer Vorfahren lebten auch auf dieser Insel. Ihr Vater ist Fischer und ihre Mutter Krankenschwester. Afa ist Joenas beste Freundin. Sie spielen zusammen am Strand, schwimmen in der Lagune und versuchen, auf die Palmen zu klettern. Das Leben in Kiribati ist gut.

Nachdem Joena den ganzen Tag draußen verbracht hat, sitzt sie am liebsten mit einer Tasse Schokolade auf dem Sofa. Manchmal schaut sie zusammen mit ihrer Mutter die Nachrichten. Normalerweise hilft das Joena beim Einschlafen, aber heute hörte sie etwas, das sie schockierte. Der Nachrichtensprecher sprach über die globale Erwärmung und sagte, dass die Temperatur auf der Erde steigt. „Weil es wärmer ist, steigen die Meere und Ozeane auf der ganzen Welt an.“ Der Nachrichtensprecher sagte, die Wissenschaftler erwarten, dass die Inseln von Kiribati bis zum Jahr 2100 komplett versunken sein werden

Joena kann nicht schlafen, weil sie Angst hat, dass ihre Familie eines Tages umziehen muss. Sie möchte wissen, warum der Pegel des Meeres steigt. Obwohl es inzwischen mitten in der Nacht ist, ruft sie Afa an. Er weiß es auch nicht. Also beschließen sie, am Morgen mit ihrer Lehrerin zu sprechen.

Joena und Afa sind am nächsten Tag die Ersten in der Klasse. Sie fragen ihre Lehrerin, Frau Bauro, ob sie eine Minute Zeit hat. Als sie ihr erzählen, was in den Nachrichten gesagt wurde, ist auch sie schockiert.

„Aber warum passiert das?“ fragt Joena. „Ist das so, weil das Eis, auf dem die Eisbären leben, schmilzt?“

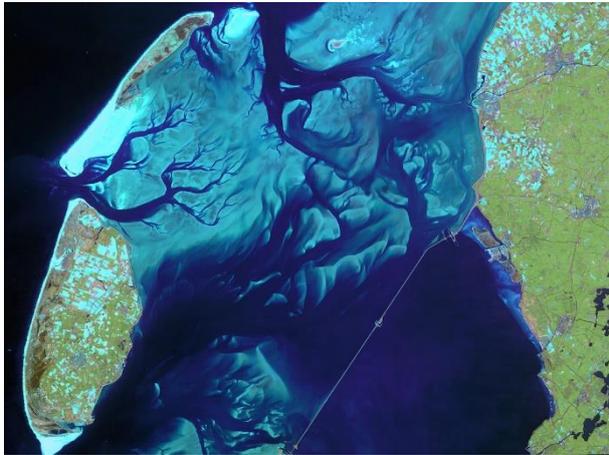
Frau Bauro steht auf. „Wartet einen Moment“, sagt sie und geht weg.

Fünf Minuten später kommt sie mit einem Eimer Wasser und einem Beutel Eiswürfeln zurück. Sie werfen die Eiswürfel in den Eimer und stellen ihn auf eine sonnige Fensterbank. Als sie eine Stunde später in den Eimer schauen, sehen sie, dass die schwimmenden Eiswürfel alle weg sind, aber nichts mit dem Wasserstand passiert ist. Jetzt sind sie noch verwirrter. „Wenn das Eis, das im Meer schwimmt, das Wasser nicht steigen lässt, was tut es dann?“

Am nächsten Tag machen Frau Bauro, Joena und Afa ein weiteres Experiment mit dem Eimer Wasser und einem neuen Beutel Eiswürfel. Frau Bauro hat eine Insel aus Sand in der Mitte des Eimers aufgehäuft und dieses Mal legen sie die Eiswürfel auf die Insel. „Wir werden in ein paar Stunden wiederkommen um zu gucken, was

passiert ist", sagt die Lehrerin. Als sie zurückkommen, sehen sie, dass alle Eiswürfel verschwunden sind und dass die Insel von Wasser bedeckt ist.

Frau Bauro erklärt, dass es überall auf der Welt Wasser gibt. Es gibt Grundwasser



Länder vor dem Anstieg des Meeresspiegels. Dieses Bild, von einem die Erde umkreisenden Satelliten, zeigt den langen Afsluitdijk, der die niederländische Küste vor der Nordsee schützt. (Quelle: CNES/Spot Image)

tief in der Erde, Flüsse aus Eis, die Gletscher genannt werden, hoch oben in den Bergen, Eis, das in kalten Meeren um die Pole herum schwimmt, und Eisschilde, die den größten Teil des Landes in der Antarktis und Grönland bedecken. Wenn die Gletscher und Eisschilde schmelzen, gelangt das Wasser in die Ozeane. Wenn Menschen Grundwasser abpumpen, um es zu trinken oder in Fabriken zur Herstellung von Produkten zu verwenden, gelangt das Wasser schließlich in den Ozean. Das Schmelzen des Eises an Land und der Verbrauch von Wasser aus dem Boden lassen also beide den

Meeresspiegel ansteigen.

Aber es gibt noch einen anderen Grund. Das Meer selbst wird wärmer, und warmes Wasser nimmt mehr Raum als kaltes Wasser ein. Bei so viel Wasser in den Ozeanen ist fast ein Drittel des Meeresspiegelanstiegs auf die Ausdehnung der Ozeane und nicht auf das Schmelzen des Eises zurückzuführen.

Kiribati ist nicht der einzige Ort, an dem steigende Meere Probleme verursachen. In Großbritannien verlassen die Menschen eine Stadt an der walisischen Küste, weil sie sich nicht schützen können, wenn das Meer steigt. Viele der größten Städte der Welt liegen in der Nähe der Küste. Die Menschen, die dort leben, müssen sich ebenfalls vor dem steigenden Meer schützen oder in höhere Gebiete ausweichen.

Wir können Satelliten nutzen, um einige der Veränderungen zu messen, die zum Anstieg des Meeresspiegels führen, darunter die Größe der Gletscher, die Dicke der Eisschilde und die Temperatur der Ozeane. Wir können sogar den Meeresspiegel selbst messen. Wissenschaftler verfolgen diese Vorgänge schon seit langer Zeit. Wenn wir sie alle zusammen betrachten, erhalten wir ein genaueres Bild des



Auch dort, wo sich das Land noch über das Meer erhebt, kann ein höherer Meeresspiegel Probleme verursachen.

Als der Hurrikan Sandy im Oktober 2012 New York erreichte, gab es eine "Sturmflut". Tunnel, U-Bahnen und Kraftwerke wurden überflutet, und fast zwei Millionen Menschen waren ohne Strom. (Quelle: Iwan Baan/Getty Images)

aktuellen Meeresspiegels, welches uns hilft herauszufinden, wie stark er wahrscheinlich in Zukunft ansteigen wird. Und wir erfahren dadurch, welche Orte am stärksten betroffen sein werden. Wenn wir einschätzen können was passieren wird, haben die Menschen auf der ganzen Welt die Möglichkeit zu planen, wie sie ihre Städte und Länder in Zukunft schützen.

Links

ESA Quellen

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

Klimadetektive: Das Eis schmilzt

https://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/The_ice_is_melting_How_can_we_investigate_the_effects_of_melting_ice_Teach_with_space_PR13

ESA Weltraumprojekte

ESA Klimabehörde

<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

Erforscher 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

Kopernikus Wächter-6

https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-6_overview

Zusätzliche Informationen

Tarawa, Kiribati

https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2020/09/Earth_from_Space_Tarawa_Kiribati

Die 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