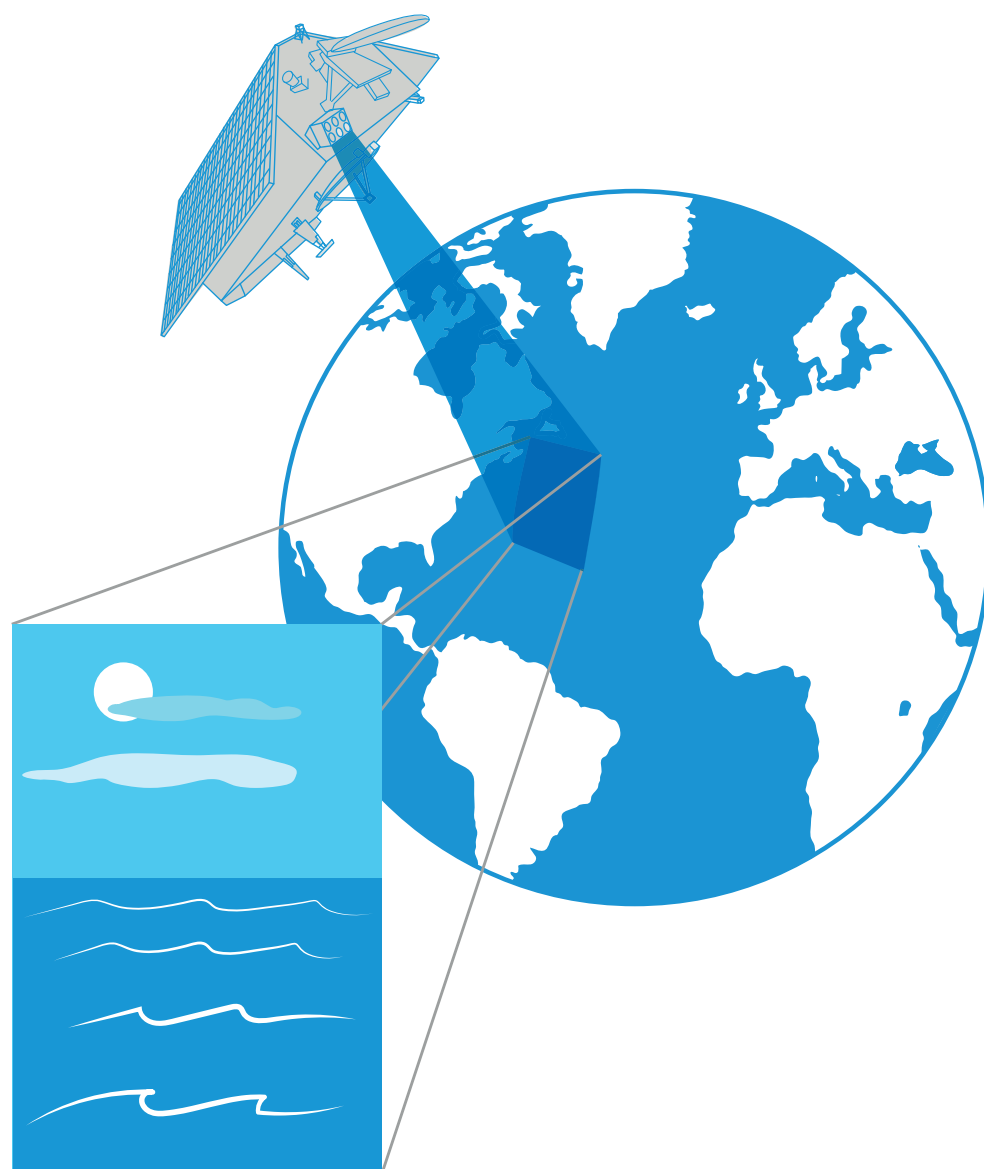
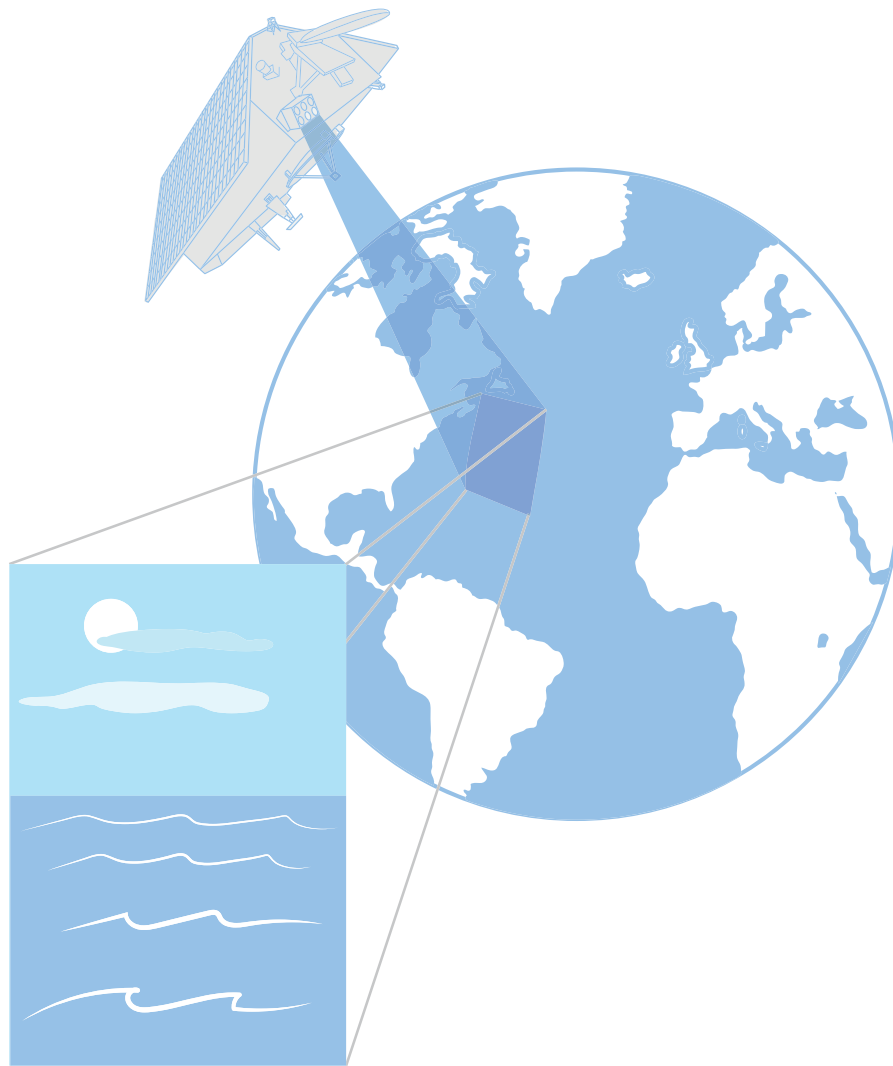


teach with space

→ DIE AUTOBAHNEN DER WELTMEERE

Meeresströmungen und der Zusammenhang mit dem Klima





Einleitung

Seite 3

Aktivität 1: Das Meer in Bewegung

Seite 4

Aktivität 2: Wie sinkt Wasser?

Seite 7

Aktivität 3: Die Hitze spüren

Seite 10

Links

Seite 13

teach with space – Die Autobahnen der Weltmeere | G02
www.esa.int/education

Das ESA Education Office freut sich über Feedback und Kommentare
teachers@esa.int

Eine Produktion der ESA Education in Zusammenarbeit mit Nordic ESERO
Copyright 2018 © European Space Agency

Ins Deutsche übersetzt von ESERO Austria

→ DIE AUTOBAHNEN DER WELTMEERE

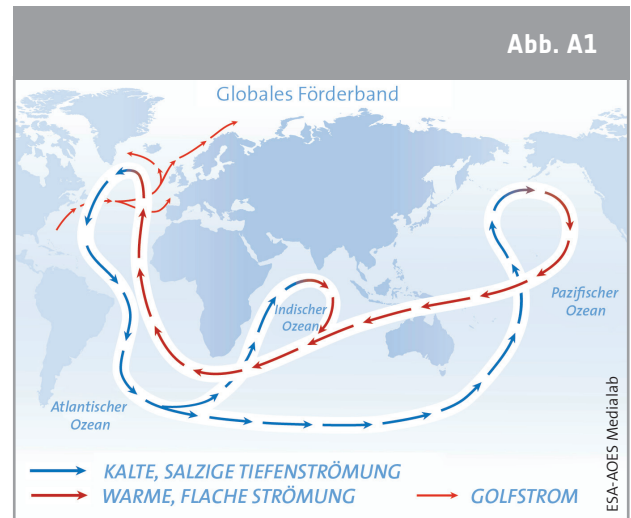
Meeresströmungen und der Zusammenhang mit dem Klima

Meeresströmungen transportieren warmes und kaltes Wasser über riesige Gebiete. Viele dieser Strömungen haben einen großen Einfluss auf das Klima an Land. Satelliten sind wichtige Instrumente für die Überwachung der Ozeane, für die Beobachtung von Strömungsveränderungen und für die Erweiterung unseres Wissens über die Muster der Meeresströmungen.

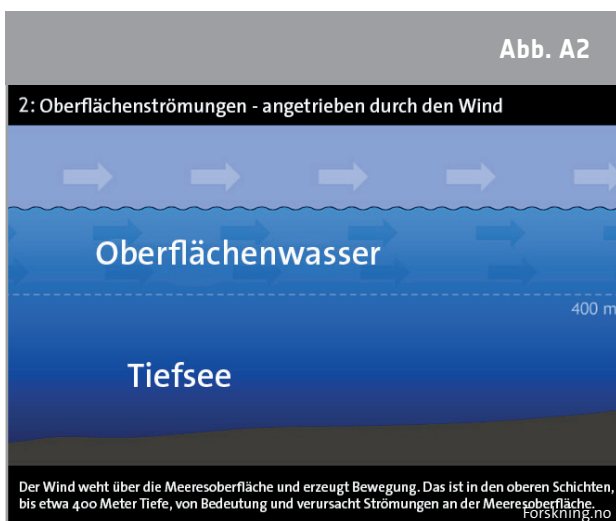
Der Ozean in ständiger Zirkulation

Der Ozean bedeckt etwa 71 % der Erdoberfläche und ist daher für die Umwelt und das Leben auf der Erde von wesentlicher Bedeutung. Diese enormen Wassermassen befinden sich in ständiger Zirkulation und transportieren Wärme und Energie von einem Gebiet der Erde zu einem anderen, zum Beispiel entlang der europäischen Küste.

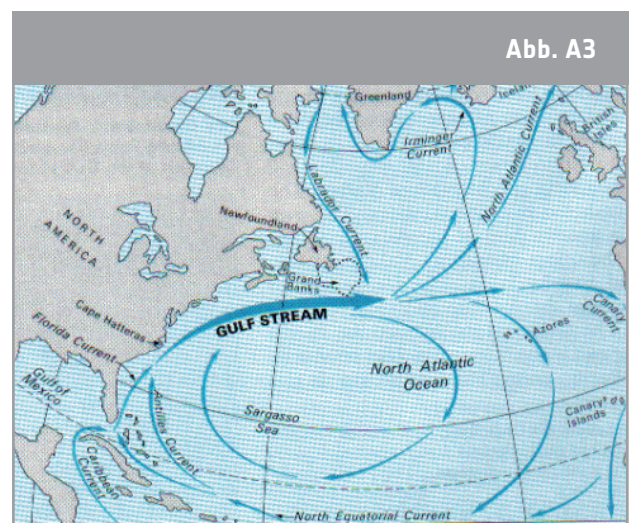
Das System der Meeresströmungen wird in erster Linie durch eine Kombination aus Wind, atmosphärischem Druck an der Oberfläche und Dichteunterschieden zwischen den verschiedenen Wassermassen angetrieben. Diese Dichte hängt von der Temperatur und dem Salzgehalt des Wassers ab. Daher bestimmen viele Faktoren die "Autobahnen der Weltmeere".



↑ Die Meeresströmungen spielen eine Schlüsselrolle für das Klima.



↑ Oberflächen- und Tiefseeströmungen.



↑ Golfstrom.

→ Aktivität 1: Das Meer in Bewegung

Bei dieser Aktivität lernt ihr mithilfe eines Multimedia-Moduls etwas über Meeresströmungen – die Autobahnen der Weltmeere – und wie sie völlig entlegene Orte auf unserem Planeten miteinander verbinden. Ihr werdet auch erfahren, was Oberflächenströmungen antreibt und die Bedeutung dieser Autobahnen diskutieren.

Schon gewusst?

Christoph Kolumbus nutzte den Golfstrom, um auf seinen Reisen von den Kanarischen Inseln aus Amerika zu erreichen. In der Vergangenheit lieferte die Erforschung und Navigation über den Atlantik das Wissen über diese warme Strömung. Heute bieten Erdbeobachtungssatelliten einen Überblick über unseren gesamten Planeten – der größtenteils von Wasser bedeckt ist – und liefern wertvolle Daten zur Überwachung und zum Verständnis dieser und anderer Meeresströmungen. Messungen der Meeresströmungen sind für eine Reihe praktischer Anwendungen von grundlegender Bedeutung, z. B. für die Suche und Rettung von Menschen auf See, die Gefahrenabwehr, die Schiffsführung und die Überwachung der Wasserverschmutzung.



ESA/ATG Medialab

Material

- PC und das Multimedia-Modul “Sea_currents.exe” von Forskning.no und/oder andere Informationsquellen.

Übung

1. In dieser Übung werdet ihr die Meeresströmungen erforschen. Bevor ihr damit anfängt, lass uns über Strömungen nachdenken:

Stellt euch vor, ihr befindet euch in Florida, USA, gekennzeichnet mit einem 📍 in Abbildung A4, und ihr möchtet eine Flaschenpost versenden. Wohin kann diese Nachricht eurer Meinung nach gehen? Kreuzt die mögliche richtige Antwort an. Berücksichtigt, dass es mehr als eine richtige Antwort geben kann. Diskutiert mit euren Kolleg*innen in der Klasse.

- 1. Wir finden sie an der südöstlichen Küste Südamerikas (Brasilien oder Argentinien).
- 2. Wir finden sie auf den Kanarischen Inseln.
- 3. Wir finden sie an der südwestlichen Küste Afrikas.
- 4. Wir finden sie in Nordnorwegen.
- 5. Nach einiger Zeit wird die Flasche an den Strand von Florida zurückkehren



↑ Wohin reist die Flasche?

2. Beginnt nun mit der Erkundung des Multimedia-Moduls: Analysiert die Folien 1 bis 3 und beantwortet die folgenden Fragen:

a. Identifiziert zwei Länder/Städte, die von Strömungen betroffen sind: eines/eine mit einer warmen Strömung (rote Pfeile) und eines/eine mit einer kälteren Strömung (dunkelblaue Pfeile).

b. Verfolgt die Strömung des Nordatlantiks. Denkt noch einmal über das Flaschenexperiment aus Frage 1 nach und überprüft, welche Gebiete die Flasche erreichen kann.

c. Wie werden Oberflächenströme angetrieben?

d. Identifiziert eine Windströmung und notiert die von ihr angetriebene(n) Meeresoberflächenströmung(en).

e. Versucht, die Frage von Folie 3 zu beantworten: Warum werden sowohl die Winde als auch die Meeresströmungen auf der Nordhalbkugel nach rechts abgelenkt?

Diskussion

- a. Ihr habt über eine Flaschenpost nachgedacht. Aber die Strömungen transportieren auch den ganzen Müll, den wir ins Meer werfen, und das ist eine ganze Menge! Durch die Strömungen legt das Plastik große Entfernungen zurück, so dass sich an bestimmten Orten große Mengen ansammeln können. Wählt die Meeresküste aus, die eurem Wohnort am nächsten liegt. Wo wird sich der Plastikmüll, der dorthin geworfen wird, eurer Meinung nach ansammeln?
-
- b. Habt ihr schon einmal vom großen pazifischen Müllfleck gehört? Es handelt sich um eine riesige schwimmende Insel aus Plastik zwischen Kalifornien und Hawaii. Recherchiert im Internet, um mehr Informationen über diese "Insel" zu finden und diskutiert mögliche Maßnahmen zur Eindämmung des Problems.
-
-

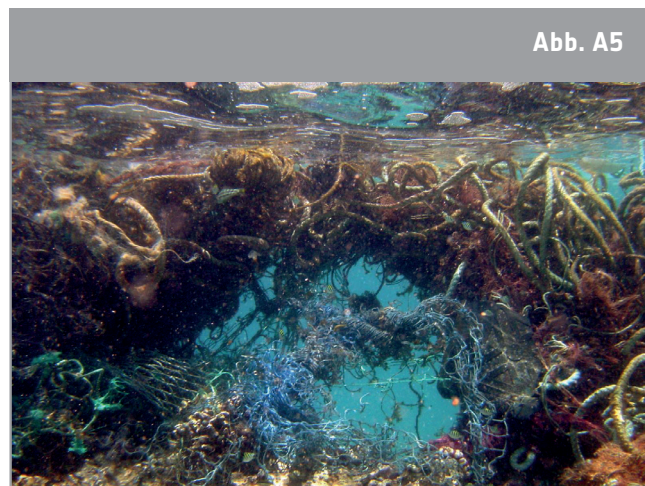


Abb. A5

↑ In den Gewässern des Papahānaumokuākea Marine National Monument gefundener Meeresmüll.

Schon gewusst?

Die Europäische Weltraumorganisation (ESA) erforscht eine Technologie, die es Satelliten ermöglichen würde, die Konzentration, Bewegung und Herkunft von Plastikmüll in den Weltmeeren zu ermitteln. Satelliten können Plastik im Ozean erkennen, weil schwimmender Müll unterschiedliche Wellenlängen des Sonnenlichts reflektiert – ähnlich wie moderne Satelliten Konzentrationen von Phytoplankton, Schwebstoffen und Wasserverschmutzung erkennen können.

Satellitenmessungen haben den großen Vorteil, dass sie die gesamte Welt abdecken und den Wissenschaftler*innen wichtige Erkenntnisse liefern, die ihnen helfen, das Problem zu verstehen und zu überwachen.

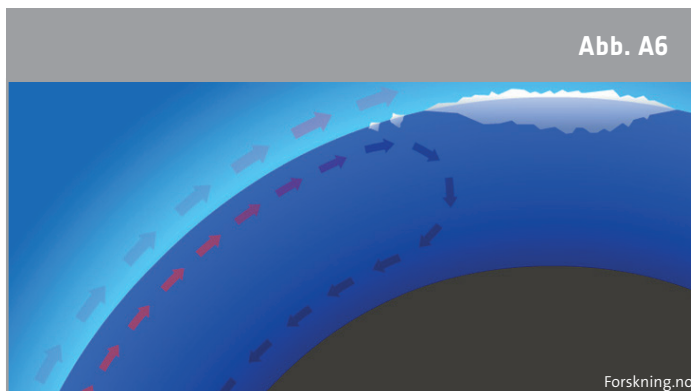


→ Aktivität 2: Wie sinkt Wasser?

Die Weltmeere bestehen aus zwei Arten von Meeresströmungen: Oberflächenströmungen und Tiefenwasserströmungen. Bei dieser Aktivität erforscht ihr, warum einige dieser Wassermassen sinken, und diese Tiefseeströmungen bilden.

Material

- Zwei 250ml Becher
- Eingefärbte Eiswürfel
- 1 Teelöffel
- Salz
- Wasser



↑ Multimedia-Modul: Meeresströmungen.

Übung

1. Beschreibt, warum eurer Meinung nach Tiefenwasserströmungen entstehen, indem ihr die folgende Frage beantwortet:

Wie sinkt das Ozeanwasser ab und bildet tiefe Meeresströmungen?

2. Ihr werdet nun Wasserbewegungen modellieren und untersuchen, wie Tiefenströmungen im Meer entstehen. Füllt zwei Bechergläser mit etwa 200 ml Leitungswasser.
3. Mischt drei Teelöffel Salz in eines der Bechergläser (Becherglas 1) und lasst es sich absetzen, bis das Wasser klar ist. Während ihr wartet, beantworte die folgende Frage:

Vorhersage: Was wird passieren, wenn ihr die Eiswürfel in die Becher gebt und sie zu schmelzen beginnen?

4. Gebt vorsichtig je einen Eiswürfel in die Bechergläser.
5. Wenn das Eis zu schmelzen beginnt, beobachtet und notiert das Verhalten der Flüssigkeiten. Stört die Becher nicht.

Diskussion

1. Beschreibt die Unterschiede zwischen den Vorgängen in Becherglas 1 und Becherglas 2.

2. Stimmen eure Ergebnisse mit eurer Vorhersage überein? Erklärt, warum oder warum nicht.

3. Was könnt ihr über die Dichte des Wassers in den Bechern – im Vergleich zu dem kalten Wasser, das von den schmelzenden Eiswürfeln freigesetzt wird – herausfinden?

4. Was sind eurer Meinung nach die Hauptursachen für die Strömungen in der Tiefsee?

5. Vergleicht eure Beobachtungen und Schlussfolgerungen mit dem, was im Multimodul gezeigt wird (Folien 5 und 6). Sind sie ähnlich?

Erweiterung – Der Golfstrom

Geht alle Folien des Multimedia-Moduls über Meeresströmungen durch. Diskutiert in kleinen Gruppen über die folgenden Themen:

1. Was kann mit dem Golfstrom passieren, wenn das Meereis weiter schmilzt, und warum?

2. Hat dies irgendwelche Auswirkungen auf das Klima?

3. Wie könnte sich dies auf die Wirtschaft der Region auswirken? An Norwegens Nordküste ist zum Beispiel die Fischerei eine wichtige Einkommensquelle für viele Familien.

4. Wie können wir den Zustand des Golfstroms überwachen?

Schon gewusst?

Die ESA entwickelt eine Reihe innovativer Satellitenmissionen – die Sentinels – um unseren Planeten zu verstehen und zu überwachen. Sentinel-6/Jason-CS kartiert alle 10 Tage bis zu 95% des eisfreien Ozeans der Erde und liefert dabei wichtige Informationen über Schwankungen des Meeresspiegels, Windgeschwindigkeiten und Wellenhöhen für die Sicherheit auf See. Die auf Sentinel-6 mitgeführten Instrumente messen auch die Topografie der Meeresoberfläche – die Hügel und Täler des Ozeans – um uns bei der Kartierung der Meeresströmungen zu helfen.

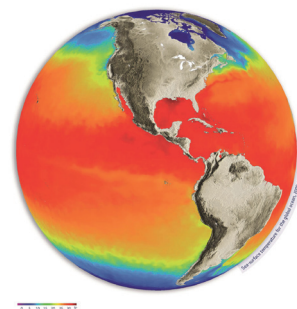


→ Aktivität 3: Die Hitze spüren

Bei dieser Aktivität werdet ihr Satellitenbilder verwenden, um die Temperatur der Meeresoberfläche zu analysieren, eine wichtige Messung für Klimaforscher*innen. Dies ist ein sehr wichtiger Parameter, um den Zustand unseres Planeten zu verstehen. Er gibt auch Aufschluss über die Meeresströmungen. Messungen der Oberflächentemperatur des Wassers werden von verschiedenen Satellitensystemen aus vorgenommen. Diese Arten von Bildern der Oberflächentemperatur werden als SST-Bilder – Sea Surface Temperature images – bezeichnet.

Schon gewusst?

Um die Temperatur der Meeresoberfläche zu messen, registrieren Satelliten verschiedene Arten von Licht, die wir mit unseren Augen nicht sehen können. Eine dieser besonderen Arten von Licht (oder Strahlung) wird als thermisches Infrarot bezeichnet. Es ist die gleiche Strahlung, die auch von Nachtsichtkameras registriert wird. Der Infrarotsensor des Sentinel-3-Satelliten liefert präzise globale Karten der Meeresoberflächentemperatur. Diese Informationen werden für die Überwachung der Ozeane und des Klimawandels sowie für die Wettervorhersage verwendet.



Material

- PC und Internetverbindung

Übung

1. Bevor ihr mit der Analyse der von Satelliten gemessenen Meeresoberflächentemperaturen beginnt, diskutiert in Kleingruppen die folgenden Fragen:
 - a. Was sind eurer Meinung nach die wichtigsten Mechanismen, die für die Verteilung der Temperatur des Meeres verantwortlich sind? Kreuzt die richtige(n) Antwort(en) an.
 - Erwärmung durch die Sonne
 - Umweltverschmutzung
 - Die Wolken
 - Der CO₂-Gehalt₂

b. Wo erwartet ihr, warmes Wasser zu finden? Schaut euch Abbildung 7 an und identifiziert die Strände mit wärmerem Wasser (ordnet sie von wärmer nach kälter).

- 1- Belem (Brasilien), 2- Bleik (Norwegen), 3- Florida (USA),
4- Teneriffa (Spanien), 5- Lissabon (Portugal).



↑ Lokalisierung der Strände für Aufgabe 1.

2. Analysiert nun die neuesten Satellitenmessungen der Meeresoberflächentemperatur und vergleicht sie mit euren Erwartungen.

- a. Öffnet den folgenden Link des Space Science and Engineering Center der University of Wisconsin-Madison:
www.ssec.wisc.edu/data/sst

Klickt auf “Latest Sea Surface Temperature image” um das Bild zu vergrößern und zu speichern.

b. Analysiert das Bild der Meeresoberfläche, das ihr heruntergeladen habt. Beschreibe die allgemeine Verteilung der Temperaturen auf dem Planeten. Wo ist es wärmer und wo ist es kälter?

Die Skala zeigt die Temperatur in Fahrenheit (°F) an. Um sie in Celsius (°C) umzurechnen, müsst ihr euch merken, dass $T [^{\circ}\text{C}] = (T [^{\circ}\text{F}] - 32) \cdot \frac{5}{9}$

c. Vergleicht eure Antwort auf Frage 2b) mit eurer Antwort auf Frage 1b). Stimmen eure Erwartungen mit euren Beobachtungen auf dem SST-Bild überein? Erklärt, warum oder warum nicht.

- d. Einige Gebiete weichen vom allgemeinen Verhalten der Verteilung der Meerestemperatur ab. Sucht zwei von ihnen auf der Karte und beschreibt, wie sie sich unterscheiden.

3. Ihr werdet nun die SST-Bilder aus verschiedenen Jahreszeiten analysieren und vergleichen.

a) Öffnet den folgenden Link: www.ssec.wisc.edu/data/sst/archive. Die angezeigten SST-Bilder sind nach Datum sortiert. Ladet für jede Jahreszeit ein SST-Bild herunter.

b) Beobachtet und vergleicht die Bilder. Identifiziert zwei Bereiche, in denen ihr Veränderungen bei der Oberflächentemperatur des Ozeans feststellt, und zwei Bereiche, in denen die Temperatur zu den verschiedenen Jahreszeiten konstant ist.

4. Entsprechen die Unterschiede bei den Meeresoberflächentemperaturen zwischen den einzelnen Jahreszeiten euren Erwartungen? Erklärt warum (nicht) und vergleicht eure Antwort mit euren Erwartungen in Frage 1a).

→ Links

ESA Ressourcen

ESA classroom resources:

esa.int/Education/Teachers_Corner/Teach_with_space3

ESA space projects

ESA's Earth Observation missions

esa.int/Applications/Observing_the_Earth/ESA_for_Earth

Sentinel-3

esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-3

Sentinel-6

esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-6

ESA Climate Office [DE]

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

Zusatzinformationen

Ocean currents interactive module developed by Forskning.no and translated to English by Nordic ESERO

http://esamultimedia.esa.int/docs/edu/sea_currents_english.zip

University of Wisconsin-Madison Space Science and Engineering Center - Sea Surface Temperature Data

www.ssec.wisc.edu/data/sst

Animation showing changes in global sea-surface temperature between 1991 and 2010, by ESA's Climate Change Initiative

esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2018/05/Global_sea-surface_temperature_1991_2010

Video Sentinel-3 for oceans

esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2016/02/Sentinel-3_for_oceans

Videos and animations related to ocean's research within ESA

esa.int/Enabling_Support/Preparing_for_the_Future/Space_for_Earth/Blue_worlds/ESA_and_Oceans_videos

Meeresströmungen – Science Education through Earth Observation for High Schools (SEOS) Project [DE]

<https://seos-project.eu/oceancurrents/oceancurrents-coo-p01.de.html>