

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus: *Weltmeere im Klimawandel*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](https://www.school-scout.de)



VI.10

Unsere Umwelt

Weltmeere im Klimawandel – Mariner Kohlenstoffkreislauf im Fokus

Ein Beitrag von Theresa Abel und Dr. Monika Pohlmann



© Grzegorz Zdziarski/Stock/Getty Images Plus

Die Klimadebatte ist hochaktuell und seit Auftreten der Klimaaktivistin Greta Thunberg und der *Fridays-for-Future*-Bewegung besonders auch in das Bewusstsein der jungen Generation getreten. Dieses schüleraktivierende Material erweitert das Fachwissen zur Gefährdung des marinen Ökosystems durch den Klimawandel und fördert einen reflexiven Umgang im Sinne einer Bildung für nachhaltige Entwicklung. Die Lernenden erarbeiten auf Basis aktueller Forschungsdaten mithilfe von Schaubildern, Diagrammen und Tabellen das Abwandern mariner Fischarten, den marinen Kohlenstoffkreislauf und die Weltmeere als größten CO₂-Speicher. Methodische Schwerpunkte liegen auf der Förderung von Diagrammkompetenz und Textverständnis in kooperativen Lernarrangements.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:	9/10
Dauer:	5–8 Unterrichtsstunden
Kompetenzen:	Die Lernenden ... 1. wenden Modelle an, 2. werten Untersuchungen und Experimente aus, 3. zeichnen Daten und stellen diese dar, 4. kooperieren und arbeiten im Team, 5. argumentieren und beziehen Position.
Thematische Bereiche:	Ökosysteme der Weltmeere, Folgen des Klimawandels auf den marinen Kohlenstoffkreislauf und ausgewählte Lebewesen
Medien	Diagramm, Lernkarte, Text, Tabelle, Skizze, Video

Rund um die Reihe

Warum wir das Thema behandeln

Seit Auftreten der Klimaaktivistin Greta Thunberg und der *Fridays-for-Future*-Bewegung ist der Klimawandel stark in das Bewusstsein der jungen Generation getreten. Das Thema knüpft an das Inhaltsfeld Ökosysteme und ihre Veränderungen mit den beiden inhaltlichen Themenschwerpunkten Energiefluss und Stoffkreisläufe und die Anthropogene Einwirkungen auf Ökosysteme an. Als Umsetzung dient das Ökosystem im Wandel und das Leben im Gewässer.

Was Sie zum Thema wissen müssen

Geografie der Ozeane

Die Erde, der Blaue Planet, ist zu 71 % von Wasser bedeckt. Diese Lerneinheit orientiert sich am Weltatlas von Diercke, der eine geografische Einteilung in die drei großen Ozeane Pazifik, Atlantik und Indik sowie in das kleinere Nord- und Südpolarmeer und das Mittelmeer vorsieht. Das Nordpolarmeer kann als Arktischer Ozean und das Südpolarmeer als Antarktischer Ozean ebenso zu den Ozeanen gezählt werden. Das vorliegende Unterrichtsmaterial fokussiert auf diese fünf Ozeane und lässt das Mittelmeer aufgrund seiner geringeren Größe außer Acht.

Der globale Kreislauf des Elements Kohlenstoff

Verschiedene Teilsysteme der Erde wie die Atmosphäre, Biosphäre, Hydrosphäre und Lithosphäre stehen in ständigem Austausch von kohlenstoffhaltigen Verbindungen. Kohlendioxid (CO_2) gelangt entweder auf natürliche Weise, z. B. durch Vulkane und Buschfeuer, oder durch den Menschen, z. B. durch Verbrennung fossiler Energieträger, in die Atmosphäre. Sowohl Landpflanzen als auch marines Phytoplankton nutzen CO_2 zum Aufbau von Zucker in der Fotosynthese. Pflanzliche Biomasse dient den Konsumenten als Nahrung. Diese geben wie terrestrische und aquatische Pflanzen fixierten Kohlenstoff als CO_2 bei der Atmung wieder an die Atmosphäre bzw. das Wasser ab. Ist der CO_2 -Partialdruck der Atmosphäre höher als der im Oberflächenwasser eines Ozeans, löst sich CO_2 als Gas im Meerwasser. Nur ein geringer Teil des in Biomasse fixierten Kohlenstoffs gelangt als Detritus, als Rest abgestorbener Pflanzen und Tiere, in die tieferen Schichten des Ozeans und wird dort wieder von Konsumenten aufgenommen. Kalkbildende Organismen wandeln das im Wasser gelöste CO_2 in Calciumcarbonat, CaCO_3 , um und entziehen dem Kreislauf damit den Kohlenstoff. Die kalkhaltigen Gehäuse abgestorbener Lebewesen sinken auf den Meeresboden und bilden dort Sedimente aus CaCO_3 . Bei hohem Wasserdruck wird aus diesen Ablagerungen fester Kalkstein. Das Element Kohlenstoff wechselt damit in Form seiner Verbindungen ausgehend von der Atmosphäre in die Hydrosphäre, von dort in die Biosphäre und dann in die Lithosphäre. In der Lithosphäre kann der Kohlenstoff über sehr lange Zeiträume dem Kohlenstoffkreislauf entzogen werden.

Natürlicher und anthropogener Treibhauseffekt

Ohne den natürlichen Treibhauseffekt würde die mittlere Erdtemperatur -18 °C betragen. **Treibhausgase** wie Wasserdampf, Kohlenstoffdioxid, Methan und Stickstoffoxide sind natürliche Bestandteile des Gasmantels der Erde. Ähnlich den physikalischen Prozessen, die in einem Treibhaus aus Glas ablaufen, in das Sonnenstrahlung zwar hineingelassen wird, die Wärme das Treibhaus aber größtenteils nicht wieder verlassen kann, absorbieren Treibhausgase die von der Erde abgestrahlte Wärme und reflektieren sie, sodass ein Teil wieder zur Erde zurückgestrahlt wird. Infolgedessen erwärmt sich die Erdoberfläche, da die aufgenommene Wärmestrahlung nicht in den Kosmos abgegeben werden kann. Zusätzlich zu diesem natürlichen Treibhauseffekt verstärkt der Mensch den Prozess der Erderwärmung, indem er die Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre er-

höht. Dies geschieht vor allem durch die Verbrennung fossiler Energieträger wie Kohle, Erdöl oder Erdgas, wodurch beträchtliche CO_2 -Mengen direkt in die Atmosphäre gelangen. Aber auch indirekt wird die CO_2 -Konzentration der Erdatmosphäre erhöht. Schwinden die CO_2 -bindenden Regenwälder wegen veränderter Landnutzung, z. B. für Viehherden oder den Anbau von Monokulturen, verbleibt entsprechend mehr Klimagas in der Atmosphäre.

Ozeane als Wärme- und CO_2 -Speicher

Die Ozeane spielen für das Klima eine entscheidende Rolle. Im Zeitraum von 1970–2010 speicherten sie 90 % der durch Treibhausgasemissionen zusätzlich entstandenen Wärme. Zudem stellen die Weltmeere vor der Atmosphäre und Landbiosphäre das größte Kohlenstoffreservoir dar. Die hohe Aufnahmekapazität von Wasser für Kohlenstoff liegt daran, dass CO_2 mit Wassermolekülen (H_2O) reagiert und in Teilreaktionen in Kohlensäure (H_2CO_3), Hydrogencarbonat-Ionen (HCO_3^-) und Carbonat-Ionen (CO_3^{2-}) überführt werden kann. Die Weltmeere werden aufgrund der Fähigkeit, große Mengen an Kohlenstoff zu speichern, auch als Kohlenstoffsенke bezeichnet. Jedoch wird die Kapazität der Weltmeere, CO_2 zu speichern, nicht voll ausgeschöpft, da sich das Oberflächenwasser nur sehr langsam mit dem Wasser in der Tiefsee durchmischt. Das CO_2 kann folglich nicht so schnell vom Wasserkörper aufgenommen werden, wie es in die Atmosphäre gelangt. Es wird daher mehrere Jahrhunderte dauern, bis sich ein neues Gleichgewicht im Kohlenstoffkreislauf zwischen der Atmosphäre und der Hydrosphäre eingestellt hat.

Wirkung des Klimawandels auf die Weltmeere

Der Anstieg der CO_2 -Konzentration und die Erderwärmung wirken sich auch auf die Meere aus. Die Löslichkeit von Gasen in Wasser nimmt mit steigender Temperatur ab. Seit 1970 haben sich die Ozeane kontinuierlich erwärmt und bereits seit den 1960er-Jahren hat der **Sauerstoffgehalt** (O_2) in ihnen um etwa 2 % abgenommen. Folge ist eine Veränderung der Zusammensetzung von Fischarten in verschiedenen Meeresgebieten.

Mit der Aufnahme von gasförmigem Kohlenstoffdioxid und der damit verbundenen Bildung von Kohlensäure (H_2CO_3) versauern die Ozeane, der pH-Wert des Meerwassers sinkt. Unter der Ozeanversauerung leiden besonders kalkbildende Organismen. Ein niedrigerer pH-Wert beeinträchtigt den physiologischen Aufbau der Kalkschale und begünstigt die Auflösung des Kalks. Die Umkehrung dieser Reaktion ist die Bildung von Kalk, wobei gleichzeitig wieder Kohlenstoffdioxid und Wasser entstehen. Die Bildung von schwer löslichem Kalk oder leicht löslichem Hydrogencarbonat hängt damit vom pH-Wert des Wassers ab. Je saurer das Milieu, umso besser löst sich Kalk auf.

Vorschläge für die Unterrichtsgestaltung

Die Aufgaben folgen den Prinzipien des **kooperativen Lernens**. Das Fachwissen wird zunächst in selbstständiger Einzelarbeit erworben, mit einem Lernpartner, einer Lernpartnerin oder in der Gruppe besprochen, um dann im Plenum präsentiert zu werden.

Im Sinne einer **Bildung für nachhaltige Entwicklung** (BNE) werden die Lernenden zu einem bewussten Umwelthandeln angeleitet, welches gleichermaßen auf emotionale Berührung und fundiertes Sachwissen baut. Die Lernenden werden befähigt, kompetent am gesellschaftlichen Diskurs zum Klimawandel teilzunehmen. In besonderer Weise steht die Förderung von Teilkompetenzen der Diagrammkompetenz methodisch im Mittelpunkt. Die schulische Bildung in Naturwissenschaften fordert den richtigen Umgang mit Diagrammen, damit wissenschaftliche Daten korrekt ausgewertet und interpretiert werden können. Die Modellierung der **Diagrammkompetenz** nach Lachmayer (2007, 2008) unterscheidet die Teilkompetenzen Informationsentnahme, Konstruktion und Integration. Die Informationsentnahme erfolgt über das Identifizieren und Ablesen der Daten. Beim Identi-

fizieren überblickt der Lernende zunächst die grundsätzliche Struktur des Diagramms. Dazu gehören das Erkennen von Zusammenhängen, die Zuordnung der Variablen zu den Achsen, die Zuordnung von Datenreihen zu Symbolen sowie das Beachten der Skalierung. Beim Ablesen muss die inhaltliche Verknüpfung der Variablen zueinander erfolgen. Bei der Konstruktion eines Diagramms wird ein Rahmen aufgebaut und die Daten müssen eingetragen werden. In dieser Unterrichtssequenz erwerben die Lernenden systematisch Kompetenzen für den Umgang mit diskontinuierlichen Texten, wie sie Diagramme darstellen. So stellen sie mithilfe von Messdaten selbsttätig Diagramme her. Beim Aufbau des Rahmens wählen sie den passenden Diagrammtyp aus, ordnen Variablen den Achsen zu, beschriften Achsen und zeichnen Skalen ein. Die Integration vereint die beiden Hauptkategorien der Diagrammkompetenz. Die Aufgaben zu den kontinuierlichen und diskontinuierlichen Texten sind sprachsensibel gestaltet. Der Einbezug von **Lesestrategien** erleichtert das Textverständnis.

Voraussetzungen der Lerngruppe

Es werden grundlegende Kenntnisse zum Zusammenhang von Fotosynthese und Atmung erwartet, die bereits den Kreislauf des Elementes Kohlenstoff in der Biosphäre implizieren. Ebenso wichtig ist Wissen zu grundlegenden Fachbegriffen und Konzepten der Ökologie, wie Ökosystem, Biozönose und Biotop, ökologische Nische, Produzent, Konsument und Destruent sowie Toleranzbereich, Optimum und Minimum. Das bereits angelegte Fachwissen erleichtert die Erweiterung der Kompetenzen mit Blick auf den marinen Kohlenstoffkreislauf als Teil des globalen Systems. Physikalisches Basiswissen zur Löslichkeit von Gasen in Wasser wird vorausgesetzt, genauso wie einfache Chemiekennnisse über Säuren und deren Messung mit dem pH-Wert.

Aufbau der Reihe

In **der ersten Stunde** steigen die Schülerinnen und Schüler in den Lernkontext ein, indem sie in die Rolle des die gesamte Unterrichtseinheit begleitenden Meeresforschers Jonas Bob schlüpfen. Dabei werten sie problemorientiert an einem aktuellen Forschungsfallbeispiel ein komplexes Diagramm (**M 1**) aus. Den Lernenden wird dabei bewusst, dass der Klimawandel zu einer Veränderung der Verteilung der Fischarten im Ozean führen wird, und damit die Fischbiozönosen einem großen Wandel unterworfen sein werden. Der Lernkontext zeigt auch, dass manche Fischarten die Veränderungen des Lebensraumes, ihrer angestammten ökologischen Nische, nicht verkraften werden, nicht in andere Habitate ausweichen können und daher wahrscheinlich aussterben. Weiterhin deutet die unterschiedliche Größe der Individuen einzelner Fischpopulationen darauf hin, dass veränderte Umweltbedingungen selektierend, z. B. auf die Körpergröße, wirken, und charakteristische Merkmale einer Art einem Wandel unterliegen können. Über das Fachwissen hinaus erwerben die Lernenden grundlegende Fähigkeiten in der Arbeit mit Diagrammen, die sie in der Checkliste **M 1a** als Überblick zu konkreten Schritten bei der Beschreibung und Deutung von Diagrammen festhalten. Der Einstieg mit dem Diagramm kann der Lernstandserhebung dienen, um bereits verfügbare Fähigkeiten der Lernenden im Umgang mit Diagrammen zu diagnostizieren. Die Arbeit mit der Checkliste dient einer ersten reflexiven Auseinandersetzung im Umgang mit Diagrammen und stellt damit ein unterstützendes Hilfsmittel für die weitere Arbeit mit diskontinuierlichen Texten dar.

In der **zweiten und dritten Unterrichtsstunde** erwerben die Lernenden mit **M 2** Fachwissen zur geografischen Lage der großen Ozeane und ihrer Rolle als Wärmespeicher. In **M 3** lernen sie die wissenschaftliche Methode eines Argo-Forschungsroboters zur Messung der Temperatur in den verschiedenen Tiefen der Ozeane kennen und erstellen datenbasiert selbstständig ein Diagramm zum Temperaturprofil des globalen Ozeans in Relation zu einem Referenzzeitraum. Der Diagrammtyp kann frei gewählt oder vorgegeben werden. Der Einsatz verschiedener Diagrammtypen bietet die Chance, einen Vergleich über Vorteile und Nachteile verschiedener Diagrammtypen anzustellen.

Diese Vorgehensweise würde das Reflexionsniveau der Schülerinnen und Schüler zusätzlich anheben. Zu beachten ist, dass die Zeichnung idealerweise auf kariertem Papier oder Millimeterpapier erfolgen sollte. Um ihren individuellen Lernerfolg zu prüfen, werten die Schülerinnen und Schüler, jeder für sich, in Stillarbeit den Sachtext und das Diagramm zur temperaturabhängigen Sauerstoffsättigung von Wasser aus. Mit dem Material wird einerseits die abnehmende Löslichkeit für Gase bei steigender Wassertemperatur verdeutlicht, andererseits werden mit dem Diagramm die physikalischen Daten in Beziehung zur biologischen Bedeutung der Sauerstofflöslichkeit von Wasser gebracht. Die Schülerinnen und Schüler werden auf anspruchsvolle Weise herausgefordert, diese Verknüpfungen selbstständig zu entdecken und zu kommunizieren. Die Schülerinnen und Schüler stellen einen Bezug zwischen den sich dynamisch verändernden physikalischen Messwerten zum Sauerstoffgehalt des Meeres und dem Sauerstoffminimum innerhalb der ökologischen Potenz von Fischen her. Sie erkennen, dass physikalische Messdaten für Lebewesen abiotische Umweltfaktoren darstellen, die Teil der Ansprüche an die jeweilige ökologische Nische sind. Eine zu gravierende Veränderung von Umweltfaktoren kann die Überlebensfähigkeit einer Art, je nach ökologischer Potenz, schmälern oder gänzlich unterbinden.

In der **zweiten und dritten Unterrichtsstunde** bestimmen die Lernenden ihr eigenes Kompetenzniveau und kontrollieren ihren weiteren Lernprozess zielorientiert. Dazu dient die Gestaltung einer Lernlandkarte **M 4** anhand der Ich-Kompetenzen aus **M 4a**. Die Lehrperson sollte darauf hinweisen, dass die Lernlandkarten in Einzelarbeit zu erstellen sind. Die reflexive Auseinandersetzung mit dem eigenen Lernfortschritt ist für Lernende kognitiv sehr anspruchsvoll. Reflexionsgespräche mit Mitschülerinnen und Mitschülern und der Lehrperson auf Basis einer Lernlandkarte können einen wertvollen Beitrag leisten, Stärken hervorzuheben, Schwierigkeiten aufzudecken, Lernprozesse zu überdenken und Strategien für den weiteren Kompetenzerwerb aufzuzeigen.

In **M 5** wird der marine Kohlenstoffkreislauf als Teil des globalen Kohlenstoffkreislaufs in den Fokus gerückt. Hier aktivieren die Schülerinnen und Schüler mithilfe der Placemat-Methode ihr Vorwissen zum Klimawandel, tauschen sich aus und erarbeiten darauf aufbauend die Zunahme des atmosphärischen CO₂-Gehalts in nachindustrieller Zeit über weitere Formen der Datenpräsentation. Sie beschreiben und erläutern, unterstützt durch bildliche Darstellungen und neue Medien, wie ein Erklärvideo, den globalen Kohlenstoffkreislauf. Im Anschluss erarbeiten sie die Rolle des Menschen, der durch den massiven Treibhausgasausstoß den globalen Kohlenstoffkreislauf auf gefährliche Weise verändert.

In der **sechsten Unterrichtsstunde** erarbeiten die Lernenden die Bedeutung des marinen Kohlenstoffkreislaufs. Sie erfassen auf Basis der Textbearbeitung **M 6** die Bedeutung der Weltmeere als größten CO₂-Speicher der Erde, übertragen Aussagen des kontinuierlichen Sachtextes in die diskontinuierliche Darstellungsform eines Säulendiagramms und werten dieses aus. Der Wechsel der Repräsentationsebenen führt zu einer intensiven Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand und fördert die Behaltensleistung. Ein selbstständig erstelltes Schema zum marinen Kohlenstoffkreislauf lässt Raum für unterschiedliche Lösungen.

In der **siebten und letzten Unterrichtsstunde** werden in **M 7** die Folgen der aktuellen Versauerung der Weltmeere am konkreten Beispiel der Kalkalge *Emiliana huxleyi* erarbeitet. Die Versauerung steht exemplarisch für andere biochemische Veränderungen der Weltmeere, die der Klimawechsel bewirkt. Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten die Arbeitsaufträge kooperativ und präsentieren im Anschluss ihre Ergebnisse im Plenum. Die Lernenden sollten vorab Gütekriterien für einen Vortrag kennen. Bei Bedarf kann eine Checkliste zur Wiederholung eingesetzt werden.

Hinweis: <https://raabe.click/OzeanExperimente>: Spannende Experimente zur Ozeanversauerung, die alternativ zur Textbearbeitung verwendet werden können.

Eine Ich-kann-Liste **M 8** zum Abschluss dient der eigenständigen Reflexion erworbener Kompe-



tenzen. Eine zusätzlich durchgeführte Peer-Kontrolle erhöht durch das Feedback die Reflexion und macht durch den versprachlichten Austausch eine tiefere Durchdringung der fachlichen und methodischen Unterrichtsgegenstände möglich. Bei Zeitmangel kann die Ich-Kompetenzliste auch als Hausaufgabe vergeben werden. Die Lehrperson kann nach der Bearbeitung beratend und unterstützend Probleme diagnostizieren und weitere Lernwege aufzeigen.

Tipps zur Differenzierung

Tippkarten und Infoboxen ermöglichen Binnendifferenzierung.

Mediathek

Bücher

- ▶ Bosch, T., Matthiessen, B., Colijn, F., Melzner, F., Ebinghaus, R., Oschlies, A., Weinberger, F.: Mit den Meeren leben (World Ocean Review 1). Hamburg 2010.
Der *World Ocean Review* behandelt verschiedene Themen zu Weltmeeren im Klimawandel.
- ▶ Körtzinger, A. & Wallace, D. W. R.: Der globale Kohlenstoffkreislauf und seine anthropogene Störung – eine Betrachtung aus mariner Perspektive. *Promet* 2002 (28), S. 64–70.
Dieser Beitrag beschreibt den globalen Kohlenstoffkreislauf und wie er durch die Einwirkung des Menschen in ein Ungleichgewicht gebracht wird.
- ▶ Latif, Mojib: Die Ozeane im Klimawandel: Mayday! *Politische Ökologie* 2016 (145), S. 27. Der Autor beschreibt Auswirkungen des Klimawandels auf die Weltmeere.
- ▶ Lotze, Heike K. u. a.: Die Meeresfischerei der Zukunft, in: Lozan, J. L., Breckle, S.-W., Müller, R. & Rachor, E. (Hrsg.): Warnsignal Klima: Die Biodiversität. Verlag wissenschaftliche Auswertungen. Hamburg (2016). S. 284–291.
Dieser Beitrag liefert einen Vorausblick auf zu erwartende Änderungen der Fischbestände aufgrund des Klimawandels und ihre Auswirkungen auf die Fischerei.
- ▶ Meyer, Markus, Meyer, Mariola & Jansen, Christian: Unterrichten mit Lernlandkarten. Beltz. Weinheim 2018.
Das Werk dient als theoretische Grundlage der Erstellung der Lernlandkarten und bietet weitere spannende Möglichkeiten zum Einsatz dieser Methode.
- ▶ Frölicher, Thomas: Hitzewellen im Ozean: Die unterschätzte Gefahr. *Physik in unserer Zeit* 2019 (50), S. 64–70.
Dieser Beitrag beschreibt das häufigere Auftreten mariner Hitzewellen und stellt die Funktion einer Argo-Messboje vor.
- ▶ Pohlmann, M., Stehen-Hansen, J. (2017). Aktuelle Aufgabendidaktik im naturwissenschaftlichen Unterricht – am Beispiel des Faches Biologie. In: Seminar: Didaktik und Methodik der Fächer – aktuelle Entwicklungen, 4, 67–82.
- ▶ Schmiemann, Philipp: Daten und Schemata interpretieren, in: Spörhase, U. & Ruppert, W. (Hrsg.): *Biologie Methodik*. Cornelsen. Berlin 2012. S. 110–114.
Anleitung mit drei Schritten, Leitfragen und Formulierungshilfen zum Umgang mit Diagrammen. Quelle zum Infotext „Wie gehe ich mit Diagrammen um?“ und der Checkliste.
- ▶ Lachmayer, S., Nerdel, C. & Prechtel, H. (2007). Modellierung kognitiver Fähigkeiten beim Umgang mit Diagrammen im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften (ZfDN)*, 13, S. 145–160.

Zeitschriften

- ▶ Stramma, Lothar: Beobachtete Sauerstoffänderungen im heutigen Ozean, in: Soria-Dengg, S.: Sauerstoff im Ozean: Experimente für die Schule. Kiel (2019). S. 21–46.
Vielzahl an Experimenten rund um Sauerstoff im Ozean. Verschiedene Experimente zur Löslichkeit des Sauerstoffs in Wasser in Abhängigkeit von der Temperatur und dem Partialdruck können alternativ oder ergänzend zur Textdarstellung im Gruppenpuzzle gewählt werden.

Film

- ▶ Original Videolink zum Shortlink in **M 5**: <https://www.youtube.com/watch?v=KX0mpvA0g0c>

Internetadressen

- ▶ <https://www.babelsberger-filmgymnasium.de/attachment/module/10392/Leitfaden%20zur%20Diagrammbeschreibung.pdf>. Leitfaden zur Diagrammbeschreibung.
- ▶ <https://www.eskp.de/grundlagen/klimawandel/messsonden-im-meer-935146/>.
Erklärung zu Messsonden zur Erfassung der Temperatur, des Salzgehaltes und des Druckes.
- ▶ <https://argo.ucsd.edu/about/observing-system/>.
Informationen zum internationalen Forschungsprogramm der ARGO.
- ▶ <https://www.ncdc.noaa.gov/cag/global/time-series/globe/ocean/12/11/1959-2020?filter=true&filterType=binomial>.
Daten zum Temperaturanstieg der Weltmeere im Vergleich zur Referenzperiode 1901–2000.
- ▶ <https://www.deutsches-klima-konsortium.de/de/klimafaq-6-2.html>.
Erklärung zum globalen Kohlenstoffkreislauf.
- ▶ <https://www.deutsches-klima-konsortium.de/de/klimafaq-3-3.html>.
Erklärung zur Ozeanversauerung infolge des anthropogenen Klimawandels.
- ▶ <https://www.awi.de/im-fokus/ozeanversauerung/ozeanversauerung-der-boese-zwilling-der-kli-maerwaermung.html>. Quelle zum Infotext zu *Emiliana huxleyi* in **M 7**.
- ▶ https://www.awi.de/fileadmin/user_upload/AWI/Im_Fokus/Meereis/Downloads_FactSheets/Factsheet_Allgemein_20140306_final.pdf. Fact-Sheet vom Alfred-Wegener-Institut, das einen Überblick über die Auswirkungen des Klimawandels auf die Ozeane bietet.

Auf einen Blick

Ab = Arbeitsblatt, Tk = Tippkarte, Tx = Infotext

1. Stunde

Thema: Ankommen im Lernkontext, Umgang mit Diagrammen

M 1 (Ab)

Wie reagieren Fische auf den Klimawandel?

M 1a (Ab)

Schritte der Diagrammbearbeitung im Überblick

Benötigt:

Schere, Klebstoff

2./3. Stunde

Thema: Geografische Lage und Erwärmung der Weltmeere

M 2 (Ab)

Die Weltmeere

M 2a (Tk)

Infokarten zur geografischen Lage der Weltmeere

M 3(Tx)

Die Weltmeere als Wärmespeicher

Benötigt:

kariertes Papier/Millimeterpapier

4./5. Stunde

Thema: Eigenes Kompetenzniveau bestimmen, weiteren Lernprozess zielorientiert kontrollieren, globalen Kohlenstoffkreislauf beschreiben

M 4 (Ab)

Lernlandkarten anlegen und nutzen

M 4a (Ab)

Ich-kann-Kompetenzen zur Arbeit mit Diagrammen

M 5 (Ab)

Der Kohlenstoffkreislauf in Zeiten des Klimawandels

Benötigt:

Smartphones/Tablets, Internetverbindung, Lineal/Geodreieck, Bleistifte, weiße Papierbögen, kariertes Papier/Millimeterpapier

DIN-A3- oder DIN-A4-Papierbögen, Schere, Klebstoff, evtl. Buntstifte

6. Stunde

Thema: Bedeutung des marinen Kohlenstoffkreislaufs

M 6 (Ab, Tx)

Der marine Kohlenstoffkreislauf – Weltmeere als Kohlenstoffsенке

Benötigt:

Lineal/Geodreieck, Bleistifte, weiße Papierbögen, kariertes Papier/Millimeterpapier



7. Stunde

Thema: Wissenschaftliche Daten zur Förderung der Diagrammkompetenz auswerten, metareflexive Selbstkontrolle

M 7 (Ab) **Die Weltmeere werden sauer!**

M 8 (Ab) **Ich-kann-Liste**

Minimalplan

Der Beitrag kann bei Zeitmangel durch Wegfall der dritten Stunde zur Erstellung der Lernlandkarte um eine Schulstunde gekürzt werden. Wenn **M 6** zur Bedeutung der Weltmeere als Kohlenstoffspeicher ausgelassen wird und der marine Kohlenstoffkreislauf stärker im globalen Kohlenstoffkreislauf thematisiert wird, kann der Beitrag auf minimal 5 Stunden gekürzt werden. Umgekehrt kann, wenn hauptsächlich der marine Kohlenstoffkreislauf im Fokus steht, **M 5** ausgelassen werden.

