

DAS BLAUE KLASSENZIMMER

Meeresschutz im Unterricht
Wissen und Unterrichtsideen für die Klassen 8 bis 10


OCEAN
YOUNGSTERS


HEINRICH BÖLL
STIFTUNG
SCHLESWIG-HOLSTEIN

IMPRESSUM

DAS BLAUE KLASSENZIMMER – MEERESSCHUTZ IM UNTERRICHT, WISSEN UND UNTERRICHTSIDEEN FÜR DIE KLASSEN 8 BIS 10

Das Buch ist im Rahmen des Projektes Ocean Youngsters entstanden. Ocean Youngsters ist eine Initiative des Ocean Summit – ein Projekt der Heinrich-Böll-Stiftung Schleswig-Holstein e.V. und Partner*innen – und wurde 2023 bis 2025 aus Mitteln der Deutschen Postcode Lotterie gefördert.

Weitere Informationen zum den Ocean Youngsters gibt es unter www.ocean-summit.de.

INHALTLICHE LEITUNG UND PROJEKTKOORDINATION:
Janina Löwe und Henrike Schmidt, Heinrich-Böll-Stiftung Schleswig-Holstein e.V.

GESTALTUNG:

Berte Sophie Petersen, Heinrich-Böll-Stiftung Schleswig-Holstein e.V.
Henrike Schmidt, Heinrich-Böll-Stiftung Schleswig-Holstein e.V.
Justus von Karger

AUTOR*INNEN:

Elena Ebert (Meerwissen: Klimawandel, Überfischung, Ölverschmutzung, Lärmverschmutzung im Meer; Unterrichtsvorschläge: Experiment, Rollenspiel, Kritische Bildanalyse, Argumentationsmap, Diskussionen und Debatten, Nachhaltige Fischereimethoden, Meeresverschmutzung, Die Meeresschutz-AG)

Sarah Luckau (Munition im Meer, Plastikverschmutzung, Eutrophierung und Sauerstoffmangel, Die Biodiversitätskrise)

Janina Löwe (Was bedeutet Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE), Ausstellung, MOOC „Projektentwicklung“, Ideenwerkstatt, World Café (Thementische), Unterrichtsvorschläge: Die Nord- und Ostsee, Klimawandel, Fischfang, Eutrophierung und Sauerstoffmangel)

Henrike Schmidt (Unterrichtsvorschläge: Die Biodiversitätskrise)

Jacqueline Lindemeyer, Institut für Toxikologie und Pharmakologie für Naturwissenschaftler, UKSH Campus Kiel (Munition im Meer)

Anton Mikoleit und Teresa Inclán (Facilitation im Klassenzimmer: Eine Einladung zur Reflexion der Haltung), minc – Kontakt: info@thinkminc.de
www.thinkminc.de

Meeresschutzstadt - Spiel: Janis Sandvoß, Emma Dittler, Mia Mäckelburg, Annabel Krönig und Peter Wiebe, Heinrich-Böll-Stiftung Schleswig-Holstein e.V. & Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND) Landesverband Schleswig-Holstein e.V.

Webdesign und Development „Der Blaue Bildungs-atlas“: Julian Wiprich, www.thebeautifulnorth.de

Wir bedanken uns für die Unterstützung und Mitarbeit am Inhalt bei: Verena Platt-Till, Frida Eichler, Peter Wiebe

V.i.S.d.P: Henrike Schmidt, Janina Löwe
Druck: Schmidt & Klaunig

Erscheinungsjahr 2025

Herausgeberin: Heinrich-Böll-Stiftung Schleswig-Holstein e.V.

Lizenz: Das Blaue Klassenzimmer – Meeresschutz im Unterricht, Wissen und Unterrichtsideen für die Klassen 8 bis 10 darf für den Unterricht in Schulen und andere Bildungszwecke uneingeschränkt genutzt werden. Sollte es darüber hinaus zum Einsatz kommen, sollte folgende Referenz genutzt werden: „Das Blaue Klassenzimmer – Meeresschutz im Unterricht, Wissen und Unterrichtsideen für die Klassen 8 bis 10“, Erscheinungsjahr 2025, Herausgeberin: Heinrich-Böll-Stiftung Schleswig-Holstein e.V.

This publication is endorsed by the United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development as a Decade Activity. Use of the United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development logo by a non-UN entity does not imply the endorsement of the United Nations of such entity, its products or services, or of its planned activities. For more information please access: <https://forum.oceandecade.org/page/disclaimer>

BESTELLADRESSE & KONTAKT:

Das Blaue Klassenzimmer – Meeresschutz im Unterricht, Wissen und Unterrichtsideen für die Klassen 8 bis 10 ist kostenlos verfügbar und kann bestellt werden bei der Heinrich-Böll-Stiftung Schleswig-Holstein e.V. Ocean Youngsters, kontakt@ocean-youngsters.de
Eine digitale Version steht zum Herunterladen zur Verfügung unter www.ocean-summit.de

VORWORT

LIEBE LEHRKRAFT,

wie schön, dass Du die Meere in Deinen Unterricht bringen möchtest – denn genau hier beginnt Veränderung: bei engagierten Menschen wie Dir, die junge Köpfe für unsere Ozeane begeistern.

Dieses Buch ist Teil des Ocean Youngsters Projekts der Heinrich-Böll-Stiftung Schleswig-Holstein, das seit 2023 Schulen in Schleswig-Holstein dabei unterstützt, Meeresschutz lebendig und greifbar zu machen. Als begeisterte Meerliebhaberinnen sehen wir das Meer nicht nur als einen faszinierenden Lebensraum voller Geheimnisse und Wunder, sondern auch als einen schützenswerten Schatz, der uns alle verbindet und den es sich zu entdecken lohnt. Doch wie wir alle wissen, ist dieser Schatz bedroht – durch uns Menschen. Deshalb ist es unsere Aufgabe, junge Menschen nicht nur zu informieren, sondern auch zu inspirieren, sich für die Zukunft unserer Ozeane einzusetzen.

Dieses Buch hilft Dir dabei, Meeresschutz lebendig zu vermitteln. Es kombiniert wissenschaftliches Hintergrundwissen, didaktische Impulse und vielseitige Unterrichtsideen – von einzelnen Aufgaben, die Fächergrenzen sprengen, bis hin zu Inspirationen für ganze Unterrichtseinheiten. Unser Ziel ist es, Inhalte zu schaffen, die leicht anzuwenden sind und gleichzeitig Raum für eigene Ideen lassen. Die Hauptzielgruppe der Materialien sind die Klassenstufen 8 bis 10. Einzelne Texte und Übungen lassen sich aber auch gut für ältere und jüngere Lernende einsetzen. Ob Biologie, Erdkunde, Kunst oder Wirtschaft & Politik – der Meeresschutz bietet unzählige spannende Anknüpfungspunkte, die Du mit wenig Aufwand in Deinen Unterricht integrieren kannst.

Übrigens: Um Abbildungen aus dem Buch im Klassenraum groß zu zeigen, sind sie unter ocean-youngsters.de als PDF herunterladbar. Am Ende des Buches findest Du das Meeresschutzstadt-Spiel, das brandneue Kartenspiel vom Ocean Summit, durch das Ihr selbst in die Rolle einer Meeresschutzstadt schlüpfen könnt!

Wir hoffen, dass Du und Deine Klasse viel Freude daran habt, in die faszinierende Welt der Meere einzutauchen, ihre Schönheit zu entdecken und über ihre Herausforderungen zu sprechen. Gemeinsam können wir eine Welle für den Meeresschutz lostreten – eine Welle, die weit über Dein Klassenzimmer hinausreicht.

Viel Erfolg und Freude bei der Umsetzung!

DEIN OCEAN YOUNGSTERS-TEAM

INHALTSVERZEICHNIS

GRUNDLAGEN DES MEERESSCHUTZES

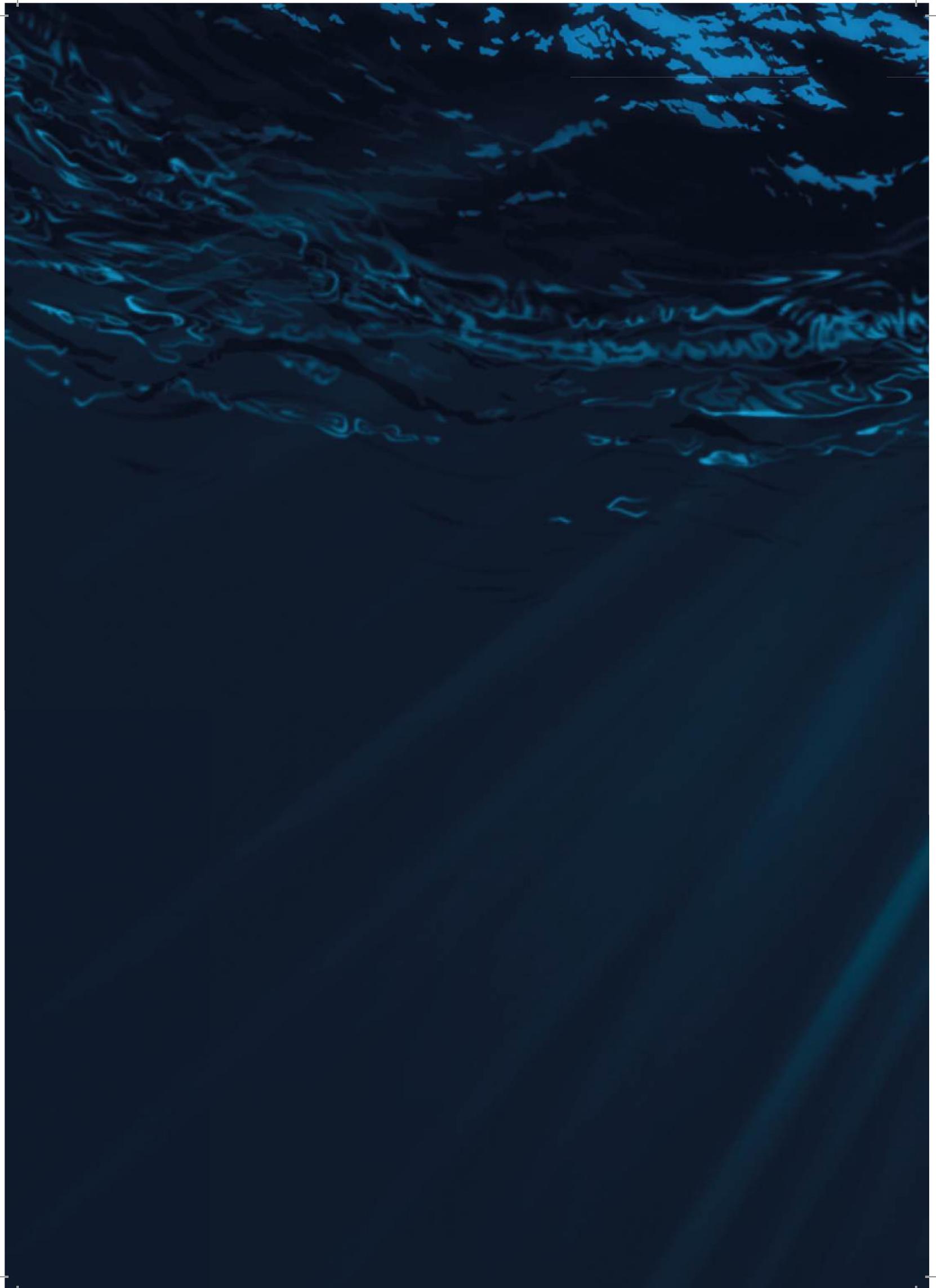
Klimawandel.....	08
Was hat das Meer mit dem Klima zu tun?.....	08
Die Ostsee als Klimawandel-Zeitmaschine.....	12
Wie stark erwärmt sich unsere Ostsee?.....	13
Welche Folgen hat die Aufnahme von CO ₂ für die Ostsee?.....	15
Die Miesmuschel in der Ostsee.....	16
Der Meeresspiegelanstieg.....	18
Was ist der Meeresspiegel und warum steigt er?.....	18
Ist Deutschland vom Meeresspiegelanstieg betroffen?.....	18
Festland versus Inselstaat: Was passiert, wenn der Meeresspiegel steigt?.....	20
Überfischung.....	22
Wie steht es um die Fischpopulationen?.....	22
Konsum von Fisch – mehr als nur eine Frage des Geschmacks.....	26
Ein Beispiel-Der frühjahrslaichende Hering der westlichen Ostsee.....	27
Auswirkungen auf die Biodiversität der Ostsee.....	29
Die Ostsee retten, aber wie?.....	29
Meeresverschmutzung.....	32
Munition im Meer – das giftige Erbe der Weltkriege.....	33
Wie kommt Munition in unsere Weltmeere?.....	33
Sprengstoffe: mehr als nur explosiv.....	33
Was tut die Wissenschaft?.....	34
Plastikverschmutzung.....	35
Wie viel Müll wird weltweit produziert und landet im Meer?.....	35
Wo kommt Plastik her und was ist es überhaupt?.....	36
Wie alt kann Plastik werden?.....	36
Wie kommt der Plastikmüll ins Meer?.....	38
Wie verteilt sich Plastikmüll im Meer?.....	40
Warum ist Plastik für Tiere so gefährlich?.....	42
Warum ist es so schwierig, Plastik wieder aus dem Meer zu kriegen?....	44
Was kannst du gegen das Plastikproblem tun?.....	46
Ölverschmutzung.....	48
Was ist Ölverschmutzung im Meer?.....	48
Was passiert, wenn Öl ins Meer gelangt?.....	48
Ist die Wattenmeerküste der Nordsee in Gefahr?.....	50
Lärmverschmutzung.....	52
Wie stört der Mensch die Unterwasserwelt?.....	52
Das stille Leiden der Schweinswale.....	55
Eutrophierung und Sauerstoffmangel.....	57
Was hat die Seen-Ökologie mit der Ostsee zu tun?.....	57
Eutrophierung: Auswirkungen auf die Ostsee und ihre Lebewesen.....	60
Was kann gegen die Eutrophierung getan werden?.....	63

Die Biodiversitätskrise.....	65
Was genau bedeutet Biodiversität?.....	65
Das Ökosystem „Meer“ am Beispiel des Wattenmeers.....	66
Was steckt hinter der Biodiversitätskrise im (Watten-)Meer?.....	70
Wie kann man die globale Biodiversitätskrise stoppen?.....	72

MEE(H)R MACHEN IM UNTERRICHT

Didaktische Methoden und Unterrichtsideen.....	76
Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE).....	76
Beispielhafte Formate für den Meeresschutz-Unterricht.....	78
Die Meeresschutz-AG.....	82
Der Blaue Bildungsatlas.....	84
Die Nord- und Ostsee	
Einführung in die Ökosysteme der Nord- und Ostsee.....	86
Plastikmüll in der Nord- und Ostsee.....	87
Physikalische Grundlagen der Erwärmung und Meeresströmungen.....	88
Klimawandel	
Schutzmaßnahmen gegen die Erwärmung der Meere.....	90
Climate Change and the North- & Baltic Sea.....	92
Überfischung	
Fischfang.....	93
Nachhaltige Fischereimethoden.....	94
Die Biodiversitätskrise	
Miesmuscheln als Kläranlage der Meere.....	98
Meeresverschmutzung	
Wege von Plastik im Meer.....	99
Plastik - eine Gefahr für die Tierwelt.....	100
Ölverschmutzung und chemische Eigenschaften von Öl.....	102
Unterwasserlärm und Schweinswale.....	104
Eutrophierung und Sauerstoffmangel	
Eutrophierung visualisieren.....	106
Quellenverzeichnis	108
Abbildungsverzeichnis	117
Linkliste zu den QR-Codes.....	119





The background of the image is an underwater scene. At the top, there are dark, turbulent water ripples. Below this, several bright, vertical rays of sunlight penetrate the deep blue water, creating a dramatic, ethereal atmosphere. The overall color palette is dominated by various shades of blue, from deep navy to bright cyan.

GRUNDLAGEN DES MEERESSCHUTZES

KLIMAWANDEL

WAS HAT DAS MEER MIT DEM KLIMA ZU TUN?

Die Meere nehmen etwa 71% der Erdoberfläche ein. Sie bestimmen unser Wetter und sind ein wichtiger Teil des Klimasystems unseres Planeten. Unser heutiges Leben wäre ohne das komplexe Gefüge der Weltmeere, ihre Kreisläufe und Wechselwirkungen, unvorstellbar. Das Speichern von Wärme und die Aufnahme von Kohlenstoffdioxid (CO₂) sind wichtige Funktionen der Ozeane. Gleichzeitig kommt etwa 70% unseres Sauerstoffs aus dem Meer.

Das Meer ist die größte natürliche Kohlenstoffsенке. Mit der Industrialisierung ist auch die Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre stark angestiegen. Über ein Viertel der menschengemachten CO₂-Emissionen werden vom Meer durch den marinen Kohlenstoffkreislauf aufgenommen. Diese Funktion der Meere wirkt der globalen Erwärmung entgegen, welche durch den Ausstoß von Treibhausgas-Emissionen verursacht wird.

DEFINITION „GLOBALE ERWÄRMUNG“

Die globale Erwärmung bezeichnet den Anstieg der durchschnittlichen weltweiten Temperatur seit Beginn der Industrialisierung. Sie ist das Ergebnis des menschengemachten Klimawandels, insbesondere durch den Ausstoß von Treibhausgas-Emissionen. Die Erwärmung wird bestimmt durch den Vergleich der aktuellen Jahresmitteltemperatur mit dem Durchschnitt einer Referenzperiode von mindestens 30 Jahren. Der Weltklimarat verwendet die Jahre von 1850 bis 1900 als Referenzperiode, da aus dieser Zeit die ersten zuverlässigen Messdaten stammen und diese vor der Industrialisierung liegen.

Doch wie funktioniert der marine Kohlenstoffkreislauf? Alle Gase, so auch CO₂, tendieren dazu, sich gleichmäßig im Raum zu verteilen. An der Meeresoberfläche, wo Wasser und Luft aufeinandertreffen, kann so ein Ungleichgewicht entstehen, wenn die Gasmenge in der Atmosphäre die im Meer übersteigt. Durch chemische Wechselwirkungen nimmt das Meer das CO₂ auf, um das Gleichgewicht wiederherzustellen.

Dabei spielt die Temperatur des Oberflächenwassers eine entscheidende Rolle, denn kaltes Wasser nimmt mehr CO_2 auf als warmes Wasser. Wurde das CO_2 aufgenommen, so wird es Teil von verschiedenen Kreisläufen im Meer.

Im Meer sorgt die physikalische Kohlenstoffpumpe dafür, dass das CO_2 in die tieferen Schichten transportiert wird. Dies geschieht vornehmlich entlang der globalen Umwälzzirkulation, wo kaltes Wasser in polaren Regionen in die Tiefe absinkt und dann Richtung Äquator befördert wird. Dort gelangt es wieder an die Oberfläche.

Zusätzlich dazu gibt es die biologische Kohlenstoffpumpe, die von Meerespflanzen und kleinen Meereslebewesen angetrieben wird. Sie binden das aufgenommene CO_2 , indem sie es nutzen, um ihren Körper (Biomasse) aufzubauen. Dabei wachsen sie und erzeugen den Sauerstoff, den wir zum Atmen brauchen. Dieser Prozess wird Photosynthese genannt und funktioniert am besten an lichtreichen Orten. Etwa 70% unseres Sauerstoffs kommt von den Meerespflanzen.

Mariner Kohlenstoffkreislauf

Das Meer spielt eine entscheidende Rolle im Kampf gegen die Klimakrise. Es entzieht der Atmosphäre riesige Mengen an Kohlendioxid (CO_2) und kann den Kohlenstoff für Jahrtausende am Meeresboden binden.

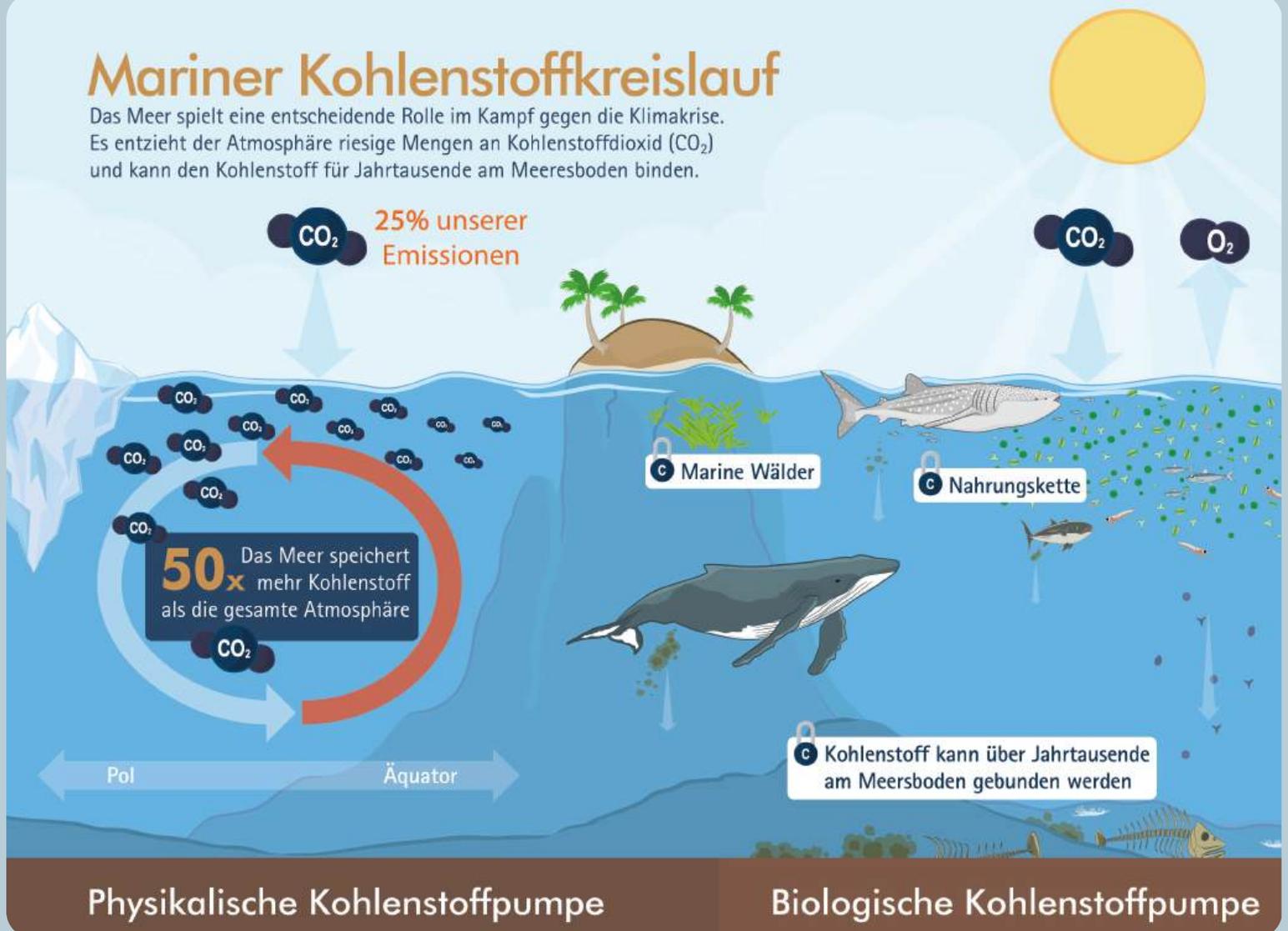


Abbildung 1: Der marine Kohlenstoffkreislauf (In Anlehnung an BUND Meeresschutzbüro 2023)

Neben der Aufnahme von CO₂ sind die Meere der größte Wärmespeicher für die Erde. Seit 1870 haben sie mehr als 90% der Wärme aufgenommen, die zusätzlich durch Emissionen entstanden ist. Gesteuert von der unterschiedlich starken Sonneneinstrahlung konzentriert sich diese Wärme auf niedrigen Breiten rund um den Äquator. Durch die riesigen Meeresströmungen und die Durchmischung des Wassers verteilt sich diese Wärme über den gesamten Planeten und reguliert die Temperaturen und das Wetter weltweit.

Die Meeresströmungen funktionieren wie riesige Fließbänder. Diese thermohaline Zirkulation wird von unterschiedlichen Temperaturen und Salzgehalten angetrieben. Oberflächennah wird warmes Wasser aus Äquatornähe in Richtung der Pole transportiert. Sobald das Wasser abkühlt, wird es dichter und sinkt in die Tiefen der Meere. Um den Kreislauf zu schließen, wird es von dort zurück zum Äquator transportiert. Es entsteht ein dauerhafter Kreislauf, welcher auch die Temperaturen an Land beeinflusst. Zum Beispiel wäre Nordeuropa ohne die warmen Meeresströmungen des Golfstroms etwa 10 Grad kühler.

Wärmehaushalt

Das Meer ist die stabilisierende Kraft unseres Klimasystems. Es nimmt den Großteil des CO₂-Wärmestaus auf und bremst die Erwärmung der Atmosphäre.

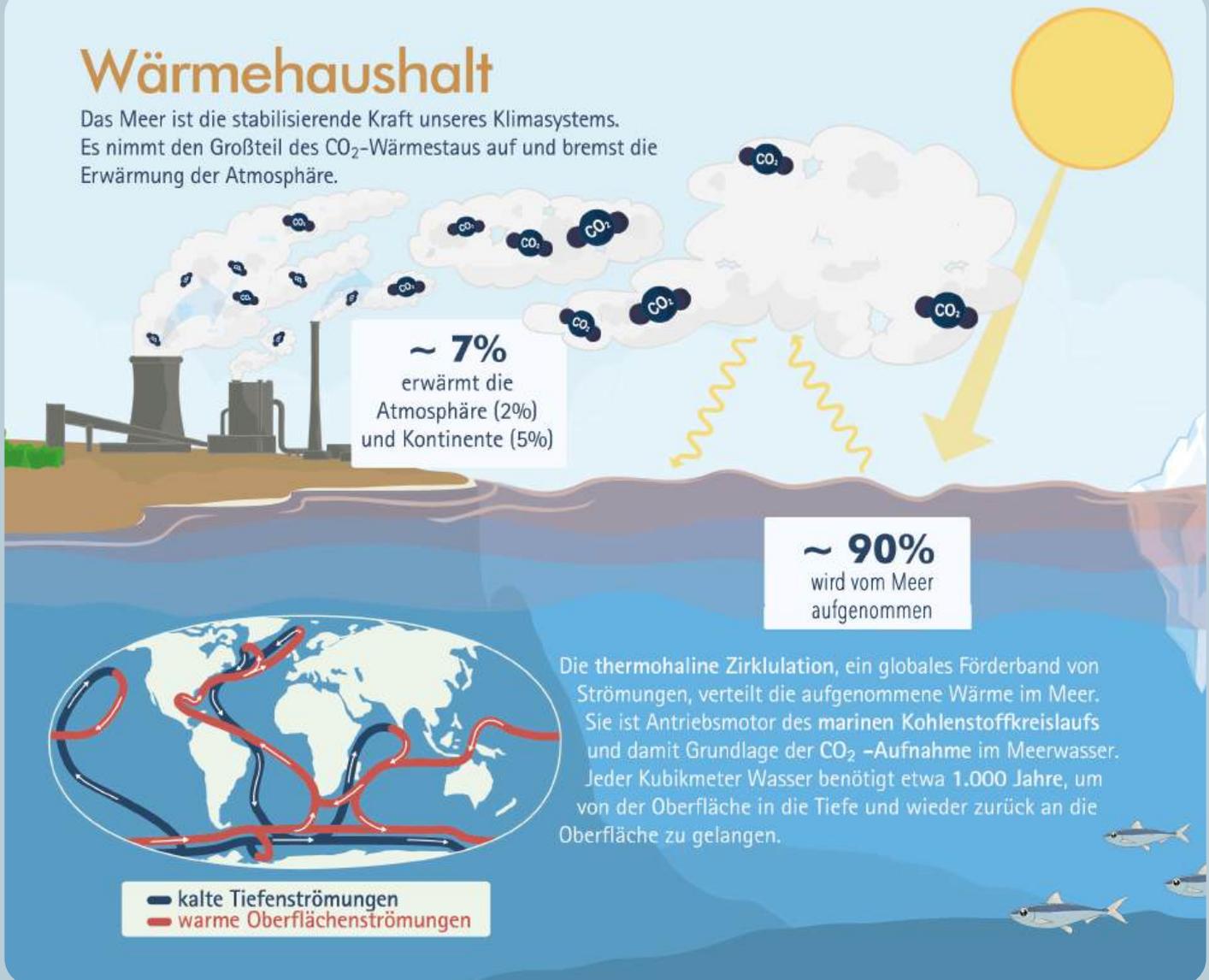


Abbildung 2: Das Meer als Wärmespeicher
(In Anlehnung an BUND Meeresschutzbüro 2023)

Änderungen und Folgen



Die globale Wassertemperatur steigt jedes Jahr um 0,015°C und bis 2100 um 1–4°C.



Die Erwärmung des Meeres verlangsamt die thermohaline Zirkulation und schwächt damit den Kohlenstoffkreislauf.



Warmes Oberflächenwasser verringert die vertikale Durchmischung und stört sowohl Nährstofftransport als auch Kohlenstoffkreislauf.

DIE OSTSEE ALS KLIMAWANDEL-ZEITMASCHINE



Abbildung 3: Menschliche Einflüsse auf das Meer (Heinrich-Böll Stiftung SH 2025)



MEERESKRISEN DER OSTSEE

Am Beispiel der Ostsee lassen sich lokal verschiedene (globale) Krisen und Probleme beobachten. Die Ostsee unterscheidet sich von anderen Meeren: Mit der Mischung aus Süß- und Salzwasser ist die Ostsee das größte Brackwassermeer der Erde. Sie hat nur eine Verbindung zur Nordsee, das Kattegat, durch welches bei Stürmen Salzwasser in die Ostsee gelangt. Durch diese Besonderheit sind die Merkmale einzelner Krisen deutlich zu erkennen: die Erwärmung der Ostsee in Folge des Klimawandels, die Eutrophierung durch einen Nährstoffüberschuss vom Land, die Überfischung und die aus diesen Faktoren folgende Biodiversitätskrise, abnehmende Artenvielfalt und Veränderung der Ökosysteme.

Die Ostsee ist ein besonders gutes Beispiel für die Auswirkungen des Klimawandels, weil sie aufgrund ihrer geographischen und ökologischen Eigenschaften als eine Art „Zeitmaschine“ dient, in der Veränderungen schneller und deutlicher sichtbar werden als in anderen marinen Ökosystemen. Dabei sind die steigenden Temperaturen und die Versauerung in der Ostsee ein Teil des komplexen Systems von Wechselwirkungen zwischen unterschiedlichen Faktoren. Sie reagiert empfindlich und schnell auf Temperaturveränderungen, was es der Wissenschaft ermöglicht, Klimaveränderungen und deren Auswirkungen auf marine Ökosysteme in einem kleinen Raum zu untersuchen. Dies macht die Ostsee zu einem wertvollen Modell für die Vorhersage globaler mariner Veränderungen.

WIE STARK ERWÄRMT SICH DIE OSTSEE?

Der Klimawandel wirkt sich stark auf die Ostsee aus. Durch die Beschaffenheit der Ostsee können hier die Folgen des Klimawandels besonders gut erkannt werden. Bei Betrachtung der Ostsee gibt es verschiedene Ostseeregionen, in denen sich die Auswirkungen des Klimawandels und Folgen anderer menschlicher Einflüsse unterschiedlich zeigen. Ein Temperaturanstieg ist jedoch in allen Zonen zu verzeichnen. Fast jedes Jahr gibt es Rekordtemperaturen vor Deutschlands Küsten. Das klingt erst einmal nicht so schlimm, doch für die Ostsee hat es weitreichende Folgen. Im Vergleich zu anderen Meeren hat sich die Ostsee überdurchschnittlich stark erwärmt. Dies wird anhand des Oberflächenwassers der Meere gemessen. Die Grafik zeigt die Abweichung der mittleren Monatstemperatur von 1991 bis 2020. Ab dem Jahr 2015 liegen die Temperaturen (mit wenigen monatlichen Ausnahmen) über dem Mittel. Es ist ganz deutlich: Gerade in den letzten zehn Jahren ist die Erwärmung stark vorangeschritten.

Ostsee: Immer mehr Monate sind wärmer als das Mittel

Je länger ein Balken, desto stärker weicht der Monat vom längjährigen Mittel ab.
Ansicht wechseln mit den Buttons.

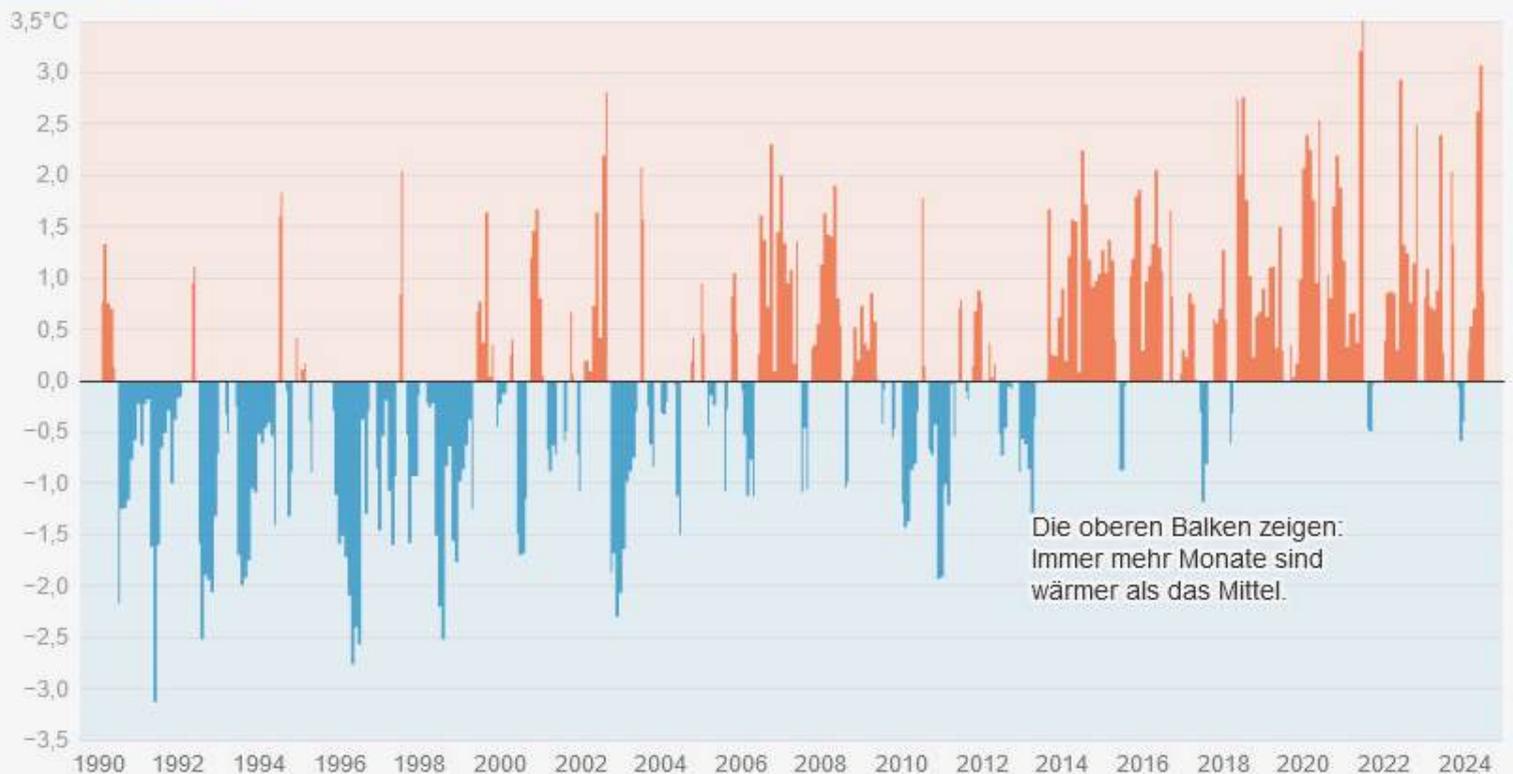


Abbildung 4: Ostsee: Abweichung der mittleren Monatstemperatur von 1991 bis 2020 in Monatswerten (NDR 2024)

Im Vergleich zur Nordsee ist die Ostsee das kältere Meer. Im Norden ist die Ostsee im Winter sogar zugefroren, doch auch das Eis wird jedes Jahr weniger. Durch weniger Eis wird weniger Sonneneinstrahlung zurückgeworfen (reflektiert), welches zuvor gegen die Erwärmung gewirkt hat. Weniger Eis in der Ostsee bedeutet somit eine schnellere Erwärmung. So ist zu erkennen, dass sich im Vergleich zur Nordsee in den letzten Jahren ein stärkerer Anstieg im jährlichen Temperaturmittel verzeichnet, sodass sie der Nordseetemperatur immer näherkommt.

Die steigenden Temperaturen des Oberflächenwassers verstärken die Schichtung vom kalten Tiefenwasser und warmen Oberflächenwassers. Wärme macht Wasser „leichter“ - es dehnt sich aus. Dieser Dichteunterschied erschwert die gleichmäßige Durchmischung des Wassers. Doch was passiert, wenn sich Oberflächenwasser und Tiefenwasser nicht mehr durchmischen?

Der Großteil des Sauerstoffs befindet sich im Oberflächenwasser und gelangt nur durch einen Austausch der beiden Schichten in die Tiefe. Gleichzeitig wird in tieferen Wasserschichten der Sauerstoff von Tieren, Bakterien und Mikroorganismen verbraucht, die organisches Material abbauen.

Eine entscheidende Rolle spielt auch die Überdüngung (Eutrophierung) der Ostsee. Dabei gelangen vermehrt Nährstoffe wie Dünger ins Wasser, was das Wachstum von Algen und anderen Organismen an der Oberfläche verstärkt. Wenn die Algen absterben, sinken sie und werden von Mikroorganismen in tieferen Schichten zersetzt, was Sauerstoff verbraucht.

Die Folgen der Überdüngung und der Erwärmung wirken zusammen und fördern die Entstehung von sauerstoffarmen Zonen in der Ostsee. Mittlerweile gibt es durch den extremen Sauerstoffmangel sogenannte Todeszonen, in welchen kein Sauerstoff mehr vorhanden ist.

Die erhöhten Temperaturen und die Sauerstoffarmut haben einen großen Einfluss auf die Meereslebewesen und ihre Lebensräume. Ganze Ökosysteme sind in Gefahr, ganze Fischpopulationen können sich nicht anpassen und das Nahrungsnetz gerät aus dem Gleichgewicht. In den sauerstoffarmen Tiefen können viele Meerestiere nicht überleben.



WUSSTEST DU SCHON?

Neben einem konstanten Temperaturanstieg und einer Sauerstoffarmut treten auch immer öfter Extremereignisse auf. **Marine Hitzewellen** sorgen in den Meeren für Extremtemperaturen. Wir sprechen von marinen Hitzewellen, wenn an mindestens fünf aufeinanderfolgenden Tagen eine starke Erwärmung eines Meeresgebiets andauert.

Im Juni 2023 gab es in vielen Gebieten weltweit starke Temperaturanstiege und auch die Ostsee war betroffen. Es wurden Temperaturen von 8 °C über dem Mittelwert gemessen. Dies hat vor allem drastische Folgen für die Tier- und Pflanzenwelt.

WELCHE FOLGEN HAT DIE AUFNAHME VON CO₂ FÜR DIE OSTSEE?

Meere nehmen mehr als ein Viertel des Menschen produzierten Kohlenstoffdioxids (CO₂) aus der Atmosphäre auf und verlangsamen damit den Klimawandel. Doch was gut für uns ist, ist nicht gut für die Meere. Während der Aufnahme reagiert das CO₂ mit dem Wasser (H₂O) zu Kohlensäure (H₂CO₃), wodurch das Wasser saurer wird. Dies stellt eine Gefahr für die Ökosysteme und Meereslebewesen dar. Die Versauerung der Meere führt zusätzlich dazu, dass immer weniger CO₂ aufgenommen werden kann und das Meer in Zukunft nicht mehr als Puffer gegen die Erwärmung wirken kann.

Auch die Ostsee ist von der Ozeanversauerung betroffen. Gerade in nördlichen Regionen, mit kälterem Oberflächenwasser, kann CO₂ besonders gut aufgenommen werden. Zusammen mit der Erwärmung und dem Sauerstoffmangel wirkt sich die Versauerung auf das Gleichgewicht der Ökosysteme aus. Unter dem steigenden Säuregehalt leiden vor allem die kalkbildenden Organismen, die ihre Schalen, Panzer und Skelette aus Kalk aufbauen. Zu diesen gehören beispielsweise Muscheln, Schnecken, Seeigel oder auch Korallen. Durch die Versauerung wird die Kalkbildung stark beeinträchtigt. Von vielen dieser Lebewesen ist die gesamte Nahrungskette abhängig und andere helfen dabei das Gleichgewicht der Ökosysteme aufrecht zu erhalten. Die Miesmuschel filtert zum Beispiel das Wasser in der Ostsee und ist somit von großer Wichtigkeit.



CHEMIE-EXKURS

Wenn das Wasser mit Kohlenstoffdioxid zu **Kohlensäure (H₂CO₃)** reagiert, werden **Hydrogencarbonat-Ionen (HCO₃⁻)** und **Wasserstoff-Ionen (H⁺)** freigesetzt. Dabei wird der pH-Wert reduziert, da die Wasserstoff-Ionen den Säuregrad steigern.



Die in der ersten Reaktion freigesetzten Wasserstoff-Ionen reagieren zum Teil mit Carbonat-Ionen (**CO₃²⁻**), die es reichlich im Meerwasser gibt.



Die Carbonat-Ionen sind alkalisch und dienen damit als Puffer und verhindern ein starkes Ansteigen des Säuregehalts.

DIE MIESMUSCHEL IN DER OSTSEE

STECKBRIEF

Name: Miesmuschel (*Mytilus edulis*)

Verbreitung: in der gesamten Ostsee, besonders in flachen Küstengewässern (Bildung von Miesmuschelbänken)

Ernährung: Filtrierer ernähren sich von Plankton und organischen Partikeln und filtern damit das Wasser

Rolle im Ökosystem: Wasserreinigung einer ausgewachsenen Miesmuschel (bis zu 2 Liter/pro Stunde)

Die Miesmuschel und der Klimawandel

Erwärmung: erschwerte Fortpflanzung durch wärmere Winter, veränderte Laichzeiten und geringere Überlebenschancen der Larven, Verbreitung natürlicher Feinde (z.B. Krebse)

Versauerung: erschwerte Schalenbildung, geringere Überlebensrate junger Muscheln

Resistenz: begrenzt anpassungsfähig



Abbildung 5: Miesmuscheln
(Juanlu Fajardo Pixabay 2017)

Liebes Tagebuch,

heute habe ich es wieder bemerkt. Das Wasser um mich herum ist anders als früher. Es fühlt sich wärmer an und etwas, das ich nicht sehen kann, aber deutlich spüre, verändert meine Welt. Meine Schale, die mich immer so sicher umhüllt hat, fühlt sich irgendwie schwächer an. Früher war sie stark und fest, aber jetzt scheint es, als würde sie immer dünner. Ich habe gehört, dass die Menschen über „Versauerung“ sprechen. Dabei nimmt das Wasser mehr

Kohlendioxid auf, was den Kalkgehalt im Wasser senkt. Das macht es für mich schwieriger, meine Schale aus Kalk zu bilden und zu erhalten.

Früher konnte ich mich auf kalte Winter verlassen, die meine Feinde in Schach hielten. Doch jetzt, mit den milderen Wintern, haben meine Feinde, die jungen Krebse, kaum noch Schwierigkeiten, zu überleben. Und als ob das nicht genug wäre, haben die Austern begonnen, meine Heimat zu erobern. Sie sind robust und lieben die Wärme – sie breiten sich schnell aus und nehmen mir mein zu Hause weg. Ich fühle mich verdrängt und habe weniger Raum zum Leben.

Aber etwas Erstaunliches ist passiert: Ich habe gelernt, mich besser anzupassen. Es ist, als ob mein Inneres stärker geworden ist. Ich weiß, dass Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen darüber gesprochen haben, dass wir Miesmuscheln widerstandsfähiger sind, als sie ursprünglich dachten. Sie haben entdeckt, dass wir uns nicht nur an die höheren Temperaturen anpassen, sondern auch widerstandsfähiger gegen die Versauerung des Wassers werden können. Doch wie schnell das geht, ist hier leider fraglich.

Ich hoffe, dass meine Artgenossen und ich es schaffen, uns weiter anzupassen. Die Menschen scheinen sich Sorgen um uns zu machen, und ich habe gehört, dass sie darüber nachdenken, wie sie uns helfen können. Vielleicht gibt es Hoffnung für uns, wenn wir gemeinsam stark bleiben.

Bis morgen.

Deine Miesmuschel

DER MEERESSPIEGELANSTIEG

WAS IST DER MEERESSPIEGEL UND WARUM STEIGT ER?

Der Anstieg des Meeresspiegels beschreibt die Zunahme des Höhengniveaus der Wasseroberfläche und wird bestimmt an einem Bezugspunkt an Land. Lokale Messstationen erfassen die Veränderungen des Meeresspiegels, während Satelliten die Veränderungen der Ozeanhöhe auf globaler Ebene messen. Aus diesen Daten lässt sich ableiten, wie hoch der Meeresspiegel aktuell ist und wie er sich im Laufe der Zeit entwickelt hat.

Es gibt zwei Ursachen für den globalen Meeresspiegelanstieg. Die Erwärmung der Atmosphäre und folglich auch der Ozeane hat dabei einen großen Einfluss. Zum einen dehnt sich das Wasser mit zunehmender Temperatur aus. Und zum anderen schmelzen die Eisschilde und Gletscher (Landeis) durch die globale Erwärmung. So gelangt das Schmelzwasser in die Ozeane und trägt zum Meeresspiegelanstieg bei.

Seit 1843 ist der Meeresspiegel um 40 cm angestiegen und auch zukünftig ist kein Ende in Sicht. Es gibt verschiedene Prognosen wie es in naher und ferner Zukunft aussehen wird. Ob er sich um 1 Meter oder 2 Meter erhöht, hängt jedoch von den zukünftigen globalen Treibhausgasemissionen ab und der daraus folgenden globalen Erwärmung.

IST DEUTSCHLAND VOM MEERESSPIEGELANSTIEG BETROFFEN?

Der Meeresspiegel steigt in verschiedenen Regionen unterschiedlich an, was auf Wind- und Meeresströmungen zurückzuführen ist. Der Meeresspiegelanstieg der deutschen Nordseeküste weicht nicht groß vom globalen Mittel ab. Landsenkungen bzw. -hebungen können den Anstieg des Wassers verstärken oder vermindern. Die deutsche Nordseeküste ist von einer Landsenkung betroffen. Durch das Abschmelzen der Eisschilde Skandinaviens nach der letzten Eiszeit, erheben sich die Landmassen, da sie befreit sind von der schweren Last. Im Gegensatz dazu senkt sich Norddeutschland wie auf einer Wippe ab.

Insgesamt liegen nur 25 % der Landfläche in Schleswig-Holstein knapp über dem Meeresspiegel. Damit sind auch die schleswig-holsteinischen Küsten vom Meeresspiegelanstieg bedroht. Höhere Wasserstände in Flussmündungen entlang der

deutschen Küste und Küstenerosion (die Abtragung von Sand an Küsten) sind nur einige der Auswirkungen des Meeresspiegelanstiegs, welche zukünftig verstärkt auftreten können.

Die Nordseeküste ist aktuell mit Deichen vor Sturmfluten und Wellenauflauf geschützt. Zusätzlich werden Dünen und künstliche Schutzmaßnahmen (z.B. Deckwerke) auf Inseln und Halligen genutzt. Der Küstenschutz in Deutschland ist technologisch und finanziell gut umsetzbar und muss für die zukünftigen Prognosen weiterhin angepasst werden.

Scan mich und finde heraus, welche Auswirkungen der Meeresspiegelanstieg auf die Küsten in Schleswig-Holstein hat.



Website
„Meeresspiegelanstieg“

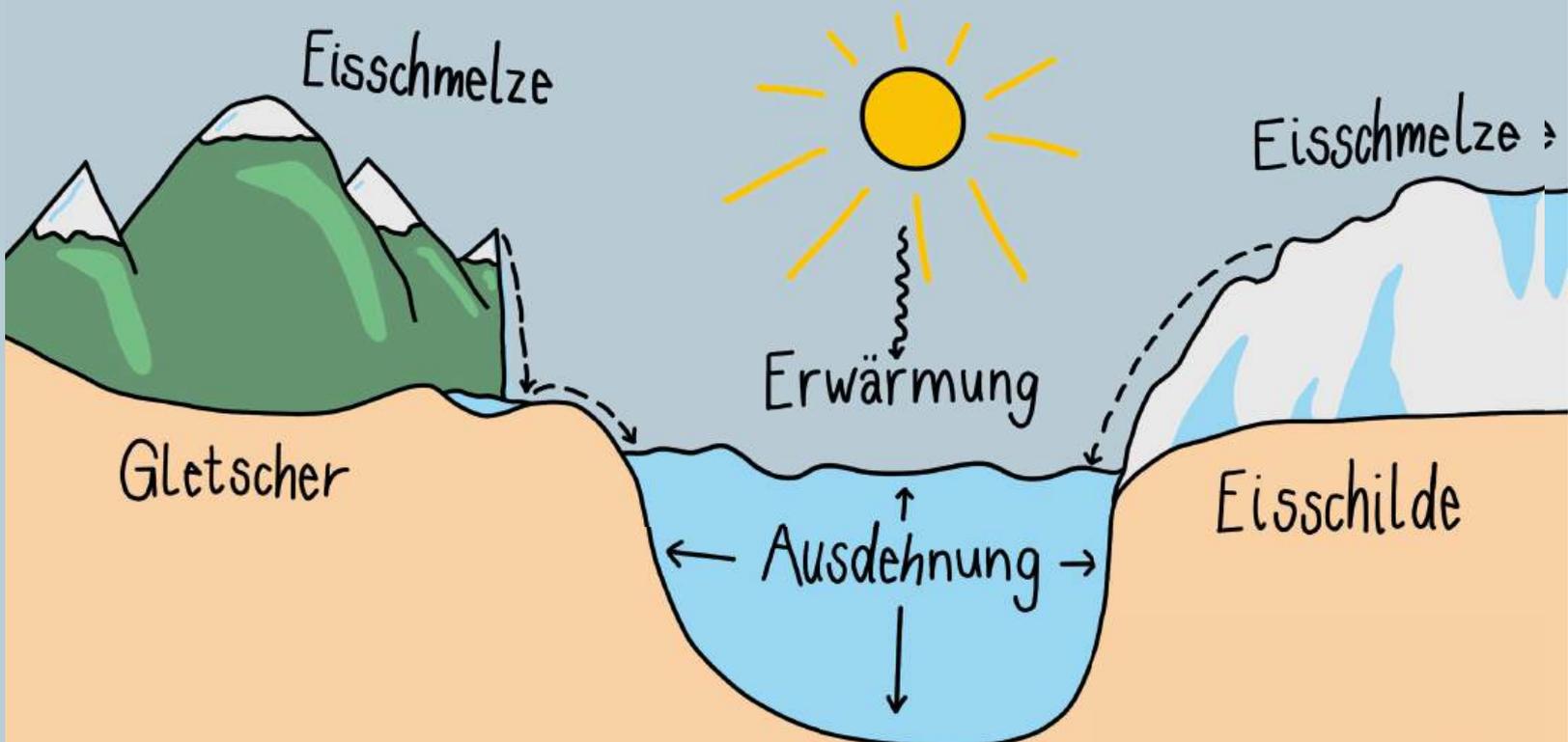


Abbildung 6: Meeresspiegelanstieg (Heinrich-Böll Stiftung SH 2025)

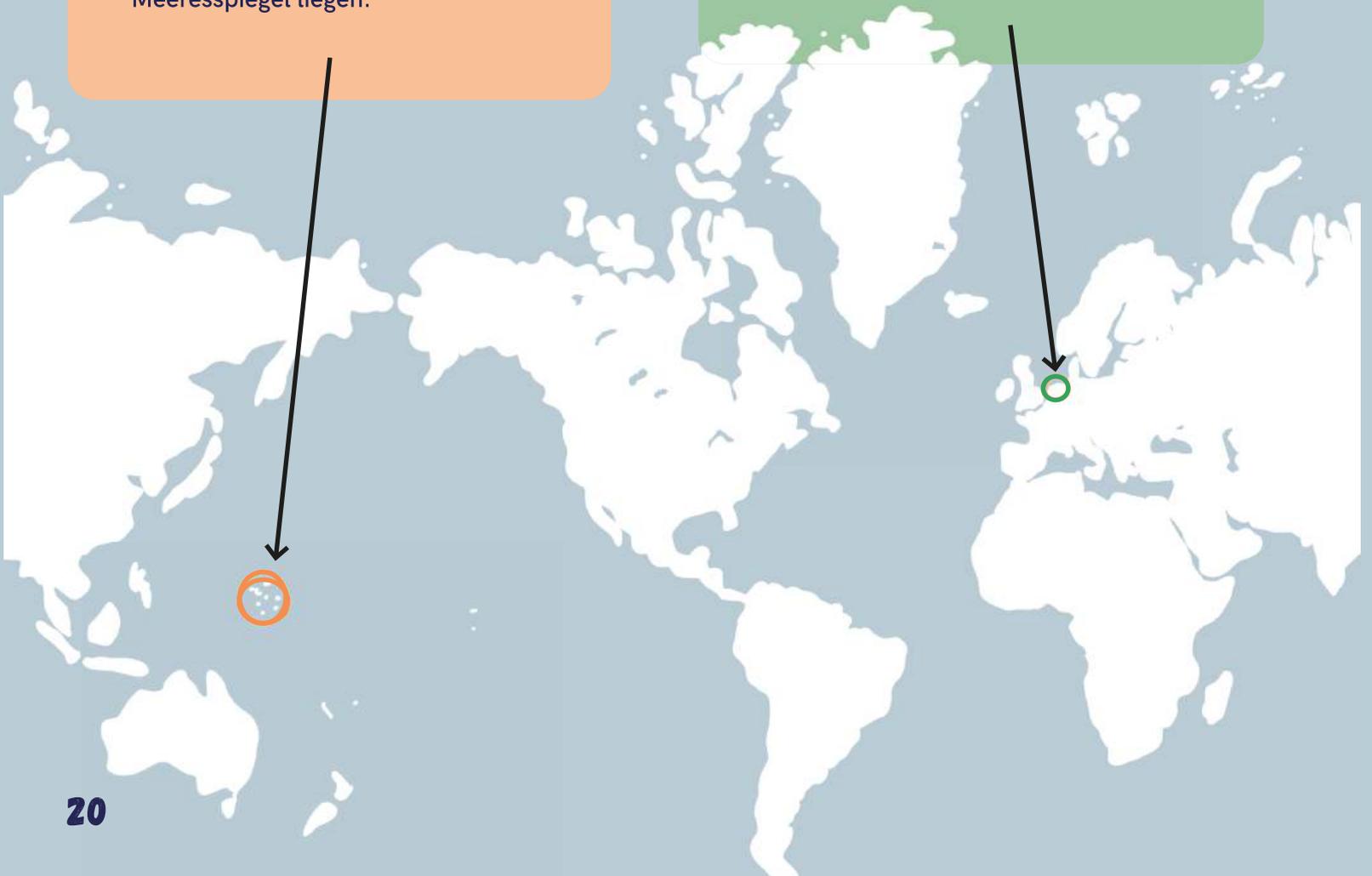
FESTLAND VERSUS INSELSTAAT: WAS PASSIERT, WENN DER MEERESSPIEGEL STEIGT?

MARSHALLINSELN

Die Marshallinseln liegen im Nordpazifik zwischen Hawaii und Australien. Der Staat besteht aus vielen kleinen Inseln, welche nur knapp über dem Meeresspiegel liegen.

NIEDERLANDE

Das westeuropäische Land liegt direkt an der Nordsee und musste schon immer kreativ für den Hochwasserschutz werden.



MARSHALLINSELN

NIEDERLANDE

BETROFFENHEIT

- Vom Meeresspiegelanstieg betroffen, sowie von Hochwasser und Überspülungen
- 40 % der Gebäude der Hauptstadt Majuro könnten in Zukunft überflutet werden
- Ganze Inseln gehen unter

- Betroffen vom Meeresspiegelanstieg und Sturmfluten
- 60 % der Bevölkerung leben in Gebieten, die unter dem Meeresspiegel liegen
- Zusätzliche Landsenkung

SOZIALE AUSWIRKUNGEN

- Bis zu den 2060er Jahren könnte ein Großteil unbewohnbar werden
- Die Überflutungen gefährden die Trinkwasserversorgung: Grundwasser mischt sich mit Salzwasser
- Zerstörung von Infrastruktur und Landwirtschaft
- Abhängigkeit von Hilfszahlungen und verstärkte Armut
- Umsiedlung und Verlust der Heimat und Tradition
- Menschen flüchten vermehrt vor den Auswirkungen

- Verlust von landwirtschaftlicher Fläche, steigende Lebensmittelkosten
- Erhöhte Kosten für Küstenschutz, könnten zu potentiell höheren Steuern und sozialen Spannungen führen

ANPASSUNGSMASSNAHMEN

- Seemauern zum Schutz vor Überschwemmungen (erleiden regelmäßige Wassereinbrüche)
- Was muss passieren: Anhebung des Landniveaus in städtischen Gebieten, die Verlagerung von Gebäuden, das Bauen von Deichen, Entwässerungssystemen, Wasseraufbereitungs- und Entsalzungsanlagen
- Kosten für Anpassungsmaßnahmen: mehrere Milliarden Euro

- Deltawerke (Schutzsysteme vor Hochwasser) und Deiche, regelmäßige Wartung und Erhöhung der Deiche
- Auffangbecken und Nebenrinnen an Flüssen werden angelegt, Flussbecken werden vertieft und flexible Flutbarrieren werden errichtet.
- Klimaanpassungsprojekte (z.B. die Wiedervernässung von Mooren, Aufnahme und Filterung von Flutwasser)
- Kontinuierliche Investitionen in den Hochwasserschutz

ÜBERFISCHUNG

WIE STEHT ES UM DIE FISCHPOPULATIONEN?

Weltweit wurden im Jahr 2021 durchschnittlich 20,6 Kilogramm Meereslebewesen pro Kopf konsumiert. Je nach Ländern und Einkommen unterscheidet sich das Konsumverhalten deutlich.

Fisch und Meerestiere sind eine Hauptnahrungsquelle für etwa die Hälfte der Weltbevölkerung. Zudem leben etwa 10 % aller Menschen von dem Einkommen, das sie über die Fischerei verdienen. Durch den weltweit hohen Konsum von Fisch und anderen Meereslebewesen und der Abhängigkeit von dieser Ressource, ist die Fischerei zu einer riesigen Industrie herangewachsen.

Dabei überschattet die industriell betriebene Fischerei die lokale Fischerei. Zwar arbeiten hier vergleichsweise weniger Personen, doch mit den modernen Technologien und riesigen Netzen der Fabriksschiffe werden so viele Fische gefangen, dass die Populationen stark zurückgehen und bedroht sind. Mit modernsten Techniken werden die profitabelsten Fischgründe gefunden und ausgeschöpft.

Dies hatte jedoch zur Folge, dass weltweit im Jahr 2021 bereits 37,7 % der Fischpopulationen überfischt waren. 50,5 % der Bestände wurden bis zur äußersten Grenze der Belastbarkeit ausgeschöpft. Insgesamt wurden damit fast 90 Prozent aller Nutzfischbestände gefährdet. Es muss sich grundlegend etwas verändern,

WAS GENAU IST ÜBERFISCHUNG EIGENTLICH?

Überfischung tritt auf, wenn die Entnahme von Fischen durch Fischerei so hoch ist, dass sich die Bestände nicht mehr erholen können und die Populationen weiter schrumpfen. Dies betrifft eine oder mehrere Fischarten in einem bestimmten Gewässer wie Meeren, Seen oder Flüssen. Die Folge ist, dass der Bestand dieser Art(en) über die Zeit hinweg schrumpft, da mehr Fische gefangen werden, als sich auf natürliche Weise wieder vermehren können.

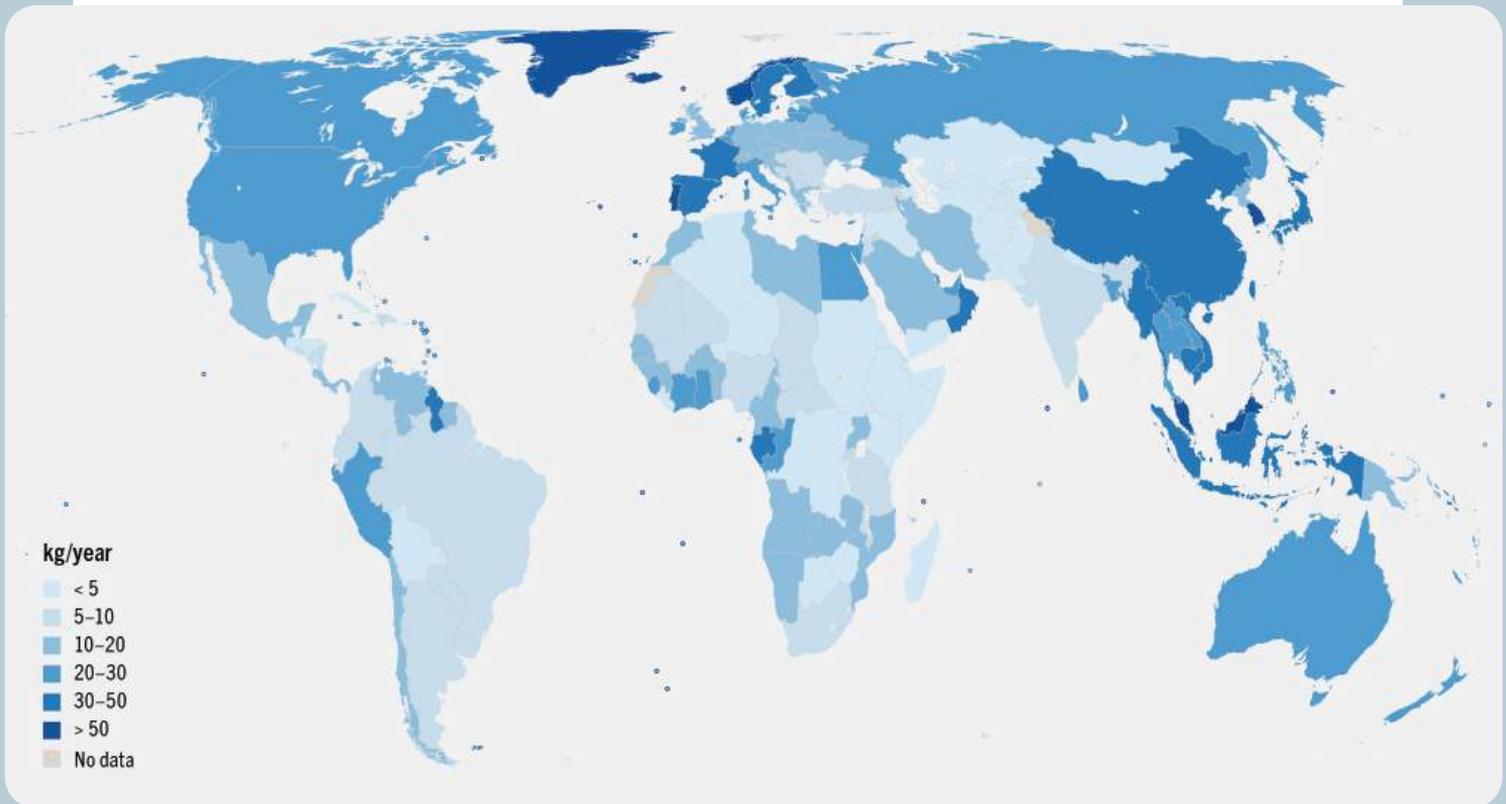


Abbildung 7: Pro-Kopf-Konsum von Meereslebewesen in kg/Jahr, Durchschnitt von 2019-2021 (Food and Agriculture Organization of the United Nations 2024)

damit diese sich erholen können, aber es gibt immer noch viele Gebiete, in denen es keine oder wenig staatliche Regulierungen gibt, die vorgeben, wieviel gefangen werden darf. Dies ist oft auf dem offenen Ozean der Fall.

Nicht nur Gebiete mit wenigen Auflagen sind problematisch. **IUU**-Fischerei steht für **Illegale, Unregulierte und Undokumentierte** Fischerei und ist schwer bzw. nicht zu kontrollieren. Zum einen werden mehr Fische gefangen als erlaubt ist oder Fischarten, für die es keine Lizenz gibt. Zum anderen wird in Schutzgebieten, zu Sperrzeiten oder mit illegalen Fangmethoden gefischt. Ihr Anteil am globalen Markt wird auf über 30 % geschätzt. Die Fischerei ist somit eine der problematischsten Industriezweige weltweit. Trotz staatlicher Regulierungen und Steuerungsinstrumenten kann diese durch Gewinnstreben angeführte Industrie nur schwer kontrolliert werden.

Auch Ost- und Nordsee sind überfischt. Doch vor allem die Populationen der Ostsee sind über die Maße geschrumpft. Es gibt Fischbestände, die aufgrund von zu hohen Fangquoten in der Vergangenheit nicht nur überfischt, sondern zusammengebrochen sind. Der Dorsch (auch Kabeljau genannt) und der Hering sind Artenbeispiele, welche sich nur schwer erholen können. Seit 2022 ist die direkte Befischung von Dorsch und Hering verboten. So können sich die Bestände mit genügend Zeit erholen.

Die Ostseefischerei wurde mit starken Regulierungen vor große Herausforderungen gestellt, da sie einen Teil ihrer Wirtschaftsgrundlage verloren hat. Mit dem Ausweichen auf andere Zielfischarten wurde versucht die Berufsfischerei zu erhalten.

Ob in Deutschland, europaweit oder weltweit, Überfischung ist überall ein Problem. Durch diese Ausbeutung der Meere ist die industrielle Fischerei ebenfalls verantwortlich für das Zusammenbrechen ihres eigenen Industriezweigs. Erholen sich die Bestände nicht, hat die Fischerei bald nichts mehr zu fangen. Es ist von höchster Priorität nachhaltige Lösungen zu finden und umzusetzen, um die Fischbestände nachhaltig zu sichern.

BEISPIELE FÜR WELTWEIT ÜBERFISCHTE BESTÄNDE VON SPEISEFISCHEN:

- Blauflossen-Thunfisch (stark überfischt im Atlantik und Mittelmeer, durch hohe Nachfrage)
- Schwertfisch (überfischt in mehreren Regionen, insbesondere im Nordatlantik)
- Rotbarsch (überfischt in mehreren Regionen, darunter der Nordatlantik)
- Dorsch (der westlichen und östlichen Ostsee sowie Kabeljau in der Nordsee)
- Hering (überfischt in der Ostsee)

UNGEWOLLTER BEIFANG:

- Delfine und Wale (weltweiter Beifang, oft durch Thunfischfang)
- Schweinswale (in der Ostsee vom Aussterben bedroht)
- Meeresschildkröten (in (sub-)tropischen Meeren, oft durch Langleinen- und Schleppnetze)
- Haie (weltweit, Beifang der Thunfisch- und Schwertfischfischerei)
- Seevögel (Beifang durch Langleinen-Fischerei)





WAS SIND AQUAKULTUREN?

Aquakultur wird auch als Aquafarming bezeichnet und beschreibt die Zucht von Meereslebewesen in einem kontrollierten Umfeld, vergleichbar mit landwirtschaftlichen Betrieben an Land. Mehr als 50 % der Meereslebewesen für den menschlichen Konsum stammen aus Aquakulturen und sollen so die Fischbestände und Ökosysteme entlasten, welche unter der Überfischung leiden. Neben Fischen werden auch oft Algen, Muscheln oder Krebstiere in Aquakulturen gezüchtet.

Besonders die Zucht von Muscheln, Seegras oder Algen kann sich bei nachhaltiger Bewirtschaftung sogar positiv auf die Umwelt auswirken. Sie reinigen (filtern) das Wasser und wirken der Überdüngung lokaler Küstengewässer durch die Aufnahme von überschüssigen Nährstoffen entgegen. Fisch aus Aquakulturen hat den Vorteil, dass ungewollter Beifang vermieden wird und auch keine Ökosysteme durch umweltschädliche Fangmethoden wie z.B. Grundschleppnetze zerstört werden.



Abbildung 8: Aquakulturen (Tapani Hellmann Pixabay 2022)

Doch auch die Aquakultur ist keine optimale Lösung. Ein Beispiel ist der Lachs, der beliebteste Speisefisch Deutschlands. Er stammt vorwiegend aus Aquakulturen in Norwegen. Aufgrund der engen Haltung in Netzen haben Parasiten wie z.B. die Lachslaus, und andere Krankheiten bei der Übertragung oft leichtes Spiel, wodurch immer wieder viele Tiere sterben und der Fisch auch für den Menschen zu einem Gesundheitsrisiko wird. Die Medikamente, Wachstumshormone und die Ausscheidungen der Fische können gleichzeitig angrenzende Ökosysteme vergiften. Ein weiteres Problem ist die Nahrung für die Fische in den Aquakulturen. Der Lachs ist ein Raubfisch. Er wird in den Aquakulturen mit Fischmehl und Fischöl ernährt, welches zum Teil von gefährdeten und überfischten Fischarten stammt.

Relevant für eine nachhaltige Aquakultur ist auch der Standort. In Südostasien und China werden für die Zucht von Garnelen Seegraswiesen zerstört und Mangrovenwälder großflächig gerodet. So haben Aquakulturen auch einen indirekten Einfluss auf den Klimawandel, da wir auf die Meerespflanzen als CO₂-Speicher angewiesen sind.

KONSUM VON FISCH – MEHR ALS NUR EINE FRAGE DES GESCHMACKS

Fisch gehört für viele Menschen zur regelmäßigen Ernährung dazu. Für viele Länder des Globalen Südens ist er eine Nahrungsgrundlage. Doch auch wir finden in Supermärkten stets eine große Auswahl an Fischprodukten und es lohnt sich, einmal innezuhalten und darüber nachzudenken, was unser Fischkonsum eigentlich bedeutet.

In den vergangenen Jahrzehnten hat sich die Fischerei von einem lokal und saisonal begrenzten Gewerbe zu einer globalen Industrie entwickelt. Die Nachfrage nach Fisch und Meeresfrüchten ist weltweit gestiegen, was zur Überfischung geführt hat. Viele Fischpopulationen sind so stark überfischt, dass sie sich kaum noch erholen können. Trotz Fangquoten und Schutzmaßnahmen stehen viele Arten kurz vor dem Zusammenbruch.

Unser Konsumverhalten hat vielschichtige ökologische Folgen. Die Frage ist: Haben wir das Recht, ungebremst von den Ressourcen der Meere zu profitieren, ohne Rücksicht auf die Konsequenzen zu nehmen? Wenn wir Fisch konsumieren, unterstützen wir oft indirekt Praktiken, die nicht nur Tiere gefährden, sondern auch Menschen, die von diesen Ökosystemen abhängen. In Ländern des Globalen Südens verlieren sie oft ihre Lebensgrundlage, weil ihre Gewässer leergefischt werden.

Darüber hinaus stellt sich die Frage nach dem Leid der Tiere. Fische werden in Massen gefangen, oft ohne Rücksicht auf das Tierwohl und ihr Leiden. In Aquakulturen werden Fische oft unter beengten und stressigen Bedingungen gehalten. Ein bewusster Verzicht auf Fisch könnte daher nicht nur ökologische, sondern auch ethische Probleme lösen.

In der westlichen Welt haben wir das Privileg, aus einer Vielzahl von Lebensmitteln wählen zu können. Wir sind nicht darauf angewiesen Fisch zu essen, um uns gesund zu ernähren. Der Konsum von Fisch ist mehr als eine reine Geschmacksfrage. Er ist eine Entscheidung, die Auswirkungen auf die Meeresökosysteme, auf die Artenvielfalt, auf das globale Klima und auf ethische Grundfragen hat.

**Frage dich selbst: Brauche ich Fisch?
Oder esse ich Fisch nur aus reiner Gewohnheit?**

EIN BEISPIEL – DER FRÜHJAHRSLAICHENDE HERING DER WESTLICHEN OSTSEE

Unsere heimischen Meere bleiben von den Folgen der Überfischung nicht verschont. So befinden sich die Fischbestände der Ostsee in einem schlechten Zustand. An den bereits überfischten Beständen von Hering und Dorsch können die Auswirkungen besonders gut erkannt werden. Der Dorschbestand kann sich trotz Fischereiverbot nur schwer oder gar nicht erholen.

Doch wie hat sich die Überfischung auf den Heringsbestand ausgewirkt?

Der Hering wurde in der Vergangenheit stark überfischt. Im Jahr 2024 ist der Heringsbestand der westlichen Ostsee weiterhin in einem schlechten Zustand, obwohl nun im dritten Jahr in Folge eine Bestandszunahme verzeichnet wird. Die Überfischung ist Auslöser dieser Entwicklung, doch es spielen auch weitere Faktoren eine Rolle dabei, warum sich der Hering nur langsam erholen kann.

DEFINITION „LAICHGEBIETE“

Die Eier von Fischen werden als Laich bezeichnet. Sie legen ihre Eier in Gebieten ab, wo optimale Bedingungen herrschen, damit ihr Nachwuchs überlebt – die Laichgebiete. Dies ist aber nicht zwangsweise der optimale Lebensraum für die erwachsenen Fische, weshalb sie nur dorthin wandern, um zu laichen.

Die Nachwuchsproduktion der Heringe wird vom Klimawandel beeinflusst. Durch wärmere Winter wandern die Heringe im Frühjahr früher in die Laichgebiete, legen ihre Eier ab und die Larven schlüpfen früher. Die Fischlarven ernähren sich von Zooplanktonlarven, deren Wachstum wiederum abhängig von ihrer Nahrungsquelle, dem Phytoplankton (einzelligen Algen im Meer) ist. Phytoplankton entwickelt sich lichtgesteuert und ist nicht von Temperaturveränderungen abhängig. Die Lichteinstrahlung ist vom Klimawandel unabhängig, wodurch sich die Entwicklung von Phytoplankton und das Wachsen von Zooplankton zeitlich nicht verschiebt.

Das Nahrungsoptimum für die Heringslarven wird somit verfehlt und Teile des Nachwuchses verhungern. Die erhöhte Wassertemperatur kann gleichzeitig körperlichen Stress der Heringslarven auslösen. Ein weiterer Einflussfaktor auf den Hering ist die Überdüngung und die damit verbundene Eutrophierung der Ostsee. Die Nährstoffzufuhr und das Algenwachstum wirken sich negativ auf die Ablage der Eier aus.

Obwohl der Hering überfischt wurde und immer noch im Beifang befishet wird und der Wiederaufbau des Bestands von weiteren Umweltbedingungen negativ beeinflusst wird, wird davon ausgegangen, dass sich der Heringsbestand in der Ostsee bis 2032 erholen kann.



STECKBRIEF

FRÜHJAHRSLAICHENDER HERING DER WESTLICHEN OSTSEE

Merkmale:

Größe: Durchschnittlich 20-25 cm

Gewicht: Bis zu 300 g

Aussehen: Schlanker, silbrig glänzender Körper mit dunklem Rücken

Laichverhalten:

Zeitpunkt: Hauptsächlich von März bis Mai, mit höherer Wassertemperatur verschiebt sich die Laichzeit nach vorn

Laichgebiete: Küstennahe Gewässer (z.B. Greifswalder Bodden), bevorzugt Seegraswiesen oder andere Vegetationsbereiche für die Eiablage

Wanderungen: Der Hering unternimmt saisonale Wanderungen zwischen Laichgebiet und seinem Lebensraum

Ernährung:

Larven/Jungfische: Zooplankton, wie kleine Krebse und Rädertierchen

Ausgewachsene Fische: Garnelen, kleinere Fische, Krebstiere und andere kleine Meerestiere

Bedrohungen:

Fischerei: Bestände wurden überfischt (Fangquoten sollen den Bestand schützen)

Klimawandel: Erwärmung der Ostsee beeinflussen das Laichverhalten und die Überlebensrate der Jungfische

Eutrophierung: Nährstoffzufuhr und Algenwachstum wirken sich negativ auf die Ablage der Eier aus

Lebensraumverlust: Zerstörung von Laichgebieten durch menschliche Aktivitäten wie Küstenbebauung, Verschmutzung und Grundschleppnetzfisherei

AUSWIRKUNGEN AUF DIE BIODIVERSITÄT DER OSTSEE

Durch die Überfischung in der Ostsee wird das gesamte Ökosystem aus dem Gleichgewicht gebracht. Die veränderten Herings- und Dorschpopulationen haben große Auswirkungen auf das Nahrungsnetz und die Artenvielfalt in der Ostsee. Durch die Eutrophierung und den Klimawandel entstehen weitere Faktoren, welche sich auf das Nahrungsnetz, die Reproduktion und die Lebensräume der Fische auswirken. Es entsteht ein Kreislauf verschiedener Wechselwirkungen, welche den Wiederaufbau der Bestände erschweren und somit zu einem Verlust der Biodiversität führen.

Neben den Auswirkungen der Überfischung beschädigt die Fischerei mit bestimmten Fangmethoden die Ökosysteme. Die Grundschleppnetzfisherei zerstört den Meeresboden. Sie wird zum Teil in wichtigen Lebensräumen und Laichgebieten ausgeübt. So werden Laichgebiete zerstört und die Nachwuchsproduktion der Fische eingeschränkt. Zusätzlich werden Nährstoffe aufgewirbelt, welche erneut Prozesse der Eutrophierung verstärken.

DIE OSTSEE RETTEN, ABER WIE?

In den 2024 festgelegten Fangquoten ist die direkte Fischerei des Herings und Dorsches weiterhin verboten. Der westliche Hering darf jedoch als Beifang mit insgesamt 788 Tonnen gefischt werden. Die Quote für den Dorschbeifang wurde um 30 %, auf insgesamt 340 Tonnen, als Beifang gesenkt, von denen Deutschland 73 Tonnen gestattet sind. Die Fangquoten spielen eine wichtige Rolle für den Artenschutz und Schutz der Biodiversität. Doch nur allein die Fangquoten können keinen nachhaltigen Aufbau der Bestände gewährleisten. Es müssen Ökosystemaspekte und Aspekte der Umweltveränderungen durch den Klimawandel und die Eutrophierung miteinbezogen werden.

DEFINITION „FANGQUOTEN“

Fangquoten geben vor, wieviele (Speise-)Fische einer Art pro Jahr maximal gefangen werden dürfen und werden alle zwei Jahre vom EU-Fischereiministerium festgelegt. Dabei spielen auch der genaue Fangzeitraum und das festgelegte Gebiet eine Rolle. Außerdem wird entschieden, welches Land davon wie viel Prozent fangen darf, wenn – wie in der Ostsee – mehrere Länder an dieses Gewässer angrenzen.

Damit sich die Fischpopulationen erholen können, ist ein ökosystembasierter Ansatz im Fischereimanagement nötig. Die Ostseefischerei muss im Rahmen ihrer Mittel biologische Grenzen berücksichtigen und zu einem besseren Umweltzustand beitragen. Sie muss sich ebenfalls hinsichtlich Fangmengen und Fangtechniken anpassen. Geschützte Arten, Lebensräume und der Meeresboden müssen geschützt werden.

Die Landesregierung Schleswig-Holstein hat 2024 den „**Aktionsplan Ostseeschutz 2030 für eine nachhaltige und zukunftsfähige Entwicklung der Ostseeregion**“ herausgebracht. Um den effektiven Schutz der heimischen Ostsee zu gewährleisten, soll ein ganzheitliches Vorgehen verfolgt und Maßnahmen gegen die verschiedenen Belastungsquellen vorgenommen werden.

Im Rahmen des Aktionsplans werden 12,5 % der schleswig-holsteinischen Ostsee-Fläche unter strengen Schutz gestellt. Das bedeutet, dass Rückzugs- und Ruhezone geschaffen werden, zusammen mit drei neuen Naturschutzgebieten. In diesen Gebieten gilt ein Ausschluss jeglicher Fischerei (einschließlich der Freizeitfischerei). Nicht nur die Fischbestände, sondern auch der Meeresboden und die Flora und Fauna, Laichgebiete und Lebensräume werden geschützt.

Die Fangmethoden und Methoden zur Beifangvermeidung sollen strenger geprüft werden. Die grundberührende Fischerei (Grundschleppnetzfisherei) gilt als eine wesentliche Belastung des Meeresbodens und wird stark beschränkt. Es gilt außerdem ein Verbot der Industriefischerei für die gesamte schleswig-holsteinische Ostsee.



ÖKOSYSTEMBASIERTES FISCHEREIMANAGEMENT

Ökosystembasiertes Fischereimanagement ist ein Ansatz zur Verwaltung von Fischereiressourcen, der nicht nur die Zielarten, sondern auch deren Wechselwirkungen mit anderen Arten, Lebensräumen und dem gesamten Ökosystem berücksichtigt. Ziel ist es, das Gleichgewicht und die Gesundheit des gesamten marinen Ökosystems zu erhalten, anstatt sich ausschließlich auf die Maximierung des Fischereiertrags zu konzentrieren. Dies umfasst auch die Berücksichtigung von Umweltveränderungen, wie den Klimawandel, und anthropogener Einflüsse wie der Verschmutzung.





MEERESVERSCHMUTZUNG

Vielleicht hast du schon etwas vom Begriff „Müllhalde Meer“ gehört. Aber was genau versteht man eigentlich unter Meeresverschmutzung?

Die Verunreinigung der Meere ist eine Umweltverschmutzung, die zu den Gewässerverschmutzungen gehört. Es gibt viele verschiedene Arten der Meeresverschmutzung wie Schadstoffe oder Müll, welche direkt oder indirekt, bewusst oder unbeabsichtigt durch den Menschen in die Meere gelangen. Das passiert meist vom Land aus über viele verschiedene Wege wie Flüsse, Abwässer und die Luft, weshalb Küstenzonen von der Verschmutzung besonders betroffen sind; aber auch z.B. über Schiffe auf hoher See und sogar abstürzenden Weltraumschrott. In den Meeren ist Verschmutzung insbesondere eine Gefahr für die Tierwelt (Fauna), Pflanzenwelt (Flora) und den Menschen selbst, da sie marine Lebensräume (Ökosysteme) bedroht. Neben der Eutrophierung, Versauerung, dem Klimawandel und der Biodiversitätskrise zählt die Verschmutzung zu einer der Hauptbelastungen für unsere Meere.

Welche Arten von Meeresverschmutzungen gibt es?

Einige Arten könntest du gut mit bloßem Auge sehen, wie den Müll, den du an deinem Lieblingsstrand im Sand liegen und im Wasser schwimmen sehen kannst. Oder wenn bei einer Ölkatastrophe die Meeresoberfläche mit einem regenbogenfarbenen, schillernden Ölfilm bedeckt ist und Helfende versuchen das verklebte Gefieder von Vögeln ölfrei zu bekommen. Andere Verschmutzungen wie Munition und radioaktive Abfälle liegen eher unter der Wasseroberfläche am Meeresboden verborgen und werden nur bei einem Tauchgang sichtbar, oder wenn Fischerboote diese aus Versehen an Bord holen. Wieder andere wie die Lärmverschmutzung könntest du höchstens als waschechtes Meerestier in seiner vollen Lautstärke mitbekommen.



MUNITION IM MEER – DAS GIFTIGE ERBE DER WELTKRIEGE

WIE KOMMT MUNITION IN UNSERE WELTMEERE?

Durch Seeschlachten, gesunkene Kriegsschiffe und die Entsorgung nicht verbrauchter Munition nach dem Ersten und Zweiten Weltkrieg gelangten geschätzt 1,6 Millionen Tonnen Munition in sogenannten Versenkungsgebieten in die deutsche Nord- und Ostsee. Es besteht die Gefahr, dass scharfe Munition explodieren könnte. Zusätzlich sind die enthaltenen Sprengstoffe ein Problem für die Umwelt. Die Metallhüllen der Munition rosten, da diese bereits bis zu 100 Jahre unter Wasser liegen. Dadurch wird mittlerweile vermehrt Sprengstoff wie zum Beispiel Trinitrotoluol (besser bekannt als „TNT“) freigelegt. Diese Sprengstoffe können bereits im Wasser und im Meeresboden von Versenkungsgebieten oder in der Nähe von Kriegsschiffswracks nachgewiesen werden. Auch in Muscheln und Fischen konnten Forschende bereits Spuren von Sprengstoffen finden.

SPRENGSTOFFE: MEHR ALS NUR EXPLOSIV

TNT und andere sogenannte „sprengstofftypische Verbindungen“ stellen ein erhebliches Umweltrisiko dar: Einerseits sind sie durch ihre Explosionsfähigkeit gefährlich, andererseits schädigen sie das Erbgut (DNA), welches die genetische Information – sozusagen die eigene persönliche Bauanleitung, die dich zu dir macht – gespeichert hat. Zusätzlich sind sie giftig, krebserregend und umweltschädlich.

Es konnten bereits konkrete negative Auswirkungen von TNT auf Meereslebewesen nachgewiesen werden. So fanden Forschende viel häufiger Leberschäden bei Plattfischen, die neben gesunkenen Kriegsschiffen in der Nordsee gefangen wurden als in Fischen aus unbelasteten Gebieten. Laborversuche konnten zudem zeigen, dass sich TNT negativ auf das Überleben von Fischlarven auswirkt. Eine Verschmutzung von Wasser und Meeresboden mit Sprengstoff kann eine erhebliche Auswirkung auf den Erfolg der Fortpflanzung von Fischen haben, da Schiffswracks und Munitionsversenkungsgebiete von Fischen gerne als „Kinderstube“ genutzt werden.

WAS TUT DIE WISSENSCHAFT?

Forschende aus verschiedenen Fachgebieten und Ländern sammeln Daten, um die Gefahr genauer einschätzen zu können und Lösungsansätze für den Umgang mit dem giftigen Munitionsmüll in den Meeren zu finden. Hierbei werden Wracks und Munitionsversenkungsgebiete möglichst genau in eine Karte eingetragen (Kartierung). Außerdem werden Proben mit wissenschaftlichen Methoden untersucht, die schon kleinste Mengen an Sprengstoff nachweisen können.

Darüber hinaus werden Meerestiere wie Fische und Miesmuscheln auf möglicherweise aufgenommene Sprengstoffe getestet. Und in der Biologie und Biochemie auf mögliche Krankheiten oder Anzeichen für erhöhten Stress durch Schadstoffe untersucht.



Abbildung 9: Forschungstaucherin über Munition im Munitionsverklappungsgebiet Kolberger Heide/Ostsee. (Jana Ulrich, GEOMAR)

In diesen Forschungsprojekten konnte eine steigende Verschmutzung der Meeresumwelt durch Sprengstoffe gezeigt werden. Diese wirken sich bereits auf Meerestiere wie Muscheln und Fische in unmittelbarer Nähe von Munition aus. Die Forschenden raten daher dringend dazu, mit einer Räumung und Vernichtung der Munition zu beginnen. Sonst rosten die Metallhüllen weiter durch und setzen noch mehr giftige Sprengstoffe frei.

Der erste Versuch einer Räumung startete 2024 in der Lübecker Bucht. Hier testeten mehrere Firmen wie sie verschiedenen Munitionshaufen aus dem Wasser holen und sichern können (Bergungstechniken). Später soll eine Bergungsplattform gebaut werden, die selbstständig ohne Besatzung an Bord die Munition aus dem Wasser holt. Die geborgene Munition soll anschließend direkt auf der Plattform durch Verbrennung vernichtet werden. Das langfristige Ziel ist es, mit der Munition eine der vielen Schadstoffquellen (Pestizide, Arzneistoffe, Mikroplastik) aus der Meeresumwelt zu entfernen.

PLASTIKVERSCHMUTZUNG

WIE VIEL MÜLL WIRD WELTWEIT PRODUZIERT UND LANDET IM MEER?

Jedes Jahr wird weltweit so viel Müll produziert, dass ein Stau aus damit beladenen Lastwagen 24-mal um die ganze Erde reichen würde. Das entspricht über 2 Milliarden Tonnen Müll und die Tendenz pro Jahr steigt weiter an.

Ein Teil dieses Mülls liegt für dich sichtbar in der Gegend herum. Doch nicht überall können wir hinsehen und nicht aller Müll ist direkt sichtbar. Deshalb fällt es Forschenden sehr schwer zu sagen, wie viel Müll genau in den Meeren ist. Jährlich gelangen Millionen Tonnen Müll in die Meere und etwa dreiviertel davon sind Plastikmüll.

Daher liegt der Fokus hier auf Plastik: Es wird geschätzt, dass jährlich etwa 10 Millionen Tonnen Plastikmüll in den Meeren landen. Das ist ungefähr so viel, als würde jede Minute eine Lastwagenladung hineingekippt werden:



WO KOMMT PLASTIK HER UND WAS IST ES ÜBERHAUPT?

Plastik findet man nicht natürlich wachsend in der Natur. Es muss erst künstlich hergestellt werden. Daher zählt man es zu den „Kunststoffen“. Die Hauptzutat (Rohstoff), aus der Plastik hergestellt wird, ist Erdöl. Im Gegensatz zu Bäumen ist Erdöl kein nachwachsender, sondern ein fossiler Rohstoff, der in tieferen Erdschichten liegt und von dort an die Oberfläche gepumpt werden muss.

Plastik ist als vielseitig einsetzbares Material seit den 1950er Jahren kaum mehr aus der Wirtschaft und unserem Alltag wegzudenken. Bei der Verarbeitung lässt es sich leicht in eine gewünschte Form umwandeln. Je nachdem, was für das Endprodukt gebraucht wird, gibt es verschiedene Plastikarten mit unterschiedlichsten Eigenschaften: weich oder hart, starr oder biegsam, durchsichtig oder bunt, leicht oder schwer. Doch produzieren wir etwas aus Plastik, produzieren wir indirekt auch Müll.

WIE ALT KANN PLASTIK WERDEN?

Plastik scheint nahezu „ewig“ haltbar zu sein. Als Material oder fertiges Produkt mag dies eine positive Eigenschaft sein, um den Müll wieder loszuwerden jedoch nicht. Erste Versuche geben Hinweise, dass Plastik mehrere hundert Jahre braucht, um sich zu zersetzen. Da es Plastik noch gar nicht so lange gibt, weiß man jedoch kaum, wie lange es im Meer tatsächlich haltbar ist.



Abbildung 10: Plastik währt ewig in den Ozeanen (NABU/statista 2024)

Durch äußere Einwirkungen wie UV-Licht der Sonnenstrahlen, Salzgehalt, Wind und mechanische Wellenbewegung (Reibung) wird das im Meer treibende Plastik brüchig und zerfällt in immer kleinere Teile.

Auf diese Weise wird das große, mit bloßem Auge sichtbare sogenannte Makroplastik langsam „unsichtbar“. Es wird erst zu dem kleineren sogenannten Mikroplastik, dann zu dem noch kleineren Nanoplastik. Da es sich dabei nie vollständig auflöst, ist Plastik nicht biologisch abbaubar. Die winzig kleinen Plastikteilchen können unter einer Lupe oder einem Mikroskop wieder erkennbar gemacht werden.

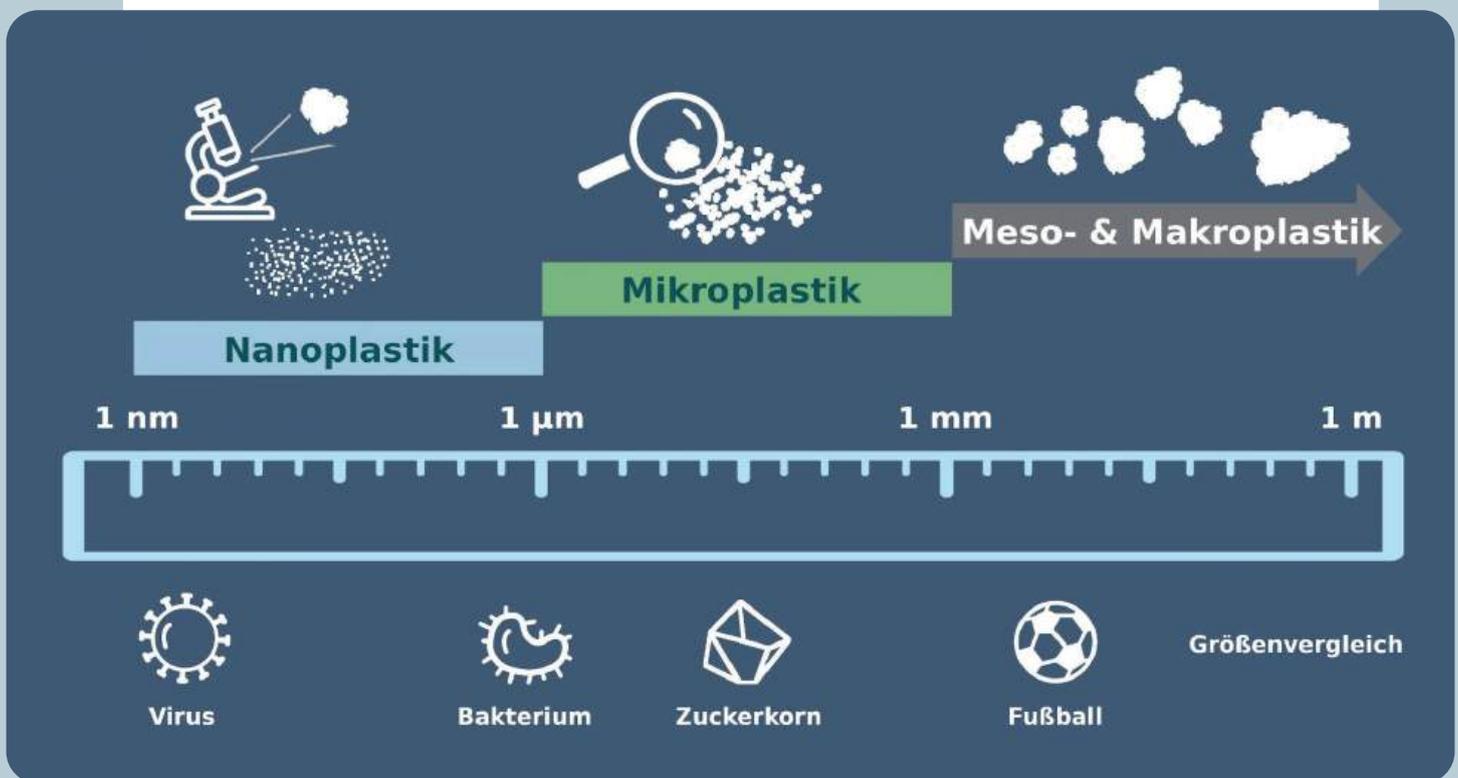


Abbildung 11: Größenvergleich von Plastik (Sigrid März/RiffReporter 2022)

WIE KOMMT DER PLASTIKMÜLL INS MEER?

In den 1970er Jahren bemerkte man erstmals, dass das haltbare Plastik überall in die Umwelt gelangt. Es gibt ja die Redewendung „Alle Wege führen nach Rom“. Im Fall von Plastikmüll ist es „Alle Wege führen ins Meer“:

1

80 % des Plastikmülls gelangen über das Festland ins Meer. Der Müll am Strand besteht mehr aus liegengelassenem als angespültem Müll. Aber hauptsächlich gelangt Plastik durch schlechte oder fehlende Abfall- und Recyclingsysteme ins Meer. Von großen Mülldeponien wird vor allem leichtes Plastik über Wind und Regen in Flüsse getragen und alle Flüsse führen irgendwann ins Meer.

2

Aus Städten und der Industrie mit ihren großen Fabriken gelangt Plastikmüll über ungereinigte Abwässer direkt in Flüsse und ins Meer.

3

Über den Haushalt gelangt Mikroplastik ins Meer, da es bisher über Kläranlagen nicht herausgefiltert werden kann. Viele Kosmetikprodukte, Putz- und Waschmittel enthalten als Zusatz Mikroplastik z.B. in Peelings oder Sonnencreme. Pro Waschgang lösen sich tausende Kunststoffasern aus synthetischer Kleidung (z.B. Polyester) wie Fleecejacken oder Trikots.

Dabei sind Autos die größten Verursacher von Mikroplastik. Während der Fahrt reiben die Autoreifen durch das Gewicht des Autos permanent auf der Straße, wodurch sich winzige Gummiteile ablösen (Reifenabrieb).

4

20 % des Plastikmülls gelangen direkt ins Meer ohne den Umweg über das Land zu machen. Schiffsbesatzungen von Fischerei-, Frachter-, Container- oder Kreuzfahrtschiffen werfen kaputte Netze absichtlich ins Meer oder diese bleiben am Grund an nicht verzeichneten Hindernissen hängen und reißen ab.

5

Schiffe verlieren manchmal unabsichtlich ihre Ladung. Selbst Stürme, Eis oder Unfälle auf hoher See können hier die Ursache sein.



Abbildung 12: Wie gelangt das ganze Plastik ins Meer? (Meeresatlas 2017)

6

Um Gewicht zu verlieren oder den Entsorgungsgebühren am Hafen zu entgehen, werfen Schiffsbesatzungen auch mal illegal ihre Abfälle vorsätzlich ins Meer oder lassen ihr Abwasser ab.

7

Bei sogenanntem Katastrophenmüll gelangt Plastik durch Stürme, Hochwasser oder Sturmfluten in die Gewässer.

WIE VERTEILT SICH PLASTIKMÜLL IM MEER?

Durch Wind und Strömungen (Oberflächen- und Tiefenströmungen), also über Transport von Wassermassen, wird Plastikmüll aus aller Welt im und übers Meer an die entlegensten Orte transportiert. So wurde schon Plastikmüll am tiefsten Punkt im Meer, dem 11 km tiefen Marianengraben nahe den Philippinen im Pazifischen Ozean oder in der Arktis gefunden, wo sonst kein Mensch vorbeikommt.

Es gibt im Meer fünf sogenannte Meereswirbel, welche als kreisförmige Oberflächenströmungen vergleichbar sind mit unablässig angetriebenen, gigantischen Whirlpools. In diesen Meereswirbeln bleibt Plastikmüll über mehrere Jahre hängen. Durch die Ansammlung des Mülls werden die Meereswirbel zu **Müllstrudeln**. Die Müllstrudel sind eher vergleichbar mit „Plastiksuppen“ als mit massiven Plastikinseln, da sie größtenteils aus hochkonzentriertem Mikroplastik bestehen. Ein Langstreckenschwimmer ist sogar einmal absichtlich hindurch geschwommen, um auf das riesige Problem aufmerksam zu machen.



WARUM SIND WISSENSCHAFTLICHE SCHÄTZUNGEN VON PLASTIKMÜLL IM MEER SO SCHWER?

Wie viel Plastik tatsächlich ins Meer gelangt, ist für Forschende schwer abzuschätzen, da viele Methoden sehr aufwendig sind. Es gibt noch zu wenig Daten – schließlich gelten 95 % der Meere als unerforscht. Zudem sind die bestehenden Studien oft schwer miteinander vergleichbar:

Ein internationales Forschungsteam hat untersucht, in welchen Mengen Mikro- und Nanoplastik über die Luft (Atmosphäre) in die Meere gelangt. Laut ihrer groben Schätzung werden jährlich zwischen 0,013 und 25 Millionen Tonnen Plastikteilchen so ins Meer transportiert.

In einer anderen Studie wurde untersucht, wie viel Mikro- und Makroplastik jährlich in Ökosysteme mit Süßwasser und Salzwasser gelangen. Geschätzt wurden 19 bis 23 Millionen Tonnen, was ca. zwei Lastwagenladungen pro Minute entspricht. Da in dieser Studie auch größere Plastikstücke sowie Flüsse, Seen und andere Süßwassergewässer miteinbezogen wurden, lässt sie sich mit den anderen Studien kaum vergleichen.

Niemand weiß so genau, wie viel Müll tatsächlich im Ozean liegt, da viel illegal oder unbemerkt hineingelangt. Der Großteil des Mülls ist nicht mehr sichtbar für uns, weil er entweder zu klein ist oder unter die Oberfläche und auf den Meeresgrund gesunken ist.



WIE QUIETSCHENTCHEN DER FORSCHUNG DIENTEN!

Die Wege des Plastiks wurden erstmals erforscht als 1992 durch ein Unglück ca. 30.000 Plastikentchen im Pazifik landeten und die Enten über Jahre hinweg nach und nach an Küsten gefunden wurden. Ein Synonym für die Quietscheentchen ist Freundsche Treibeilchen „Friendly Floatees“, weil sie Meeresforschenden bei der Erforschung der Meeresströmungen (Ozeanzirkulation) und Wege des Plastiks geholfen haben. Das Bild zeigt, wo das Schiff den Container verloren hat und wo die Entchen überall angespült wurden.



Abbildung 13: Quitscheentchen „friendly floatees“ (Heinrich-Böll Stiftung SH 2025), in Anlehnung an Grafik: OSM/ORF.at; Quelle: NOC

Der größte aller Müllstrudel liegt nahe Hawaii im Nordpazifik und heißt Pazifischer Müllstrudel (Great Pacific Garbage Patch). Er ist mit einer Fläche von 1,6 Millionen Quadratkilometern ungefähr so groß wie 4,5-mal die Fläche von Deutschland (Stand 2024). Weniger als 1 % des Plastikmülls befindet sich schätzungsweise an der Meeresoberfläche, weshalb das Oberflächenplastik eher die Spitze des Müllbergs ist. Nur ein kleiner Teil verbleibt in den Wirbelströmen oder wird an Küsten angespült.

In den Tiefen des Ozeans ist die Plastikkonzentration 100-fach höher als an der Meeresoberfläche. Das Mikroplastik lagert sich im Boden (Sediment) ein und bildet allmählich eine neue geologische Schicht, den sogenannten Plastikhorizont. So wird vor allem die Tiefsee als gigantische Müllkippe genutzt, ganz nach dem Motto: „Aus den Augen, aus dem Sinn.“

WARUM IST PLASTIK FÜR TIERE SO GEFÄHRLICH?

Da es Plastik in den unterschiedlichsten Formen und Größen gibt, bedroht Plastik auch viele verschiedene Tierarten auf unterschiedlichste Art und Weise.

1

Plastikstücke sind für Meerestiere von ihrer natürlichen Nahrung schwer unterscheidbar. Neben dem ähnlichen Aussehen verwechseln Schildkröten Einkaufstüten mit Quallen, da der Geruch von verrottendem Plastik sie anlockt und täuscht. Eine Schicht (Biofilm) aus Algen und Mikroorganismen überzieht das Plastik und lässt es wie ein Meerestier riechen.



Abbildung 14: Schildkröte frisst Plastiktüte (Richard Carey Adobe o.J.)

2



Abbildung 15: Bartenwal (Josu Adobe o.J.)

Das Sonar von Walen kann Plastik nicht von natürlicher Nahrung unterscheiden. Welche Arten und Mengen von Plastik Wale irrtümlich gefressen haben, kann in Mägen gestrandeter Wale untersucht werden.

3

Der Bartenwal schwimmt mit weit geöffnetem Maul durch die Meere und nimmt mit Plankton (Kleinstlebewesen, die sich von der Strömung umhertreiben lassen) gleichzeitig Millionen kleinster Plastikteilchen auf.

4

Eissturmvögel brüten auf den Vogelfelsen auf Helgoland, wo sie ihre Nester oft mit Geisternetzen bauen. Der Mageninhalt toter Eissturmvögel wird in der Nordsee als Nachweis (Indikator) für die Plastikverschmutzung verwendet, da sich diese Hochseevögel ausschließlich aus dem Meer ernähren. 96 % der Eissturmvögel haben durchschnittlich 30 Plastikpartikel/ 0,3 g im Magen. Im Menschenmagen wäre das vergleichbar mit einer gefüllten Brotdose. Das Plastik ist aber unverdaulich, liefert keine Energie und erzeugt dennoch ein „Völlegefühl“, wie wenn die Tiere satt sind. Im schlimmsten Fall verhungern die Tiere mit vollem Magen.



Abbildung 16: Eissturmvogel in einem Nest aus Plastiknetzen (Alan Adobe o.J.)

5

Auch Fische halten Mikroplastik für Plankton - kein Wunder, denn an manchen Stellen schwimmt schon jetzt mehr Plastik als Plankton umher. Die sehr kleinen Plastikteilchen gelangen unverdaut durch die Darmwände ins Fischgewebe und lagern sich dort ab.

Tatsächlich nehmen wir Plastik über die Nahrung und die Luft auf. Die Auswirkungen von Mikroplastik im menschlichen Körper sind jedoch kaum erforscht. Plastik steht im Verdacht Entzündungen auslösen zu können. So konnten schon bei Walen Entzündungen im Bauchfell durch Plastik entdeckt werden.



Abbildung 17: Plastik auf dem Teller (Yrabota Adobe o.J.)

DEFINITION „GEISTERNETZE“

Ob kleinere Fischkutter, Krabbenfischerboote oder größere Schiffe wie Fabriksschiffe oder Hochseefischerboote, sie alle fahren aus ihren jeweiligen Heimathäfen raus auf den offenen Ozean. Die Besatzung probiert mit Hilfe von Fischernetzen in den unterschiedlichsten Formen und Größen, ob eng- oder grobmaschig verschiedenste Meerestiere wie Fische, Krabben oder Tintenfische zu fangen. Fischernetze, die verloren gehen, an alten Schiffswracks hängen bleiben oder absichtlich gekappt (losgeschnitten) werden und weiterhin im Ozean treiben, nennt man Geisternetze. Sie treiben in den Müllstrudeln, sinken auf den Meeresgrund oder werden an Stränden angespült.

Die Netze wurden ursprünglich dafür gemacht, um Meerestiere zu fangen. Doch auch wenn das dazugehörige Fischereiboot schon lange verschwunden ist, geraten Tiere weiterhin wie von Geisterhand in die Geisternetze. Insbesondere die Netze der modernen Fischerei sind oft kilometerlange Fallen. Sogar größere Meeressäuger wie Robben und Wale verheddern sich in den schweren Fischernetzen. Tiere erwürgen sich, ersticken oder ertrinken, da sie in den Geisternetzen nicht mehr zum Luft holen an die Oberfläche auftauchen können.

Allein in der Ostsee gibt es zusammengerechnet tausende Kilometer an Geisternetzen und jedes Jahr kommen 500 km dazu, die vor allem aus Stellnetzen (Netzwände) bestehen.

Die alten Fischereinetze sind mit geschätzten 600 Jahren nahezu ewig haltbar. Leider entsorgen noch immer zu viele Schiffe ihren Müll illegal auf hoher See, um die Kosten für eine fachgerechte Entsorgung im Hafen zu sparen.

Zusätzlich können Geisternetze ganze Lebensgemeinschaften wie Muschelbänke, Seegraswiesen oder Korallenriffe unter sich begraben. Sie können sie schädigen und verdecken, sodass sie z.B. von Licht und Sauerstoff abgeschnitten sind. Dadurch wird ihr Wachstum gestört und sie können nicht mehr besiedelt werden. Dabei sind diese Orte oft wichtige Laichplätze und Kinderstuben für Meerestiere.

WARUM IST ES SO SCHWIERIG, PLASTIK WIEDER AUS DEM MEER ZU KRIEGEN?

Plastik aus dem Meer zu holen ist gar nicht so einfach. Würde jemand mit den bisherigen Methoden versuchen das Mikroplastik aus den Ozeanen herauszufiltern, würde das Plankton mit herausgefiltert werden.

Wenn versucht wird größeres Plastik direkt aus dem Ozean zu angeln, gibt es ähnliche Probleme wie beim Fischfang: In die Netze gerät ungewollt Beifang oder sie landen selbst als Geisternetze im Ozean.

Natürlich versuchen schlaue Forschende weiterhin dem Plastikproblem im Meer auf den Grund zu gehen und Lösungen zu finden. So wird nach Mikroorganismen gesucht, welche Plastikteile abbauen können. Aber erst einmal ist die Wissenschaft zu dem Ergebnis gekommen, dass man das ganze Plastik nicht mehr so einfach aus der Umwelt herausbekommt. Gerade deswegen ist es wichtig, dass das Plastikproblem schon an Land bekämpft wird.



Auswirkungen von Geisternetzen

Aufgegebene, verlorene oder zurückgeworfene Fanggeräte - ein Nebenprodukt der globalen Fischereindustrie, das die meisten von uns nie sehen

Auswirkungen auf die Tierwelt

Geisternetze und andere Fischereigeräte zersetzen sich sehr langsam. Jahrzehntlang fangen und töten sie weiter Meereslebewesen.



Wirtschaftliche Auswirkungen

Ersatz von verlorenem Fischereigerät mindert finanzielle Gewinne

90% der Arten, die sich in Geisternetzen verfangen, haben kommerziellen Wert²

Meeresmüll hat einen negativen Einfluss auf den Tourismus

Als Schiffshindernisse sorgen Geisternetze für wirtschaftliche Verluste und Sicherheitsrisiko

Ökologische Auswirkungen

Geisternetze beschädigen wichtige Lebensräume, indem sie Korallen abbrechen, den Platz für festsetzende Bodenlebewesen einschränken, Sediment ansammeln und den Zugang zu bestimmten Lebensräumen behindern

REFERENCES

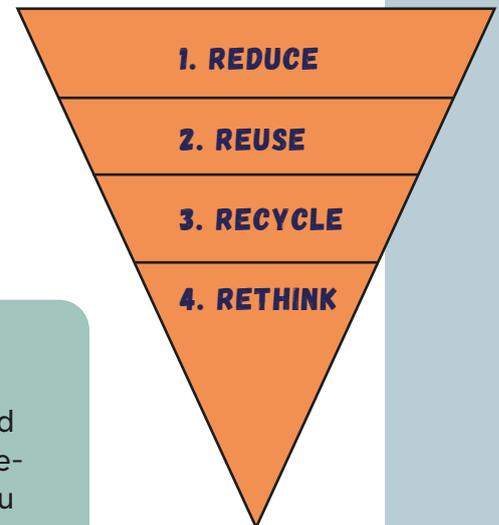
¹ Kühn, S., Rebolledo, E. L. B., & van Franeker, J. A. (2015).
² Al-Masroori, H., et al. (2004).

#StopGhostGear

Abbildung 18: Auswirkungen von Geisternetzen (WWF 2020)

WAS KANNST DU GEGEN DAS PLASTIKPROBLEM TUN?

Wie bei vielen großen Problemen gibt es nicht die eine Lösung, die allen Plastikmüll ein für alle Mal wie von Zauberhand verschwinden lässt. Aber es gibt viele Möglichkeiten, die das Problem kleiner werden lassen. Dabei hilft als Orientierung die sogenannte **Abfallpyramide**, wie mit Müll umgegangen werden müsste:



1. REDUZIEREN / VERMEIDEN (REDUCE)

Der wichtigste Ansatz ist Plastik so gut es geht zu vermeiden und so Müll gar nicht erst entstehen zu lassen. Menschen der sogenannten Zero-Waste-Bewegung versuchen ganz auf Plastik zu verzichten. Das ist aber ziemlich schwierig. Bei einigen Plastikprodukten, wie z.B. Handschuhe im medizinischen Bereich oder bei elektronischen Geräten wie dem Handy mangelt es leider noch an guten Alternativen.

Hier passt die Redewendung: „Lass das Perfekte nicht der Feind des Guten sein.“ Es reicht auch so gut es eben geht und wo es möglich ist, deinen eigenen Plastikkonsum zu reduzieren. Schau dafür erst einmal genau hin, wo du eigentlich überall Plastik im Alltag benutzt, das ist nicht immer ganz offensichtlich. Der nächste Schritt ist dann zu schauen, welche Alternativen es gibt.

2. WIEDERVERWENDEN (REUSE)

Einwegplastik-Produkte werden so hergestellt, dass du sie nur einmal oder für eine ganz kurze Zeit gebrauchen kannst, bevor du sie wieder wegwerfen musst. Es gibt Ausnahmen, wo Einwegplastik tatsächlich sinnvoll ist: In Krankenhäusern sind zum Beispiel Spritzen durch den Gebrauch kontaminiert und müssen hinterher ordnungsgemäß entsorgt werden. In vielen anderen Bereichen gibt es aber schon Mehrwegplastik, zum Beispiel Pfandsysteme bei Essensbestellungen.

Lust dich selber (oder andere) herauszufordern? Überleg dir eine Challenge zu Plastikvermeidung und schau, ob du sie einhalten kannst oder wie viel Plastik ihr in der Klasse damit einsparen könnt.

3. MÜLLVERWERTUNG (RECYCLE)

Beim sogenannten Recycling wird aus altem Plastik etwas Neues hergestellt. Allerdings kann nur sogenanntes „sortenreines“ Plastik recycelt werden, welches aus einer einzigen Plastiksorte besteht.

Ungefähr zwei Drittel des Plastikmülls kann nicht recycelt werden, da er aus verschiedenen Kunststoffen (Mischkunststoff) zusammengesetzt ist und die Trennung zu teuer oder aufwändig wäre. Er wird zu Restmüll gezählt und meist in Müllverbrennungsanlagen verbrannt. Das nennt man „energetische Verwertung“, wo die Energie z.B. in Zementfabriken verwendet wird.

In vielen Ländern gibt es keine funktionierenden Recycling-Systeme. Oft wird der Müll dort direkt verbrannt unter Entstehung von Giftstoffen, landet auf Müllhalden, irgendwo in der Umwelt oder direkt im Meer. Gleichzeitig verschickt Deutschland jährlich hunderttausende Tonnen Plastikmüll in andere Länder. Offiziell auf dem Papier gilt auch dieser Müll als recycelt. Dabei haben diese Länder schon genug eigenen Plastikmüll und es wird kaum kontrolliert, was damit passiert. So recycelt Deutschland insgesamt nur knapp 16 % (Stand 2020).

4. UMDENKEN (RETHINK)

Zurzeit leben wir in einer Wegwerfgesellschaft, wo vieles schon nach dem ersten Gebrauch weggeworfen wird. Statt einem System, bei dem der Plastikmüll irgendwann im Meer landet, brauchen wir eine sogenannte nachhaltige Kreislaufwirtschaft. Nachhaltig bedeutet, dass wir nur so viel verbrauchen, wie die Natur neu entstehen lässt. Damit nachfolgende Generationen in Zukunft genauso weitermachen könnten, ohne irgendwann aufhören zu müssen, weil die Ressourcen erschöpft sind.

Dazu muss ein Umdenken stattfinden. Die Hauptverantwortlichen sind hier eigentlich die Politik und die Wirtschaft, welche einen systemischen Wandel ermöglichen müssen. Aber auch du kannst helfen!

Müllsammelaktionen helfen dabei das Problem sichtbar zu machen. Das geht auch gut im Team, in der Schule oder auch als Wettbewerb, wer am meisten sammelt.

Es gibt einen Unterschied, ob Menschen bewusst in Kauf nehmen, dass ihr Müll in der Umwelt landet, oder ob sie nur nicht genug informiert sind oder es aus Versehen passiert – bei letzterem hilft Aufklärung.

Wusstest du, dass bei großen Segel-Regatten (Segelwettbewerben) wie der Kieler Woche oft Müsliriegelpapiere im Meer landen? So wie du in den Schulpausen, brauchen auch die Segelnden Energie in Form eines Müsliriegels. Wenn sie dann in der Eile das leere Müsliriegelpapier in ihre Schwimmweste packen und vergessen, fällt es gerne mal während der Fahrt ins Meer. Würden sie es in eine Tasche mit Reißverschluss packen, würde das sicher weniger passieren.

Es ist wichtig die Hoffnung zu behalten. Daran zu glauben, dass du nicht alleine bist und zusammen z.B. mit deiner Klasse viel bewirken kannst. Jedes kleine Bisschen hilft und ist besser als nichts zu tun und darauf zu warten, dass jemand anderes das übernimmt.

ÖLVERSCHMUTZUNG

WAS IST ÖLVERSCHMUTZUNG IM MEER?

Ölverschmutzung tritt auf, wenn Öl ins Meer gelangt, sei es durch Unfälle, Lecks oder illegale Entsorgung. Öl vermischt sich aufgrund seiner chemischen Eigenschaften nicht mit Wasser. Da es eine geringere Dichte hat, bildet es einen schwimmenden Film auf der Wasseroberfläche – den sogenannten Ölteppich. Durch Wind und Strömungen wird es oft über weite Strecken verteilt.

Wenn wir die Begriffe Ölverschmutzung oder Ölpest hören, fällt uns vor allem eins ein: Ölunfälle oder Ölkatastrophen. Meistens sind dies Schiffsunglücke von Öltankern oder Explosionen von Bohrinseln, bei welchen innerhalb weniger Tage eine riesige Menge Öl ins Meer gelangt. Doch diese extremen Ereignisse tragen nur einen vergleichsweise geringen Teil zur Ölverschmutzung im Meer bei.

Durch die Schifffahrt sowie durch industrielle Abwässer und Bohr- und Förderinseln findet eine schleichende Ölverschmutzung statt. Es gelangen somit dauerhaft „kleinere“ Mengen Öl ins Meer, welche die sensiblen Ökosysteme aus dem Gleichgewicht bringen können.

WAS PASSIERT, WENN ÖL INS MEER GELANGT?

Ausbreitung des Öls:

Öl schwimmt zunächst auf der Wasseroberfläche. Je dünnflüssiger das Öl, umso schneller verteilt es sich und bildet eine dünne Schicht. Dickflüssigere Öle breiten sich langsam aus und bilden eine dickere Schicht auf der Meeresoberfläche.

Verdunstung:

Ein Teil des Öls verdunstet und gelangt dabei in die Atmosphäre. In wärmeren Gebieten verdunstet ein größerer Teil als in kälteren Gebieten der Erde. Je nach Art des Öls kann innerhalb von wenigen Tagen sogar bis zur Hälfte verdunsten. Schwere Öle verdunsten kaum.

Dispergierung:

Bei stärkerem Seegang und Wind wird das Öl in Tropfen (dünnflüssiges Öl) oder Klumpen (dickflüssiges Öl) zerteilt. Vor allem die kleineren, dünnflüssigeren Tropfen werden in tiefere Wasserschichten verteilt. Den Vorgang der Durchmischung nennt man Dispergierung.

Emulgierung:

Wassertropfen vermischen sich mit dünnflüssigem Öl an der Oberfläche. Der Wassergehalt kann bis zu 70 % ansteigen und das Öl wird zunehmend zäher. Wenn bei diesem Prozess Luft eingeschlossen wird, dann schäumt die Öl-in-Wasser-Emulsion auf.

Sedimentation:

Wenn das Öl auf aufgewirbeltes Sediment trifft, lagert es sich an diesen Feststoffen ab und sinkt mit ihnen zu Boden. So gelangt Öl an den Meeresboden.

Biologischer Abbau:

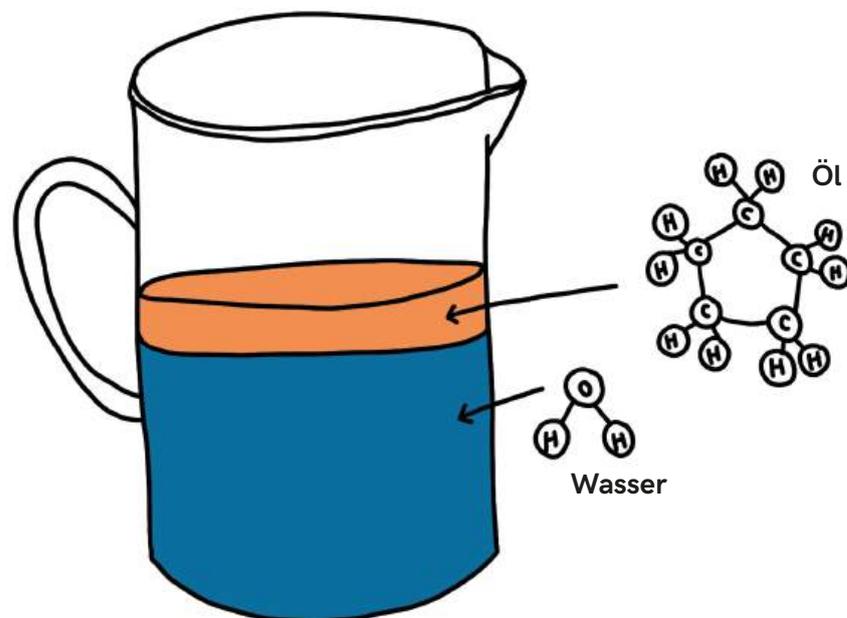
Das Öl wird von im Meer vorhandenen Bakterien abgebaut. Dickflüssiges Öl wird hierbei langsamer abgebaut.

Verölung der Küsten:

Wird das Öl angespült, kann es sich an der Küste festsetzen. Teilweise wird es abgetragen und teilweise bleibt es an den Küsten und zerstört dort wichtige Ökosysteme.

Folgen für die Meerestiere:

Vor allem Tiere, die sich oberflächennah aufhalten (z.B. Meeressäuger und Vögel) sind besonders von der Ölverschmutzung betroffen. Das Öl verklebt das Gefieder der Vögel. Fliegen und Schwimmen wird dadurch unmöglich und bei dem Versuch das Gefieder zu reinigen, nehmen sie das giftige Öl zu sich.



IST DIE WATTENMEERKÜSTE DER NORDSEE IN GEFAHR?

Das Wattenmeer der Nordsee reicht von den Niederlanden bis nach Dänemark. Zweimal am Tag kann man bei Ebbe über den Meeresboden laufen. Für uns Menschen ist das ein einzigartiges Erlebnis. Doch nicht nur die schönen Weiten der Nordsee sind beeindruckend. In diesem vielfältigen Ökosystem leben tausende Tierarten. Erstaunlicherweise leben auf einem Quadratmeter Wattboden mehr Organismen als auf einem Quadratmeter eines tropischen Regenwaldes. Und obwohl hier die Lebensbedingungen durch den ständigen Wechsel von Überflutung und Trockenheit nicht optimal sind, konnten sich viele Tiere und Pflanzen anpassen. Unter diesen sind auch Schweinswale, Kegelrobben und Seehunde. Sie sind hier zu Hause, finden Nahrung und ziehen ihre Jungen auf. Durch die zahlreichen Fische, Würmer, Muscheln, Schnecken und Krebse kommen jedes Jahr mehrere Millionen Zugvögel, um sich satt zu fressen und zu rasten. Das Wattenmeer ist nicht nur ein Nationalpark, sondern auch UNESCO-Weltnaturerbe. Damit genießt es einen ganz besonderen Schutz.

Doch wir Menschen nutzen die Nordsee auf verschiedenste Weise und greifen dabei in die empfindlichen Ökosysteme ein. Die Nordsee ist eine der meist befahrenen Schiffrouten der Welt.

Gleichzeitig werden hier rund 450 Bohrplattformen betrieben. Die Schifffahrt und die Ölförderung sind nicht nur Gefahrenquellen für Ölkatastrophen, sondern tragen dauerhaft zur schleichenden Ölverschmutzung bei. Auch die Einleitungen von Öl über die Flüsse ist problematisch.

Das Wattenmeer ist damit besonders betroffen. So sterben allein hier durch die schleichende Ölverschmutzung jedes Jahr rund 15.000 Vögel.

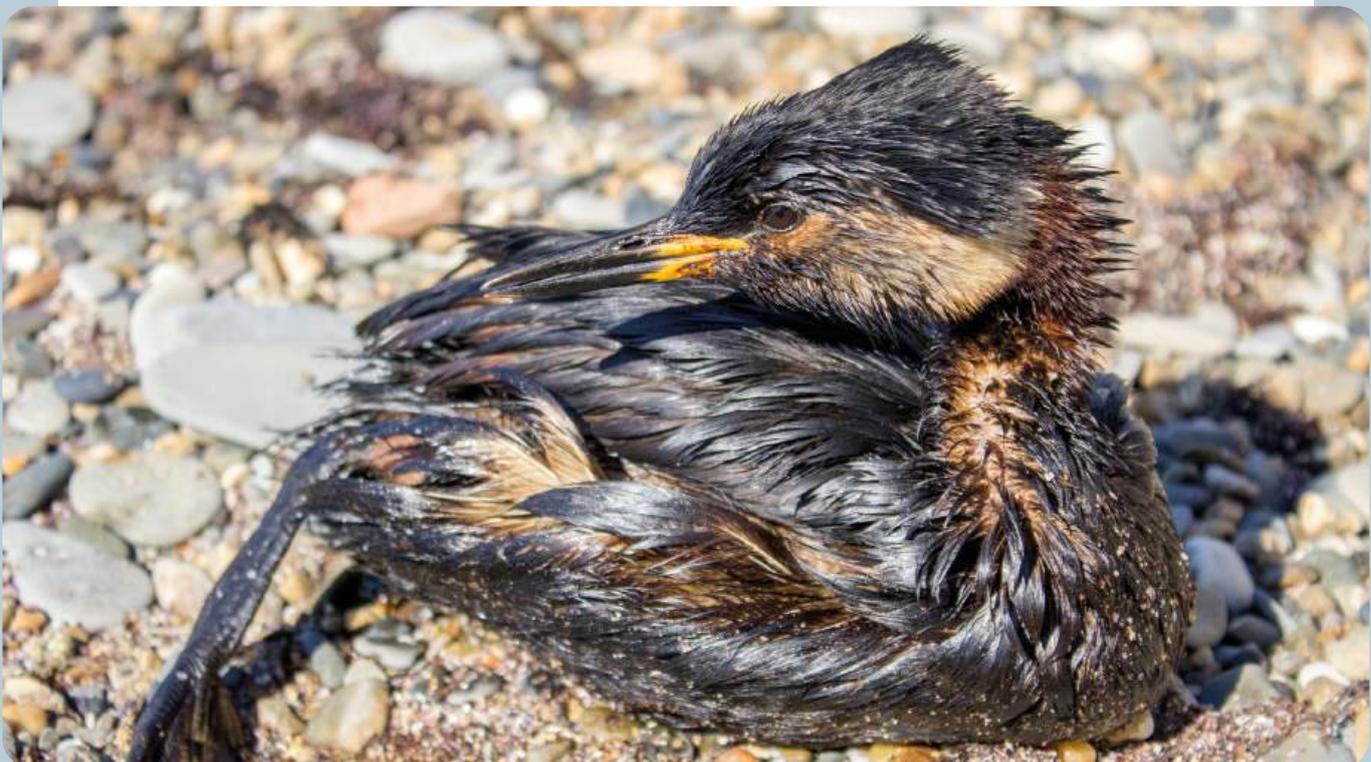


Abbildung 19: Verölter Vogel (datsko Adobe o.J.)

Die Folgen eines Tankerunglücks oder einer Ölkatastrophe durch eine der vielen Bohrinseln wären katastrophal. Denn im Wattenmeer spielt sich fast das gesamte Leben am Meeresboden ab. Eine Ölschicht würde dieses produktive Ökosystem ersticken und mit den Gezeiten würde das Öl weitläufig die Lebensräume zerstören.

Um diesen Naturraum zu schützen, liegt ein besonderer Fokus darauf, die Ölförderung einzuschränken. Doch selbst die Anerkennung des Wattenmeers als UNESCO-Weltnaturerbe konnte die Ölförderung nicht verhindern. Seit 1987 wird im schleswig-holsteinischen Teil des Nationalparks die Ölplattform „Mittelplate A“ betrieben. In Sichtweite liegt die Vogelinsel Trischen, auf welcher jedes Jahr tausende Vögel Schutz suchen. So ist gerade dieser Standort besonders risikoreich. Im Falle eines Ölaustrittes würde ein artenreiches Ökosystem zerstört werden und tausende Seevögel würden in kürzester Zeit sterben.

Doch es gibt einen Lichtblick für das Wattenmeer. Die Lizenz für die Bohr- und Förderinsel läuft im Jahre 2041 ab und es werden keine neuen Genehmigungen erteilt für die Erschließung neuer Ölfelder. So kann der Abbau von Öl in Schleswig-Holstein endgültig ein Ende finden.



DEEPWATER HORIZON – EINE KATASTROPHE MIT VERHEERENDEN AUSWIRKUNGEN

Im Juli 2010 ereignete sich eine der größten Ölkatastrophen jemals: die Deepwater-Horizon-Katastrophe. Es kam zu einer Explosion einer Förderplattform im Golf von Mexiko, durch welche etwa 800 Millionen Liter Erdöl ins Meer gelangten. Über Wochen hinweg breitete sich das Öl unkontrolliert aus.

Diese Katastrophe hatte verheerende Auswirkungen. Zehntausende Meerestiere starben, davon über 7000 Vögel, 1500 Kilometer Küstenfläche wurde verschmutzt und mehr als 300 Millionen Liter Öl gelangten in die Tiefen des Meeres. Es entstand eine ökologische Todeszone.

LÄRMVERSCHMUTZUNG

WIE STÖRT DER MENSCH DIE UNTERWASSERWELT?

Unter Wasser ist es alles andere als still. Die Wellen rauschen, das Meereseis quietscht und bricht und die Meereslebewesen kommunizieren. Auch wir Menschen erzeugen viele Geräusche bei unseren Aktivitäten auf dem Meer. Mit diesem Unterwasserlärm stören wir jedoch die friedliche Meereswelt und ihr natürliches akustisches Umfeld. Bezeichnet wird dieser Vorgang als Lärmverschmutzung.

In den letzten 50 Jahren hat sich der Lärmpegel unter Wasser verdreifacht.

Im Gegensatz zu den Tieren an Land sind viele Meerestiere auf Schall angewiesen, um zu kommunizieren, zu jagen und sich zu orientieren. So kann sich der menschengemachte Lärm negativ auf die Überlebensfähigkeit der Tiere auswirken und ihr natürliches Verhalten verändern. Ihr empfindliches Gehör kann dabei sogar stark beschädigt werden. Dazu kommt, dass sich Schallwellen unter Wasser viel weiter und schneller ausbreiten als in der Luft. Geräusche sind über weite Strecken hörbar. Dies ist abhängig von der Lautstärke des Lärms (Lärmpegel) und der Tonhöhe (Frequenz) sowie den Eigenschaften des Gewässers, wie z.B. Temperatur, Salzgehalt, Tiefe oder Strömungen und Wellenbewegungen.

Was sind die Hauptquellen der Lärmverschmutzung im Meer?

Schiffsverkehr:

Große Handelsschiffe, Fähren oder Kreuzfahrtschiffe machen jede Menge Lärm. Der Hauptlärm wird durch die Motoren, Schiffsschrauben und den Wasserwiderstand der großen Schiffe erzeugt. Die dauerhafte Präsenz des Schiffsverkehrs führt zu einem erhöhten allgemeinen Lärmpegel in viel befahrenen Seegebieten.

Offshore-Windparks:

Beim Bau von Windkraftanlagen im Meer entstehen sehr laute Geräusche. Die Pfeiler werden in den Boden gerammt und erzeugen extrem laute und tieffrequente Geräusche, die sich über weite Strecken ausbreiten. Auch im laufenden Betrieb entsteht durch Vibrationen und Rotorengeräusche ein ständiges Brummen.

Sonar:

Sonargeräte sollen die Meeresumwelt erkunden und Hindernisse, Fischschwärme oder U-Boote erkennen. Dabei werden Schallwellen gesendet und deren Echos empfangen. Diese Schallwellen beeinflussen das Verhalten von Meeressäugern wie Walen und Delfinen stark, da die intensiven Impulse ihren natürlichen Orientierungssinn stören können.

Offshore-Bauwerke:

Öl- und Gasplattformen werden ebenfalls unter extremer Lautstärke errichtet. Der Bau solcher Plattformen erzeugt hohe Schallpegel durch das Bohren, Sprengen und Verankern im Meeresboden. Die Geräuschquelle im laufenden Betrieb kommt von Generatoren, Pumpen und Fördermechanismen. Dies ist zwar eine nicht sehr laute, doch dafür eine konstante Lärmbelastung, die bis zu 80 km weit im Meer wahrnehmbar ist.

Seismische Untersuchungen:

Um Erdöl oder Erdgas zu finden, senden Spezialschiffe starke Schallwellen in den Meeresboden. Diese Schallwellen entstehen durch Druckluftkanonen (Airguns), die in regelmäßigen Intervallen Schallimpulse erzeugen, welche so laut sind, dass sie sich einige hundert Kilometer ausbreiten können. Das ist weiter als der Gesang von Walen durchschnittlich trägt.

Explosionen:

Zur Entfernung alter Munitionsbestände oder Seeminen im Meer werden kontrollierte Sprengungen durchgeführt. Diese Sprengungen erzeugen sehr starke, kurzzeitige Lärmwellen und Druckimpulse, die extreme Lautstärken verursachen. Die Reichweite ist ähnlich der bei seismischen Untersuchungen.

Wusstest du schon, dass die Schmerzgrenze des menschlichen Gehörs bei 130 Dezibel liegt? So laut ist es in etwa, wenn neben dir ein Presslufthammer benutzt wird.

Auch die Nord- und Ostsee sind stark von Lärmverschmutzung betroffen. Schiffsverkehr, Munitionssprengungen und Baggerarbeiten sind hier keine Seltenheit. Besonders der Ausbau von Offshore-Windparks steht häufig in der Kritik.

Die küstennahen Gebiete sind wegen ihrer flachen Gewässer und guten Windverhältnisse perfekte Standorte für Windkraftanlagen. Allerdings erzeugen die Bauarbeiten für die riesigen Windräder, die auf dem Meeresboden verankert werden, extrem lauten Lärm, der sich im Wasser weit verbreitet. Bei dem Bau von Windkraftwerken wird der Stützpfeiler in den Meeresboden gerammt. Dafür sind tausende von Schlägen mit einem hydraulischen Hammer nötig. Dabei werden Schallpegel von bis zu 200 Dezibel erreicht. Zum Vergleich: Das lauteste Geräusch, das die NASA jemals aufgezeichnet hat, war das der ersten Stufe der Saturn-V-Rakete, die 204 Dezibel erreichte.

Unter dem Lärm der Bauarbeiten leidet die gesamte Tierwelt. Und so steht die Lärmverschmutzung in direkter Verbindung mit dem Gleichgewicht der Ökosysteme. Für Schweinswale, Fische wie den Dorsch und viele andere Meereslebewesen ist Schall überlebenswichtig, z.B. zur Nahrungssuche und Orientierung. Um die Arten und Ökosysteme zu schützen, müssen die Schallbelastungen stark minimiert werden.

Es gibt bereits verschiedene Ideen und Techniken, um den Lärm beim Bau von Offshore-Windparks zu verringern. Eine der wichtigsten Maßnahmen zur Lärm-minderung ist der Blasenschleier. Dieser funktioniert so: Rund um die Baustelle wird ringförmig mithilfe von Schläuchen oder Rohren ein Schleier aus Luftblasen erzeugt. Die Luftblasen bremsen die Schallwellen und dämpfen den Lärm. So wird verhindert, dass sich der Lärm ungebremst im Meer ausbreitet.

Auch der Betrieb von Offshore-Windkraftanlagen erzeugt im Meer konstante Geräusche, die ebenfalls eine Belastung für Meerestiere darstellen können. Die Turbinen erzeugen niederfrequente Schallwellen, die durch das Wasser weitergetragen werden und besonders für Arten störend sein können, die auf akustische Wahrnehmung angewiesen sind, wie Wale, Delfine und Fische. Diese kontinuierlichen Geräusche reichen möglicherweise nicht an die Lautstärke des Baus heran, jedoch wirken sie langfristig und können das Verhalten von Meerestieren nachhaltig beeinflussen.

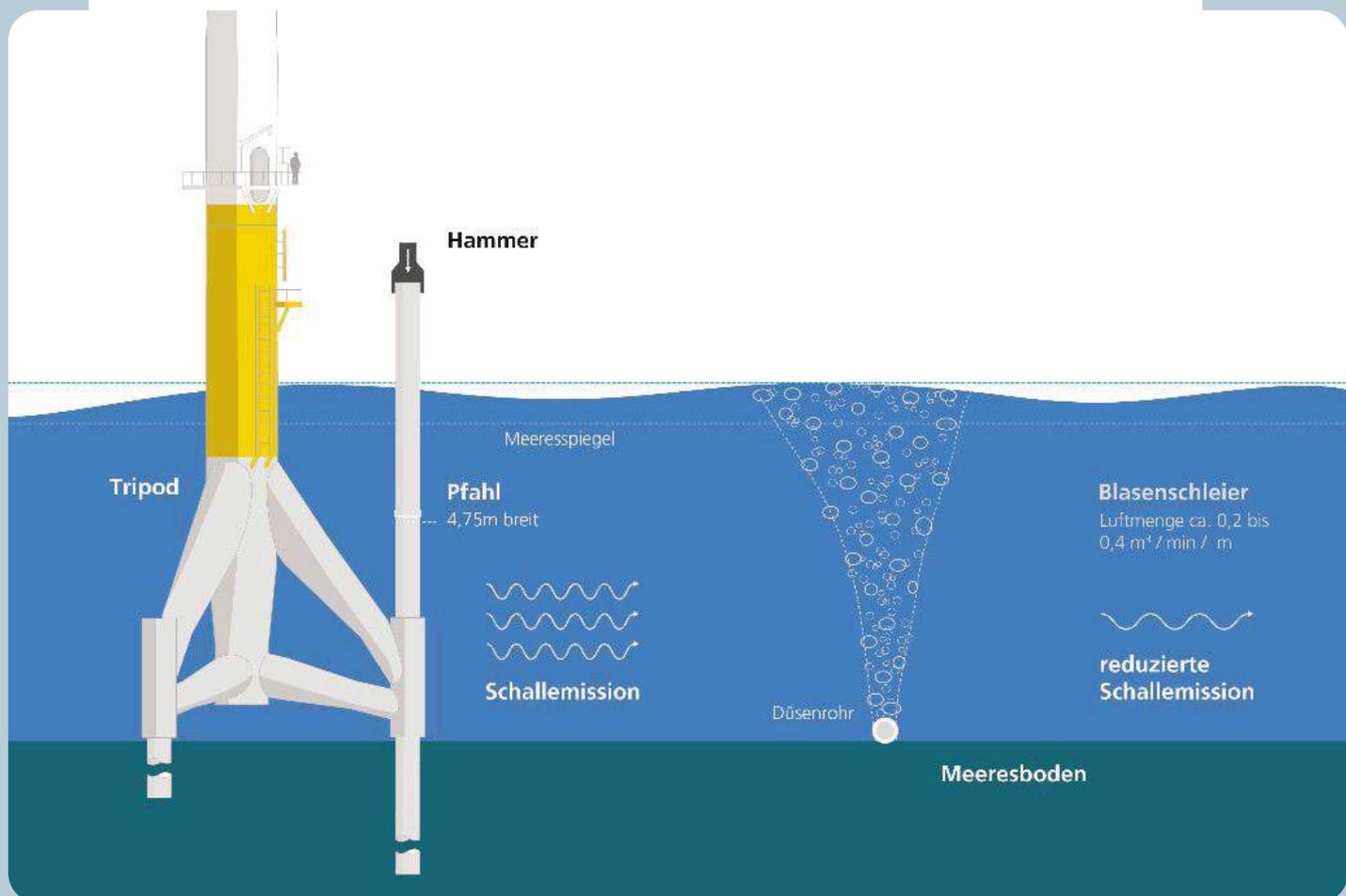


Abbildung 20: Schallschutz durch Blasenschleier (Trianel Windkraftwerk Borkum I o.J.)

Du möchtest mehr über Unterwasserlärm erfahren? Dann schau dir diesen kurzen Erklärfilm vom Umweltbundesamt an.



Erklärfilm
„Unterwasserlärm“



STECKBRIEF

Name: Gewöhnlicher Schweinswal

Lebensraum: Küstengewässer des Nordatlantiks und Nordpazifiks, auch in der Ost- und Nordsee.

Beschreibung: Gehören zu den Zahnwalen

Gewicht und Größe:

Weibchen: bis zu 90 kg und ca. 160 cm Länge

Männchen: bis zu 60 kg und ca. 145 cm Länge

Lebensdauer: Werden in Nord- und Ostsee durchschnittlich 8-12 Jahre alt (können bis zu 23 Jahre alt werden)

Ernährung: Fische und Krebstiere

Gefährdet durch: Lärmverschmutzung und Beifang der Fischerei

Dieser QR-Code leitet dich zu einem 3D Modell eines Schweinswals. Lerne mehr über diese Tiere.

Wusstest du schon?
Der Schweinswal hört mehr als 5 mal so gut wie ein Mensch!



3D Modell
Schweinswal

DAS STILLE LEIDEN DER SCHWEINSWALE

Wir haben Wale in der Ostsee? Ja ganz richtig!

Der Schweinswal ist in unserer Ost- und Nordsee heimisch. Doch er ist zunehmend durch uns Menschen gefährdet. Oftmals endet er als ungewollter Beifang in den Fischernetzen. Doch vor allem schadet der zunehmende Unterwasserlärm den Tieren.

Schweinswale nutzen, wie alle Zahnwale, eine Echoortung (Echolokation), um sich zu orientieren. Sie erschaffen sich ein akustisches Bild, indem sie hohe Klicklaute aussenden. Wenn dieser Schall auf den Meeresboden, Hindernisse oder andere Meereslebewesen trifft, wird er als Echo zurückgeworfen. Je länger die Schallwellen brauchen, um zurückgeworfen zu werden, desto weiter ist das Hindernis entfernt. Daraus gewonnene Informationen werden im Gehirn zu einem Bild der Umgebung verarbeitet.

Ihr Gehörsinn ist somit überlebenswichtig und schon geringe Schallpegel können Verhaltensänderungen und Stressreaktionen hervorrufen. Die Nahrungsaufnahme, Kommunikation und ihre Ruhephasen werden eingeschränkt. Sie verlieren ihren Orientierungssinn und versuchen, dem Lärm zu entkommen. Laute Ereignisse, wie der Bau von Windkraftanlagen, sind besonders gefährlich für den Schweinswal. Die impulshafte Schallbelastung kann zu Gehörschäden, zur Taubheit und sogar zum Tod der Tiere führen.

Zwei Seiten einer Krise: Klima- versus Umweltschutz

Kann beim Bau der Offshore-Windparks eine Balance gefunden werden?

Offshore-Windparks sind ein wichtiger Teil der Energiewende, aber sie bringen auch Herausforderungen für den Schutz der Meere und dessen Lebewesen mit sich. Es gibt einen echten Konflikt zwischen den Zielen des Klimaschutzes und denen des Naturschutzes. Dieser Konflikt wird besonders deutlich, wenn es um den Bau der Windkraftanlagen auf dem Meer geht.

Warum sind Offshore-Windparks wichtig für die Energiewende?

Offshore-Windparks spielen eine Schlüsselrolle im Kampf gegen den Klimawandel. Sie erzeugen Strom aus Windenergie, ohne dabei fossile Brennstoffe wie Kohle oder Gas zu verbrennen. Das ist enorm wichtig, denn fossile Brennstoffe setzen große Mengen an Kohlendioxid frei, was zur Erwärmung der Erde beiträgt. Windkraft hingegen ist sauber und erneuerbar – sie produziert im Betrieb keine CO₂-Emissionen. Besonders im Meer, wo der Wind oft stärker als an Land weht, sind Windkraftanlagen sehr effizient. Fakt ist, wir brauchen grünen Strom. Doch zu welchem Preis?

Welche Konflikte gibt es beim Bau der Windparks?

Der Bau von Offshore-Windparks greift in die natürlichen Lebensräume vieler Meerestiere ein. Die Rammarbeiten, bei denen die Fundamente der Windräder in den Meeresboden getrieben werden, erzeugen laute Geräusche, die Tiere vertreiben, desorientieren und schwer verletzen. Dies hat negative Auswirkungen auf ganze Populationen spezifischer Arten und kann somit das Gleichgewicht der Ökosysteme zerstören. Zum anderen verändern die Windparks die Landschaft und das Ökosystem. Wenn die riesigen Windräder mitten im Meer stehen, stören sie die natürliche Umgebung, in der viele Tiere leben. Allerdings kann der Bau der Windparks auch von Vorteil sein. Sie schaffen künstliche Strukturen im Meer, an denen sich neue Lebensgemeinschaften ansiedeln können. Besonders Muschelbänke, die oft im Strömungsschatten der Windräder entstehen, bieten vielen Meeresbewohnern Schutz und einen neuen Lebensraum. So bleibt es umstritten: Während einige Arten profitieren und neue Lebensräume entstehen, kann die Ansiedlung von Windparks für andere Arten den Verlust natürlicher Lebensräume bedeuten.

Wie kann ein nachhaltiges Gleichgewicht gefunden werden?

Das Dilemma zwischen Naturschutz und Klimaschutz lässt sich nicht leicht lösen, aber es gibt Ansätze, um ein nachhaltiges Gleichgewicht zu finden. Wie können unsere heimischen Schweinswale trotz neuer Windparks geschützt werden?

Lärmschutzmaßnahmen verbessern: Die Bauarbeiten müssen weniger Lärm erzeugen. Techniken wie der Blasenschleier, der den Lärm durch Luftblasen dämpft, helfen schon jetzt dabei, die Belastung für Meerestiere zu verringern. Auch leisere Bauverfahren, wie das Bohren statt Rammen, können die Störungen reduzieren. Hier sind innovative Ideen gefragt.

Schutzgebiete ausweisen: In besonders empfindlichen Meeresgebieten könnten Offshore-Windparks verboten werden. So bleibt der Lebensraum geschützt.

Technologien weiterentwickeln: In der Forschung wird daran gearbeitet, Windparks so zu gestalten, dass sie weniger Einfluss auf die Natur haben.

EUTROPHIERUNG UND SAUERSTOFFMANGEL

WAS HAT DIE SEEN-ÖKOLOGIE MIT DER OSTSEE ZU TUN?

Um dieser Frage auf den Grund zu gehen, ist es wichtig zu überlegen, was das Ökosystem See überhaupt ausmacht? Während Flüsse zu den fließenden Gewässern mit einer direkten Verbindung zum Meer zählen, sind Seen stehende Gewässer ohne direkte Meeranbindung.

Trotzdem haben die im See stattfindenden Prozesse niemals Stillstand. Die Seen-Ökologie erforscht unter anderem, was im Verlauf der wechselnden Jahreszeiten in einem See passiert. Das kann man anhand der Grafik auf Seite 59 gut sehen und ist vergleichbar mit dem, was in der Ostsee im Jahresverlauf passiert:



WAS HAT ES MIT DER ANOMALIE DES WASSERS AUF SICH?

Hat dir schonmal jemand gesagt, dass du auf keinen Fall ein Getränk in die Gefriertruhe legen und vergessen solltest, da es sonst platzt, sobald die Flüssigkeit zu Eis gefriert? Oder hast du dich einmal gefragt, wie Tiere im zugefrorenen See überleben?

Diese Alltagsbeispiele haben mit den einzigartigen Eigenschaften (Anomalie = Abweichung vom Normalen) von Wasser zu tun, die vor allem dessen Dichte betreffen.

Die Dichte eines Stoffes bedeutet so viel wie das Verhältnis von Masse zu Volumen.

Stoffe beschreiben alle sichtbare Materie um uns herum. Sie können im Alltag entweder gasförmig (Wasserdampf), flüssig (Wasser bei Zimmertemperatur) oder fest (Eis) vorliegen – das nennt man Aggregatzustände.

Die Masse entspricht, vereinfacht gesagt, dem Gewicht, also wie leicht oder schwer ein Stoff beim Wiegen ist. Das Volumen wiederum bezeichnet den Rauminhalt, also wie groß der Platz ist, den der Stoff einnimmt:

Ein Stein wiegt mehr als eine Muschel. 1 kg Steine wiegt genauso viel wie 1 kg Muscheln. Du brauchst aber viel mehr Muscheln als Steine, um auf 1 kg zu kommen und hast dann ein größeres Volumen.

Wie alle Stoffe hat auch Wasser eine bestimmte Dichte. Stoffe, die eine größere Dichte als Wasser besitzen, gehen unter wie z.B. Steine. Während Stoffe mit einer niedrigeren Dichte oben schwimmen wie z.B. Holz. Aber warum schwimmt Eis auf der Wasseroberfläche?

Die Dichte ist von der Temperatur abhängig, da das Volumen temperaturabhängig ist. Bei steigenden Temperaturen nimmt das Volumen der meisten Stoffe zu, sie dehnen sich also weiter aus. Dies geschieht, da die Beweglichkeit der Teilchen, aus denen die Stoffe bestehen, zunimmt. Da die Dichte sich aus Masse pro Volumen berechnet, nimmt die Dichte gleichzeitig ab. Bei fallenden Temperaturen nimmt die Beweglichkeit der Teilchen ab, sie können dichter gepackt werden und die Stoffdichte nimmt zu.

Aufgrund dieser Teilchenbewegung haben die meisten Stoffe normalerweise als gasförmige Stoffe (Gas) eine geringere Dichte als in flüssiger Form und als Flüssigkeit eine geringere Dichte als in fester Form (Feststoff). Würde sich Wasser so verhalten und bei sinkender Temperatur dessen Stoffdichte größer werden, würde Eis im Wasser untergehen. Da die Kurve von Wasser aber anders verläuft, hat das feste Eis eine geringere Dichte als flüssiges Wasser und schwimmt oben, das liegt an den Wasserstoffbrückenbindungen.

Wasserstoffbrückenbindungen kennst du nicht? Dann schau dir dieses Video von „musstewissen“ (produziert von funk) an.



Video
„musstewissen“

Bei 4 °C (ganz genau bei 3,98 °C) hat Wasser seine größte Dichte. Daher hat das Wasser am Boden immer eine Temperatur von 4 °C. Steigen oder sinken die Temperaturen, verringert sich die Dichte des Wassers kontinuierlich. Nur beim Gefrierpunkt von Eis, bei 0 °C wird die Dichte schlagartig kleiner und das Volumen schlagartig größer – weshalb auch die Wasserflasche in der Gefriertruhe explodiert.

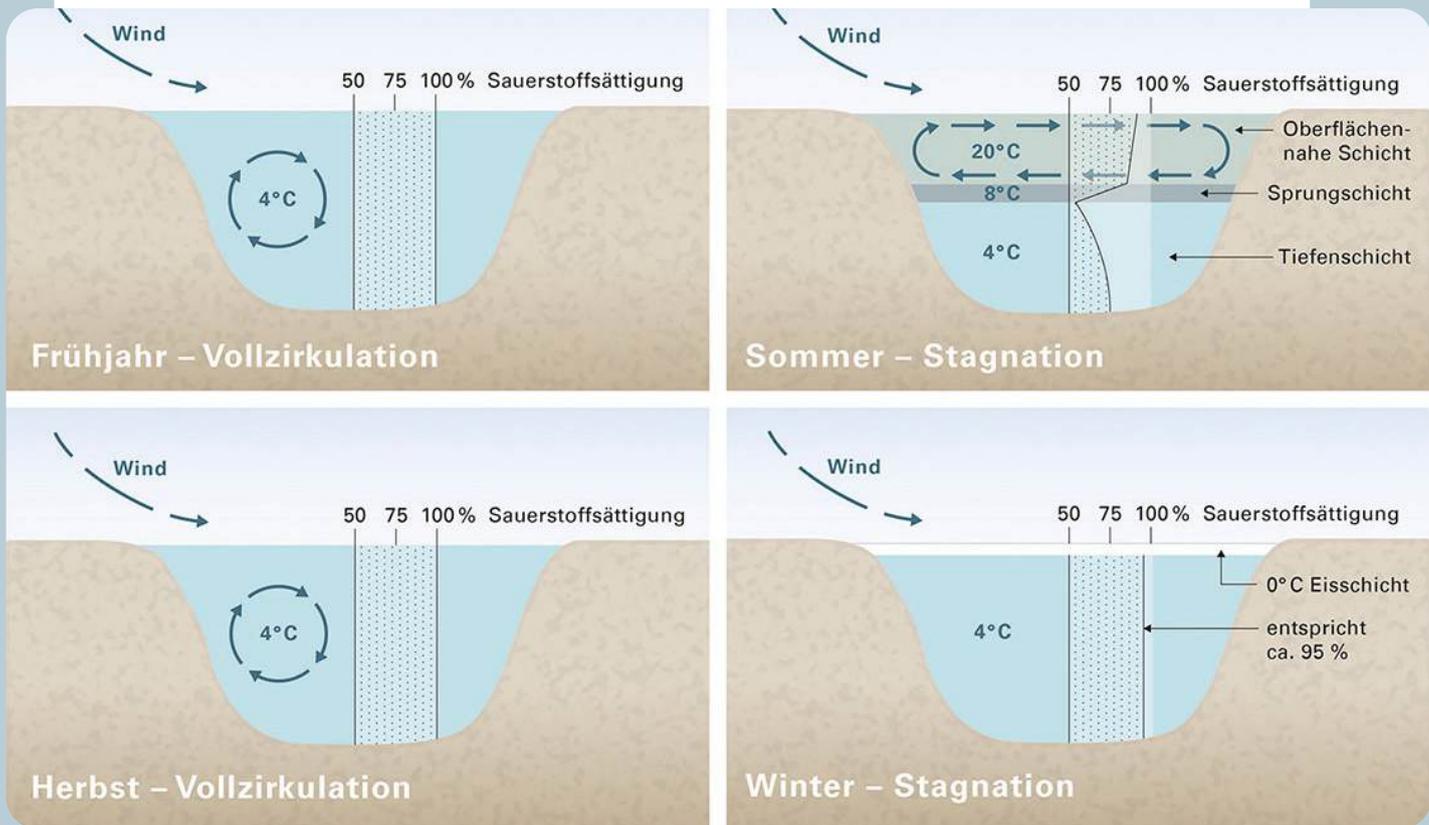


Abbildung 21: Jahreszeitliche Wasserzirkulation in einem See in Bayern (Bayerisches Landesamt für Umwelt, Sophia Pospiech o.J.)

Was ist das Besondere an der Ostsee? Die Ostsee ist nach der letzten Eiszeit durch süßes Schmelzwasser entstanden und damit ein vergleichsweise junges Meer. Auch wenn die Ostsee den See im Namen trägt, ist sie ein sogenanntes Brackwassermeer – tatsächlich das größte der Erde.

Brackwasser ist ein Gemisch aus Salz- und Süßwasser, das einen sehr niedrigen Salzgehalt aufweist.

Als vom Festland umschlossenes Binnenmeer ist die Ostsee nur über eine schmale Meerenge bei Dänemark - dem Kattegatt - mit der salzigeren Nordsee verbunden. Das Nordseewasser mit der hohen Dichte strömt unten am Meeresboden in die Ostsee, während das leichtere Ostseewasser oberflächennah in die Nordsee gelangt. Während die Ostsee nur von dort Salzwater bekommen kann, ist sie gleichzeitig mit vielen Flüssen verbunden, die ebenso wie Regen neues Süßwater in die Ostsee transportieren. Der Salzgehalt schwankt in den unterschiedlichen Bereichen der Ostsee und auch im Verlauf des Jahres.

Nun funktioniert die Ostsee insbesondere im Sommer, was die Temperaturschichtung angeht, quasi wie ein See als stehendes Gewässer. Warum ist das so?

Im Sommer gibt es kaum Winde, die stark genug sind, um die Ostsee „umzurühren“. Vergleichbar mit einem stagnierten See, ist auch bei der Ostsee die mittlere, sogenannte Sprungschicht im Sommer besonders stark ausgeprägt. Darüber befindet sich das warme,

süßere Oberflächenwasser und darunter die sogenannte Tiefenschicht mit dem kälteren, schwereren und salzhaltigeren Wasser. Salzwasser ist deswegen schwerer als Süßwasser, weil es sich um ein Gemisch aus zwei Stoffen, aus Salz und Wasser, handelt. Die Dichtekurven von Salzwasser und Süßwasser verlaufen prinzipiell gleich, abgesehen von dem Versatz. Dieser Salzunterschied vom Oberflächen- und Tiefenwasser verstärkt die Schichtung.

Um diese Schichtung wieder aufzulösen, sind kräftige Stürme aus westlicher Richtung nötig. Diese treten vor allem in der kälteren Jahreszeit in den Herbst- und Wintermonaten auf, wenn auch das Oberflächenwasser wieder abkühlt. Genügend sauerstoffreiches Salzwasser wird aus der Nordsee in die Ostsee gedrückt und durch den starken Wind, wird die Schichtung aufgebrochen und es kommt zur Durchmischung.

EUTROPHIERUNG: AUSWIRKUNGEN AUF DIE OSTSEE UND IHRE LEBEWESSEN

Von Eutrophierung spricht man, wenn durch menschliche Aktivitäten zu viele Nährstoffe in ein normalerweise nährstoffärmeres Gewässer - in diesem Fall die Ostsee - gelangen, dort für eine „Überdüngung“ sorgen und dieses durch die Effekte „kippt“.

Die Ostsee ist eins der am stärksten belasteten und genutzten Meere der Welt. Zum einen gelangen seit der Industrialisierung Abfallstoffe aus der wachsenden industriellen Produktion, der fossilen Brennstoffverbrennung und den immer größer werdenden Städten trotz Kläranlagen über (Kanalisations-)Abwässer in die Flüsse und von dort ins Meer. Zum anderen gelangen durch die intensive Lebensmittel- und Landwirtschaft, zu der auch die Massentierhaltung mit tierischem Abfall gehört, große Nährstoffmengen als Dünger ins Meer. Dies geschieht vor allem in Form der Pflanzennährstoffe und der Mineralien Stickstoff (Nitrat) und Phosphat, welche Pflanzen zum Wachsen brauchen. Da zu viel gedüngt wird, gelangen alle überschüssigen Nährstoffe, die von den Landpflanzen nicht aufgenommen werden können ins Meer und überdüngen dieses. Im Meer passiert dann Folgendes:

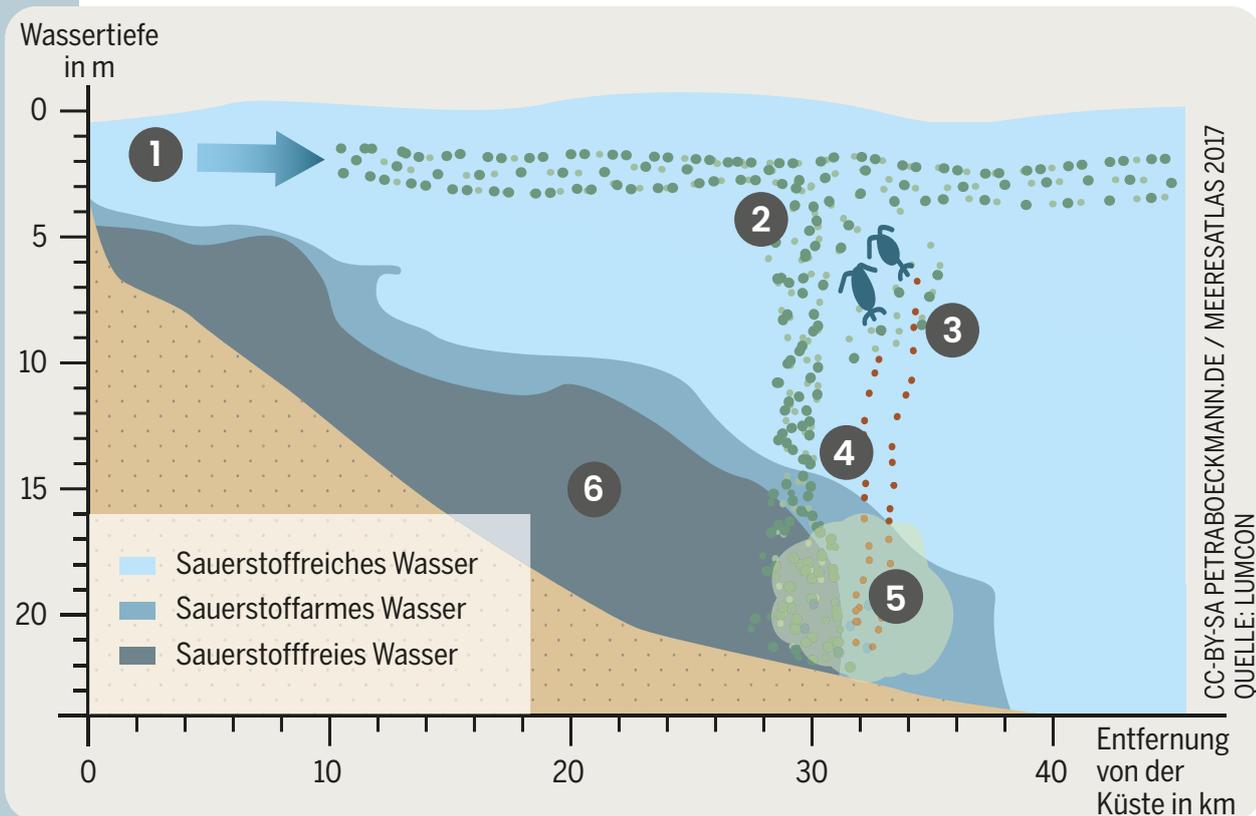


Abbildung 22: So entstehen sauerstoffarme Zonen im Meer (Meeresatlas 2017/Lumcon)

- 1 Die Algen und einzellige Pflanzen (das Phytoplankton) wachsen unnatürlich stark, sterben ab und sinken zu Boden.
- 2 Dies nennt man die sogenannte Algenblüte (Massenentwicklungen von Algen), welche mit grünlich gefärbtem Wasser auffällt.
- 3 Das Zooplankton, welches sich von Algen und Phytoplankton ernährt, hat dadurch ein besonders großes Nahrungsangebot.
- 4 Die Bakterien am Meeresboden ernähren sich von allem, was herabsinkt: dem Kot des Zooplanktons und den abgestorbenen Algen.
- 5 Beim Abbau des Kots und der abgestorbenen Algen (toter Biomasse), verbrauchen die Bakterien Sauerstoff (aerober Abbau = mit Sauerstoff). Das machen Bakterien generell, aber wenn sie besonders viel zersetzen, verbrauchen sie eben auch besonders viel Sauerstoff:
- 6 Bis in der Tiefe viel bis aller Sauerstoff aufgezehrt ist und sich Faulschlamm bildet. Sinkt der Sauerstoffwert unter einen bestimmten Bereich, geht vielen Meerestieren die „Luft zum Atmen“ aus — sie fliehen, sofern sie können, oder ersticken. Ein Überschuss an organischem Material und permanenter Zersetzung kann soweit gehen, dass der Sauerstoff stellenweise vollständig verbraucht wird und es zur Bildung von Schwefelwasserstoff kommt.

Schon bevor in der Wissenschaft Sauerstoff gemessen werden konnte, haben Menschen aus dem Fischerei-Gewerbe diesen Sauerstoffminimumzonen den Namen „Todeszonen“ gegeben. Sie waren es, denen als erstes aufgefallen ist, dass dort, wo früher Fische gewesen sind, die Netze leer blieben. Inzwischen kann man den Sauerstoffgehalt messen und bezeichnet Gebiete, in denen der Sauerstoffgehalt unter $10 \mu\text{mol/kg}$ fällt als Todeszonen. Bei ungefähr $60 \mu\text{mol/kg}$, wird von beginnender Sauerstoffarmut im Wasser gesprochen, die Fische fangen an, Stress zu bekommen und die sauerstoffarmen Gebiete zu verlassen. Dabei sind die Todeszonen insbesondere ein Problem der unteren Schichten und insbesondere der Bodenschicht, da oberflächennah Sauerstoff durch Pflanzen nachproduziert wird.

In der Ostsee befindet sich tatsächlich eine der größten küstennahen Todeszone der Welt, wo seit den 1950er Jahren der Sauerstoffgehalt zurückgeht. Durch die starke Schichtung der Ostsee und unregelmäßige, abnehmende Einstromereignisse, nimmt die schlechte Sauerstoffversorgung der Ostsee zu. Zwar gelangt in den kälteren Monaten weiterhin sauerstoffreiches Salzwasser aus der Nordsee in die Ostsee. Die Belüftung (Ventilation) kann aber die sauerstoffarmen Zonen nicht mehr vollständig auflösen, weil sich diese sauerstoffarme Zone zunehmend vergrößert, die Sauerstoffzufuhr aber ähnlich geblieben ist, die erhöhte Düngerezufuhr und der Temperaturanstieg aber den Sauerstoffgehalt insgesamt senken.

Am Ostseeboden findet durchgehend Sauerstoffzehrung durch die Zersetzung des organischen Materials statt. Durch unsere menschlichen Aktivitäten erhöhen wir also die Eutrophierung. Der Temperaturanstieg sorgt dafür, dass sich ein Gas wie Sauerstoff schlechter im Wasser lösen kann: **Je höher der Temperaturanstieg durch den Klimawandel, desto schlechter ist die Löslichkeit von Sauerstoff im Wasser der Ostsee.** So verstärkt der Klimawandel die Eutrophierung.



WIE GELANGT DER SAUERSTOFF IN DEN OZEAN?

Sauerstoff wird nur an der Grenzschicht des Ozeans von der Atmosphäre aufgenommen, also tauschen die oberste Wasserschicht und die darüber liegende Luftschicht Teilchen wie Sauerstoff aus. Im gesamten Ozean sind aber nur 0,6 % von der Sauerstoffmenge, die in der Atmosphäre normal ist und er ist dort auch weniger gleichmäßig verteilt.

Je kälter das Wasser ist, desto besser löst sich der Sauerstoff im Ozean, weswegen er sich in den Polargebieten besonders gut löst. Gleichzeitig treten deswegen die natürlichen Sauerstoffminimumzonen in Tropengebieten mit sehr warmem Wasser auf. In der oberen, vom Wind ordentlich durchgemischten Meeresschicht ist besonders viel Sauerstoff gelöst. Zudem ist dieser lichtdurchflutete Bereich ein guter Lebensraum für Pflanzen (Plankton). Das Plankton produziert zusätzlichen Sauerstoff, dessen Überschuss wieder an die Luft abgegeben wird. Tiefer in den Ozean gelangt der Sauerstoff nur, wenn er mit Wasser von der Oberfläche hinunterbefördert wird. Sogenannte Wassermassen erledigen das, die sich durch Dichteunterschiede aber nicht stark mischen. Sie legen weite Wege zurück – oft über viele Jahre, mehrere Jahrzehnte oder gar Jahrhunderte.

Und je älter sie sind, desto weniger Sauerstoff enthalten sie. Dieser wird nämlich beispielsweise durch die Atmung von Fischen aufgebraucht, die genauso atmen müssen wie du an Land. Oder Sauerstoff wird durch den oben beschriebenen Nährstoffzyklus verbraucht, wo in Regionen mit starkem Oberflächenbewuchs sauerstoffarme Zonen entstehen können.

WAS KANN GEGEN DIE EUTROPHIERUNG GETAN WERDEN?

Die Eutrophierung und der damit verbundene Sauerstoffmangel wirkt sich also auf die Tier- und Pflanzenwelt, die Ökosysteme und damit auch die Wirtschaft und den Menschen aus. Sauerstoffmangel ist einer der schlimmsten Störfaktoren für die Organismen im Meer. Meerestiere können sich an höhere Temperaturen anpassen und wenige Tage mit hohen Temperaturen überleben. Wenige Tage ohne Sauerstoff leben, funktioniert aber nicht.

Egal ob Fische, Muscheln, oder Krebstiere — sie alle sind auf Sauerstoff zum Leben angewiesen. Während mobile Tiere noch in sauerstoffreichere Gebiete fliehen können, sterben die festsitzenden Tiere wie Miesmuschelpopulationen. Dies wirkt sich natürlich auch auf den Menschen und die Wirtschaft aus. Also, welche Maßnahmen können gegen Eutrophierung und Sauerstoffmangel unternommen werden?

Speziell in der Ostsee muss der Nährstoffeintrag dringend verringert werden. Im Vergleich zur vorindustriellen Zeit (1900) hat sich der Stickstoffeintrag vervierfacht und die Phosphoreinträge verfünffacht und sich seitdem nicht sonderlich verbessert; gebietsweise sogar verschlechtert.

Damit ist die Ostsee fast flächendeckend in einem schlechten ökologischen Zustand und dreiviertel gilt als eutrophiert. Das Problem verschlimmert sich noch, da Nährstoffeinträge, die über Jahrzehnte im Meeresboden gespeichert waren, unter den sauerstoffarmen Bedingungen entweichen und so neue Eutrophierung antreiben. Insbesondere im Sommer ist der Lebensraum durch die großflächigen Sauerstoffminimumzonen stark geschrumpft und es kann passieren, dass eine große Anzahl Fische stirbt und an den Stränden angespült wird.

Zur Reduktion der Nährstoffe müssen konkrete Ziele von allen sogenannten Ostseerainerstaaten, also den Nachbarländern an der Ostsee, in Kooperation beschlossen und mit gemeinsamem Handeln umgesetzt werden. Es bringt kaum etwas, wenn ein Land über nationale Regelungen seinen Stickstoff- und Phosphoreintrag stark reduziert, aber andere Länder ihren Eintrag kaum senken oder im schlimmsten Fall sogar erhöhen. Da man die Entstehung und Gegebenheiten der Ostsee nicht verändern kann und sollte, muss die Ursache der Eutrophierung, der Nährstoffeintrag, bekämpft werden.

Das Ziel ist eine Ostsee ohne Eutrophierung. Dies ist kein unverbindliches Ziel, sondern ein internationales Abkommen und könnte zu hohen Geldstrafen durch den Europäischen Gerichtshof führen. Auch ohne die drohenden Strafzahlungen, ist die

Bekämpfung der Eutrophierung extrem wichtig: Die Ostsee ist wie andere Meere auch in Küstengewässern am produktivsten, wo sich besonders viele Meerestiere tummeln, und Pflanzen ausbreiten. Wenn sich die Landwirtschaft nicht stark ändert, bedroht sie mit den Todeszonen eine andere Nahrungsressource, welche die Welternährung dringend braucht.

Zusätzlich muss der Klimawandel dringend mit allen Mitteln bekämpft werden, denn der Klimawandel verschlimmert das bestehende Problem. Die schädliche Algenblüte wird durch die klimabedingte Erwärmung des Gewässers nur verstärkt. Zudem verschlimmert die Eutrophierung die Ozeanversauerung. Ozeanversauerung ist ein Phänomen, bei dem die Meere als Folge des Kohlenstoffdioxidanstiegs in der Atmosphäre mehr CO_2 aufnehmen und der pH-Wert des Wassers dadurch sinkt, also saurer wird. Es bildet sich Kohlensäure, wie du sie vielleicht aus Mineralwasser kennst. Leider ist dies schlecht für Lebewesen, die ihre Schalen und Skelette aus Kalk aufbauen. Die Eutrophierung treibt die Ozeanversauerung voran, da durch die Überdüngung mehr organisches Material entsteht, bei dessen Abbau Kohlenstoffdioxid freisetzt wird und der pH-Wert (ein Maß für den sauren oder basischen Charakter einer wässrigen Lösung) weiter senkt. Man bezeichnet die Verbindung von sinkenden Sauerstoffkonzentrationen, steigenden Wassertemperaturen und saurer werdenden Meeren auch als „tödliches Trio“.



WO GIBT ES SAUERSTOFFMINIMUMZONEN?

Wie man auf der Grafik sieht, gibt es nicht nur in der Ostsee, sondern weltweit viele solcher sauerstoffarmen Zonen. Insbesondere die sauerstoffarmen Zonen in Flussmündungs- und Küstenbereichen sind menschengemacht und werden immer größer. Nur im Bereich der Tropen gibt es Sauerstoffminimumzonen mit natürlichem Ursprung. Hier leben tatsächlich wenige angepasste Arten, wie zum Beispiel Bakterien. Während es in den 1960er Jahren weltweit nur ca. 10 Todeszonen gab, gibt es inzwischen über 700, also das 70-fache. Und alle neu entstandenen Todeszonen sind menschengemacht.



Abbildung 23:
Global betrachtet:
Wo wird Sauerstoff
knapp?
(Meeresatlas
2017/ Wri/ Paul-
mier & Ruiz-Pino)

CC-BY-SA PETER BOECKMANN DE / MEERESATLAS 2017
QUELLE: WRI / PAULMIER & RUIZ-PINO

DIE BIODIVERSITÄTSKRISE

WAS BEDEUTET BIODIVERSITÄT?

Biodiversität bedeutet so viel wie die Vielfalt des Lebens. Fälschlicherweise wird „Artenvielfalt“ oft als Synonym gleichbedeutend zur Biodiversität genannt. Dabei lässt sich die Biodiversität in drei Bereiche der Vielfalt einteilen, von denen Artenvielfalt nur eine ist.

Die **Artenvielfalt** bezeichnet die Vielfalt der Arten von Lebewesen, sowas wie der Artenbestand. Allein in den Ozeanen tummeln sich Millionen verschiedener Arten und dabei ist es egal, ob es sich um Einzeller, Pflanzen, Tiere, Pilze oder Bakterien (die fünf Reiche der Lebewesen) handelt. Im Wattenmeer leben zum Beispiel zwei heimische Robbenarten, die Seehunde und die Kegelrobben. Für eine große Artenvielfalt ist es wichtig, dass sie in einer Lebensgemeinschaft mit vielen unterschiedlichen Arten zusammenleben.

Ein weiterer Bereich ist die **genetische Vielfalt**, also dass es vielfältige genetische Eigenschaften innerhalb der Arten gibt. Alle Individuen einer Art tragen ein Erbgut (DNA) mit genetischer Information. Du selbst hast auch so eine persönliche Bauanleitung, die dich zu dir macht. Für eine große genetische Vielfalt sind große Gruppen von Individuen derselben Art (Populationen), zum Beispiel große Seehund- und Kegelrobbenpopulationen nötig.

Der letzte Bereich ist die **Vielfalt der Ökosysteme**. Ein Ökosystem ist vereinfacht gesagt ein Beziehungsgefüge von Lebewesen aus den fünf Reichen (Einzeller, Bakterien, Pilze, Pflanzen und Tiere), die an einem bestimmten Ort, in einem Lebensraum (Biotop) existieren. Man kann das Meer als das größte zusammenhängende Ökosystem bezeichnen, da alle Ozeane miteinander verbunden sind. Man kann aber auch ein einzelnes Meer wie das Ökosystem Wattenmeer betrachten. Und innerhalb des Meeres gibt es als Lebensraum verschiedene besondere Ökosysteme wie Korallenriffe, Seegraswiesen oder die Tiefsee.

Der Erhalt einer hohen Biodiversität, also einer Vielfalt in allen drei Bereichen, ist wichtig, damit die Prozesse und vielfältigen Funktionen in der Natur richtig ablaufen können. Hieraus ergeben sich auch die für den Menschen überlebenswichtigen „Ökosystemdienstleistungen“, welche Bedürfnisse wie Nahrung in Form von Fisch oder Sauerstoffproduktion gewährleisten.

Um die Politik zu diesen komplexen Themen über den Zustand und die Entwicklung der biologischen Vielfalt und ihrer Ökosystemleistungen wissenschaftlich zu beraten, existiert der Weltbiodiversitätsrat (IPBES). Dieser wurde im Jahr 2012 gegründet, während es den Weltklimarat (IPCC) schon seit 1988 gibt.



Abbildung 24: Die drei Hauptbereiche der Biodiversität (FNR 2022)

DAS ÖKOLOGISCHES „MEER“ AM BEISPIEL DES WATTENMEERES

Um herauszufinden, wie das Ökosystem Meer funktioniert, schauen wir uns beispielhaft einen maritimen Hotspot mit einer außergewöhnlich hohen Biodiversität an: das Wattenmeer an der Nordseeküste. Es erstreckt sich geografisch von Dänemark bis zu den Niederlanden und ist mit über 10.000 km² das weltweit größte zusammenhängende Wattenmeer. Doch was macht unser Wattenmeer so besonders? Aufgrund der Erdrotation sowie der Anziehungskraft des Mondes befindet sich das Wattenmeer etwa alle sechs Stunden in einem fließenden Wechsel der Gezeiten (Tiden). Mit der Ebbe geht das Wasser weg und legt das Wattenmeer trocken bis zum niedrigsten Stand (Niedrigwasser) und mit der Flut fließt das Meerwasser wieder zurück und steigt an bis zum höchsten Stand (Hochwasser).

Insbesondere die Bodenbewohner (Benthos) wie Strandkrabben, Herzmuscheln und Wattschnecken müssen daran angepasst sein, regelmäßig überschwemmt und trockengelegt zu werden: Hierzu gehört auch einer der vielen verschiedenen Borstenwürmer, der berühmte **Wattwurm**, von dem du vermutlich schon gehört hast. Jährlich frisst ein

einzigster Wattwurm ganze 25 kg des Wattbodens (Schlick) und scheidet den unverdaulichen Teil als gereinigten Sand in Form von spaghettiartigen Häufchen wieder aus. Bei diesem Vorgang, der auch Bioturbation genannt wird, werden Nährstoffe an die Oberfläche befördert und der Sand oder Schlick mit Sauerstoff angereichert. Es wurde sogar berechnet, dass jeder Quadratmeter Wattboden pro Jahr mindestens dreimal durch einen Wattwurm geht. Vielleicht erinnerst du dich ja daran, wenn du das nächste Mal barfuß im Schlick wattenwanderst gehst.

Auch viele Muschelarten, von denen die herzförmige Herzmuschel im Wattenmeer die häufigste Art ist, vergraben sich mit ihrem sogenannten Grabfuß im Schlick. Und selbst kleine Krebse ziehen sich bei Ebbe zurück. So gibt es Spuren, Höhlen und Gänge im Wattboden, wo die Tiere vor Fressfeinden Verstecken spielen. Denn sobald der Meeresboden freigelegt wird, gleicht er einem riesigen „All-you-can-eat-Buffer“ für Millionen von Seevögeln, die mit dem Schnabel viel mehr erreichen können als beim verdünnten Nahrungsangebot im tieferen Nordseewasser.

Eine Zugvogelart namens Knutt frisst so viele kleine Wattschnecken, dass er innerhalb von wenigen Wochen sein Gewicht verdoppelt! Vernünftig, da er danach ca. 5.000 Kilometer ohne Unterbrechung fliegt. So wie der kleine Knutt pendeln zwei Mal jährlich Millionen von Vögeln auf dem ostatlantischen **Vogelzug** zwischen ihren Überwinterungsgebieten in Afrika und ihren Brutgebieten in der Arktis. Im Wattenmeer nutzen sie die hohe Nahrungsdichte, um sich eine Art Winterspeck anzufressen. Auch ist dieser besondere marine Lebensraum ein ungestörter **Rastplatz**, da Vögel Gefahren oft aus weiter Entfernung erspüren können. Einige lokale Arten wie der Austernfischer, Wattvögel oder Seeschwalben kommen einzig im Wattenmeer vor und haben hier ihr Brutgebiet.

Doch nicht nur für Vögel ist das Watt ein ruhiges Aufzuchtgebiet, es eignet sich auch für Jungfische als **Kinderstube**. Da das Wattenmeer nicht so tief und nur zur Hälfte der Zeit für größere Fische beschwimmbar ist, können vor allem Plattfische wie Schollen, Flundern oder Seesungen dort gut aufwachsen und kleine Garnelen als Snacks verspeisen.

Auch Schweinswale, Seehunde und Kegelrobben sind hier heimisch. Seehunde und Kegelrobben ruhen sich auf Sandbänken aus, während tausende Miesmuscheln sogenannte Muschelbänke bilden und sich dabei mit ihren Klebefäden aneinander festkleben. Die Miesmuschel gehört wie der Wattwurm zu einer der **Schlüsselarten** der Nordsee. Eine Schlüsselart spielt wie die Hauptfigur bei einem Theaterstück eine besondere Rolle innerhalb der Lebensgemeinschaft.

Wusstest du, dass Plattfische in ihrer Kindheit noch gar nicht platt sind und schwimmen wie andere Fische?

Erst nach ungefähr zwei Lebenswochen beginnen ihre Augen auf eine Seite zu wandern und sie drehen sich! Spannend oder vielleicht auch etwas gruselig?

Ihr Verschwinden würde das System stark verändern und könnte als Kettenreaktion das Aussterben mehrerer Arten auslösen.

Doch welche besondere Funktion übernimmt die **Miesmuschel**? Zum einen bietet die harte Struktur der Muschelbänke im sonst sehr matschigen Watt u.a. eine Schutz- und Nahrungsmöglichkeit. Zum anderen besitzen Muscheln weder Zähne wie ein Hai, noch Greifarme wie ein Krake, sondern sie filtern ihre Nahrung. Dafür saugen sie Meerwasser ein, filtern mit einem feinen Netz vor ihren Kiemen Nahrungspartikel heraus und geben die Nährstoffe über ihren Stoffwechsel wieder frei. Entscheidend ist hierbei, was mit den Schwebstoffen passiert, die sonst das Wasser trüben und damit das Wachstum von Wasserpflanzen und Algen einschränken können. Eine fleißige Miesmuschel kann bis zu zwei Liter Meerwasser pro Stunde filtern!

Insgesamt beherbergen der Nationalpark Wattenmeer und die umliegende Natur über 10.000 verschiedene Arten. Dieser einzigartige Lebensraum ist sehr schützenswert und daher tatsächlich **UNESCO-Weltkulturerbe**.

Mehr über
die
Miesmuschel

auf Seite
16



WAS HAT ES MIT DEM SECHSTEN MASSENAUSSTERBEN AUF SICH?

Über Jahrtausende bis Jahrmillionen haben sich die heutigen Arten in Wechselwirkung mit ihrer Umwelt und anderen Arten entwickelt. Jede Art übernimmt bestimmte Aufgaben innerhalb eines Ökosystems, weshalb die Arten voneinander abhängig sind. Wenn eine Art ausstirbt, gibt es zunächst noch genügend andere Arten mit ähnlichen Funktionen, dass die verlorene Rolle von einer anderen übernommen werden kann. Wenn jedoch in einem durch den Menschen stark belasteten Ökosystem immer mehr Arten aussterben, verliert das Ökosystem immer weiter an Stabilität. Das ist vergleichbar mit einem Unternehmen, das irgendwann so stark unterbesetzt ist, dass sich zu wenige Personen um zu viele Aufgaben gleichzeitig kümmern müssen. Vielleicht kennst du das, wenn manchmal vom „Lehrkräftemangel“ an Schulen geredet wird. Wenn mal eine Lehrkraft vorübergehend krank wird oder jemand in Rente geht, dann ist das nicht weiter schlimm und eine Vertretungslehrkraft kann einspringen. Das funktioniert aber nur sehr schlecht, wenn zu viele fehlen und eine Mathelehrkraft plötzlich von einer Musiklehrkraft vertreten werden soll oder der Unterricht ganz ausfällt.

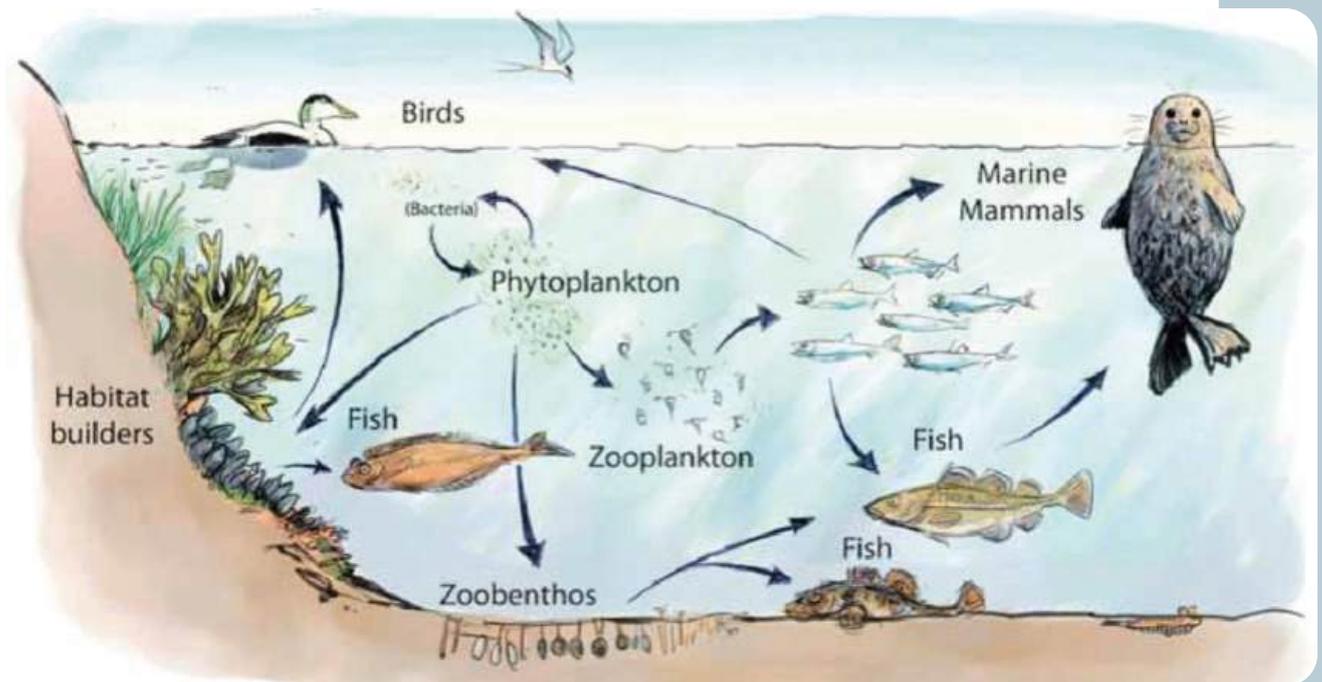


Abbildung 25: Ein beispielhaftes Nahrungsnetz, was zeigt, dass Arten voneinander abhängig sind (HELCOM/Hermanni Backer (geändert von Jansson, 1972))

Inzwischen sind wir inmitten des sogenannten **sechsten Massenaussterbens**. Ein Massenaussterben bedeutet die Vernichtung eines Großteils der auf der Erde lebenden Arten innerhalb kurzer Zeit, wobei die Aussterberate deutlich höher ist als beim natürlichen Artenschwund.

Man geht davon aus, dass das jüngste Massenaussterben vor ca. 65 Millionen Jahren durch einen herabstürzenden Asteroiden ausgelöst wurde, als den Dinosauriern buchstäblich der Himmel auf den Kopf fiel. Die durch den Asteroiden ausgelösten weltweiten Umweltveränderungen und Extremwetter haben dazu geführt, dass drei Viertel aller damaligen Arten ausgestorben sind. Die Ursache von Massenaussterben sind meist plötzliche Ereignisse von kurzer Dauer, doch bei der aktuellen **Biodiversitätskrise** ist es, ähnlich wie beim Klimawandel, die erste menschengemachte Aussterbewelle der Erdgeschichte.

In komplexen Ökosystemen wissen wir oft nicht, welche Rolle eine Art genau einnimmt oder wie viele Arten noch verschwinden „können“, bis ein Ökosystem zu instabil wird und zusammenbricht. Bei vergangenen Massenaussterben war der „gekippte“ Zustand der Ökosysteme irreversibel, wie wenn eine Sandburg von Wellen verschlungen wird. Sie haben sich nicht erholt, sondern mussten über Jahrtausende bis Jahrmillionen neu und anders gebildet werden. Das ist Teil der Evolution. Deswegen ist es dringend notwendig, dass das Meer als Ökosystem intakt bleibt.



Abbildung 26: Lebensgemeinschaft unterschiedlicher Arten im Wattenmeer (Heinrich-Böll Stiftung SH 2025, in Anlehnung an WWF Wattenmeerposter)

WAS STECKT HINTER DER BIODIVERSITÄTSKRISE IM (WATTEN-)MEER?

Das beschriebene Zusammenspiel der verschiedenen Arten als Lebensgemeinschaft machen das Wattenmeer zu einem einzigartigen Ökosystem. Leider ist dessen Grundlage, die biologische Vielfalt, durch verschiedene äußere menschliche Einflüsse gefährdet. Die größten negativen Einflüsse sind dabei die Meeresverschmutzung, die intensive Nutzung des natürlichen Lebensraums, sowie eingeschleppte, invasive Arten. Und zu diesen vielfältigen, menschengemachten Störfaktoren, welche die Biodiversität bedrohen, kommt noch der Klimawandel als großer Störfaktor hinzu. Da sollte es kaum überraschend sein, dass laut dem Living Planet Index des WWF die marine biologische Vielfalt zwischen 1970 und 2024 um 56 % abgenommen hat.

Früher gab es im Wattenmeer die gern gegessene Europäische **Auster** – bis diese massiv überfischt wurde und dort ausgestorben ist. Also hat der Mensch die Pazifische Auster eingeschleppt und stattdessen in den Austernaufzuchtstationen gehalten. Doch leider wurde – wie so oft bei eingeschleppten Arten – unterschätzt, dass die Natur häufig einen eigenen Weg geht: Statt nur in den begrenzten Zuchtstationen zu bleiben, waren die Lebensbedingungen ideal für die nicht-heimische Auster. Und so gibt es sie inzwischen überall im Wattenmeer.

Zum Glück haben wissenschaftliche Studien inzwischen ergeben, dass sie scheinbar keine allzu großen Probleme verursacht. Sonst erhöhen eingeschleppte Arten oft den Druck auf die einheimischen Arten, da sie vielleicht keine Fressfeinde haben, Krankheiten mitbringen, gegen die einheimischen Arten anfälliger sind oder ihnen anderweitig überlegen sind. Wenn einheimische Arten schon durch andere menschliche Störfaktoren massiv unter Stress stehen, können sie leichter durch **nichtheimische Arten (Neobiota)** verdrängt werden. Besonders die Globalisierung ermöglicht, dass über Schiffe und Müll täglich Arten den gesamten Ozean überqueren und so in fremde Ökosysteme gelangen. Zudem werden Neobiota auch durch den Klimawandel begünstigt.

Um den Biodiversitätsverlust aufzuhalten bzw. zu verlangsamen, sind **Meeresschutzgebiete** unumgänglich. Diese schützen zurzeit nur etwa acht Prozent der Meeresfläche und liegen vor allem in Küstenbereichen. Besonders wirksam gelten hierbei die sogenannten **Nullnutzungsgebiete**, wo jegliche Form der Ressourcennutzung wie Rohstoffförderung oder Fischerei gänzlich verboten sind. Leider ist deren Durchsetzung oft schwierig und es werden weltweit bisher gerade einmal drei Prozent in dieser Form geschützt. Immerhin ist auch im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer in der Nähe von Sylt ein Nullnutzungsgebiet verzeichnet. Im „normalen“ Meeresschutzgebiet ist die Fischerei im Wattenmeer erlaubt und vor allem die Grundschleppnetze der Krabbenfischerei gefährden beim Ziehen über den Meeresboden die Biodiversität.

Dabei ist die **Fischerei** selbst auf eine hohe Biodiversität angewiesen: Wenn es dem Bestand einer gern gefischten Art nicht mehr gut geht und sich dieser erholen muss, ist es wichtig, dass es fischbare Alternativen gibt. Auch sind große Populationen mit einer hohen genetischen Variation widerstandsfähiger, wenn Krankheiten ausbrechen. Dann ist die Chance, dass eine Art überlebt, höher. Generell kann man sagen, je größer die biologische Vielfalt ist, desto widerstandsfähiger ist auch das Ökosystem insgesamt, wovon der Mensch nur profitieren würde. Nachdem zum Beispiel der Atlantische Blauflossen-Thunfisch (Roter Thun) durch Überfischung jahrzehntelang aus der Nordsee verschwunden war, ist diese Art nun durch erfolgreiches Fischereimanagement in die Nordsee zurückgekehrt.

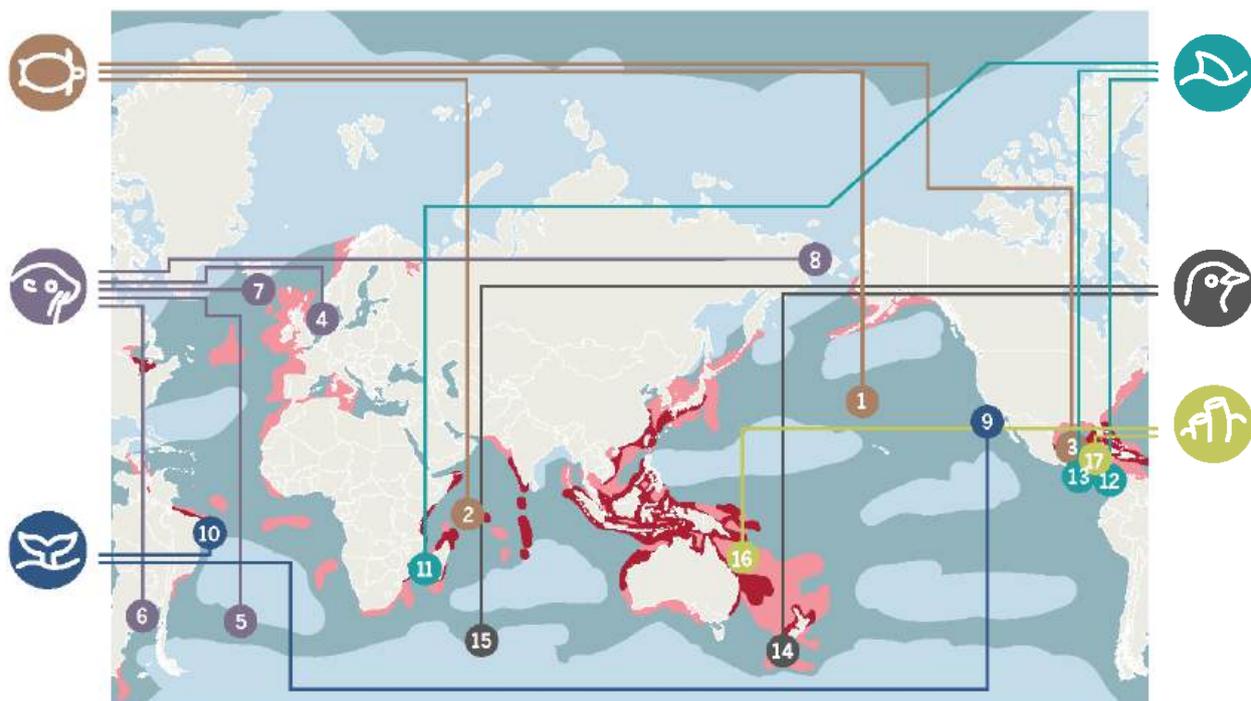
WIE KANN MAN DIE GLOBALE BIODIVERSITÄTSKRISE STOPPEN?

Den Klimawandel und die Biodiversitätskrise bezeichnet man auch gemeinsam als Zwillingsskrisen. Sie sollten nicht isoliert als zwei getrennte Phänomene, sondern zusammen betrachtet werden. Ähnlich verbunden wie die Zwillingsskrisen, haben der Weltbiodiversitätsrat und der Weltklimarat diesbezüglich 2023 eine gemeinsame Studie mit Handlungsempfehlungen veröffentlicht. Als komplexe Systeme hängen beide Krisen wie zwei Seiten einer Medaille eng miteinander zusammen und beeinflussen sich gegenseitig. Das heißt einerseits, sie können sich gegenseitig verstärken, andererseits aber auch, dass der Schutz des einen Systems die andere Krise ebenfalls abfedern würde.

Es dürfte der Menschheit kaum gelingen, das Klima zu retten, wenn nicht gleichzeitig die Biodiversität gerettet wird und umgekehrt. Je mehr Arten unwiederbringlich verloren gehen, desto geschwächer ist auch die Widerstandsfähigkeit ihrer Ökosysteme und damit eine entscheidende Komponente des natürlichen Klimaschutzes. Funktionierende, intakte Ökosysteme und der Erhalt ihrer Ökosystemdienstleistungen wie Speichern der CO₂-Emissionen sind abhängig von Biodiversität. Es sollte also nicht zwischen Klima- und Naturschutz abgewogen und nicht gegeneinander ausgespielt werden. Das Thema Biodiversität ist mindestens genauso wichtig wie der Klimawandel.

Der Klimawandel kennt die Grenzen von Meeresschutzgebieten nicht. Er vertreibt Arten, die kältere Wassertemperaturen bevorzugen, und Arten, die vor der Ozeanversauerung fliehen.

Marine Weltnaturerbebestätten – besonders schützenswerte Artenvielfalt



Somit steigt der Anpassungsdruck und je niedriger die Biodiversität ist, desto schlechter kann das Ökosystem auf die Umweltveränderung reagieren.

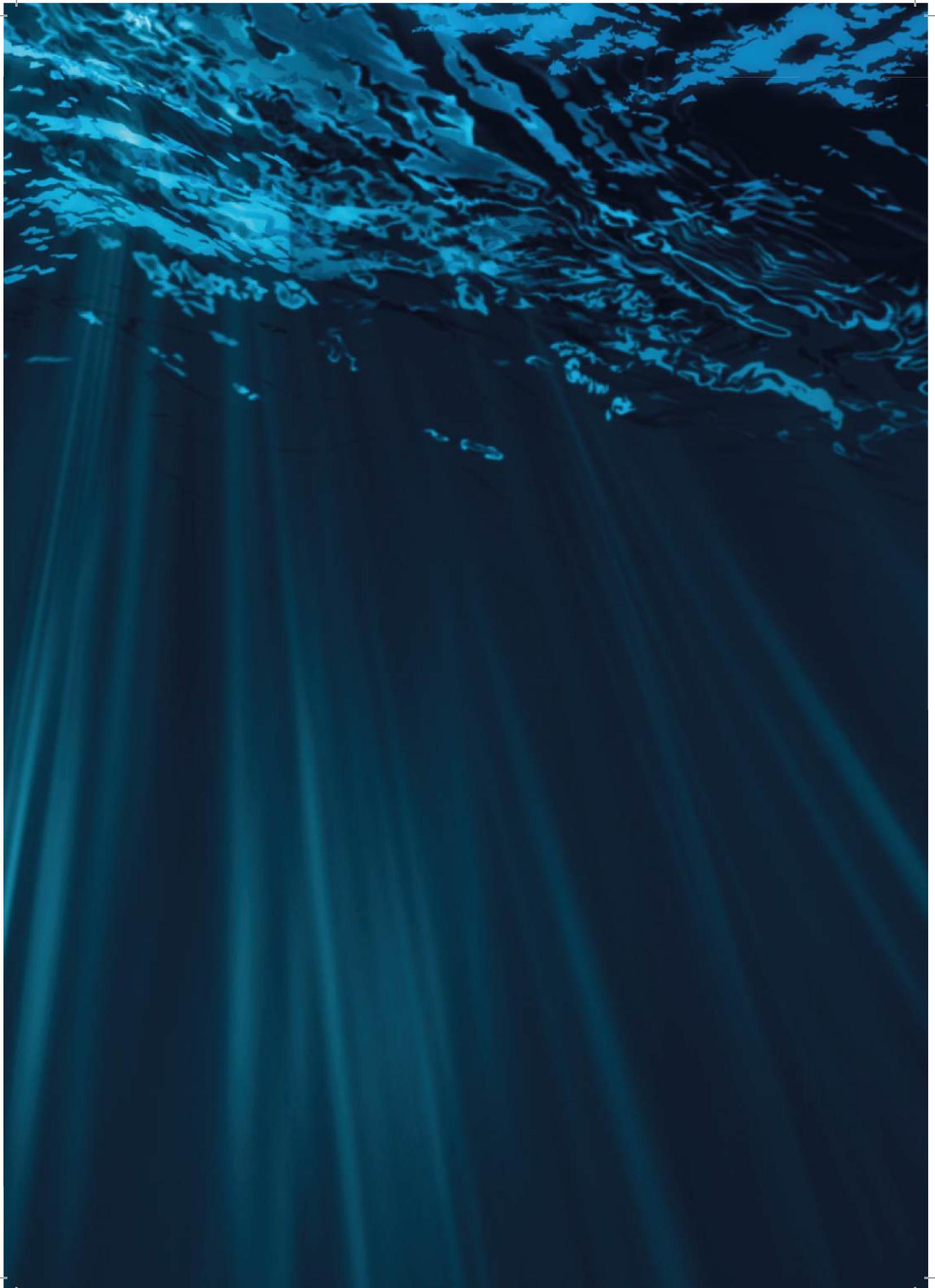
Insbesondere, da die Ozeanerwärmung schwerer einzudämmen ist, sollten weitere lokale Stressfaktoren wie Schadstoffeintrag oder Rohstoffentnahme reduziert werden, um das Ökosystem nicht zusätzlich unter Druck zu setzen.

Auf der anderen Seite zeigt die Betrachtung beider Krisen als eine große zusammenhängende Krise ganz neue Handlungsfelder auf: Wenn Seegraswiesen im Wattenmeer und der Ostsee angepflanzt werden, hilft das sowohl bei der Bekämpfung des Klimawandels, indem mehr des von uns Menschen erzeugte CO₂ gebunden wird, als auch beim Schutz der Biodiversität. Seegras ist selbst eine wichtige Pflanzenart in verschiedenen, flachen Küstenbereichen und ist gleichzeitig als intakte Seegraswiese eine der wichtigsten Kinderstuben für viele unserer heimischen Tierarten.

Die Meeresschutzgebiete des Nationalparks Wattenmeer sind eine von vielen notwendigen Werkzeugen, um die Zwillingskrise zu bekämpfen. Genau deshalb wird eine breitere Festlegung von Schutzgebieten von Umweltverbänden und der Wissenschaft gleichermaßen gefordert. Das Wattenmeer ist dafür immer wieder ein gutes Beispiel: Die Tiere wissen zwar nicht, dass sie in einem Schutzgebiet leben oder eins schwimmend „betreten“, aber es ist doch zumindest in Teilen ein von der Artenvielfalt benötigtes Rückzugsgebiet.



Abbildung 27: Marine Weltnaturerbebestätten – besonders schützenswerte Artenvielfalt (Meeresatlas 2017/ UNESCO/ Aquamaps)





**MEE(H)R
MACHEN IM
UNTERRICHT**

DIDAKTISCHE METHODEN UND UNTERRICHTSIDEEN

Danke, dass Du in Deinem Unterricht die Lernenden dabei unterstützt, sich wirksam für den Schutz der Meere einzusetzen!

Nutze die folgenden Unterrichtsvorschläge und Übungen bei der Unterrichtsvorbereitung und -durchführung. Jeder Schwerpunkt aus dem Bereich „Grundlagen des Meeresschutzes“ wird hier behandelt und du findest vielseitige Inspiration für Deine nächste Unterrichtsstunde. Doch zunächst steigen wir ein ins Thema „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ (BNE) – sicherlich kein neuer Begriff für Dich. BNE liegt all unseren Unterrichtsvorschlägen zugrunde.

BILDUNG FÜR NACHHALTIGE ENTWICKLUNG (BNE)

In der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) steht das Erlangen der Gestaltungskompetenz im Kern. Das heißt, die Lernenden sollten in die Lage versetzt werden, nachhaltige und nicht nachhaltige Lösungen voneinander zu unterscheiden, Interessen abzuwägen und unterschiedliche Perspektiven wahrzunehmen. Kurz gesagt: Sie sollten in ihrer Urteils- und Handlungsfähigkeit gestärkt werden.

Viele der hier vorgestellten Methoden zielen deshalb genau darauf ab. Die Unterrichtsvorschläge beinhalten Methoden und Fragestellungen, die die Lernenden zur Interaktion anregen. Rollenspiele, Dialoge und Plenardebatten fördern die Fähigkeit, unterschiedliche Perspektiven und Standpunkte einzunehmen und diese rhetorisch zu vertreten. BNE legt sehr viel Wert auf fächerübergreifende, interdisziplinäre, partizipative sowie soziale Ansätze. In den Übungen steht ganz klar die Kooperation untereinander im Fokus.

Bei der Auswahl der didaktischen Methoden wurde sich an den Gütekriterien für Materialien für BNE orientiert:

- Kontroversität und Multiperspektivität
- Zielgruppen- und Lebensweltorientierung
- Kompetenzorientierung
- Handlungsorientierung
- Partizipation und digitale Teilhabe
- Kooperative, kreativitätsfördernde Methoden

BNE ist handlungsorientiert und zielt darauf ab, Menschen zum Handeln zu bewegen und Lernziele durch eigenes Handeln und Erleben zu erreichen. Die Lernenden sollten daher im Unterricht die Möglichkeit bekommen, eigene Projekte zu entwickeln und umzusetzen. In Projekten wird die Selbstwirksamkeit für sie am deutlichsten. Dafür bieten sich Arbeitsgemeinschaften (AGs) oder Projektstage in Schulen an, aber auch im regulären Unterricht kann die Projektentwicklung eine tolle Ergänzung zu anderen Formaten und Methoden sein. Wichtig ist: Die Lernenden begreifen sich als aktiv Gestaltende. Das beginnt schon bei der Ideenfindung und Priorisierung von Themen.



FACILITATION IM KLASSENZIMMER: EINE EINLADUNG ZUR REFLEXION DER HALTUNG

Der Unterricht von heute prägt die Gesellschaft von morgen – doch wie können Lehrkräfte nicht nur Wissen vermitteln, sondern echte Lernräume schaffen? Eine bewusste Haltung gegenüber der Klasse ist dabei der Schlüssel, um Schülerinnen und Schüler aktiv einzubinden und sie in ihrem individuellen Lernen zu unterstützen.

Facilitation bedeutet, Gruppenprozesse zu begleiten und zu fördern, statt sie ausschließlich zu leiten.

Eine solche Haltung im Klassenzimmer stellt die Lernenden in den Mittelpunkt. Anstatt lediglich Wissen weiterzugeben, unterstützen Lehrkräfte die Lernenden dabei, eigenständig Lösungen zu finden, aktiv Verantwortung zu übernehmen und ihre Perspektiven einzubringen.

Die Wirkung? Eine Klasse, die facilitativ begleitet wird, entwickelt ein stärkeres Gemeinschaftsgefühl und lernt, miteinander und voneinander zu lernen. Die Schüler*innen fühlen sich gehört, ermutigt und als aktive Gestalterinnen des Unterrichts. Dies stärkt nicht nur ihre sozialen Kompetenzen, sondern auch ihre Motivation und die Qualität ihrer Lernprozesse.

Wie könnte eine solche Haltung konkret aussehen? Es kann bedeuten, Fragen zu stellen, statt Antworten vorzugeben, Raum für kreative Ideen zu schaffen oder Konflikte so zu begleiten, dass alle Stimmen gehört werden.

Interessiert, wie dies im Klassenzimmer umgesetzt werden kann? Wir bieten nicht nur Workshops und Materialien an, sondern auch Fortbildungen für Lehrkräfte. Entdecken Sie gemeinsam mit uns die Möglichkeiten, die eine facilitative Haltung bietet – und gestalten Sie die Schule von morgen.

Gastbeitrag von „minc“. Kontakt: info@thinkminc.de www.thinkminc.de

BEISPIELHAFTE FORMATE FÜR DEN MEERESSCHUTZ – UNTERRICHT

Die Schülerinnen und Schüler begeistern – klingt einfacher als es manchmal in der Realität ist. Kein Anlass, den Kopf in den Sand zu stecken. Es gibt tolle Formate, die das Engagement und die Lernfreude anregen. Wie so oft im Leben ist es „der Mix, der’s ausmacht“. Eine kleine Auswahl für erste Ideen ist hier zusammengestellt:

AUSSTELLUNG

Der Besuch einer Ausstellung ermöglicht es Lernenden, Themen lebendig und anschaulich zu erleben, was das Verständnis und die emotionale Verbindung zum Thema stärkt. Zudem fördert er kritisches Denken und regt dazu an, Fragen zu stellen und Perspektiven zu hinterfragen.

Der Vorteil eines Ausstellungsbesuchs liegt darin, dass die Lernenden selbstständig und nach ihrem eigenen Interesse entdecken und lernen können. Dies kann auch gut als Auftakt dienen, sich hinterher im Klassenverband intensiver inhaltlich mit einzelnen Schwerpunktthemen auseinanderzusetzen.

Es gibt vielfältige Angebote für einen Ausstellungsbesuch. In unserem Blauen Bildungsatlas (siehe S. 84/85) haben wir einige Ausflugsziele mit Ausstellungen und Museen zum Thema mit aufgenommen, die dir eine Inspiration für einen Wandertag oder auch eine Klassenfahrt sein können.

EXPERIMENT

Experimente im Schulunterricht sind von zentraler Bedeutung, um das Verständnis der Lernenden für komplexe wissenschaftliche Konzepte zu fördern und ihre Neugierde zu wecken. Im Kontext des Meeresschutzes bieten Experimente eine einzigartige Möglichkeit, theoretisches Wissen in praktische Erfahrungen umzusetzen. Sie stärken nicht nur das naturwissenschaftliche Denken, sondern fördern auch kritisches Denken, Problemlösungsfähigkeiten und die Zusammenarbeit im Team. Sie ermöglichen es den Lernenden, Hypothesen zu formulieren, Daten zu sammeln, zu analysieren und Schlussfolgerungen zu ziehen, was das Lernen nachhaltiger und einprägsamer macht.

MOOC „PROJEKTENTWICKLUNG“

MOOCs (Massive Open Online Courses) bieten Lernenden flexible und ortsunabhängige Möglichkeiten, neues Wissen in ihrem eigenen Tempo zu erlernen und zu vertiefen. Sie fördern zudem die Selbstorganisation und ermöglichen den Zugang zu hochwertigen Inhalten von Expertinnen und Experten weltweit, oft kostenlos oder kostengünstig.

Der Ocean Youngsters MOOC „Projektentwicklung“ begeistert Jugendliche für den Meeresschutz unterstützt sie, eigene Projekte für den Meeresschutz zu entwickeln und umzusetzen. Der Kurs bringt bei, wie man von einer Idee ins Handeln kommen kann und vermittelt die Grundlagen der Projektentwicklung.

Der Kurs ist frei zugänglich und kann ohne Anmeldung oder Registrierung alleine oder als Gruppe bearbeitet werden - übrigens auch hervorragend am Tablet oder Smartphone. Ist der Kurs abgeschossen, steht am Ende ein fertig geplantes Projekt, das bereit für die Umsetzung ist.

Kostenlose, begleitende Arbeitshefte zum digitalen Projektentwicklungs-Kurs können per Mail bestellt werden:
kontakt@ocean-youngsters.de



MOOC „Projektentwicklung“

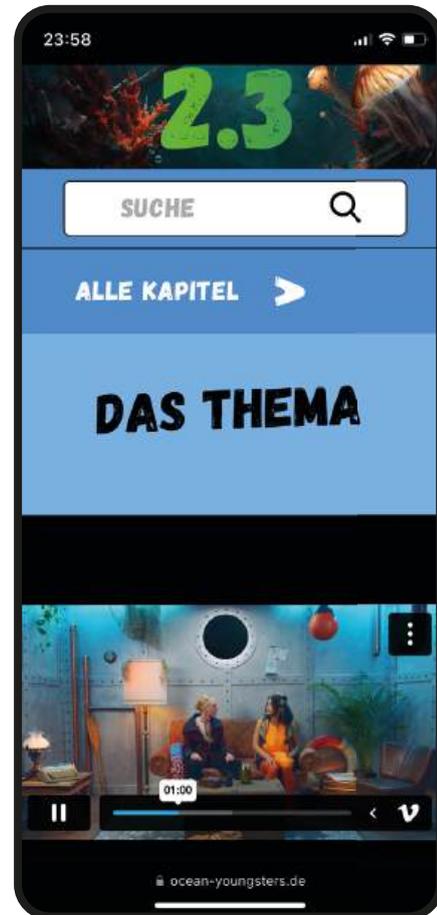


Abbildung 28: Mobile Beispielansicht eines Kapitels des Ocean Youngsters MOOC „Projektentwicklung“

IDEENWERKSTATT

Eine Ideenwerkstatt ist ein kreatives Unterrichtsformat, das Lernende dazu anregt, eigenständig und gemeinschaftlich an Lösungen zu arbeiten. In einer offenen und unterstützenden Umgebung können die Lernenden neue Ideen entwickeln, kreativ denken und ihre Problemlösungskompetenzen erweitern. Lehrkräfte begleiten die Ideenwerkstatt als Moderierende, Impulsgebende und ermöglichen der Gruppe, selbstgesteuert und experimentell an ihren Projekten zu arbeiten.

Die Ideenwerkstatt fördert nicht nur die Kreativität, sondern auch Teamarbeit und Eigenverantwortung. Dieses Format lässt sich flexibel an die verschiedenen Fächer und Themen anpassen und bietet Raum für interdisziplinäre Ansätze, bei denen die Schülerinnen und Schüler ihre individuellen Stärken einbringen können - ideal für Lehrkräfte, die ein motivierendes, praxisnahes Lernen fördern und ihre Gruppen in ihrer persönlichen und sozialen Entwicklung stärken möchten.

WORLD CAFÉ (THEMENTISCHE)

Das World Café ist ein interaktives Gesprächsformat, das darauf abzielt, Lernende in einen konstruktiven Austausch über verschiedene Themen zu bringen. Dabei sitzen die Lernenden in kleinen Gruppen an „Café-Tischen“ und diskutieren gezielte Fragestellungen. Nach einer festgelegten Zeit wechseln sie zu einem anderen Tisch und tauschen ihre Ideen und Perspektiven zu den dortigen Fragestellungen aus. Dabei werden die vorherigen Diskussionspunkte mit aufgegriffen, zum Beispiel durch Stichpunktzettel auf dem Tisch. Auf diese Weise entsteht ein breiter Ideenpool, bei dem alle Teilnehmenden die Möglichkeit haben, Gedanken anderer aufzunehmen und weiterzuentwickeln.

Lehrkräfte moderieren das World Café und sorgen für eine offene, respektvolle Atmosphäre, die zum freien Austausch einlädt. Dieses Format eignet sich hervorragend, um komplexe Themen aus verschiedenen Blickwinkeln zu beleuchten, Meinungen zu formulieren und gemeinsames Wissen zu schaffen. Besonders wertvoll ist das World Café für Themen, die kritisches Denken, Perspektivwechsel und kreative Lösungsansätze fördern sollen.

KRITISCHE BILDANALYSE

Die kritische Bildanalyse bietet eine gute Einleitung in eine neue Thematik, testet bestehendes Wissen, aktiviert die Lernenden nachzudenken oder schockiert sie sogar. Ziel ist es, dass die Lernenden Probleme erkennen und diese gesellschaftlich und naturwissenschaftlich einordnen können. Es sollen außerdem Zusammenhänge zu unserem alltäglichen Leben hergestellt werden.

Beispielhafte allgemeine Leitfragen für die kritische Bildanalyse:

- *Wer oder was ist abgebildet?*
- *Welche Handlungen oder Zusammenhänge erkennt ihr?*
- *Welcher Eindruck soll vermittelt werden? Welche Nachricht soll das Bild übermitteln?*
- *Wie empfindet ihr das Abgebildete? Löst es etwas in euch aus?*
- *Wie beurteilt ihr die Aussage des Bildes?*
- *Welche Informationen fehlen mir, um das Bild zu verstehen? Welche Fragen ergeben sich?*

ROLLENSPIEL

Diese Methode kann in vielen Fächern spannend sein und ein Rollenspiel ist eine super Abwechslung zum normalen Unterricht.

Die Teilnehmenden nehmen verschiedene Rollen ein und befinden sich in einem vorgegebenen Szenario. Wir unterscheiden hierbei zwischen einem freien Rollenspiel und einem gebundenen Rollenspiel. In einem freien Rollenspiel werden die Rollen so gespielt wie die Lernenden es für richtig halten. Sie müssen spontan handeln. In einem gebundenen Rollenspiel sollen die Lernenden sich an Vorgaben für die zugewiesenen Rollen halten. Beschreibungen auf Rollenkarten sind ein wichtiges Hilfsmittel.

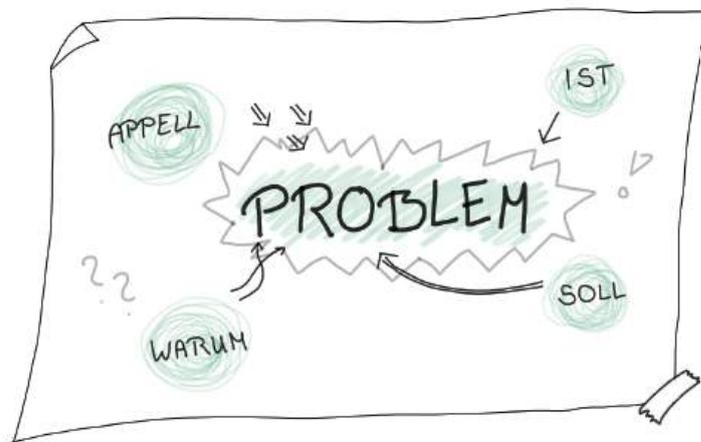
Rollenspiele im Meeresschutzunterricht helfen den Teilnehmenden, verschiedene Einstellungen und Gefühlslagen zu verstehen. Sie bieten Einblicke in die unterschiedlichen Positionen, wenn es um Meerproblematiken geht.

ARGUMENTATIONSMAP

Wenn es um Meeresschutz geht, ist es hilfreich, den Ist-Zustand zu analysieren und strukturierte Argumentationen für den Schutz der Meere zu liefern. Aktuelle Probleme sollen erkannt werden sowie Lösungen und Handlungsappelle erarbeitet werden. Die Argumentationsmap hilft den Lernenden dabei die Problematiken zu erkennen, zu gliedern und eigenständig Lösungen zu finden.

Man skizziert eine Argumentationsmap anhand der vier Leitfragen:

- 1) Was ist der Ist-Zustand?
- 2) Was ist der Soll-Zustand? Wie sollte das Problem gelöst sein?
- 3) Warum sollte das Problem gelöst sein? Welche Argumente für eine Problemlösung gibt es?
- 4) Was ist zu tun? Welche Handlungsvorschläge gibt es?



DISKUSSIONEN UND DEBATTEN

Diskussionen fördern die Kommunikationsfähigkeiten, das kritische Denken und die Meinungsbildung der Lernenden. Sie lernen frei zu sprechen und einander aufmerksam zuzuhören.

Beispiel-Diskussionsfragen:

Klimawandel und Meeresspiegelanstieg:

Ist es sinnvoller, in die Reduktion von Treibhausgasen zu investieren oder in , Anpassungsstrategien für die bereits unvermeidlichen Folgen des Klimawandels?

Verlust der Biodiversität:

Sollten Länder verpflichtet werden, mehr geschützte Meeresgebiete auszuweisen, auch wenn dies wirtschaftliche Einbußen bedeutet?

Plastikverschmutzung:

Sollte Einwegplastik verboten werden?

Welche Maßnahmen könnten am effektivsten sein, um Plastikmüll in den Meeren zu reduzieren - Recyclingprogramme, Plastikverbote oder die Förderung biologisch abbaubarer Materialien?

SPIELE

Hast du schon einmal im Unterricht ein Spiel gespielt? Wenn nicht, dann probiere es aus. Das Angebot an Spielen, die im Bildungskontext eingesetzt werden können, wächst stetig. Und das Beste daran ist, es fühlt sich gar nicht an wie Lernen. Die Spielenden kommen ganz automatisch ins Denken und Diskutieren. Und es funktioniert auch hervorragend mit unterschiedlichen Altersgruppen.

Als Zusatz zu diesem Lehrbuch findest du eine Ausgabe unseres Kartenspiels „Meeresschutzstadt“.

MEERESSCHUTZSTADT-SPIEL:

Alle Spielenden schlüpfen in die Rolle einer Meeresschutzstadt und versuchen einerseits durch cleveres Handeln florierende Meeresschutzstädte zu errichten, aber gleichzeitig den Schutz und die Erhaltung der marinen Ökosysteme zu gewährleisten.

Während des Spiels stehen sie vor Herausforderungen wie Meeresverschmutzung, Überfischung, Klimawandel und illegaler Fischerei. Sie müssen dabei versuchen, Lösungen zu finden und die negativen Auswirkungen zu minimieren. Gleichzeitig sollten sie den Schutz des Meeres und die Erhaltung der Artenvielfalt fördern.

„Meeresschutzstädte“ kann sowohl kompetitiv als auch kooperativ gespielt werden. Alle Städte versuchen möglichst viel Geld zu erspielen, und damit anderen Städten voraus zu sein. Aber das eigentliche Ziel des Spiels – so wie es auch im echten Leben sein sollte – ist gemeinsam das Meer zu retten.

DIE MEERESSCHUTZ-AG

Neben Meeresschutz im Unterricht, Projektwochen und -tagen, gibt es eine weitere Möglichkeit die Lernenden mit Meeresschutz in Kontakt zu bringen: die Gründung einer Meeresschutz-AG. Für eine reibungslose Gründung solltest du einige wichtige Fragen beantworten. Wir haben für dich eine Checkliste dieser Fragen erstellt, damit du mit deiner AG durchstarten kannst.

LESETIPP:

Wir haben uns an dem „Klima-AG Handbuch“ der BUNDjugend (2021) orientiert. Hier werden die Phasen einer Klima-AG genau erklärt, vom Kennenlernen bis zum Abschluss der AG. Das Handbuch bietet Beispielablaufpläne, an denen auch du dich mit deiner Meeresschutz-AG orientieren kannst. Schau für detaillierte Informationen gerne rein:



*Klima-AG
Handbuch*

**Gründe eine Meeresschutz-AG
an deiner Schule!**

CHECKLISTE MEERESSCHUTZ-AG:

ORGANISATION

- Wann findet die AG statt? Wie oft sollen Treffen stattfinden?
- Wie lange dauert eine AG-Einheit?
- Welche Räumlichkeiten stehen an der Schule zur Verfügung?
- Wie viele Lernende sollten mindestens und können maximal an der AG teilnehmen?
- Wie kann die AG beworben werden?

INHALT

- Wie ist der Wissensstand der Lernenden zum Thema Meeresschutz?
- Wie können neue Meeresschutzthemen vermittelt werden?
- Haben bereits Meeresschutz-Projekte bzw. -aktionen an der Schule stattgefunden?
- Wenn ja, welche Erkenntnisse sollten ggf. von der Meeresschutz-AG berücksichtigt werden?
- Sind im Rahmen der AG Exkursionen möglich? Wenn ja, welche Voraussetzungen gibt es?

SCHULE UND MEERESSCHUTZ

- Wie wird Plastikmüll recycelt? Wird über korrektes Recycling aufgeklärt? Gibt es eine Tauschbörse? Kleidertausch & Tauschregal
- Wohin und mit welchen Verkehrsmitteln werden Klassenfahrten gemacht? (Klimafreundliche Klassenfahrten)
- Gibt es an der Schule Projektwochen?
- Gibt es eine Schulmensa oder einen Schulkiosk? Regionale & saisonale Produkte / Veggie Day / vegane Snacks
- Gibt es weitere Ansatzpunkte für meerefreundliche Veränderungen an der Schule, die von der AG adressiert werden könnten?

WIE LÄSST SICH EIN RUNDES AG-TREFFEN GESTALTEN?

1. Begrüßung:

Begrüße die Lernenden. Du kannst das Treffen auch mit einer Blitzlichtrunde dazu beginnen, wie es ihnen gerade geht oder was sie seit dem letzten Treffen erlebt haben. Oder ihr beginnt gleich mit einem kurzen Spiel (Energizer) zum Warmwerden.

2. Rückblick auf das letzte Treffen und Ausblick auf das aktuelle Treffen:

Wiederhole kurz, was ihr beim letzten Treffen bzw. bei den letzten Treffen gemacht habt. Bringe alle auf einen Stand: Was ist seit dem letzten Treffen in Bezug auf eure Aktion/euer Projekt passiert? Vielleicht gibt es ja auch schon (Teil-)Erfolge zu feiern?

3. Gemeinsame Arbeit in der AG mit Methoden für die entsprechende AG-Phase:

Plane vorab, mit welchen Methoden ihr beim AG-Treffen arbeiten wollt. Bereite dafür die Materialien vor. Ideen für Methoden gibt es z. B. vorgestellten im AG-Handbuch im Rahmen der AG-Phasen.

4. Rückblick auf das aktuelle Treffen und Ausblick auf das nächste Treffen:

Fasse kurz zusammen, was ihr heute gemacht habt. Überlege gemeinsam mit den Lernenden, was für das nächste Treffen ansteht. Ihr könnt ebenfalls gemeinsam überlegen, was die Lernenden bis zum nächsten AG-Treffen machen bzw. besorgen können und entsprechend Aufgaben verteilen.

5. Abschluss:

Verabschiedet euch. Dazu kannst du z. B. eine Blitzlichtrunde zur Frage machen, was die Lernenden aus dem Treffen mitnehmen oder was sie sich für das nächste Treffen wünschen.

DER BLAUE BILDUNGSATLAS

Du suchst nach spannenden Orten für eine Exkursion zum Thema Meeresschutz?

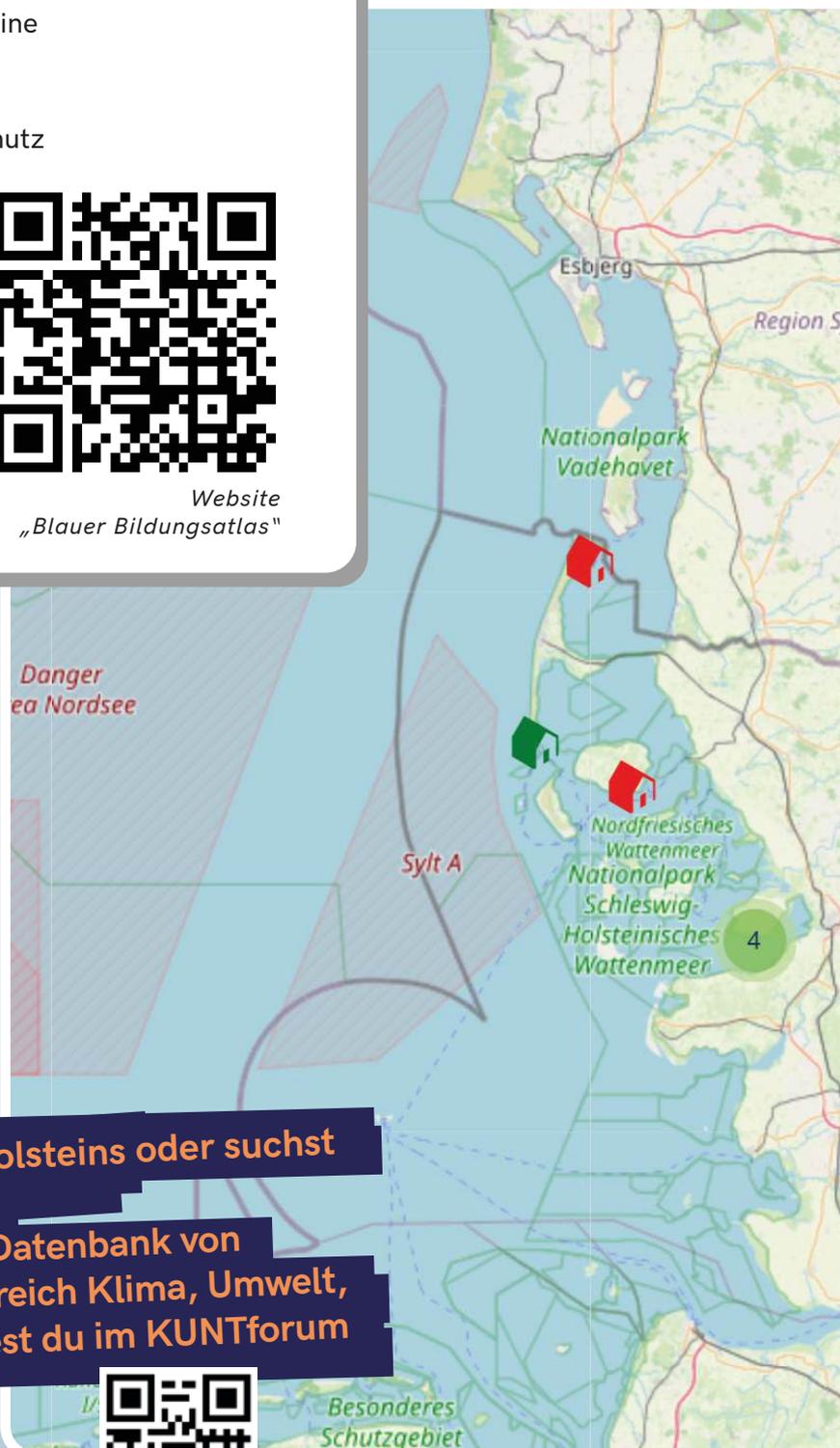
Oder möchtest Projekte zum Meeresschutz in deiner Umgebung kennen lernen?

Der „Blaue Bildungsatlas“ navigiert dich zu außerschulischen Lernorten und Akteuren im Meeresschutz in Schleswig-Holstein!



Website „Blauer Bildungsatlas“

Entdecke jetzt den Blauen Bildungsatlas



Du bist außerhalb Schleswig-Holsteins oder suchst noch mehr Inspiration??

Eine umfassende bundesweite Datenbank von Bildungs-Organisationen im Bereich Klima, Umwelt, Nachhaltigkeit und Meere findest du im KUNTforum unter www.kuntforum.de.



Website „KUNTforum“



Lust auf coolen Meeresschutzunterricht?
Dann schau dir unsere Unterrichtsideen auf
den folgenden Seiten an.

EINFÜHRUNG IN DIE ÖKOSYSTEME DER NORD- UND OSTSEE

Passender
Wissenstext
auf

Seite
12-17

FÄCHER: Biologie, Erdkunde

METHODE: Gruppenarbeit,
Posterpräsentation

ZIELE: Die Lernenden verstehen die grundlegenden Lebensräume der Nord- und Ostsee sowie deren Besonderheiten und die Bedeutung dieser Meere für Mensch und Natur.

ABLAUF:

1. EINSTIEG: Kurzes Quiz zur Nord- und Ostsee, um Vorwissen zu aktivieren (siehe unten)

2. ERARBEITUNG: Die Klasse wird in Kleingruppen eingeteilt, jede Gruppe erhält ein bestimmtes Thema, z.B. Lärmverschmutzung, Eutrophierung, Munition, Flora, Fauna, Klimawandel, Versauerung oder Überfischung. Die Gruppen erstellen je ein Poster, das die wichtigsten Informationen zu ihrem Thema visualisiert.

3. PRÄSENTATION: Jede Gruppe stellt ihr Poster vor und bespricht die Zusammenhänge der einzelnen Krisen.

FRAGE 1:

Welches dieser beiden Meere hat einen höheren Salzgehalt?
A) Nordsee
B) Ostsee

FRAGE 2:

Welches dieser beiden Meere ist ein Binnenmeer?
A) Nordsee
B) Ostsee

FRAGE 3:

In welchem dieser Meere findet man die berühmten Halligen?
A) Nordsee
B) Ostsee

FRAGE 4:

Welches Meer ist über den Skagerrak mit der Nordsee verbunden?
A) Ostsee
B) Mittelmeer

FRAGE 5:

Welches dieser beiden Meere grenzt direkt an Dänemark?
A) Nordsee
B) Beide

FRAGE 6:

In welchem Meer liegen die Inseln Sylt und Helgoland?
A) Nordsee
B) Ostsee

FRAGE 7:

In welches dieser Meere münden die Elbe und Weser?
A) Nordsee
B) Ostsee

FRAGE 8:

In welchem dieser beiden Meere gibt es weniger Gezeiten?
A) Nordsee
B) Ostsee

PLASTIKMÜLL IN DER NORD- UND OSTSEE

Passender
Wissenstext
auf

Seite
35-46

FÄCHER: Biologie, Erdkunde,
Philosophie/Religion

METHODE: Pro-Contra-Diskussion

ZIELE: Die Lernenden verstehen die Ursachen von Umweltschäden und diskutieren mögliche Schutzmaßnahmen.

Biologie

Erdkunde

Philosophie/Religion

ABLAUF:

1. EINSTIEG: Video zum Thema Plastikmüll in den Meeren

2. DISKUSSION: Angeleitete Diskussion zur Frage: „Was kann gegen Plastikverschmutzung in der Nord- und Ostsee getan werden?“ Die Klasse wird in zwei Gruppen aufgeteilt (Pro und Contra Einwegplastik), um Argumente zu erarbeiten. Diesen können dann in der gesamten Klasse, in Paaren oder eins zu eins mit der Klasse als Publikum ausdiskutiert werden. Anschließend sollen die besten Lösungsansätze festgehalten werden.



Video
„Plastikmüll“

Unterstützende Fragen für die Argumentationsfindung:

- Woher kommt das Plastik?
- Warum nutzen wir eigentlich Einwegplastik?
- Gibt es gute Alternativen, wie wir das Plastik reduzieren/vermeiden können?
- Wo kann ich am ehesten ansetzen, um meinen eigenen Plastikkonsum zu reduzieren?
- Ist es möglich, komplett auf Plastik zu verzichten?

3. ABSCHLUSS: Du fasst die wichtigsten Lösungsansätze zusammen und weist auf lokale Initiativen oder Projekte hin. **Der Blaue Bildungsatlas** (S. 84/85) kann dir dabei helfen, Initiativen zu finden.

PHYSIKALISCHE GRUNDLAGEN DER ERWÄRMUNG UND MEERESSTRÖMUNGEN

 Passender
 Wissenstext
 auf

 Seite
 8-11

FÄCHER: Physik

METHODE: Experiment, Präsentation

ZIELE: Die Lernenden verstehen die Grundprinzipien der Wärmeaufnahme und Strömungen in den Meeren.

ABLAUF:

1. EINSTIEG: Diskussion der Frage: „Wie beeinflusst Wärme das Meer?“ – kurze Einführung in Strömungen und Wärmeaustausch.

2. EXPERIMENT: Experiment zur Wärmekapazität von Wasser und Landmassen: Die Lernenden beobachten, wie Wasser Wärme speichert und abgibt im Vergleich zu Sand oder Erde. Dies hilft ihnen, die Rolle der Meere als „Wärmespeicher“ und die Auswirkungen auf das Klima zu begreifen. Du findest das Experiment auf der nächsten Seite.

3. REFLEXION UND ABSCHLUSSDISKUSSION:

- Vorstellung der Experiment-Ergebnisse und Besprechung, wie diese physikalischen Eigenschaften die Nord- und Ostsee beeinflussen.
- Diskutiert, wie die Wärmespeicherung der Nord- und Ostsee das Klima in Küstengebieten beeinflusst.
- Überlegt gemeinsam, welche Folgen die Erwärmung der Ozeane durch den Klimawandel auf Wetterbedingungen (und für Fortgeschrittene: auf Meeresströmungen) haben könnte.

Dieses einfache Experiment ist ein anschaulicher Weg, um die Lernenden die grundlegenden physikalischen Prinzipien der Wärmeaufnahme und -abgabe verstehen zu lassen, die für das Klima und den Meeresschutz wichtig sind.

Teile den Versuchsaufbau und die Materialien an die Gruppen aus. Nach der Datenanalyse erklärst du die Unterschiede in der Wärmekapazität: Wasser hat eine höhere Wärmekapazität als Sand oder Erde, was bedeutet, dass es mehr Wärme aufnehmen kann und langsamer abkühlt. Die Gruppe bespricht, wie diese Eigenschaft der Meere zur Stabilisierung des Klimas beiträgt, indem sie Wärme speichern und gleichmäßig wieder abgeben.

EXPERIMENT: WÄRMEKAPAZITÄT VON WASSER UND LANDMASSEN

DAUER: Ca. 30 Minuten

BENÖTIGTE MATERIALIEN (PRO GRUPPE):

- 1 Thermometer (oder 2, wenn möglich)
- 2 identische Behälter (z. B. Glas- oder Plastikbecher)
- Wasser (kalt, Zimmertemperatur)
- Sand oder Erde
- 1 Wärmequelle (z. B. Wärmestrahler, Infrarotlampe oder Föhn)
- Stoppuhr oder Timer
- Notizbuch und Stift zur Dokumentation

VORBEREITUNG:

1. Becher vorbereiten:

- Befülle einen der Becher etwa zur Hälfte mit Wasser.
- Befülle den zweiten Becher etwa zur Hälfte mit Sand oder Erde.

2. Thermometer platzieren:

- Miss die Anfangstemperatur von Wasser und Sand / Erde und notiere diese Werte im Notizbuch.

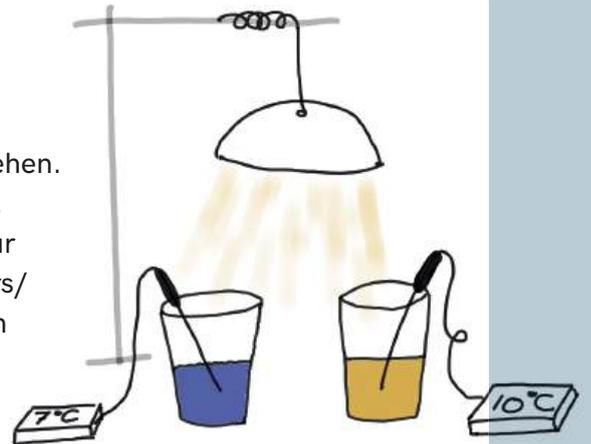
3. Hypothese formulieren:

- Wie könnten sich die Temperaturen in Wasser und Sand / Erde verändern, wenn sie erwärmt und anschließend wieder abgekühlt werden?

DURCHFÜHRUNG:

1. Erwärmung:

- Positioniere die beiden Becher so, dass sie jeweils in gleicher Entfernung unter der Wärmequelle stehen.
- Schalte die Wärmequelle an und starte den Timer.
- Miss und notiere der Temperatur alle 2 Minuten für 10 Minuten. Achte darauf, in der Mitte des Wassers/ Sandes zu messen und gegebenenfalls vorher noch einmal umzurühren, wenn die Wärmequelle das Gefäß nur einseitig erwärmen kann.



2. Abkühlphase:

- Schalte nach 10 Minuten die Wärmequelle aus.
- Miss und notiere die Temperatur alle 2 Minuten für weitere 10 Minuten.

BEOBACHTUNGEN UND DOKUMENTATION:

- Führe während des Experiments eine Tabelle und zeichne eine Kurve, in der die gemessenen Temperaturen für Wasser und Sand/Erde sowohl während der Erwärmung als auch der Abkühlung dokumentiert werden.
- Zeichne zusätzlich eine Skizze vom Versuchsaufbau, die zeigt, wie die Becher unter der Wärmequelle stehen.

AUSWERTUNG:

- Vergleiche die Temperaturverläufe für Wasser und Sand/Erde.
- Diskutiert gemeinsam, welches Material schneller erwärmt wurde, welches schneller abgekühlt ist und was die Gründe dafür sein könnten.

Passender
Wissenstext
auf

Seite
8-20

SCHUTZMASSNAHMEN GEGEN DIE ERWÄRMUNG DER MEERE

FÄCHER: Biologie, Erdkunde, Projektarbeit

METHODE: World Café

ZIELE: Die Lernenden entwickeln in Kleingruppen konkrete Ideen für eine Kampagne zum Klima- und Meeresschutz, die anschließend vorgestellt und diskutiert wird.

ABLAUF:

- 1. EINSTIEG:** Beispiele von Meeresschutzorganisationen und deren Maßnahmen und Kampagnen vorstellen. Du findest lokale Organisationen im ‚Blauen Bildungsatlas‘ auf S. 84/85.
- 2. WORLD CAFÉ:** Die Lernenden planen in Gruppen eine kleine Kampagne zum Meeresschutz (z. B. Informationsveranstaltungen, Social Media Kampagnen) und entwickeln erste Ideen. Nützlich für die Ideenfindung kann das Brainstorming mit einer Mind Map oder ein World Café sein.
- 3. PRÄSENTATION:** Kurze Vorstellung der Kampagnenideen, die später vertieft werden könnten.

ANLEITUNG FÜR EIN WORLD CAFÉ: „SCHUTZMASSNAHMEN GEGEN DIE ERWÄRMUNG DER MEERE“

VORBEREITUNG:

RAUMGESTALTUNG:

- Stelle 4 bis 5 Tische im Raum auf, jeweils mit Platz für 5 bis 7 Schülerinnen und Schüler.
- Jeder Tisch wird mit einem Thema/Fragestellung versehen.

MATERIAL:

- Moderationskarten, Marker, Flipchart-Papier oder große Plakate für Notizen.
- Themenschilder für die Tische.
- Timer oder Uhr, um die Zeiten für die Runden zu steuern.

TISCHTHEMEN:

- **Tisch 1:** „Warum ist die Erwärmung der Meere problematisch?“
- **Tisch 2:** „Welche Maßnahmen können wir global umsetzen?“
- **Tisch 3:** „Welche Maßnahmen können wir lokal umsetzen?“
- **Tisch 4:** „Wie können wir junge Menschen für Meeresschutz sensibilisieren?“

Tisch 5 kommt erst zum Einsatz, nachdem alle Gruppen Tisch 1 bis 4 bearbeitet haben:

- **Tisch 5:** „Wie könnte eine Kampagne zum Schutz der Meere aussehen?“

WORLD CAFÉ

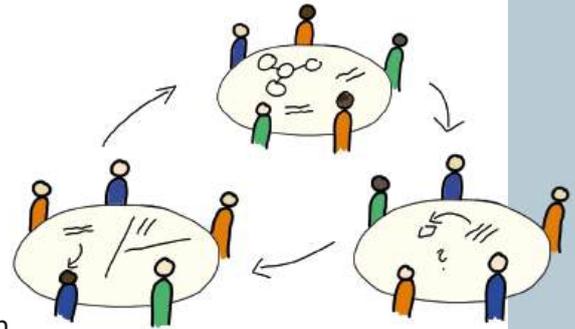
1. BEGRÜSSUNG UND EINFÜHRUNG:

Begrüße die Lernenden und erkläre die Ziele des World Cafés:

„Heute wollen wir gemeinsam Ideen entwickeln, wie wir Maßnahmen gegen die Erwärmung der Meere fördern können. Am Ende wollen wir konkrete Vorschläge für eine Kampagne haben.“

Erläutere die Regeln des World Cafés:

- Jede Gruppe diskutiert ca. 5-10 Minuten an einem Tisch (je nach Zeitverfügbarkeit)
- Nach jeder Runde wechseln die Gruppen den Tisch.
- Die Lernenden sollen sich gegenseitig zuhören und offen dafür sein, eigene Ideen mitzuteilen und aufzuschreiben. Alle Ideen sind gut und sollen schriftlich festgehalten werden.



2. ERSTE DISKUSSIONSRUNDE:

Die Gruppen setzen sich an einen Tisch und diskutieren die Frage des jeweiligen Tisches.

3. WECHSEL DER TISCHE:

Nach jeder Runde wechseln die Gruppen den Tisch.

Die neuen Gruppen bauen auf diesen Ergebnissen auf oder ergänzen neue Ideen.

4. LETZTE RUNDE: KAMPAGNENTWICKLUNG:

Die Gruppen diskutieren am Tisch „Wie könnte eine Kampagne zum Schutz der Meere aussehen?“ und entwickeln in Gruppen konkrete Ideen, z. B.:

- Veranstaltungsformate (z. B. Schulprojekte, Infoabende)
- Plakatideen oder Videos
- Slogans
- Social-Media-Aktionen
- ...

5. PRÄSENTATION DER ERGEBNISSE:

Jede Gruppe stellt ihre Ergebnisse kurz vor (max. 3 Minuten pro Tisch).

Die Klasse stimmt ab, welche Idee sie am überzeugendsten findet.

6. ABSCHLUSS UND REFLEXION:

Frage die Lernenden:

- „Was habt ihr heute gelernt?“
- „Wie können wir einige der Ideen in die Tat umsetzen?“

Sammele Rückmeldungen und motiviere die Klasse, an der Umsetzung der besten Kampagnen-idee weiterzuarbeiten. Optimal wäre eine längerfristige Projektarbeit, die du als Lehrkraft weiter begleitest und die Lernenden erleben, dass sie wirklich was bewegen können - in ihrer Schule, im Alltag oder online!

CLIMATE CHANGE AND THE NORTH- & BALTIC SEA

Passender
Wissenstext
auf

Seite
8-20

FÄCHER: Englisch

METHODE: Gruppenarbeit mit
Recherche

ZIELE: Verständnis der Auswirkungen des Klimawandels auf die Nord- und Ostsee. Erweiterung des englischen Fachwortschatzes im Bereich Umwelt und Klima.

ABLAUF:

1. EINSTIEG: Warm-up-Frage als Tafelanschrift: „*What do you know about the effects of climate change on the seas and oceans?*“
Die Lernenden nennen spontan Ideen.

2. KURZES VIDEO: Kurzes englisches Video (ca. 3-5 Minuten) über die Auswirkungen des Klimawandels auf die Meere. Im Anschluss gibt es eine Diskussionsfrage, wie z.B.: „*What did you learn from the video?*“. Erste Begriffe wie sea level rise, biodiversity, water temperature werden eingeführt.

3. PARTNERARBEIT: Lesetext zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Meere. Stelle hierzu einen möglichst aktuellen Artikel einer englischsprachigen Zeitung zur Verfügung oder einen wissenschaftlichen Artikel (z.B. vom IPCC).



Video
„Klimawandel
Nr. 1“



Video
„Klimawandel
Nr. 2“

Aufgaben zum Text:

- Unterstreicht Schlüsselbegriffe und übersetzt sie ins Deutsche.
- Gib den Lernenden dazu gerne die folgenden Aufgaben. Hier sind einige Beispielfragen zur Inspiration angeführt:
 1. *What are the main effects of climate change on oceans?*
 2. *Why is the Baltic Sea especially vulnerable?*
 3. *How do rising sea levels affect coastal areas?*
 4. *Do you know or can you think of measurements against the effects of sea level rise in coastal areas, e.g. how it is done in the Netherlands?*

4. REFLEXION: Die Lernenden notieren für sich Antworten zur folgenden Reflexionsfrage:
„*How does learning about the effects of climate change on the North and Baltic Seas influence your perspective on environmental protection?*“

ODER

„*How can we contribute to protecting the North and Baltic Seas from climate change?*“

FISCHFANG

Passender
Wissenstext
auf

Seite
22-29

FÄCHER: Biologie, Erdkunde, Philosophie/ Religion, Wirtschaft & Politik

ZIELE: Die Lernenden entwickeln ein Verständnis für die Artenvielfalt und Bedrohungen durch Überfischung.

METHODE: Film

ABLAUF:

1. EINSTIEG: Filmvorführung: Der Film „Mein Vater, ein Fischer“ ist eine etwa 14-minütige Geschichte über ein Mädchen, dessen Vater Fischer ist. Anhand dieser Geschichte werden einige wichtige Fragen über die Zukunft unserer Ozeane und der Fischerei aufgezeigt.



Film
„Mein Vater,
ein Fischer“

2. DISKUSSION: Im Anschluss an den Film kann eine Diskussion angeregt werden. Mögliche Fragen sind:

- Welche Faktoren fördern eine nicht-nachhaltige Fischerei? Warum?
- Was sind die (ökologischen, wirtschaftlichen, sozialen) Folgen von Überfischung?
- Sollten wir den Fischfang einstellen, um das Leben in den Meeren zu erhalten?
- Wie erkennst du nachhaltigen Fischfang?
- Wie bewertest du die Quelle des Films? Welche Beweggründe könnte der Marine Stewardship Council (MSC) haben, solch einen Film zu erstellen?

3. RECHERCHE: Im Film sagt die Tochter „Manche Fischarten sind bedroht“. Beauftrage die Lernenden zu recherchieren:

- Was bedeutet das Wort „bedroht“ im Kontext der Fischerei? Wann ist eine Fischart als „bedroht“ einzustufen?
- Was ist das Konzept des „Höchst möglichen Dauerertrags“ (Maximum sustainable yield)?
- Welche Fischarten kennen wir? Wie ist der aktuelle Zustand der Populationen bestimmter Fischarten – regional und in anderen Teilen der Welt?

Dabei dürfen die Lernenden gerne selber entscheiden, welche Fischarten sie sich genauer anschauen möchten.

4. ERGEBNISPRÄSENTATIONEN: Zu den o.g. Fragen können die Lernenden in Gruppenarbeit digitale Präsentationen oder kurze Erklärvideos anfertigen und diese auf der Schulwebsite, auf Social Media oder im Rahmen einer Veranstaltung veröffentlichen.

Passender
Wissenstext
auf

Seite
22-29

NACHHALTIGE FISCHEREIMETHODEN

FÄCHER: Biologie, Erdkunde, Religion/Philosophie, Wirtschaft & Politik

ZIELE: Die Lernenden entwickeln ein Verständnis für die Artenvielfalt und Bedrohungen durch Überfischung.

METHODE: Rollenspiel

ABLAUF:

- 1. EINSTIEG:** Einführung in die Problematik der Überfischung
- 2. ROLLENSPIEL:** Die Lernenden schlüpfen in die Rollen von Fischern, Fischerinnen, Umweltschützern, Umweltschützerinnen, Politikern und Politikerinnen und diskutieren ihre Perspektiven zur Frage der Fischereibeschränkungen.
- 3. ABSCHLUSS:** Reflexion darüber, wie man sich in seiner jeweiligen Rolle gefühlt hat und wie zufrieden man mit dem Ergebnis ist.

MATERIALIEN UND RAUM:

- Rollenkarten mit passenden Rollenbeschreibungen
- ggf. Requisiten
- Ein großer Raum, in dem Lernende sich frei bewegen können

ROLLENVERTEILUNG:

- Die Lernenden wählen ihre Rollen (zufällig oder nach Absprache).
- Jede Rolle erhält eine Rollenkarte (Beschreibung des Charakters, dessen Interessen und Ziele).

GRUPPENGROSSE:

Für das folgende Rollenspiel wurden acht Rollen erstellt. Du kannst deine Klasse entweder in Gruppen aufteilen und nach den Durchführungen, die Ergebnisse im Plenum vergleichen. Oder du teilst jeweils zwei bis drei Lernende einer Rolle zu, wobei nur eine Person an dem Rollenspiel teilnimmt.

ROLLENSPIEL: NACHHALTIGER FISCHFANG UND MEERESSCHUTZ

SZENARIO:

Die Regierung hat beschlossen, dass eine nachhaltige Lösung für die Überfischung unserer Meere gefunden werden muss. Alle Interessensgruppen sind aufgefordert, einen gemeinsamen Vorschlag zu erarbeiten. Diskutiert mögliche Kompromisse und stellt einen Aktionsplan vor.

ÜBERBLICK ÜBER ABLAUF UND AUFGABEN:

Rollenverteilung:

- Jede Person hat eine Rolle erhalten, die eine bestimmte Perspektive in Bezug zu nachhaltigem Fischfang und Meeresschutz repräsentiert.
- Lies deine Rollenbeschreibung durch und mach dich mit deiner Rolle vertraut.

Rollenvorbereitung: (auch als Hausaufgabe möglich)

- Lies die gestellten Texte zu Überfischung (S. 22) und recherchiere online, welche Position deine Rolle einnimmt.
- *Was sind die Hauptziele deiner Rolle? Welche Auswirkungen haben die vorgeschlagenen Maßnahmen auf deine Rolle? Welche Kompromisse bist du bereit einzugehen?*
- Überlege dir Argumente und Strategien, die du in der Diskussion einbringen willst.
- Beantworte die Fragen auf deiner Rollenkarte.

Extra Punkt: Haben mehrere von euch die gleiche Rollenkarte, könnt ihr euch nach der Recherche austauschen. Wenn nicht bleibt es für die anderen spannend bis zur Diskussion und der Austausch findet in der Reflexion statt.

Rollenspiel durchführen:

- Ihr trefft euch zu einer Konferenz, bei der über neue Maßnahmen zum nachhaltigen Fischfang diskutiert wird. Jede Rolle stellt ihre Position dar und versucht die anderen von ihrer Sichtweise zu überzeugen.
- Höre den anderen Rollen gut zu und reagiere auf ihre Argumente. Denk daran, dass es wichtig ist, eine Lösung zu finden, die für alle akzeptabel ist.

Reflexion für die ganze Gruppe:

- Nach der Diskussion im Rollenspiel kommt ihr wieder als Gruppe zusammen und stellt jeweils eure Diskussionsergebnisse und möglichen Kompromisse vor. *Was habt ihr erreicht? Welche Herausforderungen gab es?*

Sollten nicht alle an der Diskussion teilgenommen haben, sondern als Publikum zugehört haben, können sie folgende Fragen beantworten:

- *Gab es ausgewogene Argumente auf allen Seiten?*
- *Findest du den Ausgang der Diskussion richtig oder hättest du es gerne anders gehabt?*
- *Mit welcher Person könntest du dich am ehesten identifizieren?*

Für die Teilnehmenden an der Reflexion:

- *Stimmst du mit der Position deiner Rolle überein?*
- *Wie ging es dir während der Diskussion?*
- *War es schwierig, deine Argumente zu positionieren?*

DIE ROLLENKARTEN ZUM AUSSCHNEIDEN

MODERATION

Als Moderator / Moderatorin leitest du die Diskussion. Sorge dafür, dass alle Teilnehmenden zu Wort kommen und vermittele bei Konflikten. Überlege dir einen Zeitplan anhand der vorliegenden Leitfragen.

Damit die Diskussion logisch aufgebaut ist, solltest du den Ablauf planen und dir Leitfragen überlegen. Du bist verantwortlich für die Einleitung der Diskussion. Schreibe eine kurze einführende Rede über die vorliegende Problematik. Nach Abschluss der Diskussion fasst du die wichtigsten Punkte zusammen und stellst Ergebnisse vor.

Es kann auch ein Moderationsteam geben von zwei bis drei Personen. Eine Person kann zum Beispiel die Moderation übernehmen, die andere die Dokumentation der Argumente und Ergebnisse.

EINFÜHRUNG:

→ Der Moderator / Die Moderatorin gibt eine thematische Einführung ins Thema

→ Bitte die Teilnehmenden, sich nacheinander kurz vorzustellen und ihr Hauptanliegen bezüglich des nachhaltigen Fischfangs kurz und präzise zu schildern.

MEERESSCHÜTZER / MEERESSCHÜTZERIN

Du setzt dich aktiv für den Schutz der Meere ein, organisierst Kampagnen und Projekte, um das Bewusstsein zu schärfen und Veränderungen zu bewirken.

- Welche Maßnahmen erachtest du als unbedingt notwendig, um die Fischbestände zu schützen?
- Wie kannst du die Überfischung verhindern?
- Welche Strategien würdest du vorschlagen, um Verbrauchende für nachhaltigen Fischkonsum zu sensibilisieren?

Vertiefende Fragen, die die moderierende Rolle im Rollenspiel fragen könnte:

- Wie reagierst du auf die Bedenken, die von XY geäußert wurden?
- Was denkst du über die vorgeschlagenen Maßnahmen von XY?
- Welche Herausforderungen siehst du in den Vorschlägen der anderen Gruppen?
- Wie können wir sicherstellen, dass die Interessen der Fischerei gewahrt bleiben, während wir gleichzeitig die Fischbestände schützen?
- Welche Kompromisse könnten alle Beteiligten akzeptieren?
- Wie könnten wir die vorgeschlagenen Maßnahmen umsetzen, ohne dass eine Gruppe übermäßig benachteiligt wird?
- Wie siehst du die Zukunft des Fischfangs in unserer Region, wenn wir die vorgeschlagenen Maßnahmen umsetzen?
- Welche langfristigen Vorteile könnten sich aus einer nachhaltigen Fischereipraxis ergeben?

WISSENSCHAFTLER / WISSENSCHAFTLERIN

Du untersuchst die Auswirkungen menschlicher Aktivitäten auf die Meere und entwickelst Lösungen zur Verbesserung der Meeresgesundheit.

- Welche wissenschaftlichen Daten stützen deine Empfehlungen für nachhaltigen Fischfang? Suche Forschungsergebnisse, die die Notwendigkeit strengerer Fischfangquoten unterstützen.
- Wie können wissenschaftliche Erkenntnisse in politische Entscheidungen einfließen? Suche Argumente für die Berücksichtigung von wissenschaftlichen Erkenntnissen, bei der Festlegung von Fangquoten.

JOURNALIST / JOURNALISTIN

Als Journalist*in berichtest du über Meeresschutzthemen und trägst zur öffentlichen Meinungsbildung bei.

- Welche Aspekte der Überfischung sollten deiner Meinung nach stärker in den Medien thematisiert werden?
- Recherchiere Fakten über Überfischung und nachhaltigen Fischfang. Welche Themen sind unterrepräsentiert in den Medien?
- Wie können die Medien zur Aufklärung und Sensibilisierung der Öffentlichkeit beitragen?
- Welche Rolle können die Medien spielen, um das Bewusstsein für die Bedeutung von nachhaltigem Fischfang zu schärfen?

BÜRGER / BÜRGERIN

Als Bürger / Bürgerin lebst du in Küstennähe und bist direkt von den Auswirkungen der Meeresverschmutzung und des Klimawandels betroffen.

- Wie beeinflusst der Zustand der Meere dein tägliches Leben?
- Welche Auswirkungen hat die Überfischung und Verschmutzung der Meere auf dein Leben und deine Gemeinde?
- Was erwartest du von der Regierung und anderen Interessensgruppen in Bezug auf den Meeresschutz?

POLITIKER / POLITIKERIN

Du musst Entscheidungen treffen, die verschiedene Interessen und Bedürfnisse abwägen, und Gesetze und Richtlinien zum Schutz der Meere implementieren.

- Wie können verschiedene Interessen (Umweltschutz, Wirtschaft, soziale Aspekte) in der Gesetzgebung berücksichtigt werden?
Überlege, wie du verschiedene Interessen berücksichtigen kannst. Überlege dir dabei aber auch, welcher Partei du angehörst, denn je nach Partei vertrittst du sicherlich unterschiedliche Standpunkte.
- Welche politischen Maßnahmen könnten den Übergang zu nachhaltigem Fischfang erleichtern? Überlege dir Übergangs- und Kompromisslösungen.

INDUSTRIEVERTRETER / INDUSTRIEVERTRETERIN

Du repräsentierst ein oder mehrere Unternehmen, die das Meer nutzen (z.B. Offshore Windparks, Ölplattformen oder andere marine Rohstoffe, Kreuzfahrt...) und suchst nach Wegen, wirtschaftliche Interessen mit Umweltauflagen zu vereinen.

- Welche Auswirkungen haben Umweltauflagen auf dein Unternehmen?
- Wie würden strengere Umweltauflagen deine Geschäftstätigkeit beeinflussen?
- Wie kann dein Unternehmen zu einer nachhaltigen Fischerei beitragen?
- Welche Maßnahmen kann dein Unternehmen ergreifen, um nachhaltigere Praktiken im Fischfang zu unterstützen?

→ Hieraus können bis zu drei Rollen entstehen. Jede/Jeder kommt aus einem anderen Bereich. Sprecht euch vorher ab, wer aus welchem Bereich kommt.

FISCHER / FISCHERIN

Du lebst vom Fischfang und bist besorgt über die Auswirkungen von Überfischung und Umweltverschmutzung auf die Fischbestände und die eigene Lebensgrundlage.

- Welche Herausforderungen siehst du bei der Umsetzung von nachhaltigen Fischfangmethoden? Recherchiere Schwierigkeiten, die bei der Umstellung auf nachhaltige Fangmethoden aufkommen.
- Wie könnte die Regierung Fischer/Fischerinnen unterstützen, die auf nachhaltige Methoden umstellen möchten?
- Welche Art von Unterstützung oder Anreiz würde dir helfen, nachhaltiger zu fischen?

Passender
Wissenstext
auf

Seite 16

MIESMUSCHELN ALS KLÄRANLAGE DER MEERE

FÄCHER: Biologie

METHODE: Experiment

ZIELE: Die Lernenden erkunden die Ökosystemwirkung der Miesmuschel und überlegen sich, welche Auswirkungen ihr Fehlen auf das Ökosystem und uns Menschen haben könnte.

ABLAUF:

1. EINFÜHRUNG: Die Lernenden lesen einen oder beide Wissenstexte zum Ökosystem und Miesmuscheln.

2. EXPERIMENT: Die Lernenden führen selbstständig das Experiment durch.

3. PRÄSENTATION UND REFLEXION:

- Die Lernenden präsentieren ihre Beobachtungen und Ergebnisse.
- In Kleingruppen oder gemeinsam wird überlegt, wie ein Fehlen von Muscheln das Ökosystem verändern könnte. Unterstützend kann Abb. 25 auf S. 69 genutzt werden.

Zusatzaufgabe mit Recherche: *Was könnten wir machen, um Muscheln zu schützen und ihren Erhalt zu sichern?*

EXPERIMENT: MIESMUSCHEL

MATERIAL:

Variante 1: 2 Bechergläser mit (Nordsee)schlick und Meerwasser, ca. 10 Miesmuscheln

Variante 2: 2 Bechergläser mit Meerwasser, Miesmuscheln, Tinte/flüssige Lebensmittelfarbe

DURCHFÜHRUNG:

Variante 1: Füllt den Schlick und das Meerwasser gleichmäßig in die Gläser

Variante 2: Füllt das Meerwasser in die Gläser und gebt die Lebensmittelfarbe hinzu

- Gebt in eines der Bechergläser ca. 10 Miesmuscheln.
- Das andere Becherglas bleibt als Kontrollglas ohne Muschel
- Beobachtet, was passiert. Notiert die vergangene Zeit und die Veränderung der Farbe/Trübheit des Wassers regelmäßig. Beobachtet auch die Muscheln, was könnt ihr sehen?
- Beschreibt (wenn möglich) wie die Miesmuschel das Wasser filtert.



WEGE VON PLASTIK IM MEER

Passender
Wissenstext
auf

Seite 35

FÄCHER: Erdkunde, Physik

METHODE: Digitales Experiment /
Lernplattform

ZIELE: Die Lernenden identifizieren die verschiedenen Wege, über die Plastik ins Meer gelangt. Sie lernen auch, wie er sich im Meer verteilt oder wie er an die entlegensten Orte der Welt transportiert wird.

ABLAUF:

1. EINSTIEG:

- Impuls: Bild/Video und Information über den Pazifischen Müllstrudel (Great Pacific Garbage Patch)
- Präsentation der Fläche des Müllstrudels (ca. 1,6 Millionen Quadratkilometer, 4,5-mal die Fläche Deutschlands).
- Frage an die Klasse: „Wie gelangt so viel Plastik ins Meer, dass solche Müllstrudel entstehen können?“



Video
„Terra X“

2. DIGITALES EXPERIMENT:

- Zeige der Klasse, wie die Website „Plastic Adrift“ funktioniert. Sie basiert auf dem Exkurs zum Wissenstext. Demonstriere live oder anhand eines Screenshots, wie Plastik von verschiedenen Orten ins Meer gelangt und durch Strömungen verteilt wird.



Website
„Plastic Adrift“

Hinweis zur Website: Es gibt einen Vorwärts- (forward) und einen Rückwärtsmodus (backward). Vorwärts: So verbreitet sich das Plastik von dieser Stelle aus weiter.

Rückwärts: Von dort stammt das Plastik.

- Die Lernenden verwenden die Website, um Plastikmüll von unterschiedlichen Orten (z. B. New York, Shanghai, Sydney) ins Meer zu „werfen“. Sie beobachten, wie es sich verteilt und dokumentieren ihre Ergebnisse.

Mögliche Fragestellungen, die es herauszufinden gilt:

 - Wo wird unser Müll angespült?
 - Verbreitet sich der Müll im ganzen Ozean oder gelangt er nur an die Küsten im Ozean, wo er entsorgt wurde?
 - Woher kommt Müll am Nord-/Südpol?
 - Wie lange dauert es, bis der Müll sich ausbreitet? Gibt es Orte, wo er lange verweilt?

3. AUSWERTUNG UND REFLEXION:

- Welche Strömungen transportieren das Plastik besonders weit?
- Warum sammelt sich Plastik an bestimmten Stellen (z. B. Müllstrudel)?
- Diskussion: Wer ist verantwortlich, dass Plastik ins Meer gelangt, und was könnte dagegen unternommen werden?
- Brainstorming: Welche Maßnahmen könnte die Schule ergreifen, um Plastikverschmutzung zu reduzieren?

PLASTIK – EINE GEFAHR FÜR DIE TIERWELT

Passender
Wissenstext
auf

Seite 42

FÄCHER: Biologie, Erdkunde

METHODE: Bilder- und Textanalyse, Gruppenarbeit, kreative Reflexion

ZIELE: Die Lernenden verstehen die Auswirkungen von Plastik auf Tiere und Ökosysteme. Sie können unterschiedliche Bedrohungen analysieren (z. B. Verwechslung, Vergiftung). Sie reflektieren über die Konsequenzen für die Nahrungskette und den Menschen.

ABLAUF:

1. EINSTIEG:

- Videoimpuls: Schaut euch zum Beispiel gemeinsam das 5 minütige Terra X Video an, in dem gezeigt wird, wie sich Plastik im Meer verteilt und welche Auswirkungen es auf die Tiere hat.
- Gespräch: „Was habt ihr beobachtet? Welche Emotionen löst das aus?“



Video
„Terra X“

2. ERARBEITUNG:

Leseverstehen:

Die Lernenden erhalten den Wissenstext „Warum ist Plastik für Tiere so gefährlich?“ (S. 42/43).

Aufgabe:

Die Lernenden fassen zusammen, wie Plastik das jeweilige Tier gefährdet. Macht euch zusätzlich Gedanken über die Wechselwirkung von Plastikkonsum und den Meerestieren.

Gruppenarbeit zu Fallbeispielen:

- Jede Gruppe erarbeitet ein Fallbeispiel genauer (Schildkröte, Bartenwal, Eissturmvogel, Geisternetze und Robben).
- Welche Folgen hat die Plastikverschmutzung auf euer Tierbeispiel? Wie gelangt Plastik in die Meere, in oder an die Tiere und welche möglichen Folgen hat das auf den Menschen?
- Ergebnispräsentation: Jede Gruppe gestaltet eine Infografik/Schaubild/Mindmap mit Fokus auf das jeweilige Tier und Handlungsvorschlägen, wie wir als Menschen entgegenwirken können.

3. AUSWERTUNG UND REFLEXION:

Diskussion: Welche Tiere sind besonders betroffen und warum?

Kreative Aufgabe: Kleingruppen entwickeln Ideen für eine öffentliche Kampagne (z. B. Plakate, Social-Media-Beiträge), um auf die Gefahren von Plastik für Tiere aufmerksam zu machen und präsentieren ihre Kampagnenidee der Klasse.

AKTIONEN GEGEN PLASTIK: WAS KÖNNEN WIR TUN?

Die folgenden Ideen für Aktionen und Projekte zum Thema Plastik eignen sich hervorragend für Projektstage oder -wochen, oder für Umwelt- und Meeresschutz-AGs. Wie du eine eigene Meeresschutz AG ins Leben rufen kannst, erfährst du auf Seite 82.

Müllsammelaktion am Strand oder in der Umgebung

Die Klasse organisiert eine Müllsammelaktion, entweder an einem Strand, See, Flussufer oder in der Schulumgebung.

1. **Schritt:** Besprechung der Ausrüstung (Handschuhe, Müllsäcke), Sicherheitsregeln und Ziele.
2. **Schritt:** Sammeln, Sortieren und Dokumentieren des Mülls (z. B. Kategorien wie Plastik, Metall, organischer Abfall).
3. **Schritt:** Analyse der gesammelten Abfälle und Diskussion über die Herkunft und Vermeidungsstrategien.

Die Ergebnisse können beispielsweise in einer Präsentation, Ausstellung oder in einem Artikel für die Schülerzeitung aufbereitet werden. So erfahren noch mehr Menschen von der tollen Aktion!

DER BLAUE BILDUNGSATLAS

Sicherlich gibt es in der Umgebung einige Initiativen, die sogenannte „Clean Ups“ veranstalten oder auf Anfrage mit euch durchführen. Für Schleswig-Holstein haben wir dafür eine virtuelle Karte mit Organisationen gestaltet – den sogenannten Blauen Bildungsatlas. Hier findest du außerschulische Akteure, die euch zum Beispiel bei einem Clean Up unterstützen.

Eine umfassende bundesweite Datenbank von Bildungs-Organisationen im Bereich Klima, Umwelt, Nachhaltigkeit und Meere findest du im KUNTforum unter www.kuntforum.de.



Website
„Blauer Bildungsatlas“



Website
„KUNTforum“

UPCYCLING-PROJEKTE

Upcycling-Projekte eignen sich wunderbar für den Kunstunterricht! Aus gesammeltem Plastik oder anderen Abfallmaterialien lassen sich neue, nützliche Gegenstände herstellen (z. B. Taschen aus alten Plastiktüten, Dekoartikel aus Flaschen...). Die besten Projekte könnten im Schulgebäude ausgestellt oder auf einem Nachhaltigkeitsmarkt verkauft werden.

WORKSHOP: PLASTIKFREIE ALTERNATIVEN IM ALLTAG

Die Lernenden recherchieren und testen Alternativen zu Plastikprodukten, z. B. Bambuszahnbürsten statt Kunststoffbürsten, Bienenwachstücher statt Frischhaltefolie oder festes Shampoo und Deo. Die Lernenden könnten anschließend eine Broschüre mit plastikfreien Alternativen für die Schulgemeinschaft erstellen, einen Blog schreiben oder einen Vlog filmen.

PLASTIKVERSCHMUTZUNG UNTER DER LUPE

Mit einfachen Mikroskopen oder Lupen untersuchen die Lernenden Mikroplastik in Kosmetikprodukten, Kleidungsstücken oder Sandproben vom Strand. So wird die unsichtbare Dimension der Plastikverschmutzung erfahrbar.

ÖLVERSCHMUTZUNG UND CHEMISCHE EIGENSCHAFTEN VON ÖL

Passender
Wissenstext
auf

Seite
48-50

FÄCHER: Chemie, Physik

METHODE: Experiment

ZIELE: Die Lernenden verstehen die chemische Zusammensetzung von Öl und seine physikalischen Eigenschaften. Sie analysieren die Herausforderungen bei der Entfernung von Öl aus Wasser. Sie experimentieren mit Emulgatoren und bewerten deren Wirkung im Kontext von Ölkatastrophen.

ABLAUF:

1. EINSTIEG: Zeige ein Foto oder Video einer Ölkatastrophe. Bei einer Doppelstunde kannst du auch den Dokumentarfilm „Vergessene Wracks – Schwarze Tränen der Meere“ mit den Lernenden schauen, er ist 52 Minuten lang. Alternativ suche Dir einen Ausschnitt daraus aus.



Dokumentarfilm
„Vergessene
Wracks –
Schwarze Tränen
der Meere“

Stelle folgende Fragen:

Was passiert, wenn Öl ins Meer gelangt?

Warum schwimmt das Öl an der Oberfläche?

2. EXPERIMENT: Öl-in-Wasser-Emulsion: Die Lernenden mischen Öl und Wasser und beobachten, wie sich die beiden Substanzen trennen. Anschließend fügen sie Emulgatoren wie Spülmittel hinzu und beobachten die Veränderung.

3. AUSWERTUNG UND REFLEXION: Jede Gruppe stellt ihre Ergebnisse vor und diskutiert, welche chemische Eigenschaft von Öl die größten Herausforderungen bei einer Ölkatastrophe darstellt. *Welche Methoden könnten helfen, Öl aus Wasser zu entfernen?*

EXPERIMENT: ÖL-IN-WASSER-EMULSION

Es gibt sehr viele verschiedene Öle. Doch eins haben sie alle gemeinsam. Sie mischen sich nicht einfach so mit Wasser. In diesem Experiment testet ihr aus, wie sich Öl und Wasser miteinander verhalten.

MATERIAL:

- Zwei Reagenzgläser
- Ein verschließbares Glas (z.B. Schraubdeckelglas)
- Öl (z.B. Speiseöl)
- Spülmittel

DURCHFÜHRUNG:

PHASE 1:

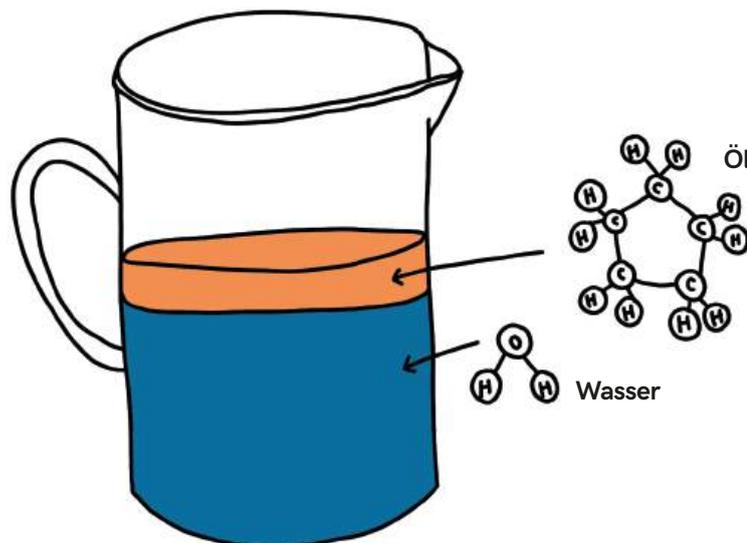
1. Gießt ein Reagenzglas mit Speiseöl und ein Reagenzglas mit Wasser in ein verschließbares Glas.
2. Verschließt das Glas und schüttelt es für 15 Sekunden.
3. Wartet einige Minuten und beobachtet, was passiert.

Was könnt ihr beobachten?
Dokumentiert die verschiedenen Phasen, die ihr beobachten könnt.

PHASE 2:

1. Fügt nun etwas Spülmittel hinzu.
2. Verschließt das Glas und schüttelt es erneut für 15 Sekunden.
3. Wartet einige Minuten und beobachtet, was passiert.

Was könnt ihr beobachten? Welche Auswirkungen hat das Spülmittel auf das Verhältnis von Öl und Wasser?



UNTERWASSERLÄRM UND SCHWEINSWALE

Passender Wissenstext auf

Seite 52, 55

FÄCHER: Biologie, Erdkunde, Physik

METHODE: Stationsarbeit, Experiment (Bubble Curtain), Recherche mit digitalen Medien

ZIELE: Die Lernenden verstehen die Ursachen und Auswirkungen von Unterwasserlärm auf Meereslebewesen. Sie reflektieren die Konflikte zwischen Klimaschutz (Offshore-Windparks) und Naturschutz (Meeresfauna) und lernen technische Maßnahmen zur Lärm-minderung kennen (z. B. Blasenschleier).

ABLAUF:

1. EINSTIEG: Impulsfrage: „Wie könnten menschliche Aktivitäten die Kommunikation von Meerestieren beeinflussen?“. Ein 2-minütiges Erklärvideo „Unterwasserlärm in der Ostsee“ kann eine gute Einleitung sein und einen kurzen Überblick zu Lärmverschmutzung geben:



Erklärvideo „Unterwasserlärm in der Ostsee“

2. STATIONSARBEIT:

- Station 1:** Ursachen von Lärmverschmutzung
- Station 2:** Auswirkungen auf Schweinswale
- Station 3:** Experiment „Bubble Curtain“

STATIONSARBEIT IM DETAIL:

Station 1: Ursachen von Lärmverschmutzung

Die Lernenden erstellen eine Mindmap auf einem Plakat:

- Welche menschlichen Aktivitäten führen zu Unterwasserlärm?
Welche Auswirkungen kann der Unterwasserlärm haben?
- Recherchiert zu Lärm-minderungstechniken und ergänzt diese in eurer Mindmap.

Station 2: Auswirkungen auf Schweinswale

Die Lernenden erarbeiten, welche Folgen Unterwasserlärm auf den Schweinswal hat (Wissenstext auf S. 55). Recherchiert zusätzlich, warum (Schweins-)Wale so wichtig für die Ökosysteme sind. Sie skizzieren und visualisieren ihre Ergebnisse auf Plakaten.

Station 3: Experiment Bubble Curtain

Die Lernenden führen das Bubble Curtain Experiment zusammen mit der Lehrkraft durch. Dabei simulieren sie mit einem Modell, wie Luftblasen Schallwellen abschwächen. Sie dokumentieren ihre Beobachtungen auf einem Plakat: *Wie verändert der Bubble Curtain die Ausbreitung der Schallwellen?*

EXPERIMENT: BUBBLE CURTAIN

Blasenschleier sind Lärminderungsmaßnahmen, die zur Dämpfung von Geräuschen durch Unterwasserbauarbeiten beitragen, um weitreichende Hörverluste und Lärmbelastigungen von Meeressäugern in der Nähe der Baustelle zu verhindern. Dazu wird ein riesiger Blasenvorhang um eine Baustelle herum aufgebaut. In diesem Experiment sollt ihr genau das testen!

MATERIAL:

1. Aquarienpumpe (keine starke Pumpe; es kann auch ein sehr einfaches Modell sein)
2. Luftblasenrohr/Luftschlauch (z.B. handelsübliche Luftblasenschläuche für Aquarien)
3. Schlauch, der die Pumpe mit dem Luftblasenschlauch verbindet (ca. 1,5m)
4. Wasserdichtes Tongerät (z.B. Panikalarm oder ähnliches)
5. Aquarium, Behälter oder Eimer mit Wasser
6. Saugnapfhalterungen für Aquarien-Luftschläuche oder Gewichte, die verhindern, dass der Luftblasenschlauch nicht im Aquarium/Eimer schwimmt, alternativ kann der Schlauch auch festgeklebt werden.

AUFBAU:

1. Verbindet das Luftblasenrohr mit der Aquarienpumpe, indem ihr den zusätzlichen Schlauch verwendet. Der Schlauch muss lang genug sein, um sicherzustellen, dass das Luftblasenrohr vollständig in den Aquarienboden eintaucht, während die Pumpe sicher draußen aufbewahrt und an einen Stromkreis angeschlossen werden kann.
2. Bevor ihr mit dem Experiment beginnt, solltet ihr sicherstellen, dass das Ende des Luftblasenrohrs verschlossen ist, damit dort keine Luft entweichen kann. Die gesamte Luft muss durch die Löcher entlang des Luftblasenrohrs entweichen, damit der Blasenvorhang funktioniert. Um das Ende zu blockieren, könnt ihr es festklemmen oder kleben.
3. Biegt das Blasenrohr in engen Schleifen, so dass es fast zwei volle Ringe ergibt. Fixiert den eingekreisten Schlauch mit den Saugnapfhalterungen oder Gewichten am Wasserbehälter, so dass er am Boden bleibt.
4. Hängt den Tonerzeuger, an einer Schnur befestigt, ins Wasser. Er muss in der Mitte der Luftblasenschlauchringe platziert werden.

WICHTIG: Achtet darauf, dass das Gerät in der Wassersäule schwimmt und nicht auf dem Boden des Tanks liegt.



DURCHFÜHRUNG:

Es muss während des gesamten Experiments sehr still sein. Startet zu Beginn des Experiments das Schallgerät unter Wasser und hört dem Geräusch des Tongeräts zu. Schaltet nun die Aquarienpumpe ein, um den Blasenvorhang zu starten.

BEOBSACHTUNG/DISKUSSION:

Sinkt der Geräuschpegel? Was sind eure Beobachtungen?

EUTROPHIERUNG VISUALISIEREN

Passender
Wissenstext
auf

Seite
57-64

FÄCHER: Kunst

METHODE: Malerei, Collage (auch digital) oder Modellbau

ZIELE: Die Lernenden entwickeln kreative Ausdrucksformen, um Umweltprobleme wie Eutrophierung (ästhetisch) darzustellen und reflektieren, wie Kunst die Wahrnehmung und Dringlichkeit solcher Probleme beeinflussen kann.

ABLAUF:

1. EINFÜHRUNG: Zeige Bilder von „Algenblüten“ und den Auswirkungen von Überdüngung in Nord- und Ostsee. Diskutiert, wie künstlerische Darstellungen Umweltprobleme sichtbar machen können.

Was sind Algenblüten überhaupt? Vielleicht schaut ihr als Inspiration auch Bilder von Algen unter dem Mikroskop an, die wirklich hübsch aussehen können.

2. PRAXISPHASE: Die Lernenden gestalten Bilder oder Collagen, die die Veränderung der Unterwasserwelt durch Eutrophierung zeigen (z. B. vom artenreichen Lebensraum hin zu toten Zonen). Techniken: Malerei, Collage (auch digital) oder Modellbau

3. PRÄSENTATION UND REFLEXION:

- Präsentation der Kunstwerke
- Reflexion: *Wie vermittelt Kunst die Dringlichkeit des Problems?*
- Fragestellung: *„Warum habt ihr euch für diese Methode und Darstellung entschieden?“*



Abbildung 29: Cyanobakterien Algenblüte nach einem heißen Sommer (evening_tao Freepik Company)

QUELLENVERZEICHNIS

Meerwissen - Grundlagen des Meeresschutzes

Klimawandel

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (2024): Fact Sheet – Meeresspiegelanstieg. URL: https://www.bsh.de/DE/PUBLIKATIONEN/_Anlagen/Downloads/BSH-Informationen/Fact-Sheets/FS-Meeresspiegelanstieg.pdf?_blob=publicationFile&v=4 (Stand: 01.09.2024).

Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND) (o.J.): Das blaue Klimawunder: Wie das Meer uns (noch) über Wasser hält. URL: <https://www.bund.net/meere/meer-klima/> (Stand: 26.08.2024).

Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND) (2023): Das blaue Klimawunder in der Krise. BUND Faktencheck-Reihe „Meer & Klima“ - Teil 1. URL: https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/meere/faktencheck-blaue-klimawunder-krise-meer-klima-bund-teil-1-2023.pdf (Stand: 29.08..2024).

Eberl, T (2023): Der Klimawandel für Einsteiger. Kippelemente des Klimasystems, Klimawandel in Deutschland und die persönliche Betroffenheit. Norderstedt.

Experience-Science.de (o.J.): Ozeanversauerung. URL: <https://ostsee-der-zukunft.experience-science.de/hintergruende/einflussfaktoren/versauerung.html> (Stand: 30.08.2024).

Deutsches Klima-Konsortium e. V. (DKK) und Konsortium Deutsche Meeresforschung e. V. (KDM) (2019): Zukunft der Meeresspiegel. Fakten und Hintergründe aus der Forschung. Berlin. URL: https://www.deutsches-klima-konsortium.de/fileadmin/user_upload/pdfs/Publikationen_DKK/dkk-kdm-meeresspiegel-broschuere-web.pdf (Stand: 01.09.2024).

Doing Geo & Ethics: Unterricht Digital & Analog entwickeln (2021): Die Niederlande und der Hochwasserschutz: „Wir haben keine Wahl, sonst kriegen wir nasse Füße“. URL: <https://doinggeoandethics.com/2021/05/03/die-niederlande-und-der-hochwasserschutz-wir-haben-keine-wahl-sonst-kriegen-wir-nasse-fuse/> (Stand: 11.09.2024).

GEOMAR (o.J.): Der Meeresspiegelanstieg nimmt Fahrt auf! Wo ist Endstation? URL: <https://www.geomar.de/entdecken/ozean-und-klima/klimawandel-im-ozean/meeresspiegelanstieg> (Stand: 01.09.2024).

GEOMAR (2015): Ozeanversauerung – das andere CO₂-Problem. URL: <https://www.geomar.de/news/article/ozeanversauerung-das-andere-co2-problem/> (Stand: 30.08.2024).

GEOMAR (o.J.): Ozeanversauerung für Schüler erklärt. URL: <https://www.geomar.de/news/article/ozeanversauerung-fuer-schueler-erklaert/> (Stand: 30.08.2024).

Grüne Liga e.V. - Netzwerk Ökologischer Bewegungen (2019): Steckbrief zur Umsetzung der WRRL. Berlin. URL: http://www.wrrl-info.de/docs/wrrl_steckbrief_klimapuffer_2019.pdf (Stand: 02.09.2024).

HELCOM und Baltic Earth 2021 (2022): Klimawandel in der Ostsee 2021 Faktenblatt, Deutsche Übersetzung von „Climate Change in the Baltic Sea. 2021 Fact Sheet. Baltic Sea Environment Proceedings n°180. URL: https://baltic.earth/imperia/md/assets/baltic_earth/baltic_earth/baltic_earth/ostsee_klimawandel_faktenblatt_2021.pdf (Stand: 05.09.2024).

Helmholtz Klima Initiative (2022): Die Bedeutung der Meere für das Klima. URL: <https://helmholtz-klima.de/aktuelles/die-bedeutung-der-meere-fuer-das-klima> (Stand: 26.08.2024).

Krautwig, T. (2022). Die Bedeuzung der Meere für das Klima. URL: <https://helmholtz-klima.de/aktuelles/die-bedeutung-der-meere-fuer-das-klima> (Stand: 30.08.2024).

NABU – Naturschutzbund Deutschland e.V. (o.J.): Ozeane in der Klimakrise. Regulierende und stabilisierende Kraft unseres Klimasystems immer mehr unter Druck. URL: <https://www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/klima-und-luft/klimawandel/11801.html> (Stand: 26.08.2024).

NDR (2024): Klimawandel: So steigt die Meerestemperatur in Nord- und Ostsee. URL: <https://www.ndr.de/nachrichten/ndrdata/Klimawandel-So-stark-erwaermen-sich-Nordsee-und-Ostsee,meerestemperaturen102.html> (Stand: 31.08.2024).

The European Space Agency (2023): UK suffers marine heatwave. URL: https://www.esa.int/ESA_Multi-media/Images/2023/06/UK_suffers_marine_heatwave (Stand: 31.08.2024).

Umweltbundesamt (2024): Meere unter Druck – Ozeanversauerung durch CO₂. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/meere/nutzung-belastungen/meere-unter-druck-ozeanversauerung-durch-co2#ozeane-kohlenstoffdioxid-speicher-> (Stand: 31.08.2024).

United States Geological Survey (USGS) (2018): Many Low-Lying Atoll Islands Will Be Uninhabitable by Mid-21st Century. URL: <https://www.usgs.gov/news/national-news-release/many-low-lying-atoll-islands-will-be-uninhabitable-mid-21st-century> (Stand: 02.09.2024).

United States Geological Survey (USGS) (2018): Many Low-Lying Atoll Islands Will Be Uninhabitable by Mid-21st Century. URL: <https://www.usgs.gov/news/national-news-release/many-low-lying-atoll-islands-will-be-uninhabitable-mid-21st-century> (Stand: 02.09.2024).

World Ocean Review (2017): Bedrohung durch Klimawandel und Naturgefahren. WOR 5: Die Küsten – ein wertvoller Lebensraum unter Druck. URL: <https://worldoceanreview.com/de/wor-5/bedrohung-durch-klimawandel-und-naturgefahren/der-klimawandel-und-die-kuesten/> (Stand: 31.08.2024).

WWF (2023): Meeresklima: marine Hitzewellen. URL: <https://www.wwf.de/themen-projekte/meere-kuesten/klima-und-meer/meeresklima-marine-hitzewellen> (Stand: 05.09.2024).

WWF (2023): Klimaschutz und -anpassung im Wattenmeer. URL: <https://www.wwf.de/themen-projekte/projektregionen/wattenmeer/klimawandel-im-wattenmeer> (Stand: 06.09.2024).

Zahlmann, J. (2023): Klimawandel: Unterwasser-Thermometer für die Ostsee. NDR. URL: <https://www.ndr.de/nachrichten/schleswig-holstein/Klimawandel-Unterwasser-Thermometer-fuer-die-Ostsee,temperatur316.html> (Stand: 31.08.2024).

Zahlmann, J. (2023): Todeszonen in der Ostsee: Warum das Meer zu ersticken droht. NDR. URL: <https://www.ndr.de/nachrichten/schleswig-holstein/Todeszonen-in-der-Ostsee-Warum-das-Meer-zu-ersticken-droht,ostsee842.html> (Stand: 31.08.2024).

Überfischung

Béné, C., Barange, M., Subasinghe, R., Pinstrup-Andersen, P., Merino, G. Hemre, G.-I. Und M. Williams (2015): Feeding 9 billion by 2050 – Putting fish back on the menu. In: Food Security. The Science, Sociology and Economics of Food Production and Access to Food. Vol. 7, S. 261-274.

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2023): Leitbildkommission zur Zukunft der Ostseefischerei. URL: <https://www.bmel.de/DE/themen/fischerei/leitbildkommission-ostseefischerei.html> (Stand: 05.08.2024).

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2023): Pressemitteilung – Nr. 126/2023. Auch 2024 wird herausfordernd für die Ostseefischerei. URL: <https://www.bmel.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2023/126-fangquoten-ostsee.html> (Stand: 07.08.2024).

Deutsche Stiftung Meeresschutz (2024): Aquakultur: keine Lösung für die globale Fischerei- und Ernährungskrise. URL: <https://www.stiftung-meeresschutz.org/themen/fischerei/aquakultur-ist-keine-loesung/> (Stand: 13.09.2024).

Fischbestände Online (2024): Bestandsdatenblatt. Dorsch: Westliche Ostsee. Gültig 05/2024 - 05/2025. URL: <https://www.fischbestaende-online.de/fischarten/kabeljau-dorsch/dorsch-westliche-ostsee> (Stand: 07.08.2024).

Fischbestände Online (2024): Bestandsdatenblatt. Hering: Frühlingslaicher westliche Ostsee. Gültig 05/2024 - 05/2025. URL: <https://www.fischbestaende-online.de/fischarten/hering/hering-fruehjahrslai-cher-westliche-ostsee> (Stand: 07.08.2024).

FAO Fisheries Departement (2003): Fisheries management. 2. The ecosystem approach to fisheries. FAO Technical Guidelines for responsible fisheries. No.4, Suppl. 2. Rom.

Food and Agriculture Orgaization of the United Nations (FAO) (2024): The State of World Fisheries and Aquaculture 2024. Blue Transformation in action. Rom.

GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel (2024): Auf Kurs für eine gesündere Ostsee. Statement des GEOMAR zum Aktionsplan Ostseeschutz 2030. URL: <https://www.geomar.de/news/article/auf-kurs-fuer-eine-gesuendere-ostsee> (Stand: 08.08.2024).

GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel (2022): Ökosystembasiertes Fischereimanagement rettet Fischbestände der Ostsee. URL: <https://www.geomar.de/news/article/oekosystembasiertes-fische-reimanagement-rettet-fischbestaende-der-ostsee> (Stand: 08.08.2024).

GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel (o.J): Seegraswiesen. URL: <https://www.geomar.de/entdecken/seegraswiesen> (Stand: 08.08.2024).

Heinrich-Böll-Stiftung SH, Heinrich-Böll-Stiftung, Kieler Exzellenzcluster „Ozean der Zukunft“ und Le Monde diplomatique (Hrsg.) (2017): Meeresatlas: Daten und Fakten über unseren Umgang mit dem Ozean. 2. Auflage. Berlin. URL: <https://www.boell.de/de/2017/04/25/meeresatlas-daten-und-fakten-ueber-unse-ren-umgang-mit-dem-ozean> (Stand: 05.08.2024).

Kainz, J. (2022): Leeres Meer? Das bedeuten die neuen Fangquoten für die Ostsee. URL: <https://www.nationalgeographic.de/umwelt/2022/10/leeres-meer-das-bedeuten-die-neuen-fangquoten-fuer-die-ost-see> (Stand: 07.08.2024).

Karlowski, U. (2024): Industrielle Fischerei, illegale Fischerei – Fakten und Daten. Deutsche Stiftung Meeresschutz. URL: <https://www.stiftung-meeresschutz.org/themen/fischerei/industrielle-fischerei/#h-weiterfuehrende-informationen> (Stand: 05.08.2024).

Landesregierung Schleswig-Holstein (2024): Aktionsplan Ostseeschutz 2030 für eine nachhaltige und zukunfts-fähige Entwicklung der Ostseeregion. URL: https://www.schleswig-holstein.de/DE/landesregierung/themen/kueste-wasser-meer/aktionsplan-ostseeschutz/downloads/aktionsplan_ostseeschutz.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (Stand: 08.08.2024).

Leitbildkommission Ostseefischerei (2023): Zukunft der deutschen Ostseefischerei. Bericht der Leitbildkommission Ostseefischerei. Bonn.

Ocean Summit (o.J.): Ostsee-Fangquoten 2022: Zahlen, Hintergründe und Lesetipps. URL: <https://ocean-summit.de/allgemein/fangquoten-2022-zahlen-hintergruende-und-lesetipps/> (Stand: 07.08.2024).

Ocean Summit (2022): Seegras unter Wasser. URL: <https://ocean-summit.de/allgemein/seegas-wissen-unterwasser/> (Stand: 08.08.2024).

Ocean Summit (o.J.): Wie kann die Fischerei nachhaltiger werden? Die vierte Folge von Frutti Di Mare. URL: <https://ocean-summit.de/allgemein/frutti-di-mare-nachhaltige-fischerei/> (Stand: 05.08.2024).

WWF (2023): Der Dorsch in der Ostsee – eine Tragödie in (bis dato) vier Akten. URL: <https://www.wwf.de/themen-projekte/projektregionen/ostsee/dorsch-in-der-ostsee> (Stand: 07.08.2024).

Meeresverschmutzung

Munition im Meer – Das giftige Erbe der Weltkriege

Gesellschaft für Toxikologie (GT) (2024): Meeresverschmutzung durch Sprengung alter Weltkriegsmunition. URL: https://toxikologie.de/wp-content/uploads/2024/03/2024-03_TNT-Belastung_nach_Explosion.pdf (Stand: 22.08.2024).

©Jacqueline Lindemeyer, M.Sc; Institut für Toxikologie u. Pharmakologie für Naturwissenschaftler, UKSH Campus Kiel in Zusammenarbeit mit Sarah Luckau

Maser, E., Bünning, T. H. und J. S. Strehse (2024): Environmental and human toxicology studies on explosive chemicals leaking from submerged munitions. In: Propellants, Explosives, Pyrotechnics 49 (4), e202300181.

Landesportal Schleswig-Holstein (o.J.): Expertenkreis Munition im Meer. Drucksachen der Parlamente, Berichte und Karten des Expertenkreises und deren Anlagen. URL: <https://www.schleswig-holstein.de/uxo/DE/Berichte> (Stand: 22.08.2024).

Umweltbundesamt (2023): Munition im Meer. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/meere/nutzung-belastungen/munition-im-meer#schadstoffbelastung-durch-konventionelle-munition> (Stand: 22.08.2024).

Plastikverschmutzung

Alfred-Wegener-Institut (2022): Die „Plastifizierung“ des Ozeans. WWF-Studie zu Auswirkungen von Plastikmüll auf Arten und Ökosysteme des Ozeans. URL: <https://www.awi.de/ueber-uns/service/presse/presse-detailansicht/die-plastifizierung-des-ozeans.html> (Stand: 30.11.2024).

French, J. (2019): So viel Müll! Wie du die Umwelt schützen kannst. München.

Garms, A. (2022): Weltmeer statt Wanne. Wie 29.000 verlorene Quitscheenten zum Glücksfall für die Forschung wurden. URL: <https://www.geo.de/natur/oekologie/29-000-quitscheenten-wurden-zum-glueck-fuer-die-forschung-31455200.html> (Stand: 30.11.2024).

GEOMAR (o.J.): Mikro- und Nanoplastik aus der Atmosphäre belastet die Meere. URL: <https://www.geomar.de/news/article/mikro-und-nanoplastik-aus-der-atmosphaere-belastet-meere> (Stand: 30.11.2024).

GEOMAR (o.J.): Plastikmüll im Meer: Fragen und Antworten. URL: <https://www.geomar.de/entdecken/plastikmuell-im-meer> (Stand: 30.11.2024).

GEOMAR (2020): Wo bleibt das Plastik im Ozean. GEOMAR koordiniert neues JPI-Oceans-Projekt zur Verteilung von Müll im Meer. URL: <https://www.geomar.de/news/article/wo-bleibt-das-plastik-im-ozean> (Stand: 30.11.2024).

Heinrich-Böll-Stiftung SH, Heinrich-Böll-Stiftung, Kieler Exzellenzcluster „Ozean der Zukunft“ und Le Monde diplomatique (Hrsg.) (2017): Meeresatlas: Daten und Fakten über unseren Umgang mit dem Ozean. 2. Auflage. Berlin.

Heinrich-Böll-Stiftung und BUND (Hrsg.) (2019): Plastikatlas. Daten und Fakten über eine Welt voller Kunststoff. 6. Auflage. Berlin.

Knauer, R. (2016): Plastikmüll. Kehrwochen im Ozean. URL: <https://www.spektrum.de/news/wie-bekommen-wir-den-plastikmuell-aus-dem-meer/1411880> (Stand: 30.11.2024).

Naturschutzgesellschaft Schutzstation Wattenmeer e.V. (2014): Plastikmüll im Meer. In: »wattenmeer« Nr. 3/2014. URL: https://www.schutzstation-wattenmeer.de/fileadmin/schutzstation/dokumente/Zeitschrift_wattenmeer/wattenmeer2014-3.pdf (Stand: 30.11.2024).

Ocean Summit (o.J.): Was können wir gegen die Plastikkrise in den Meeren tun? Frutti di mare zum Dritten. URL: <https://ocean-summit.de/allgemein/frutti-di-mare-gegen-die-plastikkrise/> (Stand: 30.11.2024).

Pfaller, J. B., Goforth, K. M., Gil, M. A., Savoca, M. S., Lohmann, K.J. (2020): Odors from marine plastic debris elicit foraging behavior in sea turtles. In: Current Biology 30 (5), S. 213-214.

The Ocean Cleanup (o.J.): The great pacific garbage patch. URL: <https://theoceancleanup.com/great-pacific-garbage-patch/> (Stand: 30.11.2024).

WWF Deutschland (2019): Plastikmüll im Meer. Lehrerhandreichung für die Grundschule, Sekundarstufe I und II. Berlin.

Ölverschmutzung

BUND-Meeresschutzbüro (2014): Seevögel an Nord- und Ostsee. URL: https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/meere/meere_seevoegel_nordsee_ostsee.pdf (Stand: 06.10.2024).

Die Chemie-Schule (o.J.): Ölpest. URL: <https://www.chemie-schule.de/KnowHow/%C3%96lteppich> (Stand: 10.10.2024).

Greenpeace (o.J.): Dea gefährdet das Wattenmeer. URL: <https://www.greenpeace.de/biodiversitaet/meere/meeresschutz/gier-oel-watt> (Stand: 10.10.2024).

NABU (o.J.): Naturerbe unter Druck. Das Wattenmeer im Widerstreit der Interessen. URL: <https://www.nabu.de/natur-und-landschaft/meere/wattenmeer/12595.html> (Stand: 10.10.2024).

NABU (o.J.): Ölindustrie im Weltnaturerbe. Naturschutzziele und Ölförderung im Nationalpark Wattenmeer passen nicht zusammen. URL: <https://www.nabu.de/natur-und-landschaft/meere/lebensraum-meer/gefahren/12570.html> (Stand: 10.10.2024).

NABU (o.J.): Ölkatastrophe im Naturparadies. Traurige Bilanz der Deepwater-Horizon-Katastrophe. URL: <https://www.nabu.de/natur-und-landschaft/meere/lebensraum-meer/gefahren/12618.html> (Stand: 10.10.2024).

Nationalpark Wattenmeer (o.J.): Ölförderung. URL: <https://www.nationalpark-wattenmeer.de/wissensbeitrag/oelfoerderung/> (Stand: 14.10.2024).

NDR (2024): Ölförderung im Wattenmeer soll 2041 enden. URL: <https://www.ndr.de/nachrichten/schleswig-holstein/Oelfoerderung-im-Wattenmer-soll-2041-enden,oelfoerderung118.html> (Stand: 13.10.2024).

Schlotterbeck, U. (2014): Bedrohtes Paradies Wattenmeer. In: Podbregar, N. Und D. Lohmann (Hrsg.): Im Fokus Meereswelten. Reise in die unbekanntes Tiefen der Ozeane. Berlin/Heidelberg, S. 151-165.

Schutzstation Wattenmeer (o.J.): Öl in der Nordsee. URL: <https://www.schutzstation-wattenmeer.de/naturschutz/gefahrdungen/verschmutzung/oel/> (Stand: 10.10.2024).

Spektrum Lexikon der Chemie (o.J.): Ölverschmutzung. URL: <https://www.spektrum.de/lexikon/chemie/oelverschmutzung/6527> (Stand: 17.09.2024).

World Ocean Review 3 (2014): Von der Verölung der Ozeane. URL: <https://worldoceanreview.com/de/wor-3/oel-gas/von-der-veroelung-der-ozeane/> (Stand: 17.09.2024).

WWF (2008): Keine Ölförderung im Nationalpark Wattenmeer! URL: https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/HG_Oelbohrungen_Apr08_WWF.pdf (Stand: 12.10.2024).

Lärmverschmutzung

Akustikform (o.J.): Die Dezibel-Skala – Erklärung und Vergleich. URL: <https://www.akustikform.ch/raumakustik/dezibel-skala> (Stand: 30.10.2024).

Bundesamt für Naturschutz (o.J.): Minimierung der Belastungen. URL: <https://www.bfn.de/minimierung-der-belastungen> (Stand: 08.10.2024).

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2013): Konzept für den Schutz der Schweinswale vor Schallbelastungen bei der Errichtung von Offshore-Windparks in der deutschen Nordsee (Schallschutzkonzept). URL: https://www.bfn.de/sites/default/files/2022-03/Schallschutzkonzept_Schweinswale_bf.pdf (Stand: 06.10.2024).

BUND (2020): Meeres- und Küstennaturschutz: Energiewende nur mit naturverträglichen Ausbau der Offshore-Windenergie. URL: <https://www.bund.net/service/presse/pressemitteilungen/detail/news/meeres-und-kuestennaturschutz-energiewende-nur-mit-naturvertraeglichen-ausbau-der-offshore-windenergie/> (Stand: 07.10.2024).

BUND (o.J.): Offshore-Windenergie: Klimaschutz nur mit Meeresnaturschutz. URL: <https://www.bund.net/energiewende/erneuerbare-energien/windenergie/offshore-windenergie/> (Stand: 07.10.2024).

BUND (o.J.): Ruhe bitte! Unterwasserlärm belastet die Meere. URL: <https://www.bund.net/meere/unterwasserlaerm/> (Stand: 30.09.2024).

Marine Mammals (o.J): Harbour porpoise. URL: <https://marine-mammals.com/marine-mammals/harbour-porpoise/> (Stand: 05.10.2024).

NABU (o.J.): Gewöhnlicher Schweinswal (Phocoena phocoena). Spezialist mit „siebtem Sinn“. URL: <https://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/saeugetiere/robben-und-wale/24398.html> (Stand: 10.10.2024).

NABU (o.J): Lärm im Meer. Schallschutz für Schweinswale, Robbe & Co. URL: <https://www.nabu.de/natur-und-landschaft/meere/lebensraum-meer/gefahren/22921.html> (Stand: 30.09.2024).

NABU (o.J.): Zu viel Lärm im Meer. Bau von Windkraftanlagen gefährdet Ostseeschweinswal. URL: <https://www.nabu.de/natur-und-landschaft/meere/offshore-windparks/12138.html> (Stand: 28.09.2024).

Umweltbundesamt (2022): Unterwasserlärm. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/nachhaltigkeit-strategien-internationales/antarktis/das-umweltbundesamt-die-antarktis/unterwasserlaerm#larm-im-wasser-ein-menschgemachtes-problem> (Stand: 30.09.2024).

WWF (2024): Schweinswal (Kleiner Tümmler) im Artenlexikon (lat. Phocoena phocoena). URL: <https://www.wwf.de/themen-projekte/artenlexikon/schweinswal> (Stand: 10.10.2024).

Eutrophierung und Sauerstoffmangel

Álvarez, C. (2022): Warum der Ostsee Sauerstoff fehlt. URL: <https://www.ardalpha.de/wissen/umwelt/to-deszonen-ozeane-sauerstoffmangel-klimawandel-umwelt-100.html> (Stand: 30.11.2024).

GEOMAR (2018): Die Sauerstoffarmut im Ozean nimmt zu. Science-Studie zeigt Gefahren, aber auch Lösungsansätze auf. URL: <https://www.geomar.de/news/article/die-sauerstoffarmut-im-ozean-nimmt-zu> (Stand: 30.11.2024).

Gustafsson B.G., Schenk, F., Blenckner, T., Eilola, K., Meier, H.E.M., Müller-Karulis, B., Neumann, T., Ruoho-Airola, T., Savchuk, O.P. und E. Zorita (2012): Reconstructing the Development of Baltic Sea Eutrophication 1850-2006. In: *AMBIO* 41, S. 534-548.

Heinrich-Böll-Stiftung SH, Heinrich-Böll-Stiftung, Kieler Exzellenzcluster „Ozean der Zukunft“ und Le Monde diplomatique (Hrsg.) (2017): Meeresatlas: Daten und Fakten über unseren Umgang mit dem Ozean. 2. Auflage. Berlin.

Mohrholz, V. (2018): Major baltic inflow statistics – Revised. In: *Frontiers in Marine Science* 5: Artikel 384.

Ocean Summit (o.J.): Wie bekommen wir die Überdüngung in der Ostsee in den Griff? Die zweite Episode von frutti di mare. URL: <https://ocean-summit.de/allgemein/frutti-di-mare-meeresfreundliche-landwirtschaft/> (Stand: 30.11.2024).

Schmidtko, S., Stramma, L., und M. Visbeck (2017): Decline in global oceanic oxygen content during the past five decades. In: *Nature* 542(7641): S.335-339.

Schwoerbel, J. und H. Brendelberger (2022): Einführung in die Limnologie: Stoffhaushalt – Lebensgemeinschaft – Technologie. 11. Auflage. Berlin

Spielhagen, R. (o.J.): Die Entstehung der Ostsee. Der Ozeanograph Dr. Robert Spielhagen berichtet über die Entstehung, Geschichte und Zukunft der Ostsee. URL: <https://www.geomar.de/entdecken/artikel/die-entstehung-der-ostsee> (Stand: 30.11.2024).

Umweltbundesamt (2024): Eutrophierung. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/gewasser/meere/nutzung-belastungen/eutrophierung#eutrophierung-was-bedeutet-das> (Stand: 30.11.2024).

Umweltbundesamt (2023): Zustandsbericht veröffentlicht: Ostsee weiterhin stark belastet. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/zustandsbericht-veroeffentlicht-ostsee-weiterhin> (Stand: 30.11.2024).

World Ocean Review 1 (2010): Verschmutzung. URL: <https://worldoceanreview.com/de/wor-1/verschmutzung/ueberdunung/> (Stand: 30.11.2024).

Die Biodiversitätskrise

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (o.J.): Weltbiodiversitätsrat (IPBES). URL: <https://www.bmu.de/themen/naturschutz/biologische-vielfalt-international/weltbiodiversitaetsrat-ipbes> (Stand: 30.11.2024).

Deutsche Stiftung Meeresschutz (2024): Rote Thunfische kehren in die Nordsee zurück: eine Erfolgsgeschichte. URL: <https://www.stiftung-meeresschutz.org/themen/artenschutz/roter-thunfisch-thunnus-thynnus-blauflossen-thunfische/> (Stand: 30.11.2024).

Härdtle, W. (2024): Biodiversität, Ökosystemfunktionen und Naturschutz. Berlin/ Heidelberg.

Heinrich-Böll-Stiftung SH, Heinrich-Böll-Stiftung, Kieler Exzellenzcluster „Ozean der Zukunft“ und Le Monde diplomatique (Hrsg.) (2017): Meeresatlas: Daten und Fakten über unseren Umgang mit dem Ozean. 2. Auflage. Berlin.

IPBES (2024): Plenary of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services Eleventh session. IPBES/11/INF/10. URL: <https://www.ipbes.net/node/83073> (Stand: 30.11.2024).

IPCC Deutsche Koordinationsstelle (o.J.): IPCC: Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen. URL: <https://www.de-ipcc.de/119.php> (Stand: 30.11.2024).

Nationalpark Wattenmeer (o.J.): Weltnaturerbe. URL: <https://www.nationalpark-wattenmeer.de/schuetzen/weltnaturerbe/> (Stand: 30.11.2024).

Nationalpark-Zentrum Multimar Wattforum (o.J.): Was ist Watt? URL: <https://multimar-wattforum.de/watt-global/was-ist-watt.html> (Stand: 30.11.2024).

Ocean Summit (o.J.): Eine Reise ins Wattenmeer. Die fünfte Episode von frutti di mare. URL: <https://ocean-summit.de/allgemein/das-wattenmeer/> (Stand: 30.11.2024).

Pörtner, H.O., Scholes, R.J., Agard, J., Archer, E., Arneth, A., Bai, X., Barnes, D., Burrows, M., Chan, L., Cheung, W.L., Diamond, S., Donatti, C., Duarte, C., Eisenhauer, N., Foden, W., Gasalla, M. A., Handa, C., Hickler, T., Hoegh-Guldberg, O., Ichii, K., Jacob, U., Insarov, G., Kiessling, W., Leadley, P., Leemans, R., Levin, L., Lim, M., Maharaj, S., Managi, S., Marquet, P. A., McElwee, P., Midgley, G., Oberdorff, T., Obura, D., Osman, E., Pandit, R., Pascual, U., Pires, A. P. F., Popp, A., Reyes-García, V., Sankaran, M., Settele, J., Shin, Y. J., Sintayehu, D. W., Smith, P., Steiner, N., Strassburg, B., Sukumar, R., Trisos, C., Val, A.L., Wu, J., Aldrian, E., Parmesan, C., Pichs-Madruga, R., Roberts, D.C., Rogers, A.D., Díaz, S., Fischer, M., Hashimoto, S., Lavorel, S., Wu, N. und H.T. Ngo (2021): Scientific outcome of the IPBES-IPCC co-sponsored workshop on biodiversity and climate change (IPBES secretariat). Bonn. URL: https://files.ipbes.net/ipbes-web-prod-public-files/2021-06/20210609_scientific_outcome.pdf (Stand: 30.11.2024).

Riede K. und J. Mutke (o.J.): Biodiversität. URL: <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/biodiversitaet/8597> (Stand: 30.11.2024).

Schutzstation Wattenmeer (o.J.): Tiere im Wattenmeer. URL: <https://www.schutzstation-wattenmeer.de/wissen/tiere/> (Stand: 30.11.2024).

Spektrum Erdgeschichte (2021): Nach dem Weltuntergang. URL: <https://www.spektrum.de/news/erdgeschichte-das-sechste-massenaussterben/1889650> (Stand: 30.11.2024).

World Ocean Review 2 (2013): Ökosystem - Artenvielfalt. URL: <https://worldoceanreview.com/de/wor-2/oekosystem-artenvielfalt/> (Stand: 30.11.2024).

World Ocean Review 1 (2010): Ökosystem. URL: <https://worldoceanreview.com/de/wor-1/oekosystem/biologische-vielfalt/> (Stand: 30.11.2024).

World Ocean Review 3 (2014): Öl und Gas. URL: <https://worldoceanreview.com/de/wor-3/oel-gas/vonder-veroelung-der-ozeane/> (Stand: 17.09.2024).

WWF Deutschland (2024): Living Planet Report 2024. URL: <https://www.wwf.de/living-planet-report> (Stand: 30.11.2024).

WWF Deutschland (2023): Wattenmeer: Drehscheibe des Vogelzuges. URL: <https://www.wwf.de/themen-projekte/projektregionen/wattenmeer/wattenmeer-drehscheibe-des-vogelzuges> (Stand: 30.11.2024).

WWF Deutschland (2023): Wattenmeer - Nationalpark und Weltnaturerbe an der Nordseeküste. URL: <https://www.wwf.de/themen-projekte/projektregionen/wattenmeer> (Stand: 30.11.2024).

WWF Junior (o.J.): Das Wattenmeer. URL: <https://www.wwf-junior.de/natur/das-wattenmeer> (Stand: 30.11.2024).

Mee(h)r machen im Unterricht - Didaktische Methoden und Unterrichtsvorschläge

Biethahn, U. Gregersen, P., Langlet-Ruck, B., Schröder, G., Sprenger, E. Und K. Tschekan (2011): Methoden im Unterricht. Anregungen für Schule und Lehrerbildung. Institut für Qualitätsentwicklung an Schulen in Schleswig-Holstein (IQSH). URL: https://www.nordmetall-stiftung.de/wp-content/uploads/2019/02/MethodenImUnterricht_IQSH_2019.pdf (Stand: 08.07.2024).

BildungsCent e.V (2019): Schule engagiert. Projektarbeit und ihre Faktoren des Gelingens im „Ökosystem-Schule“. Berlin. URL: https://www.bildungscent.de/fileadmin/Aktion_Klima_engagiert/Downloads/Schule_engagiert_Projektarbeit_und_ihre_Faktoren_des_Gelingens.pdf (Stand: 08.07.2024).

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) (2019): Projektwoche nachhaltiger Konsum. Beispiele guter Praxis und Leitfaden für Lehrkräfte. URL: https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Nachhaltige_Entwicklung/praxisleitfaden_projektwoche_nachhaltiger_konsum.pdf (Stand: 08.07.2024).

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) (2019): Umwelt im Unterricht. Aktuelle Bildungsmaterialien: Ein Rollenspiel über das Verhandeln des Klimaschutzplans. URL: <https://www.umwelt-im-unterricht.de/medien/dateien/ein-rollenspiel-ueber-das-verhandeln-des-klimaschutzplans> (Stand: 23.07.2024).

Bundeszentrale für politische Bildung (o.J.): Planspiele. URL: <https://www.bpb.de/lernen/angebote/planspiele/> (Stand: 24.07.2024).

Jugend im Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e. V. (BUNDjugend) (2021): Klima-AG Handbuch. Berlin. URL: <https://www.bundjugend.de/wp-content/uploads/Klasse-Klima-AG-Handbuch.pdf> (Stand: 08.07.2024).

Landesbildungsserver Baden-Württemberg (o.J): Debattieren im Unterricht. URL: <https://www.schule-bw.de/faecher-und-schularten/sprachen-und-literatur/deutsch/sprache/debattieren-im-unterricht> (Stand: 25.07.2024).

Marine Stewardship Council (o.J.): „Mein Vater, ein Fischer. URL: <https://www.msc.org/de/bildung/film> (Stand: 04.01.2025).

Mattes, W. (2011). Methoden für den Unterricht: Kompakte Übersichten für Lehrende und Lernende Paderborn.

Meyer, H. (1987): Unterrichtsmethoden. II: Praxisband. Frankfurt/M.

Nationale Plattform Bildung für Nachhaltige Entwicklung (2021): Leitlinien und Gütekriterien digitaler Materialien für Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE). URL: https://www.bne-portal.de/bne/shareddocs/downloads/files/beschluss-np-guetekriterien-bne-materialien.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (Stand: 02.01.2025) .

Ocean Youngsters: Ocean Youngsters MOOC Lehrkräfteleitfaden. URL: https://ocean-summit.de/wordpress/wp-content/uploads/2023/10/MOOC_Lehrkraefteleitfaden_v02-mit_Kopiervorlagen.pdf (Stand: 08.07.2024).

Rappenglück, S. (2023): Ablauf von Politiksimulationen. Bundeszentrale für politische Bildung (Hrsg.). URL: <https://www.bpb.de/lernen/angebote/planspiele/510589/ablauf-von-politiksimulationen/#node-content-title-4> (Stand: 24.07.2023).

Rinschede, G. und S. Alexander (2022): Geographiedidaktik. 5. Auflage. Paderborn u.A.

Scholz, L. (2020): Methoden-Kiste. Themen im Unterricht. 9. Auflage. Bonn. URL: <https://www.bpb.de/shop/materialien/thema-im-unterricht/36913/methoden-kiste/> (Stand: 08.07.2024).

Trendel, G. und M. Lübeck (2018): Die Entwicklung experimenteller Kompetenzen. Konstruktion von Aufgaben zur systematischen Kompetenzentwicklung und Kompetenzüberprüfung. In: Trendel, G. und J. Roß (Hrsg.): SINUS.NRW: Verständnis fördern - Lernprozesse gestalten. Mathematik und Naturwissenschaften weiterdenken. Münster, S.117 - 149.

Universität Bayreuth (o.J.): Schulversuche. URL: http://www.bayceer.uni-bayreuth.de/wasser/de/material_m/gru/html.php?id_obj=10251 (Stand: 23.07.2024).

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Alle Abbildungen stehen auch online zur Verfügung.

Abbildung 1: Der Marine Kohlenstoffkreislauf (in Anlehnung an BUND Meeresschutzbüro 2023, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND), Kaiserin-Augusta-Allee 5, 10553 Berlin, Das blaue Klimawunder in der Krise. BUND Faktencheck-Reihe „Meer & Klima“ - Teil 1 https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/meere/faktencheck-blaue-klimawunder-krise-meer-klima-bundteil-1-2023.pdf Stand 14.01.2025)

Abbildung 2: Das Meer als Wärmespeicher (in Anlehnung an BUND Meeresschutzbüro 2023, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND), Kaiserin-Augusta-Allee 5, 10553 Berlin, Das blaue Klimawunder in der Krise. BUND Faktencheck-Reihe „Meer & Klima“ - Teil 1 https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/meere/faktencheck-blaue-klimawunder-krise-meer-klima-bundteil-1-2023.pdf Stand 14.01.2025)

Abbildung 3: Menschliche Einflüsse auf das Meer (Heinrich-Böll Stiftung SH 2025)

Abbildung 4: Ostsee: Abweichung der mittleren Monatstemperatur von 1991 bis 2020 in Monatswerten (NDR 2024, Klimawandel: So steigt die Meerestemperatur in Nord- und Ostsee, <https://www.ndr.de/nachrichten/ndrdata/Klimawandel-So-stark-erwaermen-sich-Nordsee-und-Ostsee,meerestemperaturen102.html> Stand 14.01.2025)

Abbildung 5: Miesmuscheln (Juanlu Fajardo auf Pixabay 2017, <https://pixabay.com/de/photos/miesmuscheln-meer-natur-2405758/> Stand 14.01.2025)

Abbildung 6: Meeresspiegelanstieg (Heinrich-Böll Stiftung SH 2025)

Abbildung 7: Pro Kopf Konsum von Meereslebewesen, Durchschnitt von 2019-2021 (FAO 2024 The state of world fisheries and aquaculture 2024, Apparent consumption of aquatic animal foods per capita, average 2019-2021, Figure 37 <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/66538eba-9c85-4504-8438-c1cf0a0a3903/content/sofia/2024/apparent-consumption-of-aquatic-foods.html> Stand 14.01.2025)

Abbildung 8: Aquakulturen (Tapani Hellmann Pixabay 2022 <https://pixabay.com/de/photos/fischzuchtnetze-meer-stifte-7557623/> Stand 14.01.2025)

Abbildung 9: Forschungstaucherin über Munition im Munitionsverklappungsgebiet Kolberger Heide/ Ostsee (Jana Ulrich/GEOMAR o.J.)

Abbildung 10: Plastik währt ewig in den Ozeanen (NABU/statista 2024, statista Natur- und Umweltschutz, Plastik währt ewig in den Ozeanen, <https://de.statista.com/infografik/17508/haltbarkeit-von-plastikmuell-im-meer/> Stand 14.01.2025)

Abbildung 11: Größenvergleich von Plastik (Sigrid März/RiffReporter 2022, Sind Biokunststoffe wirklich nachhaltiger und „grüner“? <https://www.riffreporter.de/de/wissen/biotechnologie-bioplastik-nachhaltigkeit> Stand 14.01.2025)

Abbildung 12: Wie gelangt das ganze Plastik ins Meer? (Meeresatlas 2017, Meeresatlas – Daten und Fakten über unseren Umgang mit dem Ozean – 2017, S.19 <https://meeresatlas.org/grafik-bibliothek/> Stand 14.01.2025)

Abbildung 13: Quitscheentchen „friendly floatees“ (in Anlehnung an news OSM/ORF.at; Quelle:NOC <https://news2.orf.at/stories/2418888/2418887/>)(Heinrich-Böll Stiftung SH 2025)

Abbildung 14: Schildkröte frisst Plastiktüte (Richard Carey-stock.adobe.com o.J. <https://stock.adobe.com/de/images/plastic-pollution-problem-turtle-eats-plastic-bag/211638665> Stand 14.01.2025)

Abbildung 15: Bartenwal (Josu-stock.adobe.com o.J. <https://stock.adobe.com/de/images/ballena-jorobada-saltando-costa-rica-pacifico-joven-ballena-jorobada/632313913> Stand 14.01.2025)

Abbildung 16: Eissturmvogel in einem Nest aus Plastik (Alan-stock.adobe.com o.J. <https://stock.adobe.com/de/images/an-active-fulmar-nest-including-plastic-and-metal-waste-taken-near-collaster-on-the-island-of-unst-in-shetland-uk/438425356> Stand 14.01.2025)

Abbildung 17: Plastik auf dem Teller (Yrabota-stock.adobe.com o.J. <https://stock.adobe.com/de/images/white-plate-full-of-microplastics-on-blue-background-with-copy-space-plastic-pollution-concept-global-ocean-pollution-ecology-problem-microplastic-particles-in-water-and-food-top-view/494717844> Stand 14.01.2025)

Abbildung 18: Auswirkungen von Geisternetzen (WWF 2020, Geisternetze - die unsichtbare Gefahr, Eine Million Tonnen Geisternetze landet jährlich in den Meeren / Bergung muss staatliche Aufgabe werden <https://www.wwf.de/2020/oktober/geisternetze-die-unsichtbare-gefahr> Stand 14.01.2025)

Abbildung 19: Verölter Vogel (datsko-stock.adobe.com o.J. <https://stock.adobe.com/de/images/ecological-disaster-oil-spill-birds-dying-on-the-shore/139569589> Stand 14.01.2025)

Abbildung 20: Schallschutz durch Blasenschleier (Trianel Windkraftwerk Borkum I o.J. <https://www.trianel-borkum.de/umweltschutz> Stand 14.01.2025)

Abbildung 21: Jahreszeitliche Wasserzirkulation in einem See in Bayern (Bayerisches Landesamt für Umwelt, Sophia Pospiech o.J., Der See im Jahreszeitenzyklus, https://www.lfu.bayern.de/wasser/seen_in_bayern/jahreszeitenzyklus/index.htm Stand 14.01.2025)

Abbildung 22: So entstehen sauerstoffarme Zonen im Meer (Meeresatlas 2017/Lumcon, Meeresatlas - Daten und Fakten über unseren Umgang mit dem Ozean - 2017, S.15 <https://meeresatlas.org/grafik-bibliothek/> Stand 14.01.2025)

Abbildung 23: Global betrachtet: Wo wird Sauerstoff knapp? (Meeresatlas 2017 / Wri / Paulmier&Ruiz-Pino, Meeresatlas - Daten und Fakten über unseren Umgang mit dem Ozean - 2017, S.14 <https://meeresatlas.org/grafik-bibliothek/> Stand 14.01.2025)

Abbildung 24: Die drei Hauptbereiche der Biodiversität (FNR 2022, Wissenswertes, Biodiversität im Wald, Infobox Biodiversität <https://mediathek.fnr.de/grafiken/wald/lebensraum-wald/der-dreiklang-der-biologischen-vielfalt.html> Stand 14.01.2025)

Abbildung 25: Ein beispielhaftes Nahrungsnetz was zeigt, wie Arten voneinander abhängig sind (HELCOM/ Hermann Backer (geändert von Jansson, 1972) https://www.researchgate.net/figure/A-schematic-presentation-of-the-simplified-food-web-structure-in-the-Baltic-Sea-24_fig2_280933291 Stand 14.01.2025)

Abbildung 26: Lebensgemeinschaft unterschiedlicher Arten im Wattenmeer (in Anlehnung an WWF Wattenmeerposter - <https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Wattenmeerposter.pdf>) (Heinrich-Böll Stiftung SH 2025)

Abbildung 27: Marine Weltnaturerbebestätten - besonders schützenswerte Artenvielfalt (Meeresatlas 2017/ UNESCO/ Aquamaps, Meeresatlas - Daten und Fakten über unseren Umgang mit dem Ozean - 2017, S.21 <https://meeresatlas.org/grafik-bibliothek/> Stand 14.01.2025)

Abbildung 28: Beipielansicht eines Kapitels des Ocean Youngsters MOOC „Projektentwicklung“, www.ocean-youngsters.de/ Stand 14.01.2025)

Abbildung 29: Cyanobakterien Algenblüte nach einem heißen Sommer (evening_tao, Freepik Company, https://de.freepik.com/fotos-kostenlos/big-ukrainian-river-dnepr-bedeckt-von-cyanobacterias-als-folge-von-heissen-sommern_1175861.htm#fromView=keyword&page=1&position=28&uuid=212eb613-f6f9-4ea1-bbfa-9bd2c6dbf845&query=Mikroalgen, Stand 23.04.2025) e

LINKLISTE ZU DEN QR-CODES

(Letzter Zugriff: 24.06.2025)

- S. 19: Der Meeresspiegelanstieg, <https://tinyurl.com/vz3tsxzd>
- S. 54: Unterwasserlärm, <https://tinyurl.com/4dcuhzy6>
- S. 55: 3D-Modell eines Schweinswals, <https://tinyurl.com/euynv2j5>
- S. 58: Was sind Wasserstoffbrückenbindungen? <https://tinyurl.com/2nyvpxfh>
- S. 79: Ocean Youngster MOOC „Projektentwicklung“, <https://ocean-youngsters.de/>
- S. 82: Klima-AG Handbuch, BUNDjugend, <https://tinyurl.com/uhv4tc38>
- S. 84/101: Blauer Bildungsatlas, <https://www.ocean-summit.de/blauer-bildungsatlas>
- S. 84/101: KUNTforum, <https://kuntforum.de/>
- S. 87: Wie wir aus der Plastikkrise kommen, <https://ocean-summit.de/allgemein/frutti-di-mare-gegen-die-plastikkrise/>
- S. 92: Oceans suffer from record-breaking year of heat amid climate change | BBC News (YouTube), <https://tinyurl.com/mpdhakvn>
- 2024 first year to pass 1.5C global warming limit | BBC News (YouTube), <https://tinyurl.com/5fux4pz6>
- S. 93: Mein Vater, ein Fischer, Marine Stewardship Council, <https://www.msc.org/de/bildung/film>
- S.99: Plastic Adrift (interaktive Webseite), <https://plasticadrift.org/>
- S. 99/100: So sterben Tiere an unserem Plastikmüll | Terra X plus (YouTube), <https://tinyurl.com/2m8436jx>
- S. 102: Vergessene Wracks Schwarze Tränen der Meere Doku ARTE (YouTube), <https://tinyurl.com/bdeyd3vn>
- S. 104: KEIN LÄRM MEER - Unterwasserlärm in der Ostsee (YouTube), <https://tinyurl.com/32rptw8t>

Wir bedanken uns im Namen der Meere
bei unseren Fördermittelgeberinnen:



HEINRICH BÖLL
STIFTUNG
SCHLESWIG-HOLSTEIN

Unterstützt durch:



2021
2030 Vereinte Nationen Dekade
der Meeresforschung
für nachhaltige Entwicklung