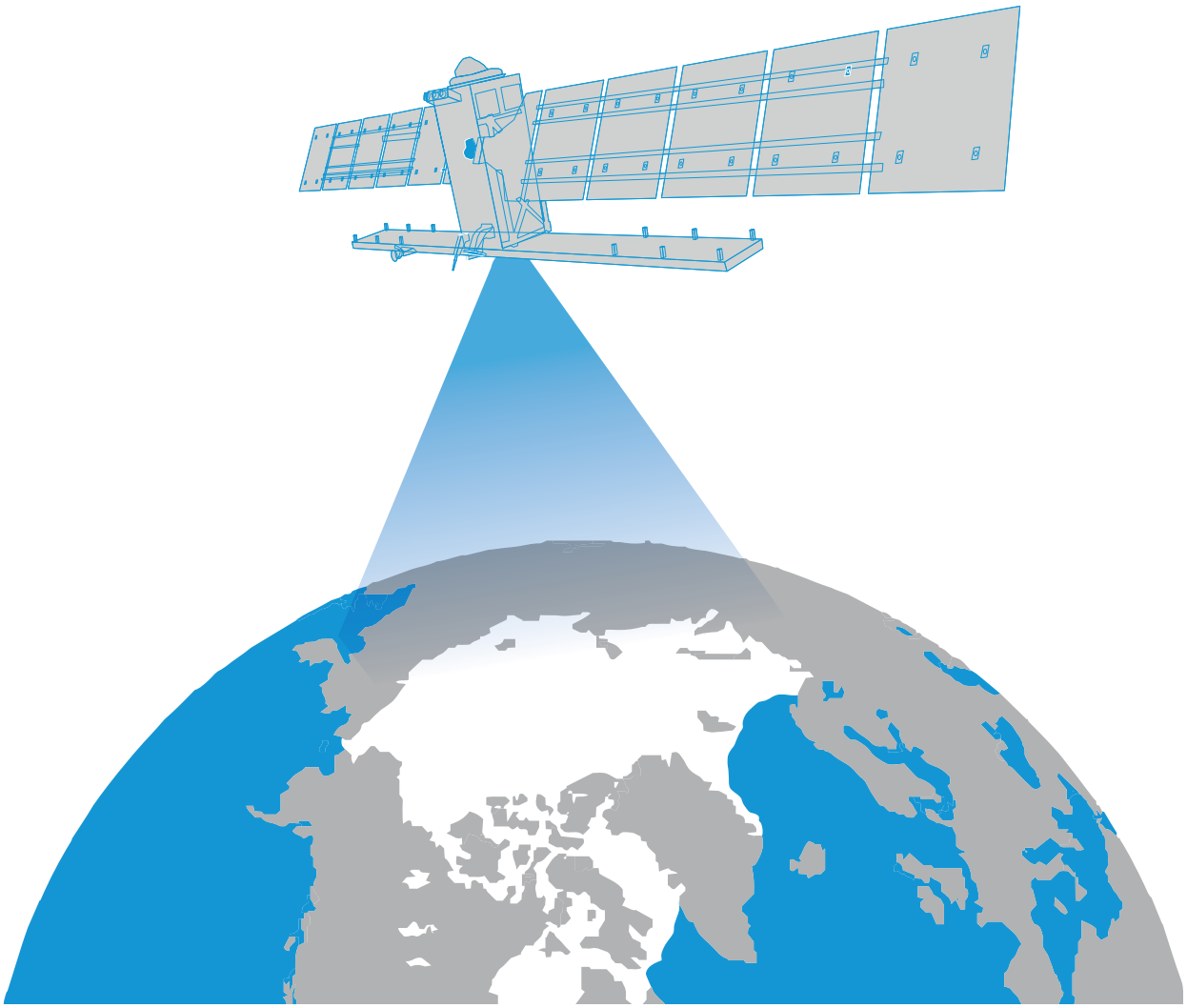
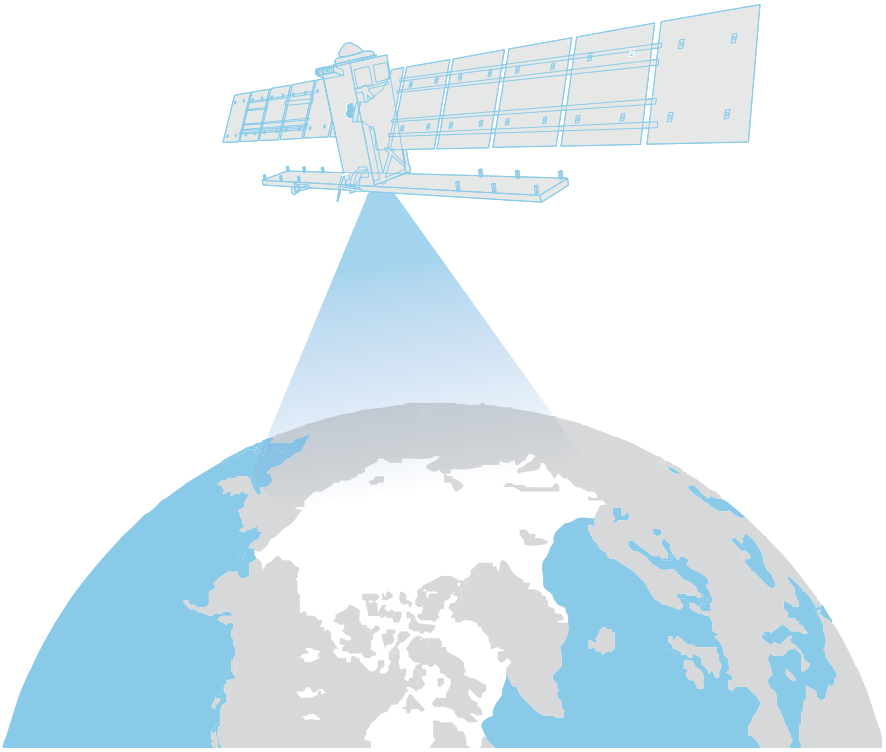
esa

teach with space

→ MEEREIS VOM WELTRAUM AUS

Das arktische Meereis und seine Verbindung zum Klima





Lehrer*innenteil

Eckdaten	Seite 3
Übersicht	Seite 4
Einleitung	Seite 5
Hintergrund	Seite 6
Aktivität 1: Wenn das Meer gefriert	Seite 8
Aktivität 2: Meereis heute	Seite 10
Aktivität 3: Meereis im Wandel der Jahreszeiten	Seite 11
Arbeitsblätter	Seite 12
Links	Seite 19
Annex	Seite 20

teach with space – Meereis vom Weltraum aus | G04
www.esa.int/education

Das ESA-Bildungsbüro begrüßt Feedback und Kommentare
teachers@esa.int

Eine Produktion der ESA Education in Zusammenarbeit mit Nordic ESERO, übersetzt von ESERO Austria.

Copyright 2020 © European Space Agency

→ MEEREIS VOM WELTRAUM AUS

Das arktische Meereis und seine Verbindung zum Klima

Eckdaten

Thema: Geographie, Naturwissenschaften

Altersbereich: 12-15 Jahre

Typ: Schüler*innenaktivität

Komplexität: einfach

Erforderliche Unterrichtszeit: 30 Minuten für jede Aktivität

Kosten: gering (0-10 Euro)

Ort: innen

Materialien: zwei 250-ml-Gläser oder Becher, Teelöffel, Tablett, Messbecher, Kochsalz, Lebensmittelfarbe, PC und Internetzugang

Schlagwörter: Erdbeobachtung, Meereis, Arktis, Klima, Klimawandel, Meeresspiegel, Geographie, Naturwissenschaft, Physik

Kurzbeschreibung

Hier untersuchen Schüler*innen das arktische Meereis. Zuerst finden sie heraus, was passiert, wenn das Meer einfriert. Anschließend verwenden sie Satelliten-bilder, um die Meereiskonzentration und -ausdehnung zu analysieren, und zu untersuchen, wie sich diese Parameter in den letzten Jahrzehnten verändert haben. Sie lernen, wo auf der Welt Meereis zu finden ist, und aktuelle sowie langfristige Satellitendaten zur Meereiskonzentration in der Arktis zu analysieren. Diese Aktivität beschäftigt sich mit einem der wichtigsten Indikatoren, den Wissenschaftler*innen zur Untersuchung des Klimawandels und dessen mögliche Folgen haben.

Lernziele

- Erfahren, was Meereis ist und wo es auf der Erde zu finden ist.
- Die Bedeutung von Meereis und seine Beziehung zum Klima der Erde verstehen.
- Verstehen, wie menschliche Handlungen und physikalische Prozesse interagieren, um Landschaften, Umgebungen und das Klima zu beeinflussen und zu verändern.
- Werkzeuge im Internet nutzen, um Satellitendaten zu sammeln und zu analysieren.
- Verstehen, wie Erdbeobachtungssatelliten eingesetzt werden können, um Meereis zu charakterisieren und zu überwachen.

→ Zusammenfassung der Aktivitäten

	Titel	Beschreibung	Ergebnis	Voraussetzungen	Zeit
1	Wenn das Meer gefriert	Vergleichen von Süßwassereis mit Meereis mithilfe eines Experiments.	Verstehen, was passiert, wenn Salzwasser gefriert, und die Bedeutung von Meereis.	Keine	30 Minuten
2	Meereis heute	Meereis weltweit und Analysen von aktuellen Satellitendaten zur Meereis-konzentration in der Arktis.	Wissen, wo auf der Erde wir Meereis finden können und wie man Satellitendaten zur Meereiskonzentration analysiert.	Kenntnisse über Meeres-strömungen sind wünschenswert	30 Minuten
3	Meereis im Wandel der Jahres-zeiten	Analyse von Langzeitdaten über Meereis.	Identifizierung von kurz- und lang-fristigen Trends, die helfen, Meereis zu charakterisieren und zu überwachen.	Aktivität 2	30 Minuten

→ MEEREIS VOM WELTRAUM AUS

Das arktische Meereis und seine Verbindung zum Klima

→ Einführung

Jedes Jahr bilden sich in den Polarmeeren riesige Mengen an Meereis, die dann schmelzen. Dieser saisonale Zyklus des Meereises ist eine der dynamischsten Komponenten des Klimasystems der Erde. Obwohl Meereis hauptsächlich in den Polarregionen vorkommt, beeinflusst es unser globales Klima. Meereis verändert das Reflexionsvermögen des Ozeans und wirkt als Barriere für den Austausch von Wärme und Feuchtigkeit zwischen dem Ozean und der Atmosphäre. Die saisonalen Veränderungen des polaren Meereises spielen auch eine wichtige Rolle für die globale Ozeanzirkulation. Wenn sich Eis bildet, nehmen der Salzgehalt und die Dichte des Oberflächenwassers zu. Kaltes, dichtes polares Wasser sinkt ab und bewegt sich entlang des Meeresbodens in Richtung Äquator, während warmes Wasser vom Äquator in Richtung der Pole wandert. Wenn das Eis schmilzt, strömt Süßwasser in den oberen Teil des Ozeans, wodurch der Salzgehalt und die Dichte des Wassers sinken und das leichtere, weniger dichte Wasser eine frische Schicht an der Oberfläche bildet.
Der jahreszeitliche Zyklus des Meereises beeinflusst nicht nur das Klima, sondern auch menschliche Aktivitäten wie die Schifffahrt und biologische Lebensräume. Das arktische Ökosystem beherbergt viele Organismen, von mikroskopisch kleinen Bakterien, Phytoplankton und Algen bis hin zu großen Tieren wie Eisbären und Robben, die für ihr Überleben auf das Meereis angewiesen sind.

Satelliten verschaffen uns einen einzigartigen Überblick über die Polarregionen und ermöglichen Messungen, die in solch feindlichen und abgelegenen Gebieten bisher nicht möglich waren. Zur Beobachtung und Überwachung von Meereis können verschiedene Arten von Sensoren eingesetzt werden, von optischen bis hin zu passiven Mikrowellen- oder Infrarotsensoren. Mehrere Missionen der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) haben das Meereis auf der Erde untersucht oder untersuchen es derzeit. Dazu gehören der ESA-Satellit CryoSat, eine Earth Explorer Mission, und die Copernicus Sentinels, eine Familie von Satelliten, die zur Überwachung unseres empfindlichen Planeten entwickelt wurden.

Abbildung 1

↑ Der ESA-Satellit Cryosat dient der Messung der Dicke des polaren Meereises und der Überwachung der Veränderungen der Eisschilde, die Grönland und die Antarktis bedecken.

Mit dieser Reihe von Aktivitäten und durch die Analyse echter Satellitendaten über die Meereiskonzentration in der Arktis werden die Schüler*innen angeregt, über die Bedeutung des Meereises nachzudenken und darüber, warum Wissenschaftler*innen es untersuchen. Die Schüler*innen werden verstehen, dass der Einfluss des Meereises auf die Erde global ist, auch wenn es nicht jeden von uns direkt betrifft.

→ Hintergrund

Was ist Meereis?

Meereis ist einfach gefrorenes Meerwasser. Im Gegensatz zu Eisbergen oder Gletschern, die an Land entstehen, bildet, wächst und schmilzt Meereis im Ozean. Die Bildung von Meereis ist ein komplexer Prozess, der von den grundlegenden Eigenschaften von Wasser und Eis beeinflusst wird. Der Salzgehalt des Wassers beeinflusst den Gefrierpunkt: je höher der Salzgehalt, desto niedriger der Gefrierpunkt.

Abbildung 2

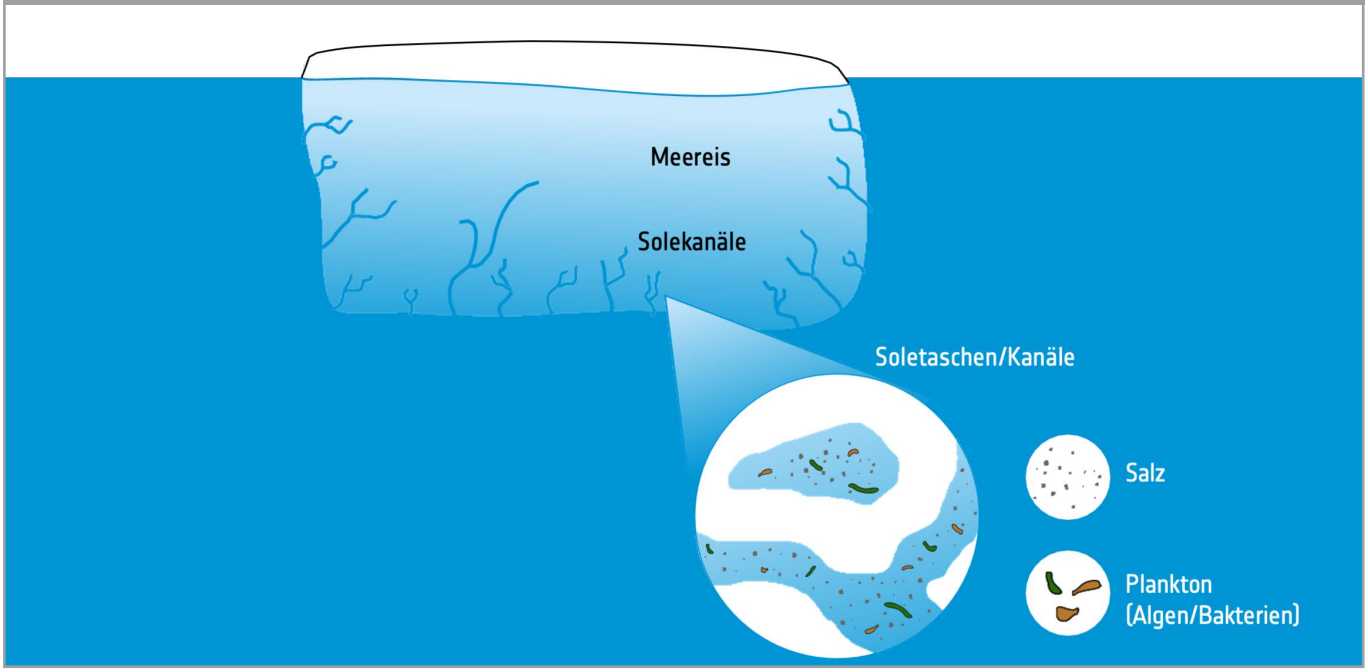
↑ Jedes Jahr bilden sich im Arktischen Ozean riesige Mengen von Eis, das auf der Meeresoberfläche schwimmt, und schmelzen dann wieder.

Lebensraum für mikroskopisches Leben

Meereis enthält nur wenig Salz, da das meiste davon bei der Bildung des Eises abgestoßen wird. Die Salzionen passen nicht in die Kristallstruktur des Wassereises, weshalb das Salz ausgestoßen wird. Das abgestoßene Salz wird entweder in das umgebende Wasser verdrängt oder in kleinen Taschen oder Kanälen zwischen den Eiskristallen eingeschlossen. Diese werden als Solen bezeichnet. Die hohe Salzkonzentration verhindert, dass die Solen gefrieren.

Die Solen im Meereis bestehen nicht nur aus Salz, sondern fangen auch Mikroorganismen wie Plankton ab. Durch verschiedene Prozesse werden Solen ausgewaschen, die es photosynthetischen Algen ermöglichen, auf dem Boden des Meereises zu wachsen. Die Algen dienen als Nahrung für kleine Tiere im Meer und sogar für Wale. Im Winter, wenn es in der Arktis kein Sonnenlicht gibt, sind die Organismen nicht aktiv. Im Frühjahr, wenn das Licht für die Photosynthese zur Verfügung steht, und im Sommer, wenn sich das Wasser erwärmt, schmilzt das Meereis und gibt Algenzellen und winzige Tiere zurück ins Meer, die dann als Nahrung für größere Tiere dienen.

Abbildung 3



↑ Solekanäle im Meereis bestehen aus einer sehr salzhaltigen Flüssigkeit und sind ein Mikrohabitat für Eisalgen.

Messungen des Meereises

Seit 1979 haben verschiedene Satelliten die Meereisbedeckung der Erde kontinuierlich aufgezeichnet. Die von den Satelliteninstrumenten gesammelten Daten werden in der Regel zu digitalen Bildelementen, den Pixeln, verarbeitet. Ein Pixel kann eine Fläche von 25 km x 25 km oder kleiner abdecken. Die Wissenschaftler*innen berechnen die Menge des Meereises in jedem Pixel.

Bei der Analyse von Daten über Meereis ist es wichtig zu verstehen, welche Messwerte verwendet werden. Die Meereisfläche ist die gemessene Fläche des Meereises innerhalb eines Pixels, die Meereiskonzentration ist der Prozentsatz des Pixels, der mit Eis bedeckt ist. Wenn zum Beispiel 62,5 km^2 eines 625 km^2 großen Pixels mit Eis bedeckt sind, beträgt die Meereiskonzentration 10 %. Viele Wissenschaftler*innen arbeiten mit einem anderen Wert, der Meereisausdehnung. Die Ausdehnung bestimmt, ob der gesamte Bildpunkt mit Eis bedeckt ist oder nicht, indem sie die folgende Regel anwendet: Wenn die Meereiskonzentration größer als 15 % ist, gibt es Meereis.

Tabelle 1

Meereismessungen für ein 25 km x 25 km großes Pixel			
Meereisfläche	12,5 km^2	100 km^2	562,5 km^2
Meereis-konzentration	2%	16%	90%
Meereis-ausdehnung	kein Meereis (da die Meereiskonzen-tration <15% beträgt)	625 km^2	625 km^2

↑ Tabelle 1: Zusammenfassung der verschiedenen Meereismessungen für ein Pixel, das eine Fläche von 25 km x 25 km darstellt. (Blau steht für Wasser und weiß für Meereis).

Wenn Wissenschaftler*innen beschließen, eine dieser Messungen zu verwenden, müssen sie verschiedene Aspekte berücksichtigen. Während die Fläche als das "korrekteste" Maß erscheinen mag, ist die Art und Weise, wie diese Daten erfasst werden, von Bedeutung. Die meisten Satellitendaten liefern den Wissenschaftler*innen Informationen über die Mischung der Oberflächenbedingungen, die innerhalb eines Bildpunktes auftreten. In den Monaten, in denen das Eis schmilzt, kann das Schmelzwasser auf dem Eis fälschlicherweise für offenes Wasser gehalten werden. Dies bedeutet, dass die Meereiskonzentration und der Anteil des mit Meereis bedeckten Ozeans unterschätzt werden können. In den Wintermonaten kann die Eiskonzentration überschätzt werden, da der Sensor in der Lage ist, kleine Risse oder Spuren im Meereis aufzulösen.

→ Aktivität 1 – Wenn das Meer gefriert

In dieser Aktivität lernen die Schüler*innen einige Eigenschaften von Meereis kennen, indem sie Eisblöcke aus Süß- und Salzwasser vergleichen.

Diese Tätigkeit muss an zwei Tagen durchgeführt werden, da das Wasser genügend Zeit zum Gefrieren braucht.

Material

- Arbeitsblatt für jede Gruppe
- Zwei 250-ml-Gläser oder Becher
- Teelöffel
- Tablett
- Messbecher
- Kochsalz
- Lebensmittelfarbe

Übung

Beginnen Sie die Aktivität, indem Sie die Schüler*innen fragen, ob sie wissen, was Meereis ist und warum sie denken, dass es wichtig ist, Meereis zu untersuchen. Diese Frage wird den Schüler*innen in der Diskussion über die Aktivität erneut gestellt.

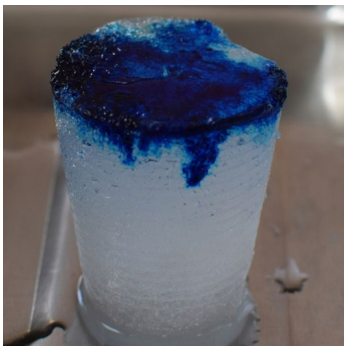
Die Schüler*innen untersuchen zwei Proben - eine aus Süßwasser und eine aus Salzwasser - und vergleichen die Unterschiede zwischen normalem Süßwassereis und Salzwassereis, indem sie ein paar Tropfen Lebensmittelfarbe auf jede Eisart geben.

Eine Anleitung für die Vorbereitung und die Übung finden Sie auf dem Arbeitsblatt für Schüler*innen. Die Lehrkräfte können die Aktivitäten 2 und 3 am selben Tag durchführen, an dem die Proben vorbereitet werden, und Aktivität 1 am zweiten Tag besprechen. Es ist auch möglich, Aufgabe 1 als Demonstration durchzuführen.

Plastikbecher sind möglicherweise einfacher zu verwenden, da die Schüler*innen den Becher aufschneiden können, um das Eis zu entfernen. Wenn wiederverwendbare Plastikgefäße oder Plastikbecher verwendet werden, müssen die Schüler*innen sie möglicherweise eine Weile in warmes Wasser stellen, um das Eis aus dem Gefäß zu lösen. Das Eis sollte auf Tabletts gelegt werden, um das Schmelzwasser aufzufangen.

Es ist möglich, die folgende praktische Übung zu erweitern, indem man eine weitere Probe aus mindestens 5 Teelöffeln Salz in 200 ml Süßwasser auflöst. Diese wird aufgrund der hohen Salzkonzentration nicht vollständig gefrieren und veranschaulicht, warum die Solen nicht gefrieren.

Ergebnisse

	Süßwassereis	Salzwassereis
Vor der Zugabe von Lebensmittelfarbe	Klar und weitgehend transparent	Neblige und poröse Struktur
Nach Zugabe von Lebensmittelfarbe	Die Lebensmittelfarbe dringt nicht in das Eis ein und läuft an der Seite des Eises herunter oder sammelt sich oben an	Lebensmittelfarbe dringt in den Eiswürfel ein und Kanäle werden sichtbar 

↑ Tabelle 2: Zusammenfassung der Ergebnisse

Diskussion

Die Schüler*innen sollten feststellen, dass Salzwassereis neblig erscheint, während Süßwassereis normalerweise klar ist. Nach dem Hinzufügen der Lebensmittelfarbe können die Schüler*innen die Kanäle (Solen) erkennen, die sich im Salzwassereis bilden.

Süßwasser- und Salzwassereis haben sehr unterschiedliche Strukturen. Wenn Süßwasser gefriert, ordnen sich die Wassermoleküle in einer sechseckigen Kristallstruktur an. Wenn das Wasser jedoch Salz enthält, passen die Salzionen nicht in die Kristallstruktur des Wassereises, weshalb das Salz ausgestoßen wird und sich in kleinen Taschen oder Kanälen konzentriert.

Die Schüler*innen sollten zu dem Schluss kommen, dass das Meereis eine grundlegende Rolle im polaren Ökosystem spielt, da es als Lebensraum für viele Organismen dient, von Mikroorganismen bis hin zu großen Tieren. Je nach Wissensstand der Schüler*innen können sie auch untersuchen, wie die Bildung von Meereis den Salzgehalt des umgebenden Wassers verändern kann, was sich wiederum auf die Meeresströmungen auswirken kann.

→ Aktivität 2 – Meereis heute

Bei dieser Aktivität lernen die Schüler*innen etwas über die globale Verteilung des Meereises. Sie werden auch aktuelle Satellitendaten über die Meereiskonzentration in der Arktis analysieren.

Material

- PC und Internetzugang
- Arbeitsblatt für jede Gruppe

Übung

Vor der Analyse der realen Daten besprechen die Schüler*innen ihre Erwartungen bezüglich der Gebiete, in denen sie Meereis auf der Nordhalbkugel erwarten. Zu diesem Zweck analysieren die Schüler*innen eine Karte der nördlichen Hemisphäre und geben die Gebiete an, in denen sie Meereis erwarten (Abbildung A2 auf dem Arbeitsblatt). Die Orte sind 1, 3, 4 und 8. Die anderen Gebiete werden vom Golfstrom beeinflusst, einer atlantischen Meeresströmung, die warmes Wasser nach Norden transportiert und das Gefrieren des Wassers verhindert. Je nach Wissensstand der Schülerinnen und Schüler kann die Ressource "Autobahnen der Weltmeere" (siehe Abschnitt Links) eine gute Grundlage für diese Untersuchung sein. In der südlichen Hemisphäre ist das Meereis um die Antarktis herum zu finden.

Auf der Website der Universität Bremen (Deutschland) (https://seaice.uni-bremen.de/sea-ice-concentration) können Studierende aktuelle Daten über die Meereiskonzentration in der Arktis finden. Die Daten stammen vom Advanced Microwave Scanning Radiometer 2 Instrument der JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency) an Bord des GCOM-W Satelliten.

Bei der Beschreibung der Meereiskonzentration sollten die Schüler*innen verstehen, dass eine Konzentration von 0 % auf ungefrorenes Wasser (offener Ozean) hinweist. Es gibt einen Bereich um den Nordpol, der vom Satelliten nicht erfasst wird, und es gibt keine Möglichkeit, die tatsächliche Konzentration in diesem Bereich zu bestimmen. Sie sollen zeigen, wo auf der Karte Meereis zu finden ist und aus der Legende ablesen, wie die Konzentration des Meereises verteilt ist und wie sie sich unterscheidet.

In der Rubrik Links finden Sie weitere Links zu Plattformen, die Zugang zu Meereisdaten bieten, darunter auch einige von ESA-Satelliten. Ein neuer Kandidat für die Copernicus Imaging Microwave Radiometer (CIMR)-Mission wird derzeit entwickelt, um in Zukunft kontinuierliche Messungen der Meereiskonzentration im Arktischen Ozean und im Südlichen Ozean um die Antarktis herum zu ermöglichen.

Die Schüler*innen sollten zu dem Schluss kommen, dass Satelliten für die Überwachung entlegener Orte, an denen wir normalerweise Meereis finden, äußerst nützlich sind. Die Lehrer*innen können mit älteren Schüler*innen einige der Eigenschaften des elektromagnetischen Spektrums und die verschiedenen Sensoren und Techniken, die Satelliten verwenden, besprechen. Die Radartechnologie ermöglicht es Satelliten beispielsweise, auch nachts und durch Wolken „hindurchzusehen“. Diese Fähigkeit ist für die Überwachung des Meereises sehr wichtig, wobei die polare Dunkelheit (lange Winter) und die Bewölkung in den Polarregionen berücksichtigt werden müssen.

→ Aktivität 3 – Meereis im Wandel der Jahreszeiten

In dieser Aktivität diskutieren die Schüler*innen ihre Erwartungen bezüglich der jahreszeitlichen Veränderungen des Meereises und analysieren langfristige Daten zur Meereisausdehnung.

Material

- Arbeitsblatt für jede Gruppe

Übung

Vor der Analyse der realen Daten diskutieren die Schüler*innen ihre Erwartungen. Sie sollten zu dem Schluss kommen, dass sie saisonale Veränderungen der Meereisausdehnung erwarten und dass es aufgrund der steigenden globalen Temperaturen zu einem Rückgang der Meereisausdehnung über mehrere Jahre kommen könnte.
Nach der Analyse aktueller Daten, die die Meereiswerte zeigen (Aktivität 2), untersuchen die Schüler*innen zunächst, wie sich die Meereisausdehnung im Laufe eines Jahres und dann über mehrere Jahre hinweg verändert. Lehrer*innen können monatliche Karten des Meereises unter https://climate.copernicus.eu/sea-ice finden und das Originalbild herunterladen.
Der Copernicus-Dienst der Europäischen Union zur Überwachung der Meeresumwelt (https://marine.copernicus.eu/access-data/ocean-monitoring-indicators) bietet ebenfalls Grafiken und Daten über die Ausdehnung des Meereises auf der nördlichen Hemisphäre für verschiedene Jahre. Lehrkräften wird empfohlen, die aktuellsten verfügbaren Daten herunterzuladen.
Die Grafiken im Anhang, die vom Copernicus Marine Service Information der Europäischen Union stammen, zeigen die mittlere Meereisausdehnung und den Trend auf der Nordhalbkugel zwischen 1993 und 2017 sowie die mittlere Meereisausdehnung auf der Nordhalbkugel für 2012, 2014 und für den Zeitraum 1993-2014.
Durch die Analyse der Grafiken im Anhang sollten die Schüler*innen zu dem Schluss kommen, dass die Ausdehnung des arktischen Meereises im Sommer im September ein Minimum und im Winter im März ein Maximum erreicht. Die Schüler*innen können auch feststellen, dass der langfristige Trend (Jahresmittelwert) über den Zeitraum 1993-2017 darauf hindeutet, dass die arktische Meereisausdehnung mit einer Rate von etwa 6 % pro Jahrzehnt abgenommen hat.

Es ist auch sehr wichtig, die Beziehung zwischen der globalen Erwärmung und dem Schmelzen von See- und Landeis sowie die Folgen zu verstehen. Dies ist eines der Ziele des Maßnahmenpakets "Der Treibhauseffekt und seine Folgen", in dem die globale Erwärmung und die Auswirkungen des schmelzenden See- und Landeises auf den Meeresspiegel und die Albedo im Detail untersucht werden (siehe Abschnitt Links).

Erweiterung - Debatte im Klassenzimmer: Die Folgen einer eisfreien Arktis

Als Erweiterung dieser Aktivität können die Schüler*innen über die Folgen eines eisfreien arktischen Ozeans und die Auswirkungen auf das Erdklima und die menschlichen Aktivitäten (z. B. globale Schifffahrtsrouten) diskutieren. Sie werden verschiedene Positionen aus wirtschaftlicher und ökologischer Sicht diskutieren.

Eine mögliche Schifffahrtsroute durch die Arktis führt zu einem schnelleren Transport von Waren zwischen Europa und Südostasien. Das hat verschiedene Auswirkungen: Eine kürzere Route kann als nachhaltiger angesehen werden, da weniger Treibstoff benötigt wird. Ein erhöhter Schiffsverkehr bedeutet jedoch mehr Schiffslärm oder mögliche Ölverschmutzungen, die die arktische Umwelt beeinträchtigen können. Und während Schiffsrouten im Sommer oft möglich sind, lassen sie sich aufgrund der jährlichen Veränderungen in der Arktis nicht zuverlässig planen.
Dies sind nur einige Punkte, die mit den Schüler*innen diskutiert werden können. Generell ist es wichtig zu bedenken, dass das Meereis eine Schlüsselrolle für das Klima der Erde spielt.

→ MEEREIS VOM WELTRAUM AUS

Das arktische Meereis und seine Verbindung zum Klima

→ Einführung

Die Arktis ist das nördlichste Gebiet der Erde. Im Arktischen Ozean sind die Gebiete die meiste Zeit des Jahres ganz oder teilweise von Meereis bedeckt, was es für Forscher und Wissenschaftler schwierig macht, das Gebiet zu Forschungszwecken zu erreichen. Seit 1979 wird das Meereis von Satelliten überwacht. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden verschiedene Technologien eingesetzt. Der Blick aus dem Weltraum auf die Arktis ermöglicht es uns, Messungen vorzunehmen und Veränderungen in Gebieten zu verfolgen, die früher nicht zugänglich waren.

Abbildung A1

↑ Dünnes Meereis in der Arktis

In dieser Reihe von Aktivitäten werdet ihr Satellitenbilder verwenden, um die Konzentration und Ausdehnung des Meereises zu analysieren und festzustellen, wie sich diese Parameter in den letzten Jahrzehnten dramatisch verändert haben. Auf diese Weise werdet ihr einen der wichtigsten Indikatoren analysieren, der Wissenschaftler*innen zur Verfügung steht, um den Klimawandel und seine möglichen Folgen zu untersuchen. Ihr werdet wie ein echter Klimawissenschaftler bzw. eine echte Klimawissenschaftlerin arbeiten!

Schon gewusst?

Etwa 12 % der Weltmeere sind von Meereis bedeckt. Obwohl Meereis hauptsächlich in den Polarregionen vorkommt, beeinflusst es unser globales Klima. Meereis verändert das Reflexionsvermögen des Ozeans und wirkt als Barriere für den Austausch von Wärme und Feuchtigkeit zwischen dem Ozean und der Atmosphäre. Meereis spielt auch eine wichtige Rolle bei der globalen Ozeanzirkulation. Veränderungen des Meereises sind eine der größten Herausforderungen für Wissenschaftler*innen, die versuchen, das sich verändernde Klima der Erde vorherzusagen.

→ Aktivität 1 – Wenn das Meer gefriert

In dieser Aktivität werdet ihr einige Eigenschaften von Meereis untersuchen, indem ihr Eisblöcke aus Süß- und Salzwasser vergleicht. Ihr werdet auch über die Bedeutung von Meereis diskutieren.

Material

- Zwei 250-mL-Gläser oder Tassen
- Kochsalz
- Teelöffel
- Lebensmittelfarbe
- Messbecher
- Tablett

Übung

Hinweis: Die Schritte 1 bis 4 sind am Vortag auszuführen.

1. Füllt jedes Gefäß mit etwa 200 mL Leitungswasser.
2. In eines der Gläser 1,5 Teelöffel Salz geben und umrühren, bis sich das Salz vollständig aufgelöst hat.
3. Beschriftet die Gläser.
4. Stellt sie über Nacht in den Gefrierschrank.
5. Nehmt die beiden Eisblöcke aus den Behältern und legt sie mit der Oberseite nach oben auf das Tablett. Beschreibt ihr Aussehen in Tabelle 1.
6. Was denkt ihr, wird passieren, wenn ihr Lebensmittelfarbe auf die Eisblöcke gebt? Wird sich die Lebensmittelfarbe auf beiden Blöcken gleich verhalten? Schreibt eure Vorhersage unten auf.

---

1. Gebt einige Tropfen Lebensmittelfarbe in den Block aus Süßwassereis und beobachtet, was passiert. Tragt eure Beobachtungen in Tabelle 1 ein.
2. Gebt einige Tropfen Lebensmittelfarbe in den Block aus Salzwassereis und beobachtet, was passiert. Trage eure Beobachtungen in Tabelle 1 ein.

	Süßwassereis	Salzwassereis
Vor der Zugabe von Lebensmittelfarbe		
Nach Zugabe von Lebensmittelfarbe		

↑ Tabelle 1: Zusammenfassung der Ergebnisse

Diskussion

1. Beschreibt und erklärt die Unterschiede zwischen den beiden Eisblöcken, bevor ihr Lebensmittelfarbe hinzufügt.

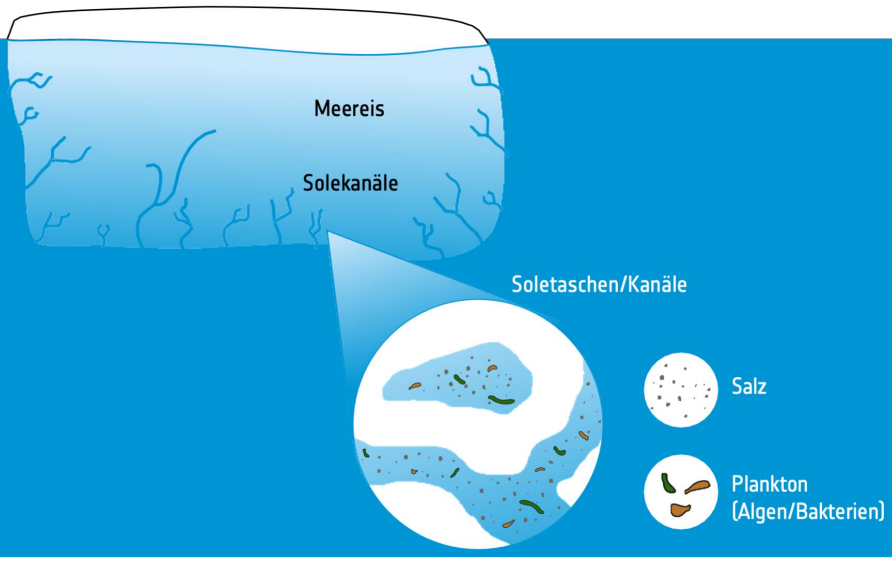
2. Beschreibt die Unterschiede zwischen den beiden Eisblöcken, nachdem die Lebensmittelfarbe hinzugefügt wurde. Stimmen die Ergebnisse mit eurer Vorhersage überein?

3. Versucht im Gespräch mit eurer Gruppe, die Unterschiede zu erklären, die nach der Zugabe der Lebensmittelfarbe beobachtet wird.

4. Warum ist es eurer Meinung nach wichtig, das Meereis zu untersuchen?

Schon gewusst?

Das in den Ozeanen gelöste Salz sammelt sich beim Gefrieren des Wassers in Taschen oder Kanälen an. Diese werden Solen genannt und bestehen aus Wasser mit einem so hohen Salzgehalt, dass es überhaupt nicht gefriert. Die Solen enthalten nicht nur Salz, sondern auch Leben! Mikroorganismen wie Algen oder Würmer leben im Meereis und sind ein sehr wichtiger Teil der marinen Nahrungskette. Wissenschaftler*innen untersuchen, wie Leben unter diesen extremen Bedingungen überleben kann, um nach außerirdischen Lebensräumen zu suchen, die das Potenzial haben, Leben zu beherbergen.



→ Aktivität 2 – Meereis heute

Bei dieser Aktivität lernt ihr, wo ihr auf der Welt Meereis finden könnt. Ihr werdet auch aktuelle Satellitendaten über die Meereiskonzentration in der Arktis analysieren.

Übung

1. Abbildung A2 zeigt einen Teil der nördlichen Hemisphäre. Gebt die Gebiete (Nummern 1 bis 8) an, in denen ihr Meereis erwarten würdet. Erklärt, warum.

Abbildung A2

↑ Wählt die Gebiete aus, in denen Meereis erwartet wird.

2. Meereis ist gefrorenes Meerwasser. Würdet ihr erwarten, dass Meereis auch auf der Südhalbkugel zu finden ist? Wenn ja, wo?

3. Ihr werdet nun die aktuelle Meereiskonzentration in der Arktis mit echten Satellitendaten analysieren. Geht dazu auf den folgenden Link der Universität Bremen, Deutschland: https://seaice.uni-bremen.de/sea-ice-concentration

   Um das Bild links zu vergrößern, klicke darauf. Die verschiedenen Farben zeigen unterschiedliche Konzentrationen an.

   Hinweis: Eine Konzentration von 100 % (weiße Flächen) bedeutet, dass dieses Gebiet vollständig mit Meereis bedeckt ist. Der nicht gefrorene Teil des Ozeans hat eine Konzentration von 0 % (violette Flächen).

   a. Bestimmt die Gebiete, in denen Meereis zu finden ist, und beschreibt die Meereiskonzentration.

   b. Identifiziert die Gebiete 2 und 3 aus Abbildung A2 auf dem Bild. Diese Gebiete sind etwa gleich weit vom Nordpol entfernt. Ist die Meereiskonzentration ähnlich? Wenn nicht, erklärt warum.

   c. Vergleich eure Erwartungen aus Frage 1 mit der Analyse der heutigen Eiskonzentration, die in Frage 3 durchgeführt wurde. Habt ihr Eis in den Bereichen gefunden, die ihr erwartet habt?

4. Warum ist es eurer Meinung nach wichtig, Satelliten zur Untersuchung des Meereises einzusetzen?

Schon gewusst?

Um sicherzustellen, dass die von den Satelliten gelieferten Daten genau sind, werden Messungen von Wissenschaftler*innen vor Ort durchgeführt, entweder an Land, auf See oder aus der Luft. Diese Kampagnen dienen der Validierung der Satellitendaten und werden auf der ganzen Welt durchgeführt – vom tropischen Regenwald bis zu den eisigen Regionen der Arktis und Antarktis. Auch bei der Entwicklung von Instrumenten, die von Satelliten getragen werden sollen, müssen die neuen Techniken getestet werden. Ihr könnt einige der ESA-Kampagnenteams bei der Durchführung einer Reihe von Feldexperimenten zur Unterstützung der ESA-Erdbeobachtungsmissionen und der Entwicklung neuer Instrumente verfolgen unter: http://blogs.esa.int/campaignearth

→ Aktivität 3 – Meereis im Wandel der Jahreszeiten

Seit mehr als drei Jahrzehnten wird das Meereis von Satelliten beobachtet. Wissenschaftler*innen analysieren diese Daten, um kurz- und langfristige Trends zu ermitteln, die dazu beitragen, das Meereis zu charakterisieren und zu überwachen. In dieser Aktivität werdet ihr langfristige Daten zur Meereisausdehnung analysieren und saisonale Veränderungen des Meereises diskutieren.

Übung

1. Bevor ihr mit der Analyse der Meereisdaten beginnt, besprecht eure Erwartungen in kleinen Gruppen:

   a. Erwartet ihr, dass sich die Meereisausdehnung innerhalb eines Jahres ändert? Warum?

   b. In welchem(n) Monat(en) erwartet ihr das wenigste und das meiste Meereis zu finden?

   c. Erwartet ihr, dass sich die Ausdehnung des Meereises im Laufe der Jahre ändern wird? Warum?

2. Analysiert und vergleicht nun die Veränderungen des Meereises in verschiedenen Monaten desselben Jahres. Beschreibt die Veränderung der Meereisausdehnung im Laufe eines Jahres. In welchem(n) Monat(en) findet ihr am wenigsten und am meisten Meereis?

3. Ihr werdet nun die mittlere jährliche Meereisausdehnung in verschiedenen Jahren analysieren und vergleichen. Beschreibt die mittlere jährliche Meereisausdehnung für verschiedene Jahre und vergleicht sie mit dem allgemeinen Trend.

4. Entspricht eure Analyse der saisonalen Veränderungen und der Veränderungen für verschiedene Jahre euren Erwartungen in Frage 1? Versucht, etwaige Unterschiede zu erklären.

Schon gewusst?

Der Meeresspiegel ist ein sehr empfindlicher Indikator für den Klimawandel. In Form von Eis trägt das Meereis bereits sein Volumen zu den Ozeanen bei. Wenn es schmilzt, vergrößert es also nicht das Volumen der Ozeane. Das schmelzende Meereis verändert jedoch den Salzgehalt der Ozeane, was sich auf die Meeresströmungen und damit auf das globale Klimasystem auswirkt. Schmelzendes Landeis, wie z. B. Gletscher und Eiskappen, trägt dagegen zum Volumen des Ozeans und zum Anstieg des Meeresspiegels bei. Mit dem Schwerpunkt auf die Ozeane kann der Copernicus-Satellit Sentinel-3 die Veränderungen des Meeresspiegels messen und überwachen. Diese Informationen sind für das Verständnis unseres Klimas und der Risiken für Küstengebiete, die durch den Anstieg des Meeresspiegels gefährdet sind, von wesentlicher Bedeutung.

→ Links

ESA Unterrichtsmaterial

ESA Unterrichtsmaterial - Die Autobahnen der Weltmeere
https://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Highways_of_the_Oceans_-_Sea_currents_and_the_connection_to_climate_TEACH_WITH_SPACE_G02

ESA Unterrichtsmaterial - Der Treibhauseffekt und seine Folgen
https://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/The_greenhouse_effect_and_its_consequences_-_Investigating_global_warming_Teach_with_space_G03

ESA Raumfahrtprojekte

Cryosat Mission
esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/CryoSat

Copernicus Sentinel-1
esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-1

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

Weitere Informationen

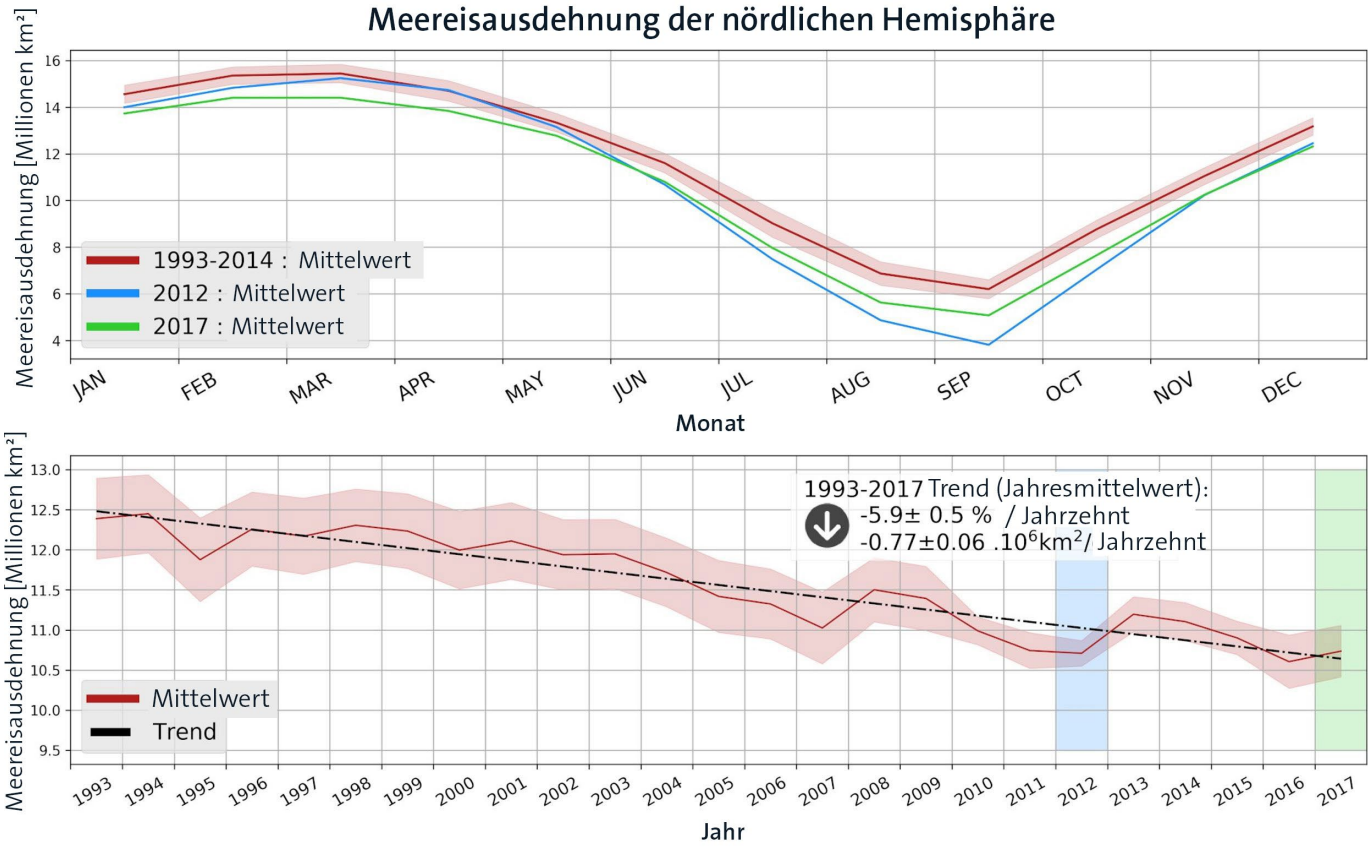
ESA app "Climate from Space"
esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Space_for_our_climate/Climate_at_your_fingertips

Meereisdaten, abgeleitet vom ESA-Satelliten SMOS und anderen
https://data.seaiceportal.de/relaunch/index.php?lang=de

Copernicus marine environment monitoring service
https://marine.copernicus.eu/de

Monthly sea ice maps from Copernicus Climate Change service
climate.copernicus.eu/sea-ice

Sea ice: an overview
metoffice.gov.uk/research/climate/cryosphere-oceans/sea-ice/overview

→ Anhang

Meereisausdehnung der nördlichen Hemisphäre
marine.copernicus.eu/science-learning/ocean-monitoring-indicators/catalogue