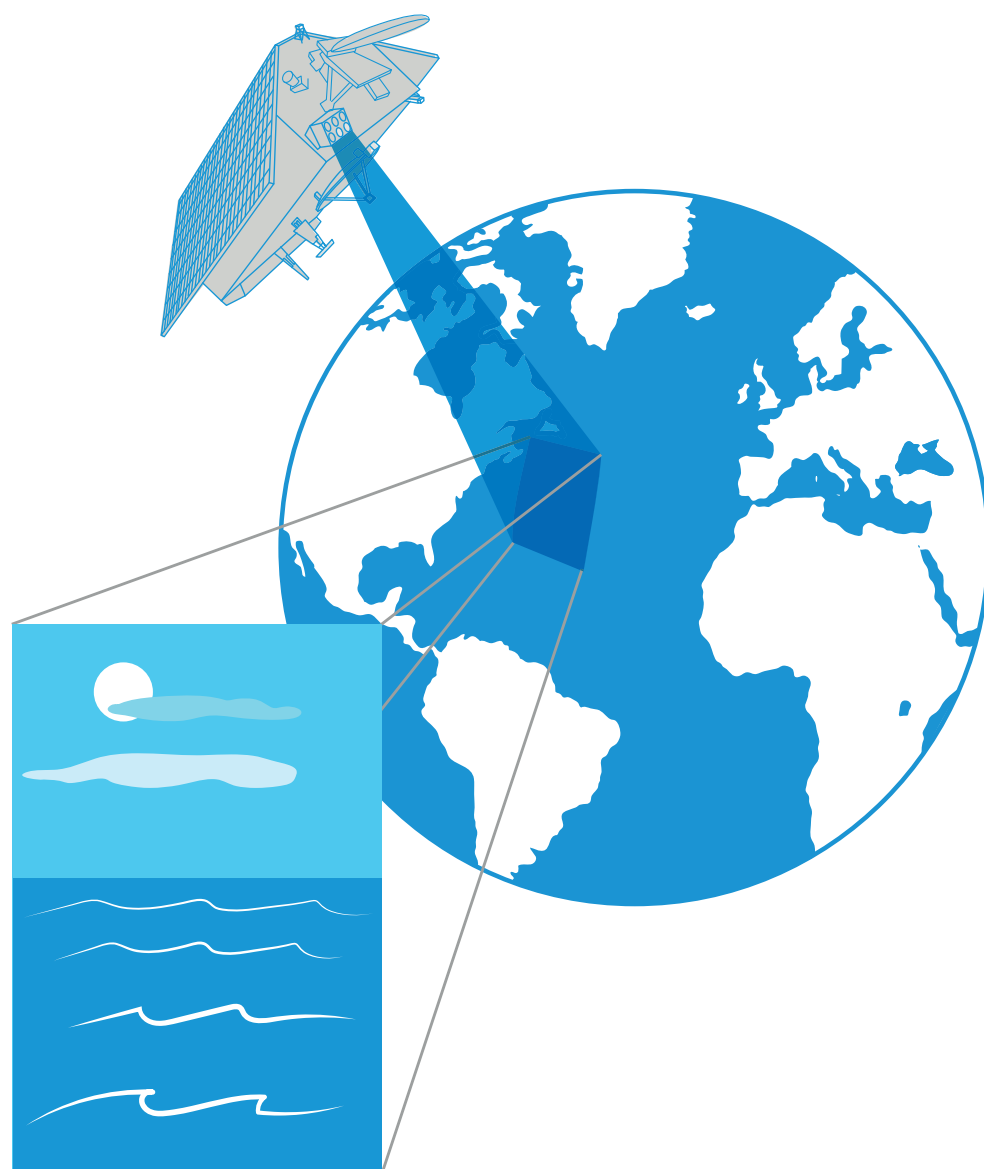
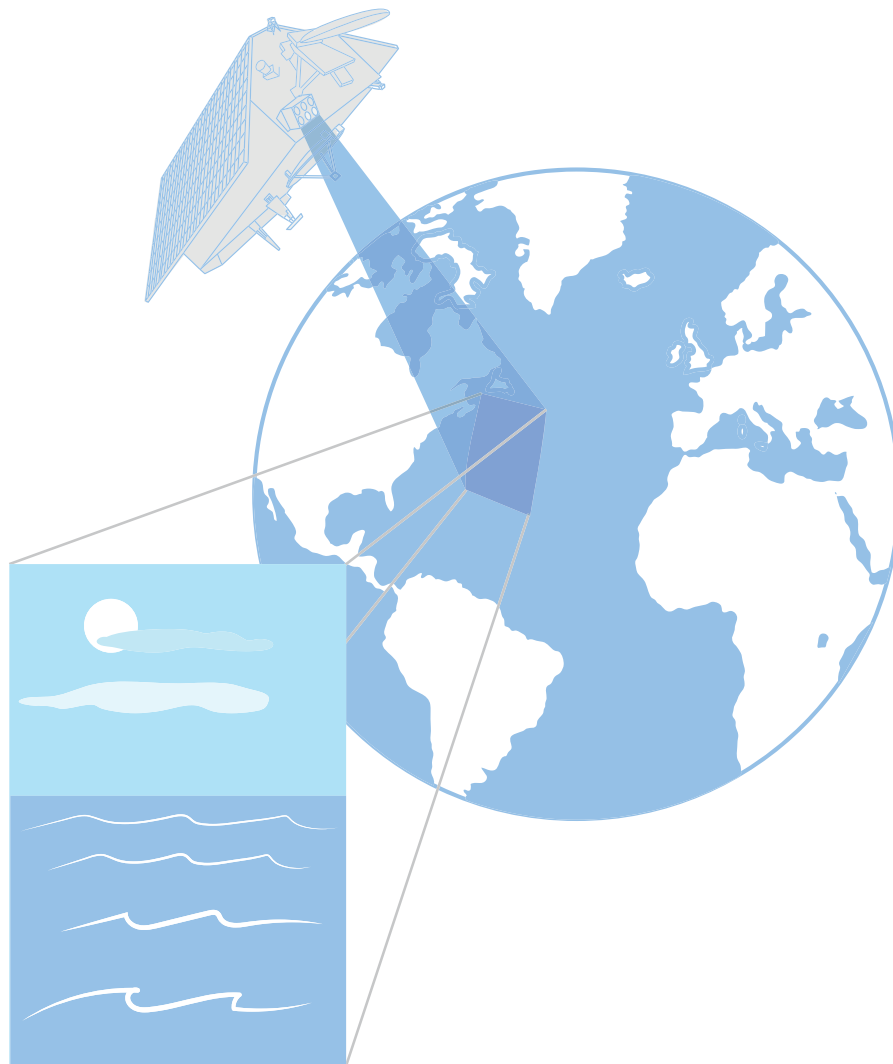


# teach with space

## → DIE AUTOBAHNEN DER WELTMEERE

Meeresströmungen und der Zusammenhang mit dem Klima





Eckdaten, Kurzbeschreibung, Lernziele	Seite 3
Übersicht	Seite 4
Einleitung	Seite 5
Aktivität 1: Das Meer in Bewegung	Seite 6
Aktivität 2: Wie sinkt Wasser?	Seite 8
Aktivität 3: Die Hitze spüren	Seite 10
Links	Seite 12

**teach with space – Die Autobahnen der Weltmeere | G02**  
[www.esa.int/education](http://www.esa.int/education)

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

### Eckdaten

**Fächer:** Geographie, Naturwissenschaft, Physik

**Altersgruppe:** 12-15 Jahre

**Art:** Schüler\*innenaktivität

**Schwierigkeit:** einfach

**Erforderliche Unterrichtszeit:** 45 Minuten für jede Aktivität

**Kosten:** gering (0-10 Euro)

**Ort:** drinnen

**Materialien:** Multimedia-Modul; Computer und Internet

**Schlagwörter:** Erdbeobachtung, Meeresströmungen, Temperatur der Meeresoberfläche, Klima, Geographie, Naturwissenschaft, Physik

### Kurzbeschreibung

Bei dieser Reihe von Aktivitäten lernen die Schüler\*innen mithilfe eines Multimedia-Moduls etwas über Meeresströmungen, die "Autobahnen" der Ozeane und ihre Bedeutung für lokale Klimata. Anhand einer praktischen Übung werden sie herausfinden, wodurch Meeresströmungen verursacht werden. Sie verwenden auch Satellitenbilder, um die Temperatur der Meeresoberfläche zu analysieren und zu verstehen, wie uns Satellitenbeobachtungen bei der Überwachung der Meeresströmungen helfen.

### Lernziele

- Globale Meeres- und Luftströmungen erläutern und deren Bedeutung für das Klima diskutieren.
- Lokale und globale Wetterprozesse und Klimaphänomene sowie deren Ursachen identifizieren.
- Werkzeuge im Internet nutzen, um Satellitendaten zu sammeln und zu analysieren.
- Verstehen, wie die Erdbeobachtung zur Überwachung der Ozeane genutzt werden kann.
- Karten der Meeresoberflächentemperatur interpretieren.

## → Übersicht

Summary of activities					
	Titel	Beschreibung	Ergebnis	Voraussetzungen	Zeit
1	Das Meer in Bewegung	Meeresströmungen und wie sie entlegene Orte miteinander verbinden. Der große pazifische Müllfleck.	Die wichtigsten Meeresströmungen identifizieren. Verstehen, was Meeresströmungen antreibt und wie Meeresströmungen einen globalen Einfluss haben.	Keine	45 Min
2	Wie sinkt Wasser?	Ein praktisches Experiment zur Modellierung von Wasserbewegungen und eine Demonstration, wie tiefe Meeresströmungen entstehen.	Verstehen, dass die Strömungen in der Tiefsee durch Unterschiede in der Dichte des Wassers angetrieben werden, die gesteuert wird von Temperatur und Salzgehalt.	Aktivität 1	45 Min
3	Die Hitze spüren	Analyse von Messungen der Temperatur der Meeresoberflächen, die von Satelliten aufgenommen wurden.	Beschreibung und Verständnis der allgemeinen Verteilung der Temperaturen an der Meeresoberfläche.	Keine	45 Min

## → DIE AUTOBAHNEN DER WELTMEERE

### Meeresströmungen und der Zusammenhang mit dem Klima

#### → Einführung

Die Ozeane, die 71 % der Erde bedecken, sind untrennbar mit unserem Wetter und Klima verbunden. Sie sind auch für den globalen Verkehr unverzichtbar und liefern eine Fülle von Ressourcen. Was weit draußen auf dem Meer geschieht, hat direkte Auswirkungen auf die Gesellschaften in aller Welt.

Die Meeresströmungen werden durch Oberflächenwinde, Unterschiede in der Wasserdichte aufgrund von Salzgehalt und Temperaturschwankungen, sowie durch die Erdrotation angetrieben. Die Ozeanzirkulation und die Fähigkeit der Ozeane, die von der Sonne aufgenommene Energie zu speichern und langsam wieder abzugeben, spielen eine entscheidende Rolle bei der Klimaregulierung.

Die Ozeane nehmen den größten Teil der Sonnenwärme direkt auf und speichern sie über viel längere Zeiträume als das Land oder die Atmosphäre. Der Äquator erhält viel mehr Energie von der Sonne als die Polarregionen. Die großen Meeresströmungen tragen zusammen mit dem Wind dazu bei, diese Energie über die ganze Welt zu verteilen.

Satelliten in Kombination mit Instrumenten an Ort und Stelle liefern wichtige Informationen zum Verständnis und zur Überwachung der Ozeane. Dank der Erdbeobachtung konnten die Wissenschaftler\*innen in den letzten Jahrzehnten die globalen Meeresoberflächentemperaturen so detailliert wie nie zuvor modellieren und überwachen. In Anbetracht der Tatsache, dass die Ozeane riesige Wärmespeicher sind, verbessert die Messung der Meeresoberflächentemperatur unser Verständnis der globalen Erwärmung und des Klimawandels.

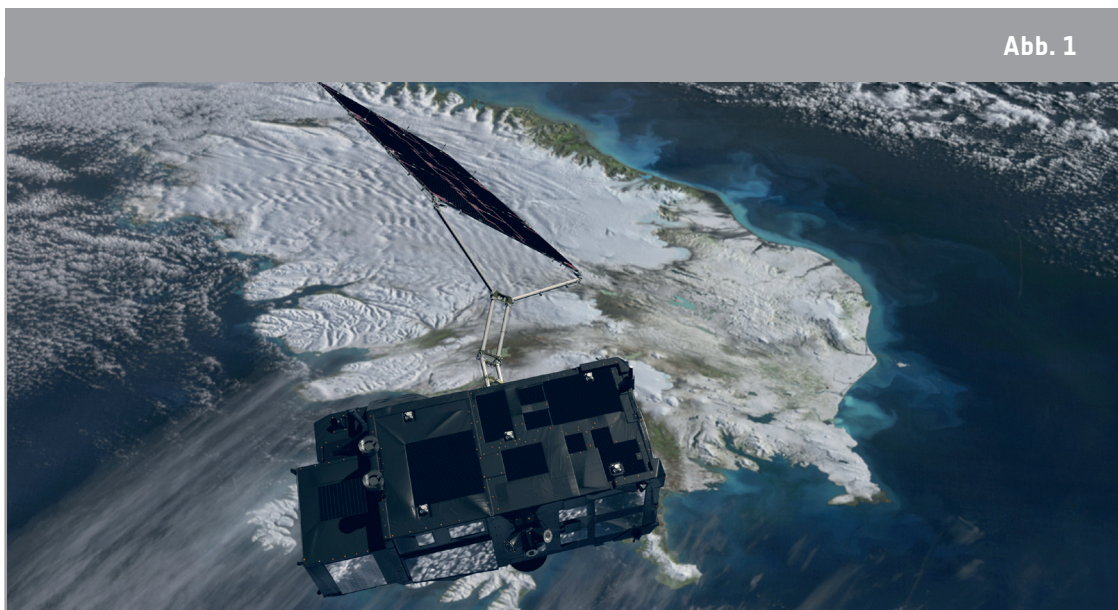


Abb. 1

↑ Der europäische Satellit Sentinel-3 ist mit einer Reihe von hochmodernen Instrumenten ausgestattet, darunter ein Infrarot-Radiometer, das globale Karten der Meeresoberflächentemperatur zur Überwachung des Klimawandels, der Ozeane und der Wettervorhersage liefert.

## → Aktivität 1: Das Meer in Bewegung

Bei dieser Aktivität erkunden die Schüler\*innen ein Multimedia-Modul, um etwas über Meeresströmungen zu lernen und darüber, wie sie entlegene Orte auf unserem Planeten miteinander verbinden. Die Schüler\*innen lernen, dass Winde und die Erdrotation die Hauptursachen für Oberflächenströmungen sind. Am Ende diskutieren die Schüler\*innen über die Verschmutzung der Ozeane und erörtern mögliche Maßnahmen, um das Problem zu verringern.

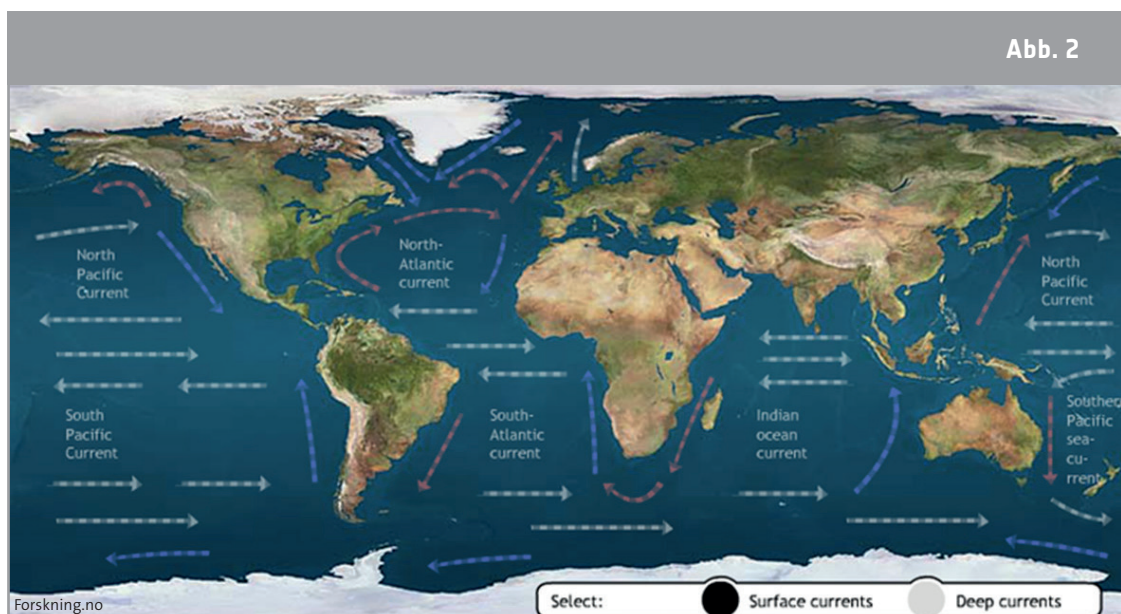
### Material

- PC und das Multimedia-Modul "Sea\_currents.exe" von Forskning.no und/oder andere Informationsquellen.

### Übung

Zur Einführung in das Thema bitten Sie die Schüler\*innen, sich vorzustellen, dass sie an einem bestimmten Ort eine Flaschenpost ins Meer werfen. Beantworten Sie dann die Frage 1 auf dem Arbeitsblatt für Schüler\*innen. Lassen Sie die Schüler\*innen in kleinen Gruppen diskutieren, wo die Flasche ihrer Meinung nach aufgrund der Meeresströmungen angespült werden würde.

Wenn die Flasche in Florida in den Atlantik geworfen wird, transportiert der Golfstrom sie ostwärts in Richtung Europa und Nordafrika. Dann wird sie entweder dem Kanarenstrom nach Süden oder dem norwegischen Atlantikstrom nach Norden folgen. Die Flasche erreicht das Ziel 2 oder 4.



↑ [Meeresströmungen, Multimedia-Modul.](#)

Die Schüler\*innen arbeiten dann mit dem Multimedia-Modul, entweder in Zweiergruppen oder selbstständig. Die Lehrkraft kann das Modul auch mit der ganzen Klasse mit Hilfe eines Beamer analysieren. Die Schüler\*innen beantworten die Fragen der Übung 2 auf ihrem Arbeitsblatt, während sie die Folien 1 (Abbildung 2) bis 3 des Moduls untersuchen.

## Antworten Übung 2

- a. Identifiziere 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).
- Großbritannien – norwegischer Atlantikstrom – warme Strömung
  - Florida (USA) – Golfstrom – warme Strömung
  - Kanarische Inseln – Kanarische Strömung – kalte Strömung
- b. Verfolge die Strömung des Nordatlantiks. Denke noch einmal über das Flaschenexperiment aus Frage 1 nach und überprüfe, welche Gebiete die Flasche erreichen kann.

**Antwort:** siehe oben

- c. Wie werden Oberflächenströmungen angetrieben?

Die Oberflächenströmungen im Ozean werden in erster Linie durch den Wind angetrieben

- d. Identifiziere eine Windströmung und schreibe die von ihr angetriebene(n) Meeresoberflächenströmung(en) auf.
- Westwindgürtel (Westwinde der nördlichen Hemisphäre): Nordatlantikströmung.
  - Nordostpassat: nördliche Äquatorialströmung.
- e. Versuche, die Frage von Folie 3 zu beantworten: Warum werden sowohl die Winde als auch die Meeresströmungen auf der Nordhalbkugel nach rechts abgelenkt?

Die Erde dreht sich um ihre eigene Achse und dadurch wird die zirkulierende Luft abgelenkt. Anstatt in einem geraden Muster zwischen den Polen (Hochdruckgebiete) und dem Äquator (ein Tiefdruckgebiet) zu zirkulieren, wird die Luft auf der Nordhalbkugel nach rechts und auf der Südhalbkugel nach links abgelenkt. Dieser Effekt wird als Coriolis-Effekt bezeichnet. Der Coriolis-Effekt lenkt die zirkulierende Luft ab, die die Bewegung der Wasseroberfläche verursacht. Daher lenkt er auch die Oberflächenströmungen auf der Nordhalbkugel nach rechts und auf der Südhalbkugel nach links ab.

## Diskussion

Die Millionen von Tonnen Plastik, die jedes Jahr in den Ozeanen landen, sind eine globale Herausforderung. Die Lehrkraft kann die Übung zur Flaschenpost nutzen, um eine Analogie zum Transport von Plastik und Abfall durch die Meeresströmungen herzustellen. In Kleingruppen recherchieren die Schülerinnen und Schüler auf der Grundlage ihres Wissens über die Meeresströmungen, wo das Plastik vom nächstgelegenen Strand ihres Heimatortes landen würde, und untersuchen den großen pazifischen Müllfleck. Die Schüler\*innen diskutieren ihre Erwartungen und beantworten die Fragen a) und b) aus der Diskussion. Im Abschnitt "Wusstest du schon?" können die Schüler\*innen einige Beispiele dafür entdecken, was die Europäische Weltraumorganisation ESA tut, um auf diese globale Herausforderung zu reagieren.

## → Aktivität 2: Wie sinkt Wasser?

Winde treiben die Meeresströmungen an der Oberfläche an. Die Meeresströmungen fließen jedoch auch Tausende von Metern unter der Oberfläche. Bei dieser Aktivität untersuchen die Schülerinnen und Schüler, warum diese Wassermassen absinken, und die Tiefseeströmungen bilden.

### Material

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

### Gesundheits- und Sicherheitshinweise:

- Die Schüler\*innen sollten sich die Finger nass machen, bevor sie die Eiswürfel berühren.
- Gefärbtes Wasser/Eis könnte Finger/Kleidung/Tische verschmutzen.

### Übung

Als Ausgangspunkt besprechen die Schüler\*innen in kleinen Gruppen ihre Annahmen und Theorien über die Ursache des Absinkens von Meerwasser und die Bildung der tiefen Meeresströmungen. Nach der Beantwortung von Frage 1 bauen die Schüler\*innen das Experiment auf. Eine Anleitung zur Durchführung des Experiments finden Sie auf dem Arbeitsblatt für Schüler\*innen.

### Diskussion

Becherglas 1 enthält Salzwasser, das eine höhere Dichte hat als das Süßwasser in Becherglas 2. Daher sammelt sich das gefärbte Wasser aus den schmelzenden Eiswürfeln als Schicht über dem Wasser in Becher 1 an (siehe Abbildung 3). Im Becherglas 2 ist das Schmelzwasser kälter als das Wasser im Becherglas, und deshalb können die Schüler\*innen sehen, wie das gefärbte Wasser sinkt. Dadurch entsteht eine gewisse Turbulenz und Vermischung, die zu einer Färbung des gesamten Wassers im Becherglas führt. Die Schülerinnen und Schüler sollten ihre Erwartungen an die Frage "Wie sinkt das Meerwasser, um tiefe Meeresströmungen zu bilden?" mit ihrer Antwort auf Frage 4 der Diskussion vergleichen.



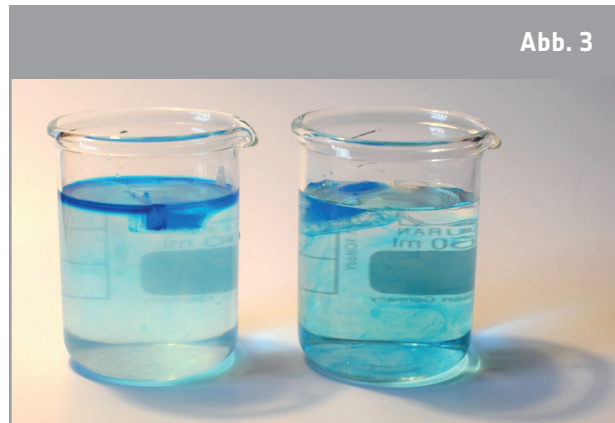


Abb. 3

↑ Versuchsergebnisse: Das gefärbte, schmelzende Süßwasser sammelt sich auf der Oberseite des dichteren Salzwassers in Becher 1 (links).

Zum Abschluss und zur Verknüpfung mit Aktivität 1 können die Lehrer\*innen den Schüler\*innen die Folien 5 bis 8 des Multimedia-Moduls zeigen.

## Erweiterung - Der Golfstrom

Die Lehrkraft kann das Beispiel des Golfstroms verwenden und die Schüler\*innen auffordern, die Frage auf Folie 9 des Multimedia-Moduls zu beantworten: "Wie können die Meeresströmungen durch die Eisschmelze beeinflusst werden?", und mögliche Auswirkungen auf das Klima untersuchen.

Der Golfstrom, der warmes Oberflächenwasser vom Golf von Mexiko nach Norden in den subpolaren Ozean östlich von Grönland transportiert, ist für das Klima in Europa sehr wichtig. Die Küstengewässer Europas sind um einige Grad wärmer als die Gewässer auf dem gleichen Breitengrad im Nordpazifik. Dieses warme Wasser vermischt sich mit dem umgebenden Wasser, kühlt ab und sinkt, wenn es die Arktis erreicht. Wenn dieses Zirkulationsmuster durch die Eisschmelze in der Arktis gestört würde, könnte dies tiefgreifende Auswirkungen auf die Stärke und Richtung dieser Strömung haben. Diese Strömung könnte schwächer werden oder sogar zum Erliegen kommen.

Die Schüler\*innen sollten in der Lage sein zu erklären, dass Eis aus Süßwasser besteht und dass beim Schmelzen des Eises Süßwasser in den umgebenden Ozean einströmt. Dadurch verringert sich der Salzgehalt und folglich auch die Dichte des Wassers. Die Schüler\*innen sollten in der Lage sein zu erklären, warum die globale Erwärmung die Meeresströmungen beeinflussen kann und welche Auswirkungen dies haben kann. Die Schüler\*innen sollten verstehen, dass die Kombination von Satelliten- und Bodenmessungen ein einzigartiges Bild der Ozeanzirkulation ergeben kann, das uns hilft, vorherzusagen, wie unser Planet auf ein sich veränderndes Klima reagieren wird.

## → Aktivität 3: Die Hitze spüren

Bei dieser Aktivität werden die Schüler\*innen Satellitenbilder verwenden, um die Temperatur der Meeresoberfläche zu analysieren. Die Schüler\*innen untersuchen den Zusammenhang zwischen den Meeresströmungen und der Meeresoberflächentemperatur (SST – Sea Surface Temperature) und verstehen, wie wichtig die Überwachung der Temperatur der Ozeane ist.

### Material

- PC und Internetverbindung

### Übung

Zur Einführung in das Thema bitten Sie die Schüler\*innen, Frage 1 auf ihren Arbeitsblättern zu beantworten. Die Schüler\*innen sollten in der Lage sein, die Erwärmung durch die Sonne als den Hauptmechanismus zu identifizieren, der für die Verteilung der Meerestemperatur verantwortlich ist.

Anschließend analysieren die Schüler\*innen die Messungen der Meeresoberfläche. Zu diesem Zweck laden sie das neueste Bild der Meeresoberflächentemperatur von der Website des Space Science and Engineering Center der University of Wisconsin-Madison herunter (siehe Abschnitt „Links“). Leiten Sie die Schülerinnen und Schüler an, damit sie zu dem Schluss kommen, dass die Temperatur je nach Breitengrad variiert, von der warmen Region entlang des Äquators bis zu den kalten Regionen in der Nähe der Pole. Die großen Meereisgebiete rund um die Antarktis erscheinen in Grautönen, was bedeutet, dass keine Daten gesammelt wurden.

Die Schüler\*innen können die Westküsten Südamerikas und Afrikas sowie die norwegische Küste als Gebiete identifizieren, die vom allgemeinen Verhalten der Verteilung der Meerestemperatur abweichen. An der Westküste Südamerikas und Südafrikas ist das Wasser aufgrund des Humboldt-Stroms, bzw. des Benguela-Stroms, kälter. Die Wassertemperatur an der norwegischen Küste ist im Vergleich zu anderen Orten auf demselben Breitengrad aufgrund des Golfstroms wärmer.

Die Lehrkraft kann das Multimodul aus Aktivität 1 (Folie 1) erneut zeigen, damit die Schüler\*innen die Auswirkungen der Meeresströmungen in dem heruntergeladenen SST-Bild erkennen können.

Als letzte Übung analysieren die Schüler\*innen die saisonalen Schwankungen der Meeresoberflächentemperaturen. Bevor sie mit der Übung beginnen, sollten die Schüler\*innen ihre Erwartungen bezüglich der Veränderungen der Meeresoberflächentemperatur im Laufe der Jahreszeiten diskutieren. Um die Übung durchzuführen, laden die Schüler\*innen ein SST-Bild für jede Jahreszeit herunter. Die Lehrkräfte können die Bilder auch im Voraus herunterladen und die Übung mit der ganzen Klasse oder in kleinen Gruppen mit einer ausgedruckten Version der Bilder durchführen.

Die Schülerinnen und Schüler können auch die [Animation](#) der ESA-Initiative zum Klimawandel (siehe Abschnitt „Links“) analysieren, die die Veränderungen der globalen Meeresoberflächentemperatur zwischen 1991 und 2010 zeigt. Sie können die Saisonabhängigkeit sowie mögliche Veränderungen der Meeresoberflächentemperatur untersuchen.

Die Schüler\*innen kommen zu dem Schluss, dass die jahreszeitlichen Schwankungen der Meeresoberflächentemperaturen in den mittleren Breiten am größten und im tropischen Ozean in Äquatornähe am geringsten sind. Diese jahreszeitlichen Schwankungen sind auf Veränderungen der atmosphärischen Bedingungen wie Winde und Temperatur zurückzuführen. Da die Meeresoberfläche in direktem Kontakt mit der Atmosphäre steht, folgt ihre Temperatur den atmosphärischen saisonalen Mustern. Die Lehrer\*innen können die Schüler\*innen auch auffordern, die ozeanischen Jahreszeiten mit ihren atmosphärischen Entsprechungen zu vergleichen und die hohe Wärmekapazität des Wassers zu diskutieren.

## → Links

### ESA Ressourcen

ESA classroom resources:

[esa.int/Education/Teachers\\_Corner/Teach\\_with\\_space3](https://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](https://esa.int/Applications/Observing_the_Earth/ESA_for_Earth)

Sentinel-3

[esa.int/Applications/Observing\\_the\\_Earth/Copernicus/Sentinel-3](https://esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-3)

Sentinel-6

[esa.int/Applications/Observing\\_the\\_Earth/Copernicus/Sentinel-6](https://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](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](http://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](https://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](https://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](https://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>