

MEERWERTH

Die Bedeutung der Ozeane



Umwelt
UND
FRIEDEN

Bildungsmaterial
ab Klasse 9

LIEBE LEHRKRÄFTE!

Umweltschutz und Frieden sind unmittelbar miteinander verknüpft: Kein Umweltschutz ohne Frieden, kein Frieden ohne Umweltschutz. Komplexe globale Herausforderungen wie die Zerstörung der Meeressumwelt bedürfen eines komplementären Perspektivwechsels. MEERWERT beschreibt die Zusammenhänge von Umwelt und Frieden, erklärt die Ursachen der Gefährdung der Ozeane und zeigt mögliche Lösungsansätze auf. Dadurch erlangen junge Menschen eine argumentative Grundlage für eine der wichtigsten Debatten unserer Zeit.



Bildungsmaterial
ab Klasse 9

UMWELT
UND
FRIEDEN

Die Menschen im Inselstaat Tuvalu leben in enger Verbindung mit dem Meer und von ihm. Der Pazifik ist Heimat, prägt die kulturelle Identität und sichert als Nahrungsquelle das Überleben in der Weite des Ozeans. Das Foto des jungen Fischers am Strand des Funafuti-Atolls in Tuvalu (links) drückt diese enge Verbundenheit der Menschen mit dem Meer aus.

Die Aufnahme entstand im Rahmen einer Greenpeace-Reise zur Dokumentation der Folgen globaler Umweltkrisen für die vulnerable Bevölkerung der pazifischen Inselstaaten. Ob steigender Meeresspiegel, Küstenerosion, Versalzung der Felder, extreme Hitze und Dürren oder Zyklone – längst spüren die Menschen in Tuvalu die volle Wucht der Klima- und Artenvielfaltskrise. Sie werden von sich ändernden Umweltbedingungen immer stärker zum Verlassen ihrer Heimat gedrängt, was wiederum eine Vielzahl schwerwiegender sozialer Probleme mit sich bringt.

Wie an vielen anderen Orten des sogenannten Globalen Südens wird auch hier die Ungerechtigkeit der globalen Umweltkrisen deutlich: Die Menschen, die den geringsten Beitrag zu diesen Krisen geleistet haben, leiden am stärksten unter deren Folgen.

Das Bild des jungen Fischers spiegelt viele Themen dieses Greenpeace-Bildungsmaterials. MEERWERT beschreibt die existenzielle Bedeutung der Meere für das System Erde und die Beziehung zwischen Mensch und Meeressumwelt. Meere – wovon sprechen wir eigentlich? Was verursacht die Gefährdung der Meere und wie weit ist die Zerstörung dieses gewaltigen Ökosystems vorangeschritten? Gibt es tragfähige Lösungsansätze oder nur gute Ideen?

Diese und viele weitere grundlegende Fragen stehen im Zentrum dieses zum

kritischen und lösungsorientierten Denken anregenden Materials. Eine Reise zur deutschen Nord- und Ostseeküste und ein globaler Überblick zeigen, welche Auswirkungen unser Umgang mit den Meeren heute bereits auf Ökologie (GREEN) und das friedliche, gerechte Miteinander (PEACE) hat.

MEERWERT fügt sich damit ein in die Reihe der Bildungsmaterialien *Umwelt und Frieden*, in der bereits die Titel HEISSERE ZEITEN zum Thema Klimawandel und AUF DER KIPPE zum Thema Biodiversität vorliegen. Ebenso wie die Klima- und Biodiversitätskrise ist auch der Zustand der Meere eine globale Herausforderung, die nur gemeinsam und über Grenzen hinweg gemeistert werden kann. Der Schutz unserer natürlichen Lebensgrundlagen und ein friedliches, gerechtes Miteinander sind die Voraussetzungen für das Leben und das Überleben auf der Erde.

Das Bildungsmaterial ist schulartübergreifend an die Bildungspläne der Länder für die Klassen 9–11 angelehnt, eignet sich

insbesondere zur Kompetenzentwicklung in den Fächern Geographie, Politik und Gesellschaftswissenschaften und fördert den fächerübergreifenden Unterricht. Es knüpft an den Nationalen Aktionsplan „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ an und trägt zur Umsetzung der Agenda 2030 (17 Ziele für nachhaltige Entwicklung) bei.

Mit der spezifischen Verknüpfung von Information und Aufforderung zur Bewertung und Handlung ist das Bildungsmaterial an das Konzept „Erkennen, Bewerten, Handeln“ des Orientierungsrahmens für den Lernbereich Globale Entwicklung angelehnt, orientiert sich am lösungsorientierten Ansatz und leistet mit einer verantwortungsbewussten, globalen Perspektive einen Beitrag zur Persönlichkeitsentwicklung.

Wir wünschen Ihnen einen spannenden, debattenorientierten Unterricht für wirkungsvolle Aktivitäten mit Ihrer Schule für den Meeresschutz!

Ihr Greenpeace-Bildungsteam



Ebenfalls erschienen in der Reihe *Umwelt & Frieden* sind die Titel HEISSERE ZEITEN zum Thema Klima und AUF DER KIPPE zum Thema Artenvielfalt inklusive der Virtual-Reality-Anwendung DER ARTENVIELFALT AUF DER SPUR.

Kostenloser Download:
www.greenpeace.de/bildungsmaterialien

GREEN PEACE: UMWELT UND FRIEDEN

Die Entwicklung umfassender Lösungen für die komplexen globalen Herausforderungen unserer Zeit setzt Perspektivwechsel voraus. Der nachhaltige Umgang mit unseren natürlichen Lebensgrundlagen (GREEN) und das friedliche, gerechte Miteinander (PEACE) sind als Grundlagen des Lebens und Überlebens auf der Erde unmittelbar miteinander verknüpft. Daher gilt grundsätzlich: keine intakte Umwelt ohne Frieden, kein Frieden ohne eine intakte Umwelt.

Vom Gesundheitswesen über die erleichterten Arbeitsbedingungen bis hin zu Mobilität und höheren Lebensstandards: Die Moderne hat eine Vielzahl positiver, aber sehr ungerecht verteilter Entwicklungen für die Menschheit mit sich gebracht. Damit ging und geht ein unentwegt steigender Ressourcenbedarf einher und in dessen Folge die massive Degradation der Umwelt. Zu den am stärksten bedrohten Teilsystemen des Systems Erde zählen

die Meere, die mit ihrem Reichtum an Ressourcen, ihrer genetischen Vielfalt und der Fülle an Ökosystemdienstleistungen unser Leben auf der Erde ermöglichen.

Die Regenerationsfähigkeit der Meere und damit deren ökologischer Fortbestand werden auf vielfältige Weise erschwert, in Teilen gar zerstört. Die direkten Eingriffe in das Ökosystem Meer reichen von der Überfischung und Rohstoffgewinnung über vielfältige Arten der Verschmutzung mit Abwässern, Kunststoffen, Ölen und atomaren Abfällen bis hin zu immer stärkerer Lärmbelastung.

Auf indirektem Weg erfolgt ein massiver Eingriff in das marine Ökosystem durch die Erderwärmung sowie den erhöhten Eintrag von Kohlenstoffdioxid aus der Atmosphäre. Dies führt zur Erwärmung und Veränderung des Chemismus des Meerwassers, was unter anderem in Form des Korallensterbens zum Ausdruck kommt.

Meere und Konflikte

Begleitet wird diese negative Entwicklung von Konflikten um den Zugriff auf unterschiedliche Meeresressourcen: Fischereireichtum, Erdöl, Energierohstoffe und Metalle. Diese Konflikte sind dabei nicht

auf den völkerrechtlich allen zustehenden Bereich der „Hohen See“ begrenzt, sondern sind auch in den vermeintlich durch die Internationale Seerechtskonvention rechtlich geregelten, küstennahen Berei-

chen der Meere zu beobachten. Sie haben allesamt das Potenzial, sich zu politischen und sozialen Spannungen auszuwachsen und in gewaltsame Konflikte überzugehen. Drei Beispiele:



Die traditionelle Küstenfischerei mit kleinen Holzbooten ist ein essentieller Nahrungs- lieferant und ein bedeutender Wirtschaftszweig für die Bevölkerung Senegals.

1

KONFLIKT UM DIE FISCHEREI VOR DER KÜSTE WESTAFRIKAS

Seit vielen Jahren treffen vor der westafrikanischen Küste, insbesondere vor den Küsten Mauretanien und Senegals, zwei Welten aufeinander. Auf der einen Seite gibt es Tausende kleiner Pirogen, die aus einem Baumstamm gefertigten Fischerbooten der lokalen Küstenfischer. Auf der anderen Seite stehen hochtechnisierte und leistungsstarke Fischtrawler vor allem aus China, Russland sowie verschiedenen europäischen Ländern, die gewaltige Fangmengen direkt an Bord industriell verarbeiten. Während die Pirogen in den Dimensionen der traditionellen Küstenfischerei für den lokalen Markt geringe Fischmengen den Küstengewässern entnehmen, zielen die Fischtrawler auf große Mengen bestimmter Fischarten, die auf dem Weltmarkt verkauft werden. Die

lokalen Küstenfischer halten sowohl die Fangmengen ein als auch die Begrenzung der wirtschaftlich nutzbaren Zone ihrer Heimatländer. Demgegenüber dringen die Hochleistungstrawler immer wieder mit gefälschten oder ohne Lizenzen illegal in die wirtschaftlichen Hoheitsgewässer afrikanischer Küstenstaaten ein und fischen illegal.

Weil dort die küstennahen Gewässer so überfischt werden, sind die Kleinfischer gezwungen, nicht mehr nur 30 oder 40 Kilometer vor der Küste zu fischen, sondern weit über 100 Kilometer hinauszufahren, um dort zusammen mit immer mehr anderen Kleinfischern um immer weniger Fisch zu konkurrieren. Dabei kommen sie den Großschiffen in die Quere, was häufig zu Unfällen führt. Die Zerstörung der hölzernen Fischerboote vernichtet die ökonomische Grundlage ganzer Familien. Die so Geschädigten können in die existentielle Armut fallen, was letztlich auch die Wirtschaft und die Ernährungssicherheit des ganzen Landes schwächt.

Weder Senegal noch Mauretanien oder die Guinea-Staaten Westafrikas sind in der Lage, ihre Hoheitsgewässer mit aus-



Diese Männer sind Väter, deren Söhne auf See verschollen sind. Die immer schwierigere Suche nach Fisch führt die Fischerboote Senegals gefährlich weit aufs offene Meer hinaus.

reichenden Kontrollen und Sanktionen gegen die technisch weit überlegene Form der illegalen Fischerei zu schützen. Dazu fehlen ihnen Ausrüstung, Treibstoff und die Kooperation der Nachbarstaaten.

Paradoxerweise verkaufen manche

2

KONFLIKTE UM DIE ROHSTOFFE IN DER ARKTIS

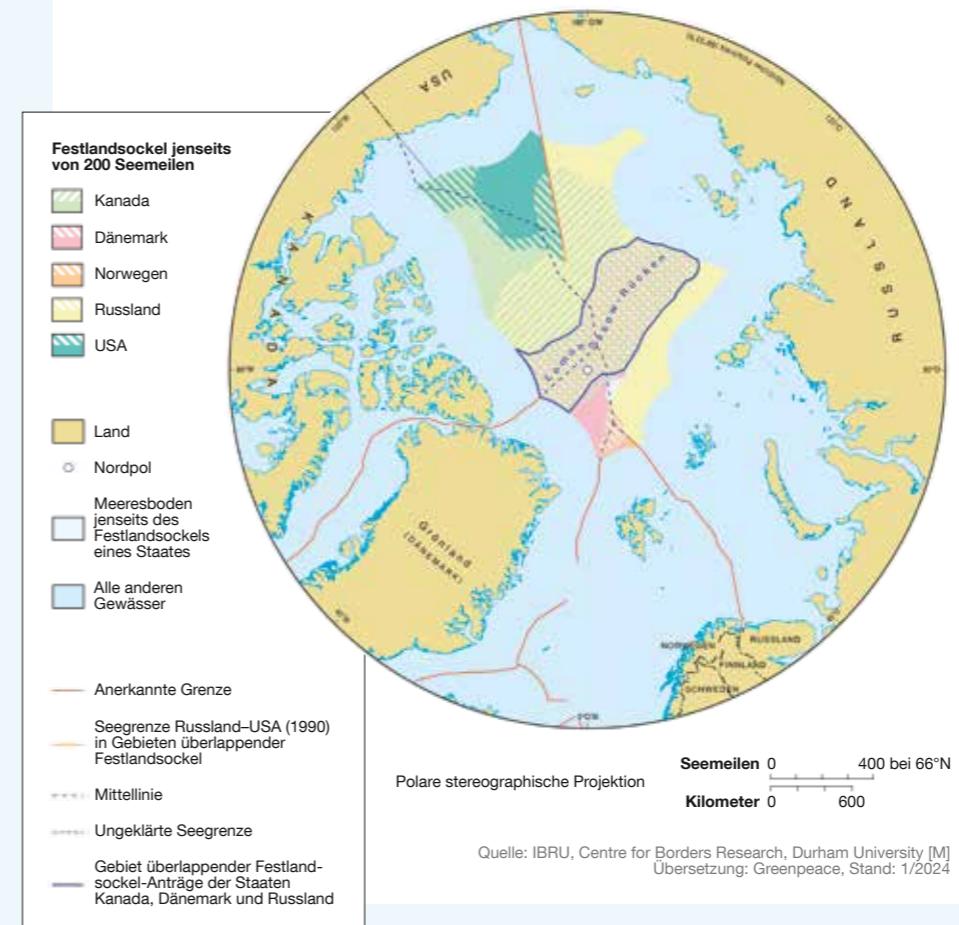
In dem Maß, in dem die Arktis eisfrei und die Technik zur Förderung von Energie- und metallischen Offshore-Rohstoffen weiter perfektioniert wird, rückt der Rohstoffreichtum der Arktis in den Fokus der Anrainerstaaten. Die Hauptakteure beim möglichst frühzeitigen und umfassenden Zugriff auf diese Ressourcen sind die USA, Kanada, Dänemark, Norwegen und Russland.

Die Internationale Seerechtskonvention regelt zwar für einen 200 Seemeilen breiten, küstenparallelen Streifen das alleinige Zugriffsrecht auf die in diesem Raum gelegenen Ressourcen jeglicher Art, doch gibt es Ausnahmeregelungen für einige wenige geologische Sonderfälle.

Einen solchen Sonderfall stellt der Lomonossow-Rücken dar: Ein 1.800 Kilometer langer und 60 bis 200 Kilometer breiter untermeerischer Gebirgsrücken, der über den Nordpol verläuft und bei dem seit an nähernd zwanzig Jahren darüber gestritten wird, zu welchem Festlandssockel er geologisch – und somit seerechtlich – gehört.

Die streitenden Nationen haben dabei weniger Interesse an der wissenschaftlichen Klärung der noch offenen geologischen Frage, sondern sie wollen vielmehr

FESTLANDSOCKEL-ANTRÄGE IM ZENTRALEN ARKTISCHEN OZEAN



die Ausweitung ihrer 200 Seemeilen (etwa 370 Kilometer) auf eine 350-Seemeilen-Zone (etwa 650 Kilometer) der exklusiven wirtschaftlichen Nutzung durchsetzen – und sich so den maximalen zukünftigen Gewinn aus der sich hier eröffnenden neuen arktischen Schatzkammer sichern. Denn wenn der Meeresboden nachweisbar zur gleichen geologischen Struktur gehört wie der entsprechende Staat, kann dieser die betreffende Region für sich in Anspruch nehmen.

Deshalb legen die Parteien jeweils geologische Gutachten vor, die den eigenen Standpunkt belegen sollen. Eine abschließende rechtliche Klärung dieser Frage mit Konfliktpotenzial steht jedoch nach wie vor aus.



Die Tiefsee-Ölbohrinsel Leiv Eiriksson in der Baffin Bay vor der Westküste Grönlands.

dann wiederum welche Fischereirechte in dieser Zone hat, wurde in langwierigen Verhandlungen festgelegt. Diese Verhandlungen führten trotz einiger Konflikte zu einer weitgehend akzeptierten Lösung.

Mit dem Austritt des Vereinigten Königreichs aus der EU Anfang 2020 wurde diese fein austarierte Ordnung massiv gestört. Denn infolge des sogenannten Brexits beanspruchte Großbritannien das ausschließliche Nutzungsrecht in der 200 Seemeilen in den Atlantik reichenden ausschließlichen Wirtschaftszone des Inselreiches, sodass der EU-Fischerei bisher

genutzte Meeresbereiche nicht mehr zur Verfügung standen.

Die Inseln Jersey, Guernsey sowie Sark, Herm und Aldany im Ärmelkanal zwischen Frankreich und Großbritannien sind als selbstverwaltete Besitztümer der britischen Krone unterstellt, gehören aber nicht zum Vereinigten Königreich. Aus der geografischen Lage dieser britischen Sondergebiete nahe der französischen Küste entstanden Nutzungsansprüche Großbritanniens, die die Situation nochbrisanter machten. So führten die unterschiedlichen Interessen aufgrund der

3 EIN FISCHEREIKONFLIKT IN FOLGE DES BREXITS

Die Regelung der Seerechtskonvention bezüglich einer 200 Seemeilen parallel zur eigenen Küstenlinie verlaufenden Zone als sogenannter ausschließlicher Wirtschaftszone hat auch die Europäische Union (EU) übernommen. Sie definiert auf Grundlage dieser Regelung einen gemeinschaftlich nutzbaren Bereich des Mittelmeeres, der Ost- und Nordsee sowie des östlichen Atlantiks als „Exclusive Economic Zone“ (EEZ) oder auf Deutsch als „Ausschließliche Wirtschaftszone“ (AWZ). Welcher EU-Staat



Im Hafen der Kanalinsel Jersey eskalierte im Mai 2021 der Fischereistreit zwischen Frankreich und Großbritannien.

Protest auf Hoher See: die Geschichte der „Arctic 30“

Ölfirmen wie das russische Unternehmen Gazprom führt die Suche nach neuen Ölfeldern immer weiter Richtung Norden in den Arktischen Ozean. Dabei ist die Ölförderung unter den extremen Witterungsbedingungen im fragilen Ökosystem der Arktis mit großen Umweltrisiken verbunden. So wurde zum Beispiel das Meereis nach einem win-

terlichen Ölunfall verhindern, dass ausgetretenes Öl aus dem Ökosystem der Arktis geborgen werden könnte.

Im Herbst 2013 wollten 28 Aktive von Greenpeace und 2 Medienschaffende – später die „Arctic 30“ genannt – gegen die Ölförderung protestieren. Die friedliche Aktion wurde von der russischen Küstenwache gewaltsam beendet und der russi-



Russische Spezialkräfte entern das Greenpeace-Schiff Arctic Sunrise.



Greenpeace-Aktivistin Ana Paula Alminhana Maciel aus Brasilien protestiert für den Schutz der Arktis während einer Haftanhörung im St. Petersburger Primorskiy-Gericht.

sche Inlandsgeheimdienst enterte das Greenpeace-Schiff Arctic Sunrise in internationalen Gewässern, beschlagnahmte das Schiff und verhaftete die Crew. Für ihre Protestaktion drohten den „Arctic 30“ lange Haftstrafen.

Die gewaltsame, illegale Festnahme löste weltweit Proteste aus. Rund 100 Tage verbrachten die „Arctic 30“ in russischen Haftanstalten, bevor sie auf Kaution entlassen wurden. 2019 erkannte die russische Regierung Protestaktionen in internationalen Gewässern als legitim an und zahlte zudem 2,7 Millionen Euro Entschädigung. Im Jahr 2023 urteilte der Europäische Gerichtshof für Menschenrechte in Den Haag, dass die Festnahme unrechtmäßig war.

EU-Ansprüche im Allgemeinen und der französischen Fischereitraditionen im Besonderen entgegen dem britischen Beharren auf einer ausschließlichen Nutzung der Fanggebiete um die Kanalinseln zu einem heftigen Fischereikonflikt. Insbesondere stritten sich Frankreich und Großbritannien. So blockierten etwa französische Fischkutter die Hafeneinfahrt von Jersey und die britische Regierung zeigte mit Schiffen ihrer Seestreitkräfte bedrohliche Präsenz.

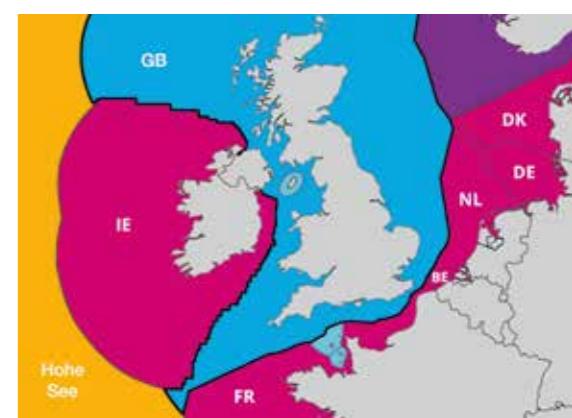
Ende 2023 befriedeten die Konfliktparteien die Auseinandersetzung dann auf dem Verhandlungsweg durch einen Kompromiss.

SEEGBIETE UM GROSSBRITANNIEN NACH DEM BREXIT

Ausschließliche Wirtschaftszonen
 • Großbritannien
 • Kanalinseln und Isle of Man
 • EU-Staaten
 • Nicht-EU-Staaten

Hohe See
 Seengebiete außerhalb der 200-Seemeilen-Zone

Quelle: Institute for Government, nach House of Lords, 2017, CC BY-NC [M]
 Übersetzung: Greenpeace



Meere und Zusammenarbeit

Neben vielen Konflikten sind die Weltmeere auch ein Ort weitreichender internationaler Zusammenarbeit unter dem Dach der Vereinten Nationen. Erst kürzlich, am

19. Juni 2023, wurde ein historisches Übereinkommen über Schutz und nachhaltige Nutzung der Artenvielfalt auf Hoher See erzielt (siehe Seite 25). „Dieses Abkommen

zeigt, dass Staaten in Einigkeit und zum Wohle aller zusammenkommen können“, hob António Guterres, der Generalsekretär der Vereinten Nationen, hervor.

DAS MEER - WOVON SPRECHEN WIR EIGENTLICH?

Stellen wir uns einen Würfel mit einer Kantenlänge von 1.100 km vor und platzieren diesen auf einer Europakarte. Dann würden die Ecken der unteren Würfelfläche etwa die Städte London (Großbritannien), Barcelona (Spanien), Foggia (Italien) und Leszno (Polen) berühren. Die Höhe des Würfels durchstieße alle atmosphärischen Schichten bis zur Exosphäre, die ab 500 km über der Erdoberfläche beginnt. Dieser so konstruierte Würfel hätte ein Gesamtvolumen von 1.331.000.000 km³. Dies entspricht der Menge des in allen Meeren der Erde zusammen befindlichen Meerwassers.

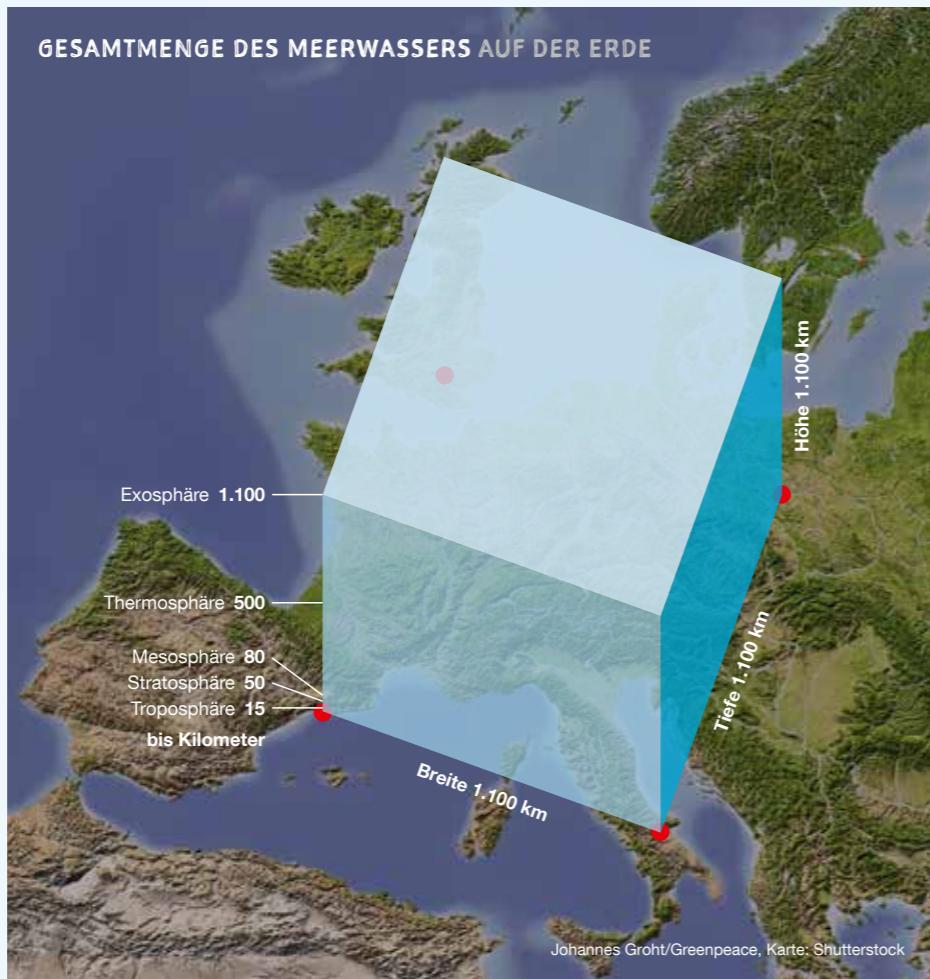
Bei genauerem Hinsehen zeigt sich, dass sich in diesem Meerwasser sehr viel mehr verbirgt, als wir zunächst sehen oder auch nur erahnen können:

- So leben im Meerwasser nach heutigen Erkenntnissen insgesamt vermutlich 2,2 Millionen verschiedene Arten von Lebewesen. Das ist etwa ein Viertel aller Arten, die es laut wissenschaftlicher Hochrechnung insgesamt auf der Erde gibt. Man geht aber von bis zu zehn Millionen Arten aus.
- Insgesamt enthalten die Weltmeere etwa 20 Millionen Tonnen Gold, aber auch etwa 30 Millionen Tonnen Kupfer und Zink in unterschiedlichen chemischen Bindungen.
- Bei einem durchschnittlichen Salzgehalt von 35 Gramm Salz pro Kilogramm Meerwasser befinden sich zudem knapp 50.000.000.000.000 Tonnen Salz im Meerwasser.
- Zudem passt in den oben beschriebenen Meerwasserwürfel auch eine Masse von 38.000 Gigatonnen Kohlenstoff (1 Gigatonne = 1 Milliarde Tonnen), mit steigender Tendenz. Denn wenngleich jedes Jahr 0,6 Gigatonnen Kohlenstoff von den Meeren in die Atmosphäre entweichen, nehmen diese in der gleichen Zeit 2 Gigatonnen Kohlenstoff aus der Atmosphäre auf und sind damit die bedeutendste Kohlenstoffsenke des Planeten.

OZEANE IM WANDEL DER ZEIT

Die Oberfläche des „Blauen Planeten“ besteht zu 71 Prozent aus den Ozeanen, das sind 361 Millionen Quadratkilometer.

Das war nicht immer so. Vielmehr wirkte die Verteilung zwischen Land und Meer



auf der Erdoberfläche wie ein ständiges Ringen zwischen den auf Kosten der Landmassen vorrückenden Meeren und der auf Kosten der Meere stattfindenden Sedimentationsprozesse.

Auch die klimatischen Bedingungen nehmen großen Einfluss auf die Flächenanteile, die Ozeane und Landmassen jeweils verbuchen können. So war etwa

während der letzten Eiszeit so viel Wasser im Eis der Gletscher und Inlandeismassen gebunden, dass der Meeresspiegel gegenüber der heutigen Situation um etwa 110 Meter tiefer lag. Bevor die Gletscher der letzten Eiszeit vor etwa 18.000 Jahren zu schmelzen begannen, machte der Anteil der Meere an der Gesamtoberfläche der Erde weniger als 70 Prozent aus.



Die sieben Weltmeere

Gegliedert werden die Weltmeere in die drei großen Ozeane: den Pazifischen, den Atlantischen und den Indischen Ozean. Der dem gegenüberstehende Begriff der „Sieben Weltmeere“ wird seit Jahrhunderten verwendet. Welche sieben Meere aber gemeint sind und dazugehören, das war und ist regional und zu verschiedenen Zeiten sehr unterschiedlich, je nachdem, welche Bedeutung einzelne Meere, Ozeane, Rand-, Neben- oder Binnenmeere für die militärischen und wirtschaftlichen Anforderungen der Zeit und Region mit sich brachten.

Heute zählen folgende Meere zu den „Sieben Weltmeeren“: der Atlantische Ozean (Atlantik), der Indische Ozean (Indik), der Pazifische Ozean (Pazifik, Stiller Ozean oder Großer Ozean), das Arktische Mittelmeer (Nordpolarmeer), das Amerikanische Mittelmeer (Karibisches Meer und Golf von Mexiko), das Australasiatische Mittelmeer (begrenzt von den Sunda-Inseln, Australien, Neuguinea, den Philippinen und dem asiatischen Festland) sowie das Europäische Mittelmeer.

Einen neuen Blick auf die Welt eröffnete der Ozeanograf Spilhaus im Jahr 1979

mit einer Weltkarte, welche die Ozeane und ihre Randmeere als ein zusammenhängendes Gewässer und somit als einen Weltozean darstellt – begrenzt durch die Küstenlinien der Kontinente.

SCHWINDENDES MEEREIS

Aufgrund des Klimawandels schmilzt in der Arktis nicht nur die Eisdecke Grönlands immer weiter ab, auch die Ausdehnung des arktischen Meereises nimmt ab und erreichte in den vergangenen Jahren immer wieder neue Rekord-Tiefstände.

Gleichzeitig wird in den Monaten des arktischen Winters immer weniger arktisches Meereis neu gebildet. Die Folge dieser bereits seit dem ausgehenden 20. Jahrhundert laufenden Veränderung ist die zunehmend sicherere, länger anhaltende und großflächigere Eisfreiheit nördlich von Kanada, Russland und Grönland. Daher spricht die Wissenschaft hier bereits vom Auftauchen eines neuen, des achten Ozeans rund um den Nordpol. Schon innerhalb des nächsten Jahrzehnts könnte die Arktis im Sommer komplett eisfrei sein.

TIEFENZONEN DER MEERE

Meter | Tiefste Stellen
unter NN

KONTINENTALSCHELF

459 Ostsee, Landsortief

725 Nordsee, Norwegische Rinne



VULKANINSEL

EPIPELAGIAL

FESTLANDABHANG



Atlantischer
Kabeljau
bis 600 m



MESOPELAGIAL

BATHYPELAGIAL

Pottwal
bis 2.500 m



ABYSSOPELAGIAL

ANSTIEG

5.267 Mittelmeer, Calypspotief



Schwarze Raucher

TIEFSEE-EBENE



Neu entdeckte Arten
auf 5.000–7.000 m

TIEFSEEGRABEN



Höhe des Mount Everest
8.848 m

HADOPELAGIAL

10.994 Pazifik (Marianengraben), Challengertief

Gebirge unter Wasser

Neben der horizontalen Gliederung der Weltmeere nimmt die Ozeanographie auch eine vertikale Gliederung der Meere vor. Sie unterscheidet zwischen Schelfmeer und Tiefsee und legt die Grenze zwischen beiden bei einer Meerestiefe von 200 Metern fest. Die durchschnittliche Tiefe der Ozeane wird heute mit 3.840 Metern angegeben, wobei der Pazifik mit 3.940 Metern der durchschnittlich tiefste und der Atlantik mit 3.293 Metern der durchschnittlich flachste ist. Die tiefste Stelle konnte im Marianengraben identifiziert werden, wo der Meeresboden auf fast 11.000 Metern Tiefe liegt. Messungen des Ozeanographen Victor Vescovo aus dem Jahr 2019 ergaben für das Challengertief eine exakte Tiefe von 10.928 Metern.

Die Besatzung des Forschungsschiffs *Falkor* (too) entdeckte während einer Reise von Costa Rica nach Chile im Januar 2024 vier bisher unentdeckte Tiefseeberge. Der

größte dieser Berge ist 2.681 Meter hoch, bedeckt 450 Quadratkilometer und sein Gipfel

liegt 1.150 Meter unter der Meeresoberfläche.

Die Anden verlaufen über 7.000 Kilometer entlang dem gesamten südamerikanischen Kontinent und gelten als längstes Gebirge der Welt. Doch die wirklich längsten Gebirge der Welt erstrecken sich über mehr als 60.000 Kilometer und Hö-

hen von bis zu 3.000 Metern mitten in den Ozeanen. Sie sind das Ergebnis Millionen Jahre anhaltender Plattenbewegungen und werden als „Mittelozeanische Rücken“ bezeichnet. Entlang diesem mit-

INFO

Binnenmeere sind Nebenmeere, die mit dem offenen Ozean nur über eine sehr schmale Meerenge verbunden sind, deren gegenüberliegende Küste mit dem bloßen Auge erkennbar ist. Das Schwarze Meer, das durch den Bosphorus mit dem Mittelmeer und dieses wiederum mit dem Atlantik verbunden ist, ist ein Binnenmeer.

Meer oder **Ozean** bezeichnet die zusammenhängende Wasserfläche der Erde, die mit 361 Millionen Quadratkilometer circa 71 Prozent der Erdoberfläche einnimmt.

Meerengen sind kleinräumige Verbindungen zwischen Meeren, die durch einander sehr nahe gelegene Landmassen gebildet werden. Regionale Bezeichnungen für Meerengen sind Sund

oder Belt. Beispiele: die Straße von Gibraltar, die Dardanellen oder der Bosphorus.

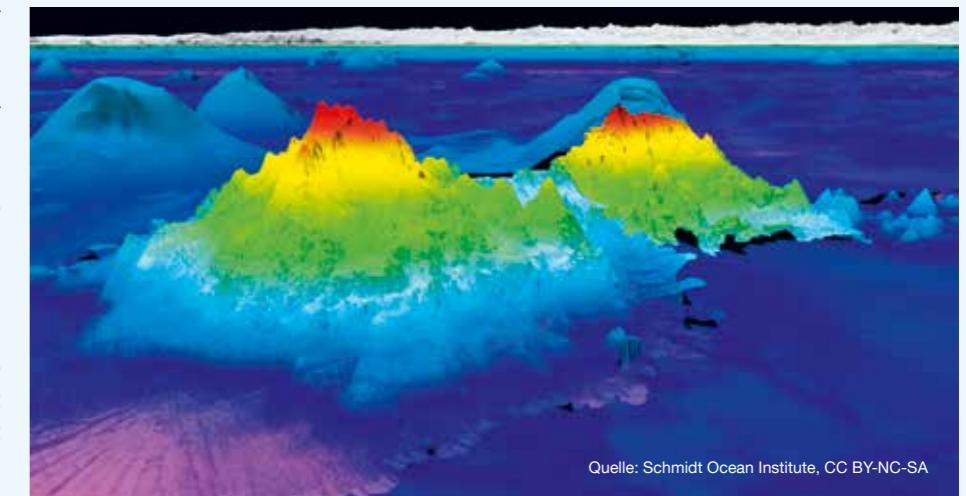
Mittelmeere liegen zwischen Kontinenten.

Nebenmeere sind von einem Ozean durch Landmassen abgetrennt, aber durch Meerengen noch mit diesem verbunden. Zu unterscheiden sind dabei Mittelmeere von Randmeeren. Beispiel: Adria.

Ozean siehe Meer

Randmeere sind eine besondere Form der Nebenmeere. Sie liegen am Rand von Kontinenten und sind nur unvollständig durch vereinzelte Inseln oder Inselketten vom offenen Ozean abgegrenzt. Die Nordsee ist ein Randmeer des Atlantischen Ozeans.

Salinität bezeichnet den Salzgehalt eines Meeres. Durchschnittlich beträgt dieser 35 Gramm pro Kilogramm Meerwasser, also 3,5 Prozent. Durch Unterschiede der klima-



Quelle: Schmidt Ocean Institute, CC BY-NC-SA

telozeanischen Rücken entweicht Lava aus dem Untergrund, erkaltet an Ort und Stelle im Meer und bildet so permanent neue Ozeanböden. Zudem entstehen hier auch „black smokers“, also „Schwarze

tischen Bedingungen, der Zuflüsse oder der Verbindungen zum offenen Ozean variiert der Salzgehalt in den Meeren. So liegt die Salinität der Ostsee bei 0,3 bis 1,8 Prozent, im Toten Meer hingegen bei 28 Prozent.

Schelfmeer bezeichnet den flachen, maximal 200 Meter tiefen Bereich entlang den kontinentalen Küsten, dem Kontinentalschelf. Sie machen flächenmäßig nur einen kleinen Teil der Meere aus, sind aber von großer wirtschaftlicher Bedeutung, da hier 90 Prozent der Weltfischerei stattfinden und ein Drittel der globalen Erdölvorräte lagert. Schelfmeere werden auch als Flachmeere bezeichnet.

Tiefsee ist der Bereich der Meere, der eine Mindesttiefe von 200 Metern aufweist. Das Licht der Sonne kommt in diesen Tiefen kaum bis gar nicht an, weshalb dort weitgehende bis vollkommene Dunkelheit herrscht. Dies trifft für 88 Prozent der gesamten Meeresflächen zu.



Seit der Erfindung von Kunststoffen wurden geschätzt 200 Millionen Tonnen Plastikmüll ins Meer entsorgt. Etwa 20 Prozent dieses Mülls treiben kreisend in großen, sogenannten Müllstrudeln in den oberen 10 Metern der Ozeane. Der restliche Müll ist bereits auf den Meeresboden gesunken. Jede Minute kommt Plastikmüll in der Größenordnung von etwa zwei Lkw-Ladungen hinzu.

Raucher“. Das sind bis zu 30 Meter hohe Türme, aus denen am oberen Ende ununterbrochen heißes Wasser und heiße Gase

austreten. Beides entstammt tieferen Lagen der Erdkruste und wird aufgrund der geringeren spezifischen Dichte an Spalten

und Klüften nach oben transportiert. Dabei führen Wasser und Gase Mineralien aus der tiefer liegenden Magmaschmelze mit sich. Treffen diese Medien auf das kalte Meerwasser, werden die so transportierten Mineralien ausgefällt und bauen über lange Zeiträume die „black smoker“ auf.

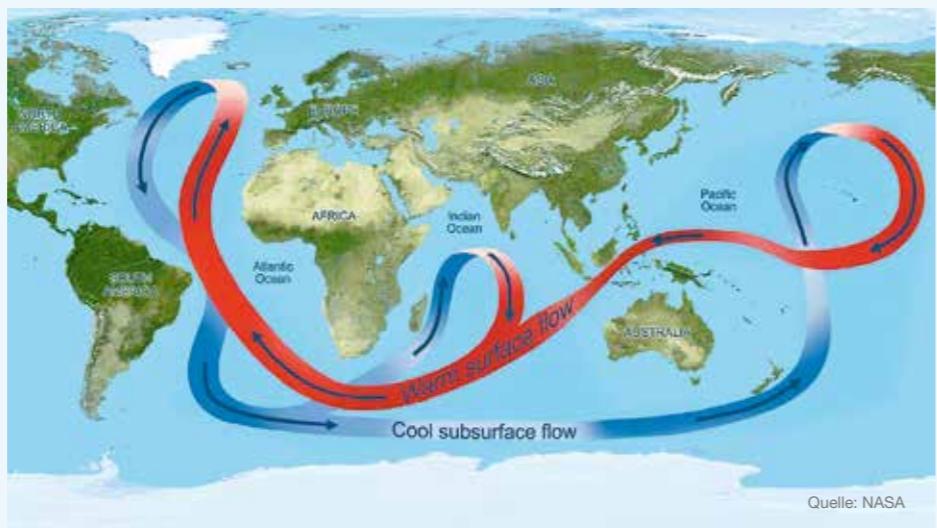
Der Meeresboden ist an vielen Stellen von geschätzten 25 Millionen Vulkanen übersät. Etwa eine Million davon sind als submarine Vulkane ausgeprägt, die zum Teil nahe an die Oberfläche reichen. Reichen sie über diese hinaus, bilden sie Vulkaninseln wie etwa Hawaii, La Réunion oder viele der Kleinen Antillen.

Immer wieder kommt die Diskussion auf, dass nicht der Mount Everest mit seinen 8.848 Metern, sondern der Mauna Loa auf Hawaii der höchste Berg der Welt sei. Denn dieser erreicht eine Gesamthöhe von 9.170 Meter, von denen jedoch 4.170 Meter über und 5.000 Meter unter der Wasseroberfläche des Pazifiks liegen.

Weltweite Meeresströme

Die Meere sind kein stehendes Gewässer, sondern permanent horizontal und vertikal in Bewegung. Als Antrieb hinter dieser Dynamik ist die Kugelgestalt der Erde in Kombination mit der permanenten Energieeinstrahlung der Sonne zu verstehen. Denn die eingestrahlte Energie führt auf der Kugeloberfläche zwangsläufig zu einer ungleichen Energieverteilung. Rund um den Äquator sind so weit größere Energie Mengen zu bilanzieren als an den Polen des Planeten. Den Naturgesetzen folgend versucht das System Erde, diese ungleiche Energieverteilung auszugleichen. Die beiden Materien, die dieses leisten können, sind die Luft der Atmosphäre sowie das Wasser der Ozeane. Die so angetriebenen Winde und Meeresströmungen werden dadurch verstetigt, dass das Energieungleichgewicht auf der Erdoberfläche permanent neu erzeugt wird.

Als weitere Komponente der globalen Meeresströmungen fungieren die Tiefenwasserbildungsregionen in den Polargebieten, etwa südwestlich und südöstlich von Grönland. Das sich abkühlende Meerwasser erreicht eine relativ hohe Dichte und beginnt, in Meereis überzugehen. Da-



Angetrieben durch die Temperatur- und Salinitätsunterschiede bewegen Meeresströmungen große Wassermassen durch die Ozeane und beeinflussen weltweit das Klima.

bei gefriert jedoch lediglich das Wasser, nicht aber das im Meerwasser enthaltene Salz. Dieses erhöht den Salzgehalt des umgebenden kalten Wassers und führt in Kombination mit den niederen Temperaturen dazu, dass das Meerwasser immer dichter wird und der Schwerkraft folgend absinkt.

Da an der Meeresoberfläche kein Loch entstehen kann, fließt Wasser nach. In diesem Fall ist dies das Meerwasser, das ursprünglich aus dem Golf von Mexiko stammt. Dieses fließt als Golf- beziehungsweise Nordatlantikstrom entlang der amerikanischen Ostküste diagonal über den Atlantik und ist von großer Bedeutung

für den europäischen Energiehaushalt. Das auf den Meeresboden abgesunkene kalte Wasser bildet gleichzeitig eine Ausgleichsströmung in Richtung Süden aus.

Da sowohl Temperatur (thermo) als auch der Salzgehalt (hal) des Meerwassers ausschlaggebend sind für diesen Prozess, spricht man von einer „thermohalinen Zirkulation“. Das Zusammenwirken mehrerer dieser Regionen, in denen Absinkbewegungen entstehen, steuert das System der weltweiten Meeresströmungen.

Zugleich zeigen sich anders begründete Aufstiegsbewegungen von Meerwasser. Treibt etwa ein beständig aus einer Richtung wehender Wind das Oberflächenwasser eines Meeresgebiets weg, steigt an dieser Stelle kaltes, sauerstoff- und nährstoffreiches Wasser aus der Tiefe auf. So ersetzt zum Beispiel aus den Tiefen des Ostpazifiks aufsteigendes Wasser vor der Küste Chiles und Perus das vom Südost-Passat fortbewegte Oberflächenwasser und bedingt den dort ausgeprägten Fisch reichtum und eine große Artenvielfalt.

MEERE IN BEWEGUNG

Überlagert werden diese Dynamiken von dem Phänomen der Gezeiten, das durch das Zusammenwirken der Gravitationskräfte der Erde und des Mondes weltweit wirksam wird.

Allerdings sind die Unterschiede enorm: Sie reichen von einigen wenigen Zentimetern Differenz in abgeschotteten Binnenmeeren wie dem Schwarzen Meer bis zu mehr als 15 Metern in der ostkanadischen Bay of Fundy. Auch die Wellen als weiterer



Über etwa 280.000 km² erstrecken sich die Korallenriffe der Weltmeere und bieten unzähligen Fischen und anderen Meeresbewohnern Schutz, Nahrung und Kinderstube. Für ein Viertel aller bekannter Meeresarten sind sie überlebensnotwendig. Korallen sind in Wirklichkeit kleine Tiere, Polypen genannt, die Kolonien bilden können. Einige Arten bilden ein gemeinsames Skelett und bilden so das Fundament eines Korallenriffs.

Ausdruck der Dynamik der Meere können gewaltige Unterschiede aufweisen, die von leichten, lediglich die Oberfläche des Meerwassers kräuselnden Dimensionen bis hin zu dreißig und mehr Meter hohen sogenannten Monsterwellen reichen.

Wie hoch die auf die Küste auftreffenden Brandungswellen werden, hängt vom Zusammenspiel der vorherrschenden Winde, der Form der Küste und der Gestalt des Meeresbodens ab. So entstehen die zuweilen über dreißig Meter hohen Wellen im portugiesischen Surfer-Paradies Nazaré durch die kombinierte Wirkung von ausgeprägten, starken Westwinden und einem unmittelbar vor der Küste ausgebildeten submarinen Cañon, der die ankommenden Wassermassen im Unter-

grund verengt, sodass sie nur in die Höhe ausweichen können.

Bedeutung der Meere

Im Kontext des Systems Erde spielen die Ozeane in vielerlei Hinsicht eine bedeutende Rolle. Sie sind ein wichtiger Klimafaktor und sie tragen mit etwa 90 Millionen Tonnen entnommenem Fisch pro Jahr ganz wesentlich zur Ernährung von Milliarden Menschen bei. Sie sind ein bedeutender Verkehrsfaktor im Rahmen der Erkundung der Welt, des Welthandels und der globalisierten Produktion. Und dennoch ist uns die Tiefsee noch immer unbekannter als der Mond.

Diese Visualisierung der NASA zeigt Oberflächenströmungen des Atlantiks. Hier gut zu erkennen ist der Golfstrom.



DIE GEFÄHRDUNG DER MEERE

„Zu warm, zu hoch, zu sauer“, so überschrieb der wissenschaftliche Beirat WBGU, der die Bundesregierung über globale Umweltveränderungen informiert und Handlungsmöglichkeiten vorschlägt, bereits vor zwanzig Jahren den Zustand der Meere in einem Sondergutachten. Doch um den Zustand der Meere und deren Gefährdung umfassend zu beschreiben, reicht das nicht aus. Denn die Meere sind auch zu leer, zu verschmutzt und zu laut.

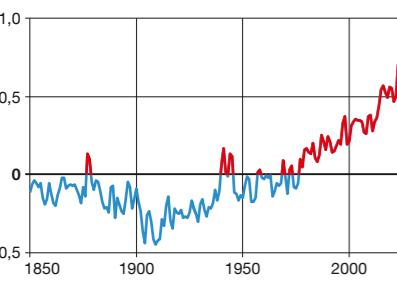
Die Meere sind zu warm ...

Seit über drei Jahrzehnten ist zu beobachten und durch Messungen nachgewiesen, dass die Durchschnittstemperatur der obersten Schichten der Meere bis zu einer Tiefe von 2.000 Metern kontinuierlich wärmer wird. Entgegen den atmosphärischen Messergebnissen gab es bei den Meeren in dieser Zeit offensichtlich keine Unterbrechungen oder unterschiedlich stark ausgeprägte Temperaturveränderungen, sondern einen linearen Anstieg der Temperaturen.

Die Ursache für diese unterschiedlichen Messreihen ist in der unterschiedlichen Wärmeleitfähigkeit von Wasser und Luft sowie der ausgeprägteren Trägheit der Ozeane hinsichtlich ihrer Wärmeleitfähigkeit zu finden. Auf den Punkt gebracht bedeutet dies, dass Land und Luft sich im Vergleich zu großen Wassermassen schneller erwärmen, aber auch schneller abkühlen. Hinzu kommt, dass die wärmeren Luftmassen, die sich über den kühleren Meereskörpern befinden, Wärmeenergie an diese abgeben und somit neben der direkten Sonneneinstrahlung eine zweite Wärmequelle wirksam wird. In Summe

TEMPERATUR DER MEERE

Abweichung der globalen Oberflächentemperatur der Meere vom Durchschnitt des 20. Jahrhunderts, in °C



Johannes Groth/Greenpeace, nach statista/NOAA

nehmen die Meere auf diese Weise eine unvorstellbar große Menge an Energie auf.

Die Fähigkeit der Ozeane, solche gewaltigen Energien zu speichern, wirkt sich bis zu 90 Prozent puffernd auf die Aufheizung der Atmosphäre aus. Ohne die Meere wäre folglich die globale Durchschnittstemperatur bereits sehr viel stärker angestiegen. Bedingt durch die ständig stattfindenden Umwälzungsprozesse in den Meeren wird die so eingetragene Energie immer weiter in die Tiefen der Ozeane geleitet. Welche Temperaturveränderungen in diesen tieferen Schichten bereits eingetreten sind, ist bislang nicht verlässlich zu benennen, da nur vereinzelt Messungen durchgeführt werden konnten.

AUSWIRKUNGEN WÄRMERER MEERE

Die Folgen der Ozeanewärzung sind vielfältig und ziehen zum Teil gravierende Konsequenzen nach sich. So trägt allein die bereits eingetretene Erwäzung des Meereskörpers und die damit einhergehende Ausdehnung des Meeres zur Hälfte zum globalen Meeresspiegelanstieg bei. Die andere Hälfte des globalen Meeresspiegelanstiegs wird durch die verstärkten Schmelzwasserabflüsse ehemaliger Gletscher und arktischer sowie antarktischer Eismassen verursacht.

Dabei führen die kleiner werdenden arktischen Meereisflächen zur Verminderung der Reflexion eingestrahlter Sonnenenergie. Diese wird stattdessen von den im Gegenzug immer größer werdenden dunkleren Wassermassen aufgenommen, die somit erwärmt werden und den Prozess der Klimaerwäzung forcieren.

Der Rückgang der arktischen Eisflächen schreitet schneller voran als ursprünglich von der Wissenschaft prognostiziert. Mittlerweile wird erwartet, dass

die Arktis bis zum Ende des Jahrhunderts in den Sommermonaten eisfrei sein wird.

Ein solches Szenario geht einher mit dem Verlust der Lebensgrundlage arktischer Tierarten, vor allem der Eisbären, die nicht mehr an den Atmungslöchern auf Robbenjagd gehen können und keine Chance haben werden, Robben im offenen Meer zu erbeuten.

Für unterschiedliche Industrien, etwa die Schifffahrt, die Fischerei, die Öl- und Rohstoffindustrie, ergeben sich aus einem zukünftig in den Sommermonaten eisfreien arktischen Ozean neue Nutzungsmöglichkeiten, wie zum Beispiel kürzere Schifffahrtsrouten. Der Naturraum Arktis könnte sich so stärker zu einem Wirtschaftsraum wandeln.

FOLGEN FÜR MEERESTRÖMUNGEN

Da die Erwäzung der Ozeane in der Arktis besonders ausgeprägt ist, nimmt die Temperaturdifferenz zwischen tropischen und arktischen Gewässern ab. Zugleich werden die Wassermassen rund um Grönland nicht mehr so stark abkühlen, dass sie aufgrund der höheren spezifischen Dichte von kälterem Wasser in die Tiefen des Nordatlantiks absinken. Das wiederum könnte den zentralen Antrieb der globalen Meerestströmungen massiv beeinträchtigen.

Am stärksten betroffen wäre der Golfbeziehungsweise der Nordatlantikstrom, dessen Abreißen von Klima- und Ozeanwissenschaft mittlerweile als realistisches Szenario eingeschätzt wird. Sollte dies so stattfinden, dann hätte es wiederum massive Auswirkungen für den Norden Europas, da die marine Heizung des Golfstroms wegfallen und folglich die Temperaturen im Norden des Kontinents drastisch absinken würden.



Abbruchkante des Gletschers Bråsvellbreen auf der arktischen Insel Spitzbergen. Steigende Temperaturen lassen die Gletscher Spitzbergen und weltweit abschmelzen. Das Wasser der schmelzenden Gletscher trägt etwa zur Hälfte zum Meeresspiegelanstieg bei.

Role Galitz/Greenpeace

Um sich eine Vorstellung davon zu machen, welche Lebensmöglichkeiten auf geographischen Breiten nördlich von 50 Grad gegeben sind, empfiehlt sich ein Blick auf den südlichen Bereich Alaskas. Dieser ist aufgrund der niedrigeren Temperatur nur spärlich besiedelt und ist nicht geeignet, um Landwirtschaft zu betreiben. stürme wie atlantischer Hurrikans, südasiatischer Zyklone und ostasiatischer Taifune einher. Diese entstehen umso häufiger und stärker, je wärmer und folglich energiereicher die Meere sind. Damit steigt die Wahrscheinlichkeit, dass massive Schadensereignisse diese Küstenregionen heimsuchen.

ÖFTER STÄRKERE WIRBELSTÜRME

Zugleich geht mit der Erwäzung der Ozeane auch eine zunehmende Häufigkeit und Zerstörungskraft tropischer Wirbel-



Die Korallenbleiche im Great Barrier Reef ist eng mit der Wassertemperatur verbunden. Je stärker der Hitzestress, desto wahrscheinlicher wird das Absterben der Korallen.

FOLGEN FÜR DAS LEBEN IM MEER

Da marine Ökosysteme auf veränderte Rahmenbedingungen sensibler reagieren als landgebundene Ökosysteme, wirkt sich die Erwäzung der Meere entsprechend schnell und intensiv auf die meeresgebundene Flora und Fauna aus. Fischpopulationen suchen sich neue Habitate, wenn ihre angestammten Gebiete zu warm werden. Je wärmer das Meerwasser ist, desto weniger Gase kann es aufnehmen. Dies gilt nicht nur für Kohlenstoffdioxid (CO₂), sondern auch für Sauerstoff (O₂). Folglich werden die Überlebensbedingungen für die meisten Fischarten durch die zunehmende Erwäzung der Meere weiter verschlechtert.

Ortsgebundene Arten, wie etwa Korallen, können nicht abwandern und sterben ab. Ihnen wird zudem zum Verhängnis, dass sich mit dem ansteigenden Meerespiegel auch die Lichtverhältnisse verändern und ihr Überleben erschweren oder gar verhindern. Mit dem Absterben der Korallen als den artenreichsten marinen Ökosystemen und dem der küstennahen Mangrovenwälder, den Kinderstuben zahlloser Fischarten, steigt der Artenschwund massiv an.

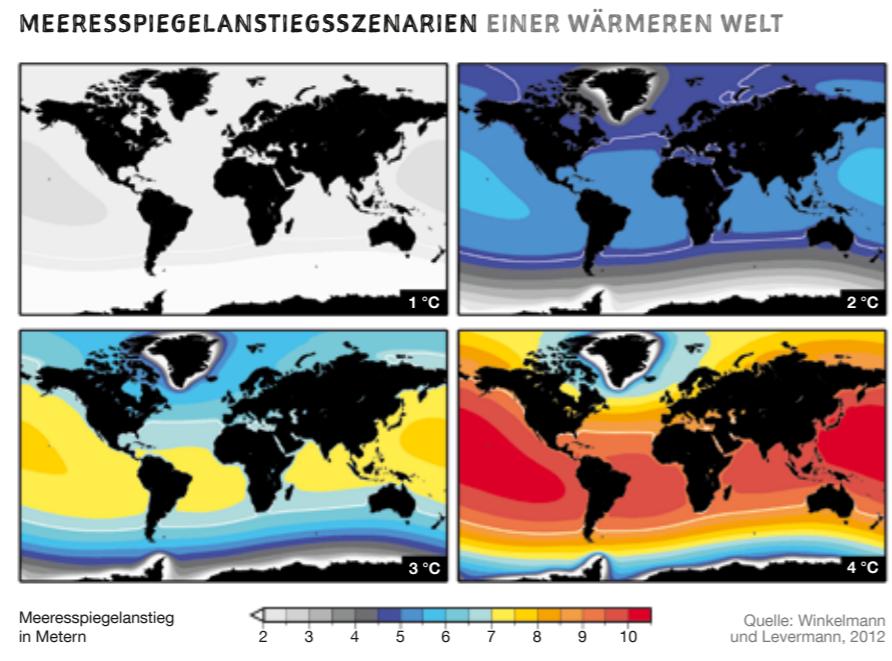
Alle diese Veränderungen haben immer auch Folgen für die Fischerei und somit für Ernährungssicherheit und Wirtschaft.

... zu hoch ...

Zwischen 1995 und 2023 ist der Meeresspiegel im weltweiten Durchschnitt um 11 Zentimeter angestiegen, seit 1901 um 20 Zentimeter. Der jährliche Anstieg beträgt derzeit knapp 4 Millimeter. Ursächlich für diesen Prozess ist einerseits der verstärkte Zufluss von Schmelzwässern ehemaliger Gletscher und polarer Eisflächen und andererseits die physikalisch bedingte Ausdehnung des Wasserkörpers infolge der Erwärmung der Ozeane. Beide Ursachen tragen jeweils etwa zur Hälfte zum Anstieg des Meeresspiegels bei.

MEERESSPIEGELANSTIEG

Wenngleich diese Werte jährlich nur geringe Veränderungen mit sich bringen, liegt die Bedrohung in der als sicher geltenden sehr langen Entwicklung, die zweifelsohne begonnen hat und nicht mehr aufzuhalten sein wird. Bis Ende des 21. Jahrhunderts erwartet der Weltklimarat (IPCC) laut dem aktuellen Sachstandsbericht einen Anstieg um einen Betrag zwischen 28 und 55 Zentimetern, vorausgesetzt, der weitere Ausstoß klimaschädlicher Treibhausgase wird gestoppt. Nimmt dieser jedoch



weiter zu, dann erwartet der IPCC einen Anstieg des Meeresspiegels zwischen 63 und 101 Zentimetern. Da die Dynamik der erwarteten Schmelzprozesse nicht

vollständig vorausgesehen werden kann, werden auch mögliche Szenarien von bis zu 2 Metern Meeresspiegelanstieg bis 2100 und bis zu 5 Metern bis 2150



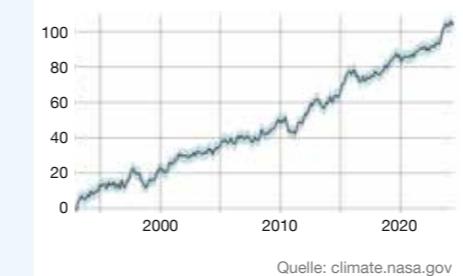
Die Republik Vanuatu im Südpazifik ist in besonderem Maße durch den Anstieg des Meeresspiegels und die dadurch bedingte Küstenerosion betroffen, so auch dieser Strand der Kakula-Insel des pazifischen Inselstaats.



Im Oktober 2018 stand der Markusplatz in Venedig kniehoch unter Wasser. Ein Jahr später, im November 2019, stieg der Wasserstand auf 1,80 Meter und überschwemmte 80 Prozent der Stadt. Venedig zählt zu den am meisten durch Klimawandel gefährdeten Städten Italiens.

für möglich gehalten. Steigen die globalen Durchschnittstemperaturen um 4 bis 5 Grad, ist sogar mit einem Meeresspie-

MEERESSPIEGELANSTIEG IN MM



... zu sauer ...

Der Anstieg der globalen CO₂-Emissionen hat großen Einfluss auf die chemischen Eigenschaften der Meere. Denn steigt der CO₂-Partialdruck der Atmosphäre durch weiter zunehmende Emissionen an und ist der Partialdruck dieses Gases in der Atmosphäre höher als der im Meer, nimmt das Meerwasser im Zuge des natürlichen Gleichgewichtsstrebens CO₂ aus der At-

mosphäre auf. Das im Meerwasser gelöste Kohlenstoffdioxid lässt eine schwache Säure entstehen: Kohlensäure. Die Intensität dieses Prozesses ist von der gegebenen Temperatur abhängig. Dabei gilt: Je kälter das Meerwasser, desto mehr CO₂ kann darin gelöst werden beziehungsweise je wärmer das Meerwasser, desto weniger CO₂ kann darin gelöst werden.

Diesen natürlichen Ausgleichsprozess unterschiedlicher Partialdrücke kann man im Alltag beim Öffnen einer Sprudelflasche beobachten. In der geschlossenen Flasche ist CO₂ im Mineralwasser gelöst und steht unter einem bestimmten Druck. Öffnet man die Flasche, dann entweicht Kohlenstoffdioxid aus dem Sprudelwasser, da im Sprudelwasser ein höherer Par-

und Alltagsleben von Millionen Menschen eingreifen wird. Am stärksten betroffen werden die kleinen Inselstaaten im südlichen und südwestlichen Pazifik sein. Aber auch den Küstenregionen Norddeutschlands, der Niederlande, der Ostküste der USA oder weiten Teilen von Bangladesch stehen massive Veränderungen bevor.

KLICKTIPP
Interaktive Weltkarte
zu unterschiedlichem
Meeresspiegelanstieg



tialdruck als in der Umgebungsluft des Raums gegeben ist. Das Zischen hält so lange an, bis der Partialdruck des CO_2 in der Zimmerluft und der im Mineralwasser ausgeglichen sind.

Da der CO_2 -Partialdruck der Atmosphäre höher ist als jener der Meere, läuft dieser Prozess über den Meeren umgekehrt ab. So nehmen sie jedes Jahr mehr als 2 Gigatonnen anthropogen verursachtes Kohlenstoffdioxid auf und sind zu der größten CO_2 -Senke im System Erde geworden. Seit Beginn der Industrialisierung nahm der Säuregehalt an der Oberfläche der Meere um 30 Prozent zu.

FOLGEN DER MEERESVERSAUERUNG

Damit einher geht die Veränderung der chemischen Eigenschaften des natürlicherweise leicht basischen Meerwassers, das einen pH-Wert von 8,2 hat. Denn in



Mitarbeitende eines Forschungsinstituts untersuchen die Versauerung der Meere.

... zu leer ...

Die Unerschöpflichkeit des Fischreichtums der Meere war eine Gewissheit, die bis Anfang des 20. Jahrhunderts galt. Doch seither hat sich die Weltbevölkerung von damals 2 auf heute über 8 Milliarden Menschen vervierfacht und der Anteil derer, die ihren Bedarf an tierischem Eiweiß durch den Verzehr von Fischen decken, ist sogar noch stärker gestiegen.

Längst warnen wissenschaftliche Institute vor der nachhaltigen Schädigung der weltweiten Fischbestände. Denn die heute erreichten Fangmengen der globalen küstennahen Klein- und der das offene Meer befischenden Großfischerei sind seit Jahren größer als in gleicher Zeit natürlich nachgewachsen kann. Dieser Zustand wird als Überfischung bezeichnet.

Diese ist nicht nur ein quantitatives Problem, sondern führt zugleich zur Abnahme der marinen Artenvielfalt und somit auch der Ökosystemdienstleistungen der Meere (siehe Seite 26). Zudem ist davon auszu-

dem Maß, in dem der CO_2 -Anteil an der Atmosphäre und damit auch im Meerwasser steigt, nimmt der pH-Wert des Meerwassers ab. Nach aktuellen Erkenntnissen führte der Anstieg des CO_2 -Anteils der Atmosphäre von 270 ppm des vorindustriellen Zeitalters auf heute 420 ppm zu einer Absenkung des pH-Wertes von 8,2 auf 8,1 um 0,12 Einheiten in Richtung des sauren Milieus. Dieser Prozess wird als Versauerung der Meere bezeichnet. Würde die Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre auf 800 ppm bis zum Jahr 2100 ansteigen, würde der pH-Wert der Meere im Mittel um weitere 0,3 Einheiten sinken.

Die Versauerung der Meere hat weitreichende Folgen für das marine Ökosystem. Denn ein großer Teil der im Laufe der Erdgeschichte entstandenen marinen Lebensformen hat aus Kalkverbindungen bestehende Körperteile. Säuren haben die Eigenschaft, Kalk, in der Fachsprache der Chemie Kalziumcarbonat genannt, aufzulösen. Auch das kennen wir aus dem Haushalt, wo Kalkrückstände etwa in den Leitungsröhrchen der Kaffeemaschine mithilfe von Essig(säure) aufgelöst und somit entfernt werden können.

Versuche, wie lange Organismen mit Kalkskelett wie Muscheln, Korallen oder Seeigeln in einer sauren Umgebung bestehen können, führen zu eindeutigen Erkenntnissen. Nach wenigen Wochen haben sich diese weitgehend aufgelöst.

BEDROHTE NAHRUNGSKETTE

Da zunehmend saurere Meere nicht nur bestehende Kalkskelette auflösen, sondern auch die Bildung neuer verhindern würden, würde eine unbremst fortschreitende Versauerung der Meere zur massiven Veränderung des marinen Lebens führen. Insbesondere wären sowohl tierisches als auch pflanzliches Plankton, also der Beginn der Nahrungskette, stark betroffen.

Diese Gefahr besteht jedoch erst in späteren Jahrhunderten. Selbst wenn das oben skizzierte Szenario einer CO_2 -Belastung der Atmosphäre mit 800 ppm CO_2 und dem daraus resultierenden Absinken des pH-Wertes um weitere 0,3 Einheiten eintreten würde, wäre das Meerwasser chemisch gesehen immer noch im basischen und noch nicht im sauren Milieu. Aber auch hier gilt, dass aufgrund der Trägheit eines so gewaltigen Systems wie dem Meer diese Veränderungen auf lange Zeit nicht umgekehrt werden können. Daher gilt es, frühzeitig gegenzusteuern.

KLICKTIPP

[Video zur Ozeanversauerung: Eine Lebensgemeinschaft in Auflösung](#)



gehen, dass die von der UN-Organisation für Ernährung und Landwirtschaft (FAO) erhobenen Fangzahlen in Wirklichkeit um bis zu 30 Prozent höher liegen könnten. In jedem Fall ist festzustellen, dass die Meere infolge des starken Anstiegs der globalen Fischerei zwischen 1950 und 1990 von etwa 20 auf 80 Millionen Tonnen pro Jahr

und dem seitherigen Verharren auf diesem hohen Niveau tendenziell immer leerer werden.

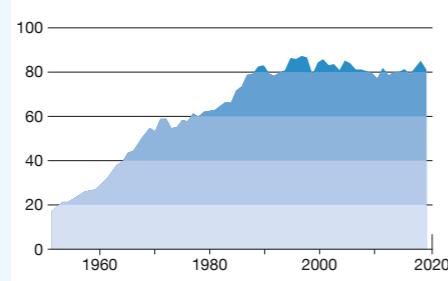
ZERSTÖRERISCHE FANGMETHODEN

Die bereits angesprochenen Folgen für die Artenvielfalt werden dabei nicht nur durch die Dezimierung verschiedener Arten verursacht, sondern auch durch die Art der Fischerei. So richten das illegale Dynamitfischen und der Einsatz der ebenfalls in vielen Regionen verwendeten Grundsleppnetze massive Zerstörungen lokaler mariner Ökosysteme an.

Die Art der eingesetzten Netze trägt zudem zur Gefährdung der Fischbestände bei. Sind die Netze zu engmaschig, werden zu viele Jungtiere entnommen, die somit nicht mehr für den Fortbestand der Population sorgen können.

Zugleich ist der Anteil an Beifang, also an ins Netz gegangenen, aber nicht gezielt gefischten Arten, riesig und trägt massiv

FISCHFANG AUS SEEFISCHEREI IN MIO TONNEN



Die Besatzung des industriellen Fischereischiffs *Larche* fischt in einem Meeresschutzgebiet im Ärmelkanal, was Greenpeace mit diesem Foto dokumentiert hat.

... zu verschmutzt ...

Die Meere sind nicht nur die größte CO_2 -Senke im System Erde, sondern auch die größte Müllkippe der Menschheit. Infolgedessen ergeben sich massive Verschmutzungen und daraus resultierende fatale Auswirkungen für die marine Flora und Fauna sowie für uns selbst. Ursachen und Art dieser global zu beobachtenden Verschmutzung der Meere sind dabei sehr unterschiedlich.

ABWASSER: ENDSTATION MEER

Weltweit werden weniger als 10 Prozent aller kommunalen Abwässer geklärt, der Rest wird über die natürlichen Gewässer, also über Bäche und Flüsse, letztendlich in die Meere entsorgt. So gelangen vielfältige Haushaltschemikalien wie Rückstände von Putz-, Spül- und Waschmitteln, Kosmetika, Medikamente einschließlich Antibiotika, Mikroplastik aus den Waschprozessen unserer Kleidung sowie Fäkalien in die Meere. Auch wenn manche dieser Wasch- und Putzmittel mittlerweile auf biologisch abbaubaren Tensiden basieren, ist dies im weltweiten Maßstab noch immer der geringere Anteil, mit entsprechenden Folgen für die Umwelt.

Neben den Haushalten sind es vor allem industrielle Abwässer, die von Betreibern und Produktionsstätten in die natürlichen Fließgewässer eingeleitet und letztlich ins Meer verfrachtet werden. Darunter finden sich ebenfalls Tenside, vor allem aber Öle, Schmier- und Lösungsmittel.

zur Dezimierung der marinen Artenvielfalt bei. Oftmals werden die als Beifang verendeten Meereslebewesen dann als Fischereiabfall zurück ins Meer geworfen.

Seit den 1990er-Jahren ist zu beobachten, dass die weltweiten jährlichen Fangmengen bei etwa 80 Millionen Tonnen pro Jahr stagnieren. Diese Tatsache wird weniger als Ergebnis der selbst auferlegten Begrenzung in Form von jährlich neu festzulegenden Fangquoten interpretiert, sondern vielmehr als Ausdruck geringerer Verfügbarkeiten infolge der bereits eingetretenen Überfischung der Weltmeere.

Als in besonderer Maß überfischt gelten dabei die Ostsee, das Mittelmeer und das Schwarze Meer. Entsprechend schnell wächst die Liste der gefährdeten Arten. Der zu Beginn des 20. Jahrhunderts noch als Massenfisch geltende Dorsch könnte ohne Schutzmaßnahmen bald aus der Ostsee verschwunden sein.

werden die im Meer treibenden Plastikteile zu Mikroplastik zerkleinert und verändern sich zugleich zu toxischen Fallen, da sie hochgiftige Stoffe wie DDT an sich binden.

Man geht davon aus, dass Kunststoffe nicht vollständig durch Mikroorganismen zersetzt werden können. Folglich werden Mikroplastikpartikel zwar kontinuierlich kleiner, nicht aber vollständig abgebaut. Das bedeutet, dass alles Plastik, das seit der Entwicklung der ersten Kunststoffe Ende des 19. Jahrhunderts in die Meere entsorgt wurde, noch immer dort ist.

Zu etwa 80 Prozent sinken die Plastikabfälle auf den Meeresboden ab, bis zu den tiefsten Stellen der Meere. So wurde 2018 in fast 11.000 Metern Tiefe im Marianengraben eine Plastiktüte gefunden. Der an der Meeresoberfläche treibende Teil der Plastikabfälle nimmt die Konsistenz einer Müllsuppe mit größeren und kleineren Tei-



Die Mikroplastikverschmutzung betrifft Meere und Strände weltweit.



Plastikmüll ist längst in den entlegensten Regionen der Welt angekommen. Dieser junge Eisbär spielt mit einer Plastikflasche an der Küste der zu Norwegen gehörenden arktischen Insel Spitzbergen. Glücklicherweise hat er nicht versucht, das Plastik zu verschlucken.

len an, die überwiegend in den obersten 10 Metern treiben. Ein Teil des Plastikmülls wird von den großen Meeresströmungen zu riesigen, die Dimensionen von Kontinenten annehmenden Müllstrudeln wie dem Great Pacific Garbage Patch im nordöstlichen Pazifik konzentriert. Ein anderer Teil verteilt sich aber auch in alle Weltregionen und an alle Küsten.

So entdeckte ein neuseeländisch-australisches Forschungsteam 37 Millionen Stücke Plastikabfall, von Zahnbürsten und Badeschläppen bis hin zu Fischerbojen und Gartenstuhlresten, am Strand von Henderson Island inmitten des Pazifiks.

Die kleinen und großen Plastikabfälle schaden Meerestieren auf unterschiedlichste Weise. Immer wieder werden Meerestiere gefunden, die sich in Resten von Fischernetzen verhedderten oder in Plastikverpackungen hineinwuchsen und vollkommen deformiert wurden.

Zugleich nehmen Seevögel im Meer treibende Kleinteile als vermeintliche Nahrung auf und somit auch hochgiftige Chemikalien. Die Tiere können diese Plastikteile weder verdauen noch ausscheiden. So sammeln sich in den Mägen der

Vögel immer größere Plastikmengen an. Die Aufnahmekapazität für wirkliche Nahrung wird dadurch immer geringer, sodass viele Tiere letztlich verhungern. Das gilt für Albatrosse und andere Seevögel ebenso wie für Fische bis hin zu Walen, in deren Mägen schon bis zu 100 Kilogramm Plastikmüll gefunden wurden.

Kleinere Plastikteile und Mikroplastik werden von Kleinstlebewesen aufgenommen, geraten so in die Nahrungskette und letztlich auf unsere Teller. Wenig überraschend wurde bereits 2018 Mikroplastik erstmals in Stuhlproben von Menschen nachgewiesen. 2022 wiesen Forschende der Universität Amsterdam erstmals Mikroplastik in menschlichem Blut nach.

GEFAHRSTOFFEINTRAG INS MEER

Eine besonders verheerende Praxis besteht in der Entsorgung atomarer Abfälle in die Meere. Beispiele hierfür sind die Versenkung atomgetriebener U-Boote, die Einleitung nuklear belasteter Kühlwasser aus küstennahen Atomkraftwerken, in Fässer verpackte Reste von Brennstäben oder des atomaren Niederschlags durch Tests mit Atombomben, wie es insbesondere im Südpazifik von den USA, Frankreich und Großbritannien lange praktiziert wurde.

Auch die vielfach als Lösung der Überfischung der Ozeane gewerteten Fischfarmen in Küstengewässern, die so genannten Aquakulturen, tragen zur Ver-

schmutzung der Meere bei. Denn um den Ausbruch von Krankheiten unter den eng zusammengepferchten Lachsen und anderen begehrten Speisefischen zu vermeiden, werden große Mengen an Antibiotika in die Netzkäfige geschüttet, die sich von da aus in den Fjorden und anderen Küstenregionen verbreiten. Hinzu kommt, dass sich unter den Aquakulturnetzen riesige Mengen an Exkrementen ansammeln, die ihrerseits das lokale Ökosystem negativ beeinträchtigen.

Ähnliche Beobachtungen sind vielerorts auch aufgrund ausgedehnter Shrimp-Farmen entlang tropischer Küsten Südostasiens zu beobachten. Zudem führen auch überschüssige Düngerrückstände aus der Landwirtschaft zum erhöhten Nitrateintrag in die Meere. Dies führte unter anderem zum Absterben von bis zu 80 Prozent der natürlichen Seegrassvorkommen.

UMWELTBELASTUNG KREUZFAHRT

Eine erst in jüngster Zeit in den Blick genommene Quelle von Meeresverschmutzung stellen die immer größer werdenden Kreuzfahrtschiffe dar. Die mehrere Hundert Meter langen Schiffe werden meist mit Schweröl betrieben und belasten Umwelt und Klima mit hohen Ruß- und CO₂-Emissionen. Auch das Ablassen des Poolwassers mit hohen Konzentrationen an Sonnencremerückständen schädigt nachweislich marine Organismen.

... und zu laut!

Entlang der großen Hauptschiffahrtsrouten, etwa von Shanghai nach Hamburg durch das Südchinesische Meer, in der Straße von Malakka, im nördlichen Indischen Ozean, im Roten Meer, im Mittelmeer und im Ostatlantik, werden durchgehend Lautstärken von 100 bis 110 Dezibel gemessen. Das entspricht der Lautstärke eines Presslufthammers in einer Distanz von bis zu 7 Metern.

Für andere Routen, etwa über den Nordatlantik oder rund um Afrika, ist die Lärmbelästigung zwar etwas geringer, erreicht aber auch hier Werte von 90 Dezibel, was der Lautstärke eines Güterzuges entspricht, der in 25 Metern Entfernung mit 100 Stundenkilometern vorbeifährt. Die hohe Schiffs frequenz von etwa 500 Containerschiffen und Tankern, die ständig hintereinander auf dieser Strecke unterwegs sind, führt dazu, dass diese permanente Lärmbelastung zu keinem Zeitpunkt unterbrochen wird.

In den sehr stark befahrenen Küstenregionen Europas und Ostasiens führte die enorme Ausweitung der Transportschifffahrt dazu, dass sich die Lärmbelastung seit den 1950er-Jahren etwa alle zehn Jahre verdoppelt hat, wie Ocean Care ermittelte. Zudem führen die tiefen Frequenzen der Motorengeräusche dazu, dass sie bis in große Tiefen der Meere reichen.

SCHALLKANONEN UNTER WASSER

Auch von Erdölexplorationsteams ausgelöste Sprengungen führen vielerorts und



Für die Suche nach Erdöl- und Erdgasvorkommen unter dem Meeresboden werden Schallkanonen genutzt. Diese Technik hat äußerst negative Auswirkungen auf die marine Tierwelt.

häufig zu extremer zusätzlicher Lärmbelastung in den Ozeanen. Mithilfe des so genannten *seismic blasting* werden durch

Explosionen unter der Wasseroberfläche ausgelöste Schallwellen in den geologischen Untergrund geschickt. Die von den Gesteinsschichten reflektierten Schallwellen werden dann von Sensoren aufgefangen und dokumentiert. Anhand der sich ergebenden Bilder, die den reflektierten Schall sichtbar machen, können Fachleute Öl oder Gasvorkommen unter dem Meeresboden identifizieren. Die Schallkanonen lösen in der Regel alle 10 Sekunden aus und sind 24 Stunden, 7 Tage die Woche, in Betrieb.

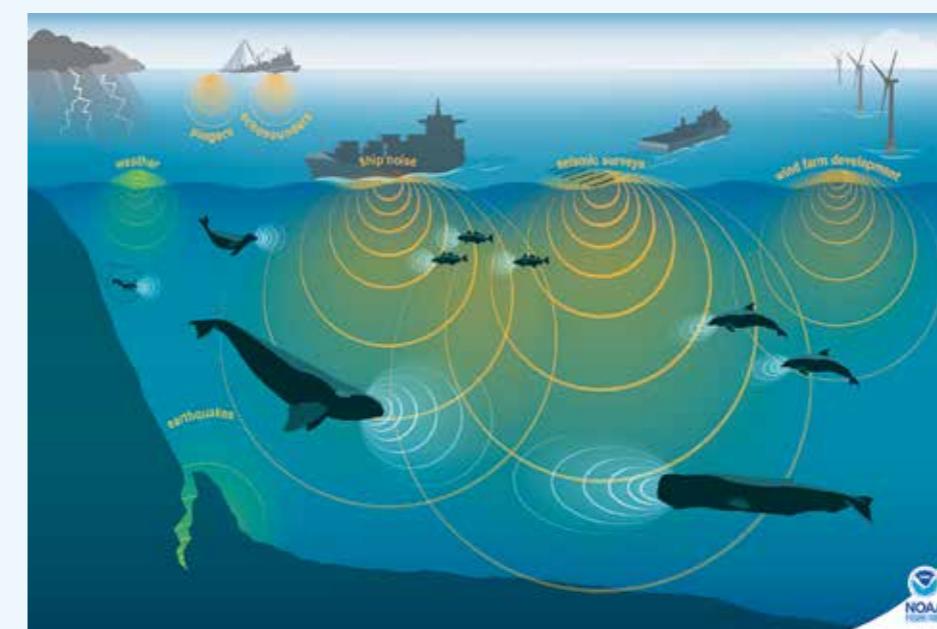
LÄRM MIT FOLGEN

Die von Schiffsmotoren ausgehenden Schallwellen überlagern sich mit den Orientierungsrufen der großen Meeressäuger, also insbesondere der Wale und Delfine. Dies führt dazu, dass die Kommunikation zwischen den Tieren gestört wird und sie ihre Orientierung verlieren. Dieser Effekt ist insofern fatal, als die Kommunikation unter den Tieren ein wichtiges Instrument bei ihrer Nahrungssuche ist.

Die Konsequenzen der akustischen Realität für Meereslebewesen sind vielfältig – und immer negativ.

Gefahr von vielen Seiten

Diese zusammenwirkenden und sich teils gegenseitig verstärkenden negativen Entwicklungen zeigen, wie bedrohlich die Lage für die Meere und damit für das gesamte System Erde geworden ist.



Die Grafik veranschaulicht die Verhältnisse zwischen natürlichen Geräuschen im Meer, wie etwa den Rufen der Wale oder Gewittern, und menschengemachten Geräuschen.



AUFGABE

Erstellt gemeinsam ein umfassendes Wirkungsgefüge zur Gefährdung der Meere.



KLIKTIPP
Dossier: Müllstrudel im Meer



von Meereswissenschaft zu Meerespolitik

Seit Tausenden von Jahren befahren Menschen die Meere. Anfangs bewegten sie sich nur im Küstenbereich, später auch über größere Distanzen, bis schließlich Anfang des 16. Jahrhunderts die erste Weltumsegelung gelang. Ungeachtet dieser Erfolgsgeschichte hatten sie keinerlei Kenntnisse davon, was sich unter dem Meeresspiegel befand. Erst im 19. Jahrhundert wollten es manche Gelehrte genauer wissen.



Mit dieser im Original schwarz-weißen Illustration teilte der Jesuit Athanasius Kircher in seinem Buch „Mundus Subterraneus“ (1664) seine Vorstellung vom Inneren der Erde.

Das, was die Menschen bis dahin interessierte, war lediglich, ob hinreichend Wasser unter dem Kiel der Schiffe war, sodass die Gefahr des Auflaufens auf einem Riff oder einer Sandbank gebannt werden konnte. Diese Sicherheit konnten sie durch einfache Fadenmessungen garantieren, indem sie eine mit einem Senkblei versehene Schnur ins Wasser ließen, nicht um den

Grund zu erreichen, sondern um festzustellen, ob die Meerestiefe sicher bis unter den tiefsten Punkt ihres Schiffes reichte. Das Meer stellte man sich als unendlich tief vor – das reichte lange Zeit aus.

MUNDUS SUBTERRANEUS

Einen Anfang machte der Jesuitenpater Athanasius Kircher. Er befasste sich mit der

„unterirdischen Welt“, der „mundus subterraneus“. Das gleichnamige Werk von 1664 schloss auch Fragen rund um die Ozeane mit ein. Dabei stellte Kircher sich vor, dass es auch tief im Erdinneren weitere Ozeane gäbe, die durch große Flüsse gespeist würden und untereinander verbunden wären. Diese Vorstellung hielt sich bis ins 19. Jahrhundert, ehe aus einem ganz anderen Interesse heraus plötzlich Kenntnisse über die Gestalt des Meeresbodens erforderlich wurden.

NEUE FORSCHUNGSFRAGEN

Dieses andere Interesse war 1858 die Verlegung der ersten von Irland ins ostkanadische Neufundland reichenden Unterseekabel für die kurz zuvor entwickelte Telegraphie. Um dieses gewaltige Projekt erfolgreich durchführen zu können, bedurfte es konkreter Informationen über die Tiefen des Nordatlantiks sowie der Gestalt des dortigen Meeresbodens. Man verfügte bereits über einige mit dem Bleilot durchgeführte Messdaten, die zufälligerweise alle in etwa gleiche Tiefen zeigten. Daher stellte man sich den Meeresboden als eine ungegliederte Ebene aus Sand vor, der man den programmatischen Namen „Telegraph Plateau“ gab. Doch als die Verlegung des Seekabels begann, wurde sehr schnell klar, dass der Meeresboden sehr viel größere Unebenheiten aufweisen musste, denn es wurde mehr Kabel als erwartet benötigt und es kam immer wieder zu Beschädigungen und sogar Abrissen.

Die Vermessung der Ozeane

Die genauere Vermessung der Ozeanböden anhand systematischer Echolotmessungen erfolgte erst in den 1870er-Jahren, nachdem die Echolottechnik, also die Tiefenmessung mittels reflektierten Schalls,

deutlich verbessert worden war und im Zuge der britischen Challenger-Expedition zum Einsatz kam. Im Rahmen dieser Forschungsfahrt wurde 1875 erstmals ein Tiefseegraben, das „Challenger-Tief“, mit



Diese Karte des Atlantiks aus dem Jahr 1858 zeigt den Verlauf des Telegraphie-Unterwasserkabels zwischen Nordamerika und Europa. Eine Besonderheit ist die Darstellung der Konturen des Unterseereliefs sowie der mit Echolot bestimmten Meerestiefen.

werden. Der Untergang der *Titanic* am 14. April 1912 und die Zerstörung der *Lusitania* am 7. Mai 1915 führten dazu, dass die Versicherungsbranche mehr Sicherheit durch vertikal wie horizontal einsetzbare Echolotgeräte verlangte. Um dieser Forderung gerecht zu werden, wurde die

Echolottechnik weiterentwickelt bis hin zu der heute verwendete Sonar-technik, die sich allerdings auf dasselbe Prinzip gründet. So wurden in den 1920er-Jahren insgesamt dreizehn systematische und parallel zueinander verlaufende Messfahrten durch den Südatlantik durchgeführt. Die

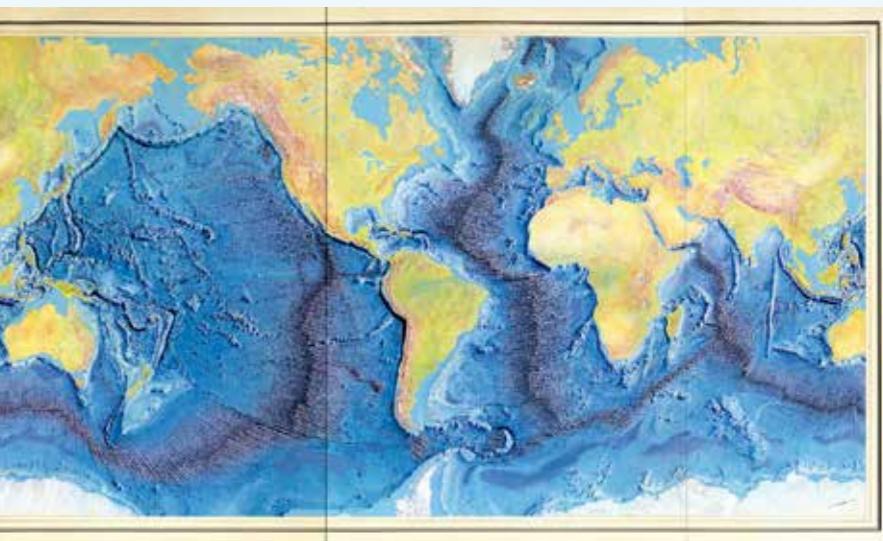
Zusammenschau dieser Messergebnisse ließ die Grundstrukturen des Atlantikbodens klar erkennen: Ausgehend von einem zentral gelegenen mittelatlantischen Rücken erstrecken sich spiegelbildlich angeordnete, gleich aussehende Reliefverläufe nach Westen wie nach Osten.

Meilensteine der Ozeanographie

Die Klarheit und Symmetrie dieser wissenschaftlichen Erkenntnisse trug entscheidend zur Überwindung der Theorie der driftenden Kontinente des deutschen Wissenschaftlers Alfred Wegener bei und war ein erster großer Schritt hin zur Theorie der Plattentektonik, mit der wir heute die Mehrzahl aller geologischen Prozesse an Land und am Meeresboden erklären.

Seit den 1950er-Jahren konzentrierte sich die Forschung massiv auf die flächen-deckende Vermessung aller Ozeanböden. Auf dieser Grundlage konnte 1959 mit der Karte des Nordatlantiks der erste Teil eines Weltprojektes realisiert werden, gefolgt von den Karten zum Süd- und damit zum gesamten Atlantik (1961), zum Indik (1964) und schließlich zum Pazifik (1977).

Die erste Weltkarte der Ozeanböden konnte noch im selben Jahr in der Zeitschrift *National Geographic* veröffentlicht werden. In dieser Zeit wurde die Witjastiefe mit einer Meerestiefe von etwas über



Diese topographische Weltkarte aus dem Jahr 1977 zeigte erstmals die mittel-ozeanischen Rücken aller Weltmeere und half, das Konzept der Plattentektonik zu erklären.

11.000 Metern als tiefster Punkt der Mee-re identifiziert. 2019 wurde dies jedoch korrigiert, sodass nun eine maximale Tiefe

von 10.928 Metern, die Challenger-tiefe, als Rekordmarke gilt. Auch das Bemühen, die Meeresströmungen zu verstehen,

setzte bereits in den 1860er-Jahren ein. In dieser Zeit veranlasste Georg Neumayer Hunderte von Kapitäninnen und Kapitänen, gezielt leere, gut verschlossene Flaschen im Rahmen ihrer Handels- oder Marinefahrten über Bord zu werfen. In diesen Flaschen befanden sich vorgefertigte Formulare und die Aufforderung an die Findenden, Herrn Neumayer Zeitpunkt und Ort der aufgefundenen Flaschenpost mitzuteilen. Die so im Verlauf eines Jahrzehnts zusammengestellten Daten lieferen neben der konkreten Erfahrung der Seeleute wichtige Informationen zum Verständnis der Meeresströmungen.

Heutige Forschungsfragen

Das submarine Relief war zum Ende der 1970er-Jahre klar erkennbar und bot die Grundlage zur Verfeinerung der Theorie der Plattentektonik, um weltweit Erdbeben, Vulkanausbrüche und erdgeschichtliche Zusammenhänge zu verstehen. In der Folge verlagerte sich der Forschungsschwerpunkt auf Bereiche, die auch im Rahmen des den Meeren gewidmeten „Wissenschaftsjahrs 2016/17“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) zum Ausdruck kamen. Aktuell stehen diese Fragen im Fokus:

- Wie viele und welche Arten leben in den Ozeanen, insbesondere in der Tiefsee?
- Wie funktionieren marine Ökosysteme?
- Welche Bedeutung haben die Ozeane für das Klimasystem?
- Wie kann die Energie der Wellenbewegungen und/oder der Meeresströmungen genutzt werden?
- Wird der Golf- bzw. der Nordatlantikstrom versiegen?
- Welche Faktoren befördern dessen Abschwächung?
- Welche Ernährungspotenziale haben die Meere und wie lassen sie sich erhalten?
- Welche weiteren Rohstoffe können wie aus dem Meer gewonnen werden?
- Welche neuen Welthandelsrouten ergeben sich infolge der zunehmenden Eisfreiheit der Arktis?

Elisabeth Mann Borgese – ein Leben für den Schutz der Meere



Elisabeth Mann Borgese

Die Wissenschaftlerin Elisabeth Mann Borgese (1908–2002), Tochter des deutschen Autors Thomas Mann und seiner Frau Katia, wurde von ihren Wegbegleitern mit Blick auf ihr Lebenswerk

auch als „mother of the oceans“ – Mutter der Ozeane – bezeichnet. Die fortschreitende technische Entwicklung leistungsfähiger Unterwasserfahrzeuge durch den Tauchpionier Jacques-Yves Cousteau in den 1940er-Jahren erweiterte zunehmend auch die Kenntnis über marine Ökosysteme. Diese wurden von Elisabeth Mann Borgese genau in den Blick genommen: 1986 legte sie dem von ihr mitgegründeten Club of Rome einen ersten Bericht mit dem Titel „Die Zukunft der Weltmeere“ vor.

Elisabeth Mann Borgese sah die Meere bereits zu dieser Zeit als gefährdet an und verband das Schicksal der Ozeane eng mit dem Schicksal der Menschheit. Ihr berühmtestes Zitat lautet: „Wir müssen die Ozeane retten, wenn wir uns selbst retten wollen.“

Elisabeth Mann Borgese hat die große Bedeutung der Meere für das gesamte System Erde als eine der Ersten erkannt. Dabei war sie nicht nur als Meeresschüt-

zerin und Verfechterin einer auf Nachhaltigkeit ausgelegten Nutzung mariner Ressourcen aktiv, sondern vor allem bestrebt, den bis dato geltenden Status der Meere als rechtsfreien Raum durch ein international gültiges Recht für die Meere zu überwinden. Dazu legte sie eine eigene Seerechtskonvention vor, initiierte die ersten „Pacem in Maribus“-Konferenzen, gründete das International Ocean Institute auf Malta und die wissenschaftliche Zeitschrift *Ocean Yearbook*.

Ihre Arbeit hat 1982 maßgeblich zum internationalen Seerechtsübereinkommen UNCLOS und später zur Gründung des Internationalen Seegerichtshofs ITLOS im Jahr 1996 beigetragen.

Elisabeth Mann Borgese starb im Jahr 2002. Ihre Arbeit prägt unser Verständnis der Meere als schützenswertes und überlebenswichtiges Gemeingut bis heute.

Sehr viel genauer wurden die Meeresströmungen dann weit über einhundert Jahre später verstanden, weil sich eine völlig unerwartete Datenquelle auftat: Als zu Beginn des Jahres 1992 ein unter griechischer Flagge fahrender Frachter auf seinem Weg von Hongkong nach Tacoma an der Westküste der USA in schwere See geriet, verlor er drei Container. Der Zufall wollte es, dass die Ladung eines dieser Container aus kleinen Badewannenentchen und ähnlichen Figuren bestand. Sie gingen allesamt nicht unter, sondern reisten als „friendly floaties“, wie sie fortan genannt wurden, rund um die Welt.

Angetrieben von den Meeresströmungen tauchten sie in den nachfolgenden 15 Jahren weltweit an nahezu allen Küsten wieder auf. Dieser Zufall verbesserte nicht nur das Verständnis von Beständigkeit und Geschwindigkeit, Richtung und Variationen der Meeresströmungen, sondern entsprach zugleich der Lagrange-Methode zur Erfassung von Meeresströmungen durch die Beobachtung von Tracern.

Demgegenüber steht das Euler-Verfahren, bei der eine Boje ortsfest verankert und die vorbeifließende Strömung gemessen wird. Beide Methoden werden längst satellitengestützt durchgeführt.

DAS UN-ABKOMMEN ZUM SCHUTZ DER HOHEN SEE



Erfolgreiche Diplomatie für die Weltmeere

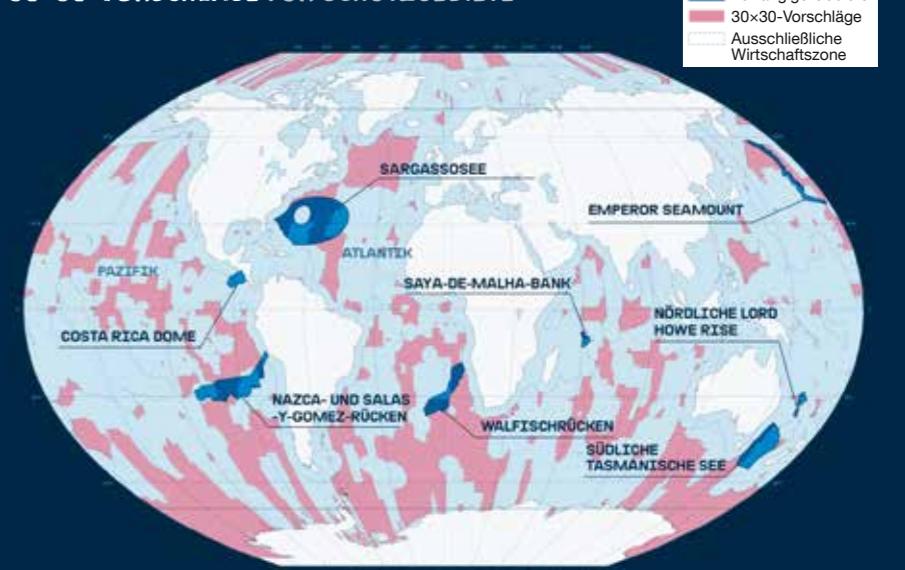
Am 4. März 2023 einigten sich die Vertragsstaaten der Vereinten Nationen in New York auf ein Hochseeschutzabkommen. Das Abkommen gilt als großer Erfolg und historischer Meilenstein für den Schutz der Meere, insbesondere der Hohen See.

Auf Grundlage des Abkommens kann die UN nun ein globales Netzwerk aus Schutzgebieten im Sinne des sogenannten 30x30-Ziels errichten, das bereits im Jahr 2022 von der Weltnatukonferenz im kanadischen Montreal beschlossen wurde. Laut diesem Ziel sollen bis 2030 mindestens 30 Prozent der Weltmeere als Schutzgebiete ausgewiesen sein.

Hochseeschutzgebiete sind essenziell für Schutz und Erholung der marinen Tier- und Pflanzenwelt und stärken die Widerstandsfähigkeit der Meere. So tragen sie auch zur Sicherung der Nahrungsversorgung von Milliarden Menschen weltweit bei.

Im Jahr 2019 veröffentlichten Forschende einen Vorschlag für ein klimaresistentes, weltumspannendes Schutzgebietssystem. Darin identifizierten sie mehrere Gebiete mit außerordentlicher Bedeutung für die Tier- und Pflanzenwelt,

30x30-VORSCHLÄGE FÜR SCHUTZGEBIETE



Quelle: 30x30: A Blueprint for Ocean Protection; Greenpeace, University of Oxford, University of York; 2019

Mit dem Vorschlag von Greenpeace und den Universitäten Oxford und York für vernetzte Meeresschutzgebiete könnten bis 2030 30 Prozent der Ozeane geschützt werden.

die sich für eine schnelle Ausweisung als Schutzgebiete gemäß dem Hochseeschutzabkommen eignen. Für die Umsetzung ist jetzt der schnelle Aufbau der

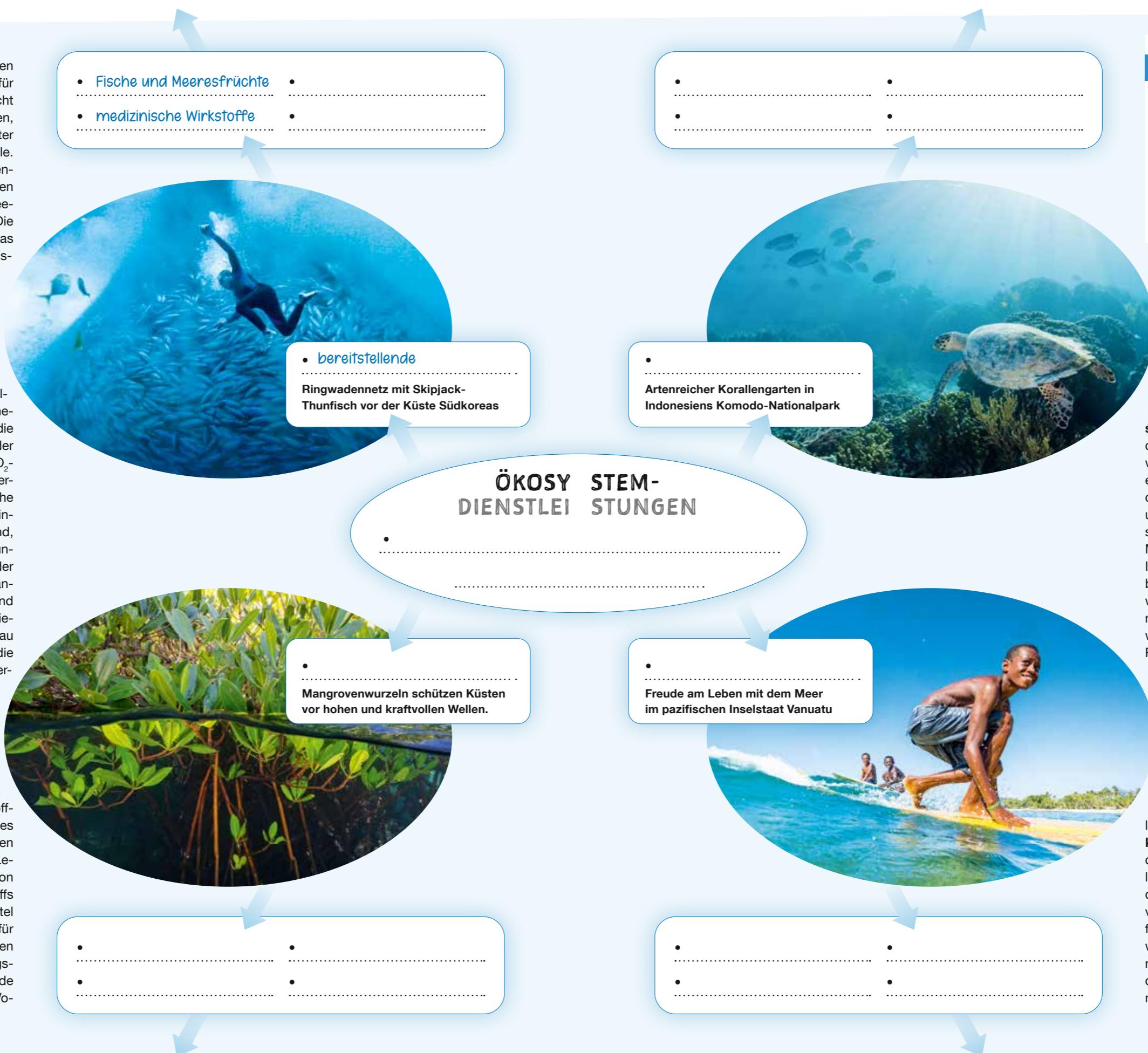
ausführenden Funktionen des Hochseeschutzabkommens entscheidend – zum Beispiel einer Konferenz der Vertragsparteien und eines Sekretariats.

WARUM IST DIE ZERSTÖRUNG DER MEERE SO GEFÄHRLICH?

Die Meere leisten einen fundamentalen Beitrag zum System Erde und damit für das Leben der Menschen. Das gilt nicht nur für die etwa 3,6 Milliarden Menschen, die weltweit nicht weiter als 60 Kilometer vom Meer entfernt leben, sondern für alle. Denn die Meere versorgen auch die Menschen, die weit entfernt von den Küsten leben, mit weit mehr als nur Fischen, Meeresfrüchten und erneuerbarer Energie. Die Summe all dessen, was die Meere für das System Erde und somit auch für uns leisten, wird als Ökosystemdienstleistungen oder verkürzt als Ökosystemleistungen bezeichnet. Sie lassen sich in vier Bereiche gliedern.

So bieten die Meere wichtige **regulierende Ökosystemdienstleistungen** im System Erde. Sie regulieren den Erhalt der Luftqualität durch die Bereitstellung von Sauerstoff aus der Photosynthese von Algen für die Atmosphäre und die Aufnahme von Kohlenstoffdioxid aus der Atmosphäre, womit sie zur größten CO₂-Senke werden und den Klimawandel verzögern. Auch mit Blick auf die ungleiche Energieverteilung durch die Sonneneinstrahlung wirken die Meere regulierend, indem warme und kalte Meeresströmungen ununterbrochen zum Ausgleich der regional unterschiedlichen Energiebilanzen beitragen. Dünen, Korallenbänke und Mangrovenwälder schützen und regulieren die Küstenverläufe. Durch den Abbau von Nähr- und Schadstoffen wirken die Meere positiv regulierend auf die Wasserreinhaltung.

Ergänzend dazu bieten die Meere auch **unterstützende Ökosystemdienstleistungen** an. Diese sind die Grundlage aller anderen Ökosystemdienstleistungen. Dazu zählen zunächst die Primärproduktion von Biomasse, funktionierende Nährstoffkreisläufe sowie der Fortbestand des globalen Wasserkreislaufs. Des Weiteren gehört die Aufrechterhaltung globaler Lebensräume durch die Bereitstellung von etwa 50 Prozent des globalen Sauerstoffs sowie verschiedenster Nahrungsmittel dazu. All dies ist wiederum Grundlage für die schier unendliche Artenvielfalt in den Meeren und den Erhalt der Nahrungsnetzdynämk, also für funktionierende Raubtier-Beutetier-Beziehungen als Vo-



AUFGABEN

- Erkläre den Begriff Ökosystemdienstleistungen.
- Erstelle eine Übersicht der verschiedenen Ökosystemdienstleistungen der Meere.
- Bewerte die Folgen der Zerstörung der Meere für das System Erde sowie für uns Menschen.

raussetzung für intakte Ökosysteme und damit für die Widerstandsfähigkeit der marinen Lebensräume.

Zusätzlich versorgen die Meere Menschen mit Fischen und Meeresfrüchten – für Milliarden Menschen die wichtigste Proteinquelle, besonders in Ländern des globalen Südens. Dieses sind sogenannte **bereitstellende Ökosystemdienstleistungen**. Dazu zählt auch das unerschöpfliche Reservoir an Trinkwasser (für das das Meerwasser jedoch erst entsalzt werden muss). Zugleich halten die Meere Sande, Kies, aber auch Öl, Gas und Gashydrate bereit. Medizinisch wirksame sowie biochemische Stoffe aus den Meeren werden in der pharmazeutischen Industrie genutzt oder zu Kosmetika verarbeitet. Viele bislang unentdeckte Wirkstoffe werden noch in den Meeren vermutet. Darüber hinaus stellen die Meere Verkehrswege, militärisch nutzbare Flächen sowie Raum für Pipelines und Seekabel zur Verfügung. Die Dynamik der Meere in Gestalt der Gezeiten, der Wellen und der beständigen Winde bildet ein gewaltiges Potenzial an erneuerbarer Energie. Zu den bereitstellenden Ökosystemleistungen zudem auch Muscheln, Perlen und Korallen, die zu Schmuck verarbeitet werden können.

Eine ganz andere, nämlich immaterielle Art der Ökosystemleistungen, sind die **kulturellen Ökosystemdienstleistungen** der Meere. Dazu zählen ihre wissenschaftliche Erforschung, der ästhetische Wert der Meeres- und Küstenlandschaften, die von den Meeren ausgehende Inspiration für Kunst- und Kulturschaffende ebenso wie ihre Erholungsfunktion, ihr spirituell-religiöser Wert sowie das kulturelle Erbe, das für Hunderte von Millionen Menschen mit ihnen verbunden ist.

POLITISCHE MASSNAHMEN: DEUTSCHLAND, EUROPA UND DIE WELT

Den ersten Versuch, ein weltweites Seerecht zu etablieren, unternahm die internationale Gemeinschaft im Jahr 1930. Zwar scheiterte dieser, legte aber wichtige Grundsteine für die 1958 beschlossene Genfer Seerechtskonvention UNCLOS. Seit 1972 ist

die Zahl der nationalen, europäischen und globalen Regelungen zur wirtschaftlichen Nutzung der Meere sowie zum Schutz der marinen Artenvielfalt stark angestiegen. Dennoch zählen die Ozeane heute zu den gefährdetsten Ökosystemen der Welt.

Deutschland



Europa



Eine erste gesetzliche Regelung zum Schutz der Meeresgebiete im Bereich der 200 Seemeilen breiten, küstenparallelen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) erfolgte in Deutschland 1976 im Rahmen des Bundesnaturschutzgesetzes. Seither zielen weitere nationale Gesetze auf die Verbesserung sowie die Vorbeugung einer Verschlechterung der Wasserqualität. Dazu zählt etwa das Verbot der Verklappung von Dünnsäure (1990) oder der Einbringung von Abfällen und anderen Stoffen und Gegenständen in die Hohe See (1998). Zum anderen wurden europäische Beschlüsse ratifiziert, das heißt, in nationales Recht überführt. Dies trifft etwa auf das Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordatlantiks (1992) oder die EU-Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (2012) zu. Beide Vereinbarungen zielen auf verbindliche Regeln bei der wirtschaftlichen Nutzung der Meere.

Auch die Eindämmung der Meersverschmutzung durch die Einleitung von Abwässern aus Haushalten und Industrie wurde auf EU-Ebene im Rahmen der europäischen Wasserrahmenrichtlinie bearbeitet. Diese gibt eine systematische Verbesserung aller Gewässer, also auch der Meere, bis spätestens 2027 vor und wird in Deutschland etwa durch das Wasserhaushaltsgesetz, die Verordnung zum Schutz der Wattenmeere und in der Grundwasserverordnung umgesetzt.

AUFGABE

Vertiefen in Dreiergruppen je eine Initiative in Deutschland, Europa und weltweit. Stellt euch diese gegenseitig vor und bewertet sie.

Im Laufe des europäischen Einigungsprozesses, von der Gründung der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft 1957 bis zur Weiterentwicklung zur Europäischen Union 1994 entwickelte die Staatengemeinschaft eine wachsende Anzahl an Regelungen zur Fischerei und zum Schutz der an Europa angrenzenden Meere. So wurde 1983 die gemeinsame Fischereipolitik beschlossen, die fortan Fangquoten der Mitgliedstaaten ebenso festlegte wie Fangzeiten und Fangregionen.

Die gemeinsame Fischereipolitik wird seither etwa alle zehn Jahre einer Revision unterzogen und an die eingetretenen Veränderungen wie die Erwärmung der Meere infolge des Klimawandels angepasst. Besondere Bedeutung an der Schnittstelle fischereiwirtschaftlicher Vorgaben und des Erhaltes der Fischbestände kommt dem 2008 beschlossenen Verbot der Nutzung von Treibnetzen in den Gewässern der Europäischen Union zu.

Mit Blick auf den Schutz der marinen Ökosysteme haben jeweils beteiligte europäische Staaten auch regionale Meereschutzabkommen vereinbart. Beispiele hierfür sind der Beschluss zur trilateralen Wattenmeer-Zusammenarbeit von Deutschland, Dänemark und den Niederlanden (1978), die gemeinsame Erklärung zum Schutz des Wattenmeers (1982) sowie die Errichtung eines gemeinsamen Wattenmeersekretariats als ständige Einrichtung (1987).

Weitere regionale Abkommen sind das Übereinkommen zur Erhaltung der Kleinkale in den Nordmeeren und der Ostsee (1991) oder das zur Erhaltung der Wale im Schwarzen Meer, im Mittelmeer und dem östlichen Atlantik (1996). Flankiert wurden diese Bemühungen von der allgemeinen

gefassten Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie der Europäischen Union (1992) sowie der EU-Biodiversitätsstrategie (2020).

Im Rahmen des sogenannten European Green Deal verabschiedete die Europäische Union die Verordnung über die Wiederherstellung der Natur. Diese erkennt an, dass nur intakte Ökosysteme wie natürliche Wälder, unverbaute Flüsse, gesunde Moore und intakte Meere die Gewähr für eine funktionierende Lebensgrundlage bereitstellen können.



1957 Römische Verträge (Gründung der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft, EWG)
1946 Internationale Walfangkommission
1930 League of Nations Codification Conference

Die Welt

Das Anliegen, Regelungen für nationale Hoheitsgewässer festzulegen, wurde erstmals 1930 in Angriff genommen. Wenn gleich dieser erste Versuch scheiterte, gingen doch einige Ergebnisse in die 1958 verabschiedete und in den 1960er-Jahren in Kraft getretene Genfer Seerechtskonvention der Vereinten Nationen ein. Erstmals in der Menschheitsgeschichte wurde mit dieser Übereinkunft völkerrechtlich die Verfügungsgewalt über die Küstengewässer, die Hohe See, die Fischerei, den biologischen Reichtum sowie die besondere seerechtliche Bedeutung der Festlandsockel für nationale Nutzungsrechte vereinbart. 1982 wurden diese Regeln überarbeitet als Seerechtskonvention zusammengefasst, die bis heute gilt. Zugleich lassen sich seit den 1970er-Jahren drei Schwerpunkte der internationalen Meerespolitik beobachten:

- der Schutz marinen Lebens in all seiner Vielfalt, wie das Washingtoner Arten- schutzabkommen (1973), das Übereinkommen zur Erhaltung der wandern- den wildlebenden Tierarten (1979), die Schaffung der Kommission zur Erhaltung der lebenden Meeresschätze der Antarktis (1980) oder das weltweite Verbot des kommerziellen Walfangs (1986)
- die Eindämmung der Verschmutzung der Meere etwa durch das Londoner Abkommen (1972), das den Eintrag

1996 London-Protokoll (Ergänzung des London-Übereinkommens von 1972)
1996 Internationaler Seegerichtshof (ITLOS)

1996 Übereinkommen zur Erhaltung der Wale des Schwarzen Meeres, des Mittelmeers und der angrenzenden Atlantischen Zonen (ACOBAMS)

1995 1. UN-Klimakonferenz, Berlin (UNFCCC COP 1)

1994 OSPAR-Ratifizierung in Deutschland

1992 Übereinkommen über den Schutz der Meeresumwelt des Ostseogebiets (Helsinki-Übereinkommen, HELCOM)

1992 Internationales Verbot der Nutzung von Treibnetzen in der Hochseefischerei

1992 UN-Konferenz über Umwelt und Entwicklung (Rio-Konferenz)

1992 Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordatlantiks (OSPAR)

2002 Novelliertes Wasserhaushaltsgesetz (Umsetzung WRRL)

2002 CFP-Reform

1992 Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (FFH)

1992 Gründung der UN-Biodiversitätskonvention (Convention on Biological Diversity, CBD)

1992 CFP-Reform

2000 EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)

1991 Übereinkommen zur Erhaltung der Kleinkale in den Nordmeeren und der Ostsee (ASCOBANS)

1990 Verbot der Dünnsäureverklappung in Deutschland

1998 Gesetz über das Verbot der Einbringung von Abfällen und anderen Stoffen und Gegenständen in die Hohe See (Hohe-See-Einbringungs-Gesetz)

1997 EU-Vogelschutzrichtlinie

1997 Klimakonvention und Kyoto-Protokoll

2008 Verbot der Nutzung von Treibnetzen in EU-Gewässern

2008 EU-Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL)

2020 EU-Biodiversitätsstrategie für 2030

2023 UN-Mitgliedstaaten vereinbaren das Hochseeschutzabkommen (UN Ocean Treaty, BBNJ)

2024 Verordnung über die Wiederherstellung der Natur (Nature Restoration Law, NLR)

von Abfällen und anderen Stoffen in die Meere verbietet, oder das Internationale Übereinkommen zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe (1973), die toxische Betriebsstoffe bis dato ungefiltert in die Meere entsorgten

- die Schaffung von Meeresbereichen, in denen Staaten souverän über die wirtschaftliche Nutzung entscheiden

Mit der Etablierung des Internationalen Seegerichtshofs wurde 1996 ein ganz neues Kapitel aufgeschlagen. Seitdem ist es möglich, Verstöße gegen das Seerechtsübereinkommen anzuklagen und eine Verurteilung zu erreichen.

Die aktuellen Zielvorgaben zur Erhaltung der Meere sind prominent im Nachhaltigkeitsziel 14 der Agenda 2030 formuliert, in dem der Erhalt und die nachhaltige Nutzung der marinen Ressourcen gefordert werden.

Die größten Erwartungen zum Erhalt der Meere ruhen derzeit auf dem 2023 von den Mitgliedstaaten der Vereinten Nationen vereinbarten Hochseeschutzabkommen in Kombination mit der Initiative 30x30. Diese verfolgt das Ziel, bis 2030 30 Prozent der Land- und Seeflächen der Erde unter Schutz zu stellen und so das Artensterben sowie die Überfischung der Ozeane dauerhaft zu überwinden.



TIEFSEEBERGBAU – AUF KOSTEN DER UMWELT?

Der Bedarf unserer technologieorientierten Gesellschaft an metallischen Rohstoffen wie Mangan, Kupfer, Nickel und Lithium steigt ständig. Mit deren knapper werdender Verfügbarkeit werden Lagerstätten in der Tiefsee wirtschaftlich immer interessanter.

Als Tiefseebergbau bezeichnet man die Förderung mineralischer Rohstoffe wie Metalle aus der Tiefsee. Auf dem Meeresgrund, in meist Tausenden Metern Tiefe, sollen Roboter die oberste Bodenschicht aufreißen, um Manganknollen abzubauen. Andere fräsen die Rohstoffe von Seerüben und Hydrothermalquellen ab.

Bisher ist kommerzieller Tiefseebergbau nicht erlaubt. Im Januar 2024 genehmigte Norwegen ihn als eines der ersten Länder. Im Dezember 2024 entschied die Regierung dann jedoch, das umstrittene Projekt vorerst auszusetzen – ohne es aber gänzlich zu beenden.

Die meisten Tiefseegebiete befinden sich in internationalen Gewässern. Über einen möglichen Start des Tiefseebergbaus entscheidet die Internationale Meeresbodenbehörde (ISA). Diese arbeitet derzeit an einem „Mining Code“ genannten Regelwerk.

Umweltschutzorganisationen und Forschende erwarten gravierende Belastungen betroffener Ökosysteme durch Unterwasserlärm, Lichtverschmutzung, Sedimentwolken und zerstörte Lebensräume. Die aktuelle Diskussion über den möglichen Start des Tiefseebergbaus zeigt kontroverse Positionen.



Manganknollen enthalten mehrere wertvolle Metalle und seltene Erden.

Bundesumweltministerin Steffi Lemke: „Tiefseebergbau würde die Meere weiter belasten und Ökosysteme unwiederbringlich zerstören. Deshalb werben wir als ersten Schritt für ein Innehalten und keine vorschnellen Entscheidungen auf Kosten der Meeresumwelt. Gemeinsam mit unseren internationalen Partnern haben wir jetzt die Chance, eine weitere drohende Umweltkrise abzuwenden und dem Erhalt der Natur und ihrer Erforschung Vorrang zu geben. Nur ein intakter Ozean hilft uns im Kampf gegen Biodiversitäts- und Klimakrise.“



Norwegische Staatsregierung: Es wird davon ausgegangen, dass Norwegen über beträchtliche Bodenschätze am Meeresboden verfügt. Wenn sich herausstellt, dass diese Vorkommen rentabel sind und auf nachhaltige und verantwortungsvolle Weise abgebaut werden können, könnten solche Aktivitäten zur Wertschöpfung und Beschäftigung in Norwegen beitragen und die Versorgung mit wichtigen Metallen für die globale Energiewende sichern helfen. [...] Ziel der Regierung ist es, dass Norwegen eine weltweit führende Rolle bei der [...] Bewirtschaftung der Bodenschätze am Meeresboden einnimmt [...].



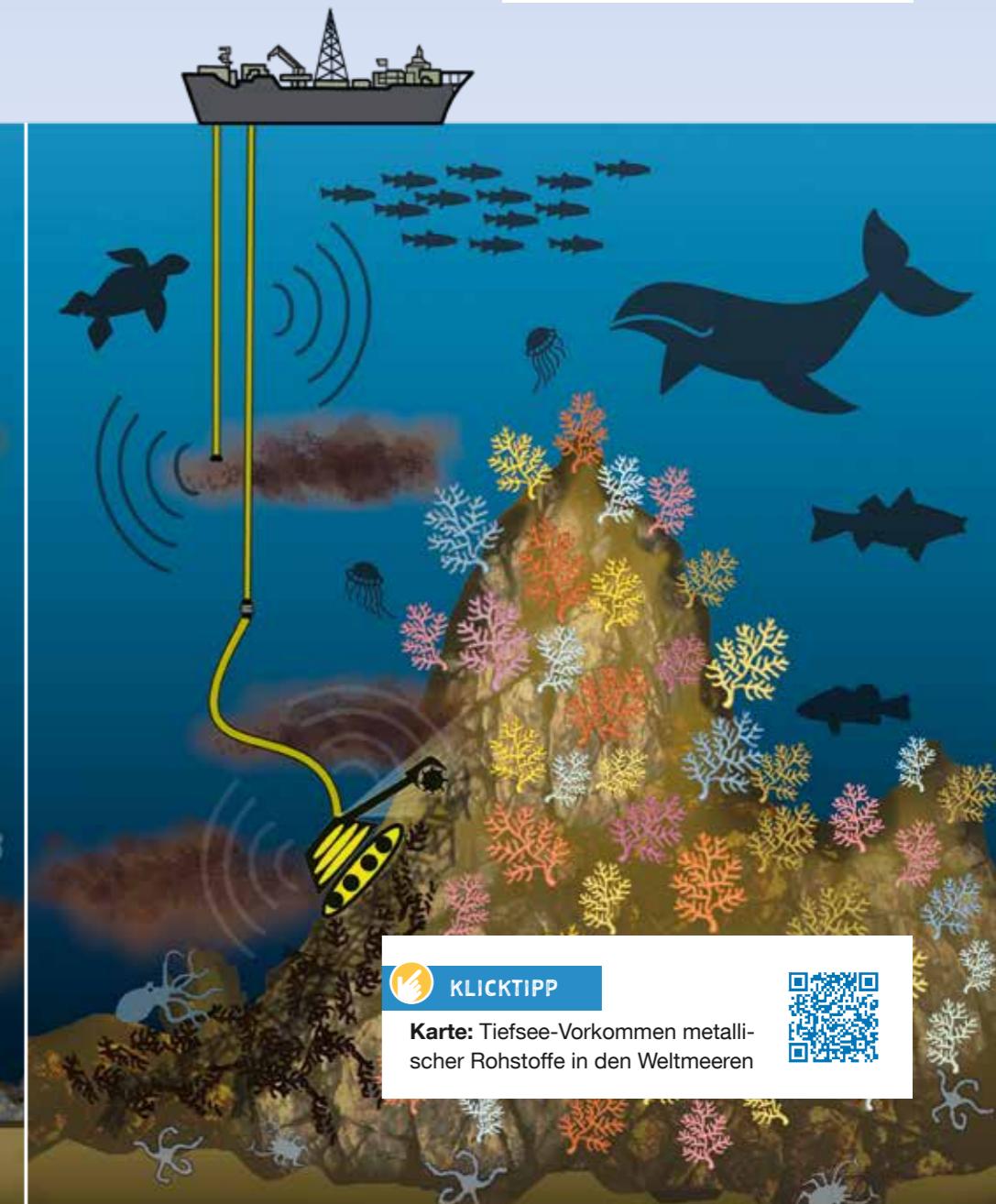
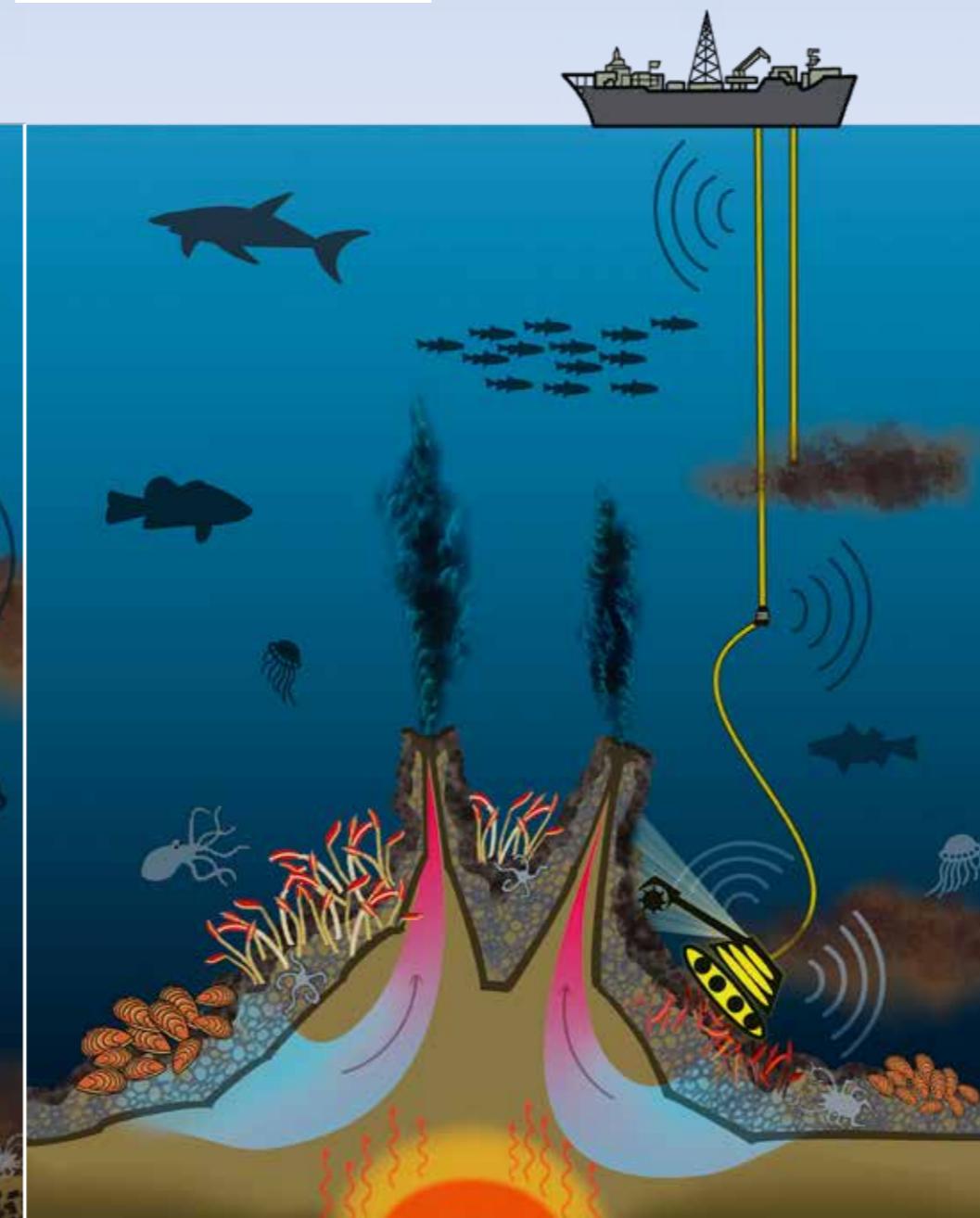
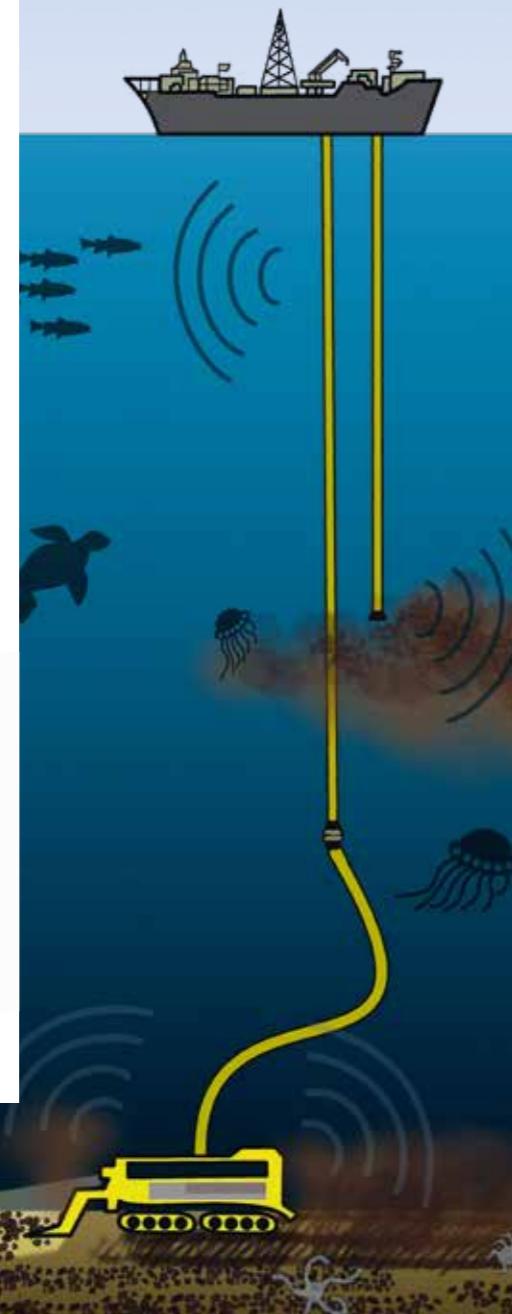
Wissenschaftliche Stellungnahme: Es liegen nur wenige fundierte wissenschaftliche Informationen über die Biologie [...] von Tiefseeratten und -ökosystemen [...] vor. Ohne diese Informationen lassen sich die potenziellen Risiken des Tiefseebergbaus [...] nicht vollständig erfassen. [...] Aus den oben genannten Gründen empfehlen wir nachdrücklich, den Übergang zur Ausbeutung von Bodenschätzen so lange zu unterbrechen, bis ausreichende und solide wissenschaftliche Informationen vorliegen [...]. (911 Unterzeichnende aus Wissenschaft und Politik, Stand Nov. 2024)



Greenpeace: Ein Mining Code führt unweigerlich zu einer Ausbeutung der Tiefsee, egal, wie er ausgestaltet ist. Greenpeace sieht eine Alternative zum Tiefseebergbau in der Kreislaufwirtschaft. [...] Aktuell können viele Metalle nur unter hohem Aufwand recycelt werden. Echtes Recycling bedeutet, in die Technologien für die Rückgewinnung beispielsweise von Lithium zu investieren. [...] Auch müssen kaputte Geräte, [...] die Lithium und andere Metalle benötigen, einfacher repariert werden können, damit Alternativen zum Neukauf bestehen.



Bundesverband der Deutschen Industrie: Kupfer, Kobalt, Nickel, Lithium und Mangan – die Verfügbarkeit von all diesen Metallen für treibhausgasneutrale Technologien wird [...] entscheidender werden. [...] Derzeit ist Deutschland auf Importe [...] aus Ländern mit komplizierten politisch-wirtschaftlichen Verhältnissen angewiesen. [...] Mit Rohstoffförderung in der Tiefsee kann Deutschland [...] Abhängigkeiten reduzieren [...]. [...] Der BDI ruft die Bundesregierung auf, aktiv an der Gestaltung des „Mining Code“, dem internationalen Regelwerk für alle bergbaulichen Vorhaben am Tiefseeboden, mitzuwirken.



Karte: Tiefsee-Vorkommen metallischer Rohstoffe in den Weltmeeren



AUFGABE
Analysiere die Positionen und bewerte begründet. Beziehe die Karten von Seite 25 und des Klicktipps auf dieser Seite mit ein.

EINE GUTE IDEE ODER WIRKUNGS LOSER AKTIONISMUS?

EINWEGPLASTIK-VERBOT

Die Europäische Union hat nach jahrelangen Verhandlungen 2021 die Produktion von vielen Einwegprodukten aus Kunststoff wie Styroporbechern, Plastiktrinkhalmen oder Plastikkellern und -besteck verboten. Ziel dieser Verordnung ist der Schutz der Meere vor weiterer Verschmutzung. Ein Teil dieser Produkte muss jedoch lediglich gekennzeichnet werden.



AUFGABE

Trägt diese Maßnahme zum Schutz der Meere bei?

Ja, weil ...

Nein, weil ...



VERSENKTE STEINE

Zum Schutz bereits ausgewiesener Meereschutzgebiete vor Grundsleppnetzfischerei und dem Abbau von Sand mit Saugbaggern hat Greenpeace große Natursteine in Schutzgebieten der Nord- und Ostsee versenkt, zum Beispiel am Sylter Außenriff. Diese verhindern eine weitere, für den Meeresgrund zerstörerische wirtschaftliche Nutzung der Gebiete.

HOFFNUNG FÜR KORALLEN

Fliegt man über den indonesischen Spermonde-Archipel, ist der Schriftzug HOPE auf den Resten des einstigen Korallenriffs zu lesen. Der Schriftzug ist Teil von Zehntausenden künstlichen Riffsternen, die dort den Kern eines neuen Korallenriffs bilden sollen. Das Projekt wirkt dem klimawandelbedingten weltweiten Korallensterben entgegen.



FISCHRATGEBER

Auf ihrer Webseite bietet die Umweltschutzorganisation WWF einen Fischratgeber an, der beim Einkaufen von Fisch eine nachhaltigere Kaufentscheidung ermöglicht. Speisefische werden darin mit einem einfachen Ampelsystem nach Kriterien wie dem Zustand der Fischbestände oder den Umweltauswirkungen der Fischereien und Aquakulturen bewertet.



AUFGABE

Trägt diese Maßnahme zum Schutz der Meere bei?

Ja, weil ...

Nein, weil ...



SCHWIMMENDER PROFESSOR

Andreas Fath ist begeisterter Schwimmer, Chemieprofessor und Umweltschützer. Um auf die Plastikverschmutzung der Flüsse und deren Transport von Kunststoffen in die Meere aufmerksam zu machen, ist Prof. Fath sowohl den Rhein als auch die Donau von der Quelle bis zur Mündung geschwommen. Die Donau spült täglich etwa vier Tonnen Plastik ins Schwarze Meer.

ANLANDEPFLICHT

Als Beifang werden Fische und Meerestiere bezeichnet, die zwar mit dem Netz gefangen werden, nicht aber das eigentliche Fangziel sind. Seit einigen Jahren darf Beifang nach einer EU-Verordnung mit dem Ziel einer nachhaltigeren Fischerei nicht mehr ins Meer zurückgekippt werden. Stattdessen wird der Beifang in den Heimathäfen behördlich registriert.



GEGEN DIE PLASTIKFLUT

Mit einer Reihe technischer Lösungen arbeitet die Organisation The Ocean Cleanup daran, Plastikmüll zu bergen, der sich durch Meeresströmungen bereits in großen Müllstrudeln wie dem Great Pacific Garbage Patch angesammelt hat. Zugleich wird durch Barrieren im Mündungsbereich einiger Flüsse verhindert, dass dort mehr Plastikmüll in die Meere gelangt.



AMNESTIE FÜR FISCHE

Die amerikanische Tierrechtsorganisation PETA (People for the Ethical Treatment of Animals), hat den 23. September zum „Fish Amnesty Day“ ausgerufen. Seit 1997 soll er die Menschen daran erinnern, dass Fische, wie alle anderen Tiere, fühlende Lebewesen sind, die es zu respektieren gilt. PETAs Motto für diesen Tag lautet: „Fische sind Freunde, kein Essen!“

AUFGABE

Trägt diese Maßnahme zum Schutz der Meere bei?

Ja, weil ...

Nein, weil ...

OZEANE – WELTWEIT BEDROHT

Die Meere verändern sich. Diese Veränderungen sind in verschiedener Hinsicht zu beobachten. So steigt der Meeresspiegel, wenn auch nur um wenige Zentimeter pro Jahrzehnt, aber eben kontinuierlich seit den 1990er-Jahren an. Hinzu kommt, dass die Temperaturen der Meereskörper nicht nur an ihrer Oberfläche, sondern auch in tieferen Schichten ansteigen. Die dadurch bedingte Ausdehnung trägt zur Hälfte zum Meeresspiegelanstieg bei. So erreichten die Durchschnittstemperaturen sowohl für das Mittelmeer als auch für den Golf von Mexiko 2023 neue Rekorde.

Überdies verändert sich der Chemismus des Meerwassers von einem schwach basischen Milieu in Richtung eines sauren Milieus. Diese Trends von „zu warm, zu hoch, zu sauer“, wie es der WBGU bereits 2006 in einem Sondergutachten für die Bundesregierung auf den Punkt gebracht hat, haben einen großen Einfluss auf die Dynamik der Meeresströmungen und auf das Leben in den Ozeanen.

Neben diesen indirekten Einwirkungen auf die Intaktheit der Ozeane übt der Mensch auch direkt starken Einfluss auf den Zustand der Meere aus. So sind viele Fischbestände durch Überfischung stark gefährdet und es kommt zur massiven Verschmutzung der Meere durch Plastik- und Industrieabfälle sowie eingeleitete Rückstände aus der Energiewirtschaft.

Zugleich sind auch viele Menschen von diesen Entwicklungen betroffen. Teile der Bevölkerungen kleiner Inselstaaten im Pazifik, die meist nur wenige Meter über die Meeresoberfläche hinausragen, werden in Zukunft ihre Heimat durch den Anstieg des Meeresspiegels verlieren. Auch könnte sich das in die Meere entsorgte Mikroplastik, das über die Nahrungskette wieder auf unseren Tellern landet und längst in unserem Stoffwechsel nachgewiesen wurde, nachteilig auf unsere Gesundheit auswirken.

Diese Veränderungsprozesse nehmen an Dynamik und Dimension zu.

NORDATLANTIKSTROM

Neueste wissenschaftlich erhobene Daten weisen verstärkt auf die Abschwächung des Golfstroms hin. Diese Beobachtung wird als Folge des Klimawandels gewertet. Die besonders starke Erwärmung der arktischen Regionen lässt weniger Meerwasser in arktischen Gewässern gefrieren und weniger kaltes Meerwasser sinkt in die Tiefe ab. Dies hat unmittelbare Auswirkungen auf den Nordatlantikstrom. Ohne diese Meeresströmung würde das nördliche Europa dramatisch abkühlen.



VERSAUERUNG DER MEERE

Infolge des verstärkten Eintrags des Treibhausgases Kohlenstoffdioxid in die Atmosphäre gelangt dieses aufgrund des physikalischen Druckausgleichs in die oberen Schichten der Ozeane. Das führt chemisch betrachtet zur Absenkung des normalen pH-Wertes des Meerwassers von circa 8,3 und somit in Richtung des sauren Milieus. Da sich CO₂ in kaltem Wasser besser als in wärmerem Wasser lösen kann, sind insbesondere die polaren Bereiche der Weltmeere von diesem Prozess der Versauerung der Meere betroffen. Bei einem pH-Wert unterhalb von 7 würden sich die Kalkschalen von Meereslebewesen auflösen und neue könnten nicht mehr gebildet werden.



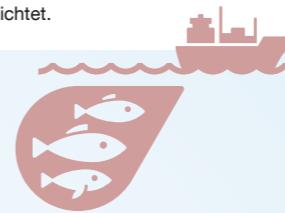
STRÄNDE VOLLER MÜLL

Inmitten des Pazifischen Ozeans liegt Henderson Island, etwa 5.000 Kilometer in alle Himmelsrichtungen entfernt von der nächsten größeren menschlichen Ansiedlung. Aufgrund dieser extrem isolierten Lage und der dadurch erwarteten Unberührtheit von menschlichen Einflüssen erklärte die UNESCO die Insel bereits 1988 zu einer der ersten Weltnaturerbestätten. Doch als ein Forschungsteam die Insel Jahre später besuchte, fanden sie deren Strände übersät mit über 37 Millionen Plastikteilen.



ÜBERFISCHUNG MIT FOLGEN

Im Mittelmeer und im Schwarzen Meer gelten über 60 Prozent der befischten Bestände als überfischt. Mindestens 17 beliebte Speisefischarten wurden im türkischen Teil beider Meere durch den jahrzehntelang hohen Fischereidruck ausgerottet, darunter der Blauflossen-Thunfisch, der Schwertfisch und die Makrele. Gleichzeitig löste ihr Verschwinden eine Kettenreaktion in den betroffenen Ökosystemen aus. Ein Makrelenjäger wie der Heringshai beispielsweise wurde seit Jahrzehnten nicht mehr in den türkischen Küstengewässern gesichtet.



AUFGABEN

- Fasse die weltweiten Beobachtungen zur Gefährdung der Meere zusammen.
- Erkläre mindestens drei dieser Prozesse.
- Diskutiert und bewertet die Dringlichkeit der bereits eingetretenen Gefährdungen und entwickelt Ideen und Strategien zum Gegensteuern.

ERHITZUNG DER MEERE

Im Juli 2023 meldete das Institut für Meereswissenschaften (ICM) die höchste für das Mittelmeer jemals ermittelte Durchschnittstemperatur. Diese betrug 28,71 °C an der Wasseroberfläche. Das sind fünf bis sechs Grad mehr als die übliche Durchschnittstemperatur des Mittelmeers. Im gleichen Zeitraum wurden in der Manateebucht im Süden von Florida über 38 °C im Meer gemessen. So hohe Meerestemperaturen waren nie zuvor irgendwo auf der Erde festgestellt worden. Beide Messwerte wurden zu einer Zeit ermittelt, in der im Jahresverlauf noch nicht die Höchstwerte in diesen Regionen zu erwarten waren, denn diese treten aufgrund des Akkumationseffektes in der Regel erst ab August auf. Auch im globalen Durchschnitt erreicht die Oberflächentemperatur der Ozeane neue Rekorde. In der ersten Jahreshälfte 2024 überstieg sie alle vorherigen Werte.



PLASTIKFLUT AUS GROSSEN FLÜSSEN

Bis zu 80 Prozent der Verschmutzung der Meere durch Plastikabfälle erfolgt durch die großen Ströme Süd-, Südost- und Ostasiens. Den stärksten Eintrag in den westlichen Pazifik verbucht der Jangtsekiang, über den allein im Jahr 2015 330.000 Tonnen Plastikabfälle eingeleitet wurden. Demgegenüber trugen der Ganges im gleichen Jahr 115.000 Tonnen und der Mekong 22.800 Tonnen Plastikmüll in den Indischen bzw. den Pazifischen Ozean.

KORALLENBLEICHE AM GREAT BARRIER REEF

Das sich entlang der australischen Ostküste über 2.300 Kilometer entlangziehende Great Barrier Reef ist das größte Korallenriff der Erde und Lebensraum für viele Meerestiere und Pflanzen. In den vergangenen 25 Jahren waren 98 Prozent des Riffs in fünf großen Schüben – die letzten 2016, 2017 und 2020 – von Korallenbleiche betroffen, die das Überleben des Riffs infrage stellen. Ursache dieser Katastrophe ist die klimawandelbedingte Erwärmung der Meere. Diese führt zur Zerstörung der Lebensbedingungen der hinsichtlich Temperatur und Lichtverhältnissen hochsensiblen Korallen.

GEFAHR FÜR PAZIFIKINSELN

Die inmitten des südwestlichen Pazifiks gelegenen, maximal 2 Meter über den Meeresspiegel hinausragenden Marshallinseln könnten der erste Inselstaat sein, der infolge des Meeresspiegelanstiegs im Pazifik untergehen wird. Die Bevölkerung der Inseln selbst trägt mit 0,003 Prozent der weltweiten Treibhausgasemissionen einen vollkommen unbedeutenden Teil zur Ursache des Problems bei, wird aber zu 100 Prozent von diesem in ihrer Existenz betroffen sein. Denn bei einem Meeresspiegelanstieg von nur einem Meter wäre fast die Hälfte ihrer Hauptstadt dauerhaft überflutet.



AGENDA 2030: 17 ZIELE FÜR NACHHALTIGE ENTWICKLUNG

Ende 2015 haben die Vereinten Nationen die Agenda 2030 verabschiedet. Ihr Leitziel ist ein weltweit menschenwürdiges, ökonomisch, ökologisch und sozial gerechtes sowie nachhaltiges Leben aller Menschen.



6 SAUBERES WASSER UND SANITÄREINRICHTUNGEN

Sauberes Wasser ist eine Grundvoraussetzung für intaktes Leben auf der Erde. Das gilt für die Süßwasserressourcen der Erde ebenso wie für das Meerwasser. Verbunden sind beide Wasserkörper durch vielfältige Wasserflüsse. So wird das über den Meeren verdunstende Wasser durch den globalen Wasserkreislauf als Wasserdampf oder in Form von Wolken durch Winde über die Kontinente getragen, wo es abregnet und die Wasserversorgung von Pflanzen, Tieren und uns Menschen sicherstellt. Abwasser aus Haushalten, der Landwirtschaft, der Industrie und anderen menschlichen Aktivitäten belasten die Ökosysteme wie die Fließgewässer, die das genutzte Wasser zusammen mit dem Niederschlagswasser wieder in die Meere zurückführen. Die Befreiung des Abwassers von Umweltgiften ist daher als wichtiges Anliegen in SDG 6 formuliert.

13 MASSNAHMEN ZUM KLIMASCHUTZ

Der Schutz des Klimas im Sinne der Pariser Klimaziele hat elementare Bedeutung für den Erhalt der Artenvielfalt an Land und in den Ozeanen. Mit dem Anstieg der Temperaturen in den Meeren sinkt der Sauerstoffgehalt des Wassers, mit dem der Erhalt von marinen Lebensräumen steht und fällt. Denn wo die Meere zu warm werden, wandern Fischpopulationen ab. Zugleich erhöht sich sowohl die Häufigkeit als auch die Intensität tropischer Wirbelstürme. Diese entstehen im Herbst über den dann maximal aufgeheizten tropischen Bereichen der Meere und werden von den hochtemperierten Meeren mit immer größeren Energiebündeln aufgeladen. Als Hurrikane, Taifune oder Zyklone treffen sie auf die Küstenregionen und richten verheerende Zerstörungen an.

14 LEBEN UNTER WASSER

Nur langsam wächst das Wissen über die Meere und damit das Verständnis für deren elementare Bedeutung für die Funktion des Systems Erde. Etwa die Hälfte der globalen Sauerstoffproduktion stammt aus den Meeren. Gleichzeitig speichern diese gewaltige Mengen an atmosphärischem CO₂ und reduzieren so den Anteil des Treibhausgases. Infolgedessen wird der Klimawandel zumindest verzögert. Auch hat die in SDG 14 verankerte Bewahrung und nachhaltige Nutzung der Ozeane, Meere und Meeresressourcen zusammen mit dem Ziel 15 den direktesten Bezug zum Artenschutz und damit zum Erhalt der Vielfalt des Lebens auf der Erde. Der Schutz mariner Ökosysteme erfordert auch, dass die Meere nicht weiter durch Produktion und Konsum, die umweltschädlich sind, belastet werden. Die Umsetzung des entsprechenden SDGs 12 ist somit wichtig, um zum Beispiel den Eintrag von Plastikabfällen über die Flusssysteme in die Meere einzudämmen.

Die gegebenen globalen Herausforderungen können nur gemeinsam, global wie lokal, gemeistert werden. Sie müssen in ihren Dimensionen und möglichen Entwicklungsszenarien klar und realistisch benannt und diskutiert werden.

Die Agenda 2030 ist ein globaler Zukunftsplan. Sie benennt 17 Ziele für eine nachhaltige Entwicklung, Sustainable

Development Goals (SDGs), die bis 2030 erreicht werden sollen. Politik, Unternehmen, Wissenschaft, Zivilgesellschaft, Bürgerschaft: alle sind aufgefordert, ihr Tun und Handeln danach auszurichten. Jeder der 193 Unterzeichnerstaaten steht in der Verantwortung, die getroffenen Vereinbarungen im jeweils eigenen Land umzusetzen. Bildung kommt bei der Erreichung der SDGs eine besondere Bedeutung zu.

Viele der nachhaltigen Entwicklungsziele weisen einen direkten Bezug zum Schutz der Meere und zur Friedenssicherung auf. Die dafür bedeutendsten Ziele sehen wir uns genauer an.

KLIKTIPP

17 Ziele für nachhaltige Entwicklung



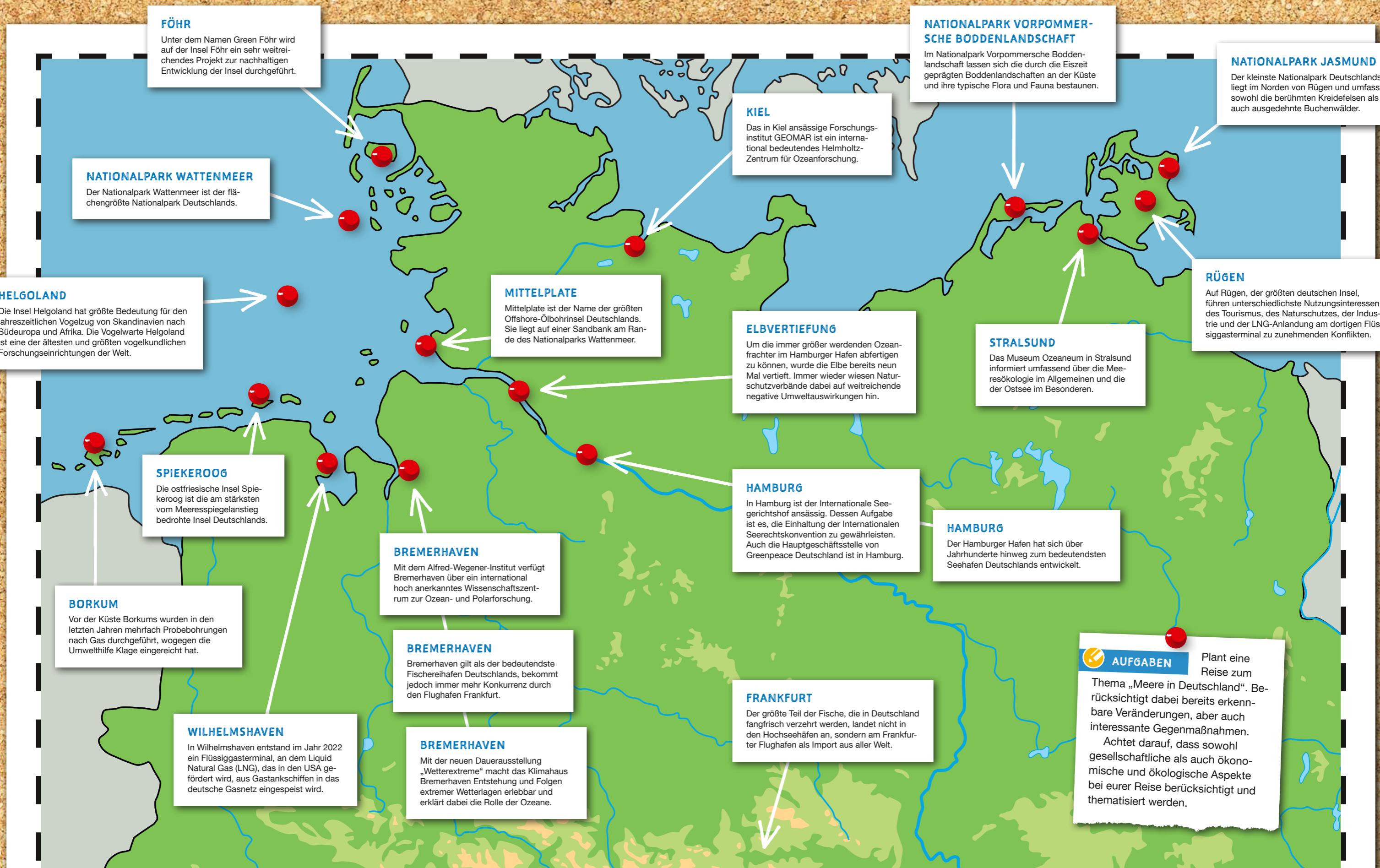
17 PARTNERSCHAFTEN ZUR ERREICHUNG DER ZIELE

SDG 17 ruft dazu auf, (globale) Partnerschaften zur Erreichung aller Ziele einzugehen und proaktiv zu gestalten, also auch mit Blick auf das SDG 14 zum Schutz der Ozeane, Meere und der Meeressressourcen. Deren angestrebt nachhaltige Nutzung bedeutet nicht, dass die Meere nicht mehr genutzt werden sollen. Doch sollen sie künftig so genutzt werden, dass ihre Regenerationsfähigkeit und somit auch ihre Ökosystemdienstleistungen auf Dauer garantiert sind. Das setzt kooperatives Verhalten der Staatengemeinschaft und die Verständigung auf gemeinsame Regeln voraus. Globale Zusammenarbeit ist auch für die Wahrung von Frieden und Gerechtigkeit und damit zur Umsetzung des SDG 16 entscheidend. In diesem Sinne ist die Internationale Seerechtskonvention zu verstehen, die ausschließliche Wirtschaftszonen für Küstenanrainerstaaten festlegt, sowie der Internationale Seegerichtshof, der ein Mindestmaß an Vertragssicherheit für die „Freiheit der Meere“ sichert.

AUFGABEN

- Diskutiert die Aussage: „Meeresschutz und Frieden sind eine Frage der Haltung und bedingen einander.“
- Wähle einen Meeresnutzungs-konflikt (ab Seite 4). Welche SDGs sind betroffen?
- Benenne für die hervorgehobenen SDGs im Kontext des Meeresschutzes Akteure auf lokaler, nationaler und globaler Ebene, die zum Erreichen der formulierten Ziele verantwortlich handeln müssen. Bist du auch dabei?

EINE REISE ZUM THEMA MEERE IN DEUTSCHLAND



UNSERE SCHULE FÜR DEN MEERESSCHUTZ!

Klar, die Weltmeere erscheinen erst einmal weit weg. Aber ob durch einen klimafreundlichen Schulalltag, nachhaltige Ernährung, weniger Plastikmüll oder eine längere Lebensdauer digitaler Geräte – an eurer Schule gibt es zahlreiche Wege, um einen großen Beitrag zum Schutz unserer Meere zu leisten! So könnt ihr loslegen:

4

ZIEHT BILANZ – UND SCHAUT IN DIE ZUKUNFT!

- Diskutiert, wie wirksam eure Maßnahmen für den Schutz der Meere sind. Berücksichtigt dabei auch die Veränderungen, die nicht gemessen werden können, wie zum Beispiel die Sensibilisierung der Schulgemeinschaft für das Thema Meere.
- Was würdet ihr wieder genauso machen? Was würdet ihr anders machen?
- Wie kann das Projekt an der Schule weitergeführt werden?
- Worauf sollten die ganze Schulgemeinschaft und der Schulträger zum Schutz der Meere zukünftig achten?



3

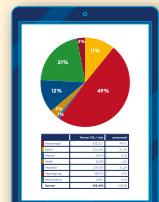
AUF ZUR TAT!

Bildet eine Meeresschutz-Koordinierungsgruppe und holt die Personen an Bord, die ihr braucht:

- Welche Entscheidungen sind zu treffen – und wer kann sie treffen (Entscheidungstragende)?
- Welche Aufgaben fallen an (Daten-erhebung, Planung und Koordination, Maßnahmenumsetzung, Information aller Beteiligten und so weiter), und wer kann sie übernehmen?
- Wer kann euch – auch außerhalb eurer Schule – bei der Umsetzung der Projektideen unterstützen (Unterstützende

wie weitere Fachlehrkräfte, externe Fachleute oder Vereine)? Klärt mit eurer Schulleitung, wen ihr wie in eure Maßnahmen einbinden könnt. Entwickelt gemeinsam einen Projektplan, der konkrete Maßnahmen und auch eine konkrete Zeitschiene beinhaltet (zum Beispiel ein halbes Schuljahr oder bis zu den nächsten Ferien).

- Begeistert die Schulfamilie dafür, euch zu unterstützen – Eltern, Schülerinnen und Schüler, Lehrpersonen, Verantwortliche für den Mensabetrieb, Hausmeisterinnen und Hausmeister und so weiter. Je mehr mitmachen, desto besser!
- Und sobald die ersten Maßnahmen umgesetzt sind: Macht die Fortschritte immer wieder öffentlich, zum Beispiel, indem ihr am Schwarzen Brett oder auf der Schulwebsite berichtet oder im Elternbrief informiert. Vielleicht wollt ihr auch an Schulwettbewerben teilnehmen oder die Presse informieren?



Mit dem „Schools for Earth“-CO₂-Schulrechner können Schulen ihren Klima-Fußabdruck ermitteln. Bilanziert werden alle wichtigen Emissionsbereiche wie Energie, Müll, Verpflegung und Mobilität.

1

SAMMELT INFORMATIONEN UND MACHT EUCH SCHLAU!

- Klimaschutz ist Meeresschutz! Macht eine Tour durch die Schule: Wo ist mehr Klimaschutz möglich?
- Messt den Plastikverbrauch eurer Schule. Könntet ihr Plastikmüll reduzieren? Nehmt ihr die Challenge einer Woche ohne Einweg-Plastikverpackungen an?
- Etwa 90 % der globalen Speisefischbestände sind gefährdet. Anders als in vielen Ländern des globalen Südens sind wir in Deutschland nicht auf Fisch als Proteinquelle angewiesen. Gibt es in eurer Mensa Gerichte mit Fisch?

Wenn ja, wie oft? Stoßt dazu eine Diskussion in den Schulgremien an.

- Ist bei der Beschaffung digitaler Schulgeräte ein Umstieg auf gebrauchte Refurbished-Geräte denkbar? Könntet ihr privat angeschaffte Geräte länger nutzen? Gibt es eine Sammelstelle für alte Handys in eurer Schule? Je weniger Geräte produziert werden, desto geringer ist der Bedarf für Metalle aus der Tiefsee.
- Zeigt die Probleme der Meeresumwelt und der besonders betroffenen Menschen in einer Ausstellung.

2

ENTSCHEIDET EUCH FÜR DIE BESTEN IDEEN UND HOLT MEINUNGEN DAZU EIN!

Wertet eure Ideen zu Meeresschutz-Maßnahmen aus:

- Was bewirken sie aus ökologischer Perspektive? Wie beeinflussen sie langfristig das Handeln der Schulgemeinschaft?
- Welche Maßnahmen wären sehr kostenintensiv, welche weniger?
- Was kann sofort umgesetzt werden? Was braucht mehr Zeit? Holt dazu Meinungen zu euren Ideen ein: Interviewt die Schulleitung, Lehrpersonen oder die SV.
- Was halten sie von den Maßnahmen? Welche zusätzlichen Ideen haben sie?
- Welchen Beitrag könnten sie zur Umsetzung leisten? Sind sie dazu bereit?
- Welche Maßnahmen liegen in der Hand der Schule? Bei welchen liegt die Entscheidung bei Personen außerhalb eurer Schule?

Wählt auf Grundlage eurer Bewertungen gemeinsame Favoriten aus.



Die „Schools for Earth“-Broschüre „Gemeinsam für das Klima“ gibt viele Tipps für eine klimafreundliche und damit meeresfreundliche Schule. Fragebögen helfen bei der Suche von Klimaschutzbaustellen.

LITERATUR- UND INTERNETHINWEISE

EINFÜHRUNGEN IN DAS THEMA

- Bianco, Mariasole: Planet Ozean: Unser Leben hängt vom Meer ab, die Zukunft der Meere von uns. Bozen 2021
- Böll-Stiftung (Hrsg.): Meeresatlas. Berlin 2017
- Czybulka, Detlef: Der Schutz unserer Meere. Gefährdungen, Chancen und Rechtslagen eines einzigartigen Ökosystems. München 2024
- Duarte, Carlos: Ocean – The Secret of Planet Earth. Berlin 2024
- Frey, Jonas: Eine Einführung in die Nachhaltige Nutzung der Meere. Ahrensburg 2023
- Gonstalla, Esther: Das Ozeanbuch: Alles, was man wissen muss, in 50 Grafiken. München 2021
- Hamblyn, Richard: Das Meer: Wie wir ihm seine Geheimnisse entlockten und es doch nie ganz verstehen werden. München 2022
- Jaenicke, Hannes und Ina Knobloch: Aufschrei der Meere. Was unsere Ozeane bedroht und wie wir sie schützen müssen. Berlin 2019
- Latif, Mojib: Das Ende der Ozeane. Warum wir ohne die Meere nicht überleben werden. Freiburg 2014
- Rogers, Alex: Das große tiefe Blau. Von Yeti-Krabben, leuchtenden Medusen und anderen Geheimnissen des Meeres. München 2019
- Vesper, Heike: Wenn wir die Meere retten, retten wir die Welt: Wie ein nachhaltiger Umgang gelingt und jeder Einzelne etwas bewirken kann. Reinbek 2021
- Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU): Welt im Wandel. Menschheitserbe Meer. Berlin 2013
- WWF: Unsere Ozeane: geplündert, verschmutzt und zerstört. Hamburg 2007

VERTIEFENDE FACHLITERATUR

- Abulafia, David: Das unendliche Meer – Die große Weltgeschichte der Ozeane. Frankfurt 2021
- Ekau, Werner: Fisch für acht Milliarden Menschen. Wie geht das und wie wichtig ist die Fischerei? In: Geographische Rundschau, Heft 4, S. 20–26. Braunschweig 2019
- Link, Peter Michael: Aktuelle Forschung in der Küsten- und Meeresgeographie. In: Geographische Rundschau, Heft 4, S. 4–10. Braunschweig 2019
- Mann Borgese, Elisabeth: Die Zukunft der Weltmeere. Bericht an den Club of Rome. Wien 1985
- Michelet, Jules: Das Meer. Frankfurt/New York 1861, Neuauflage 2006
- Mondré, Aletta und Annegret Kuhn: Ocean Governance. In: Aus Politik und Zeitgeschichte, 51–52, S. 4–9. Bonn 2017
- Kronfeld-Goharani, Ulrike: Blauer Reichtum in Gefahr. Der Schutz der Tiefsee vor neuen Herausforderungen. In: Aus Politik und Zeitgeschichte, 51–52, S. 23–28. Bonn 2017
- Schlee, Susan: Die Erforschung der Weltmeere. Eine Geschichte ozeanischer Unternehmungen. Oldenburg 1974

- Urbina, Ian: Outlaw Ocean. Die gesetzlose See. Luxemburg 2020
- Winchester, Simon: Der Atlantik: Biographie eines Ozeans. München 2012
- Winchester, Simon: Pacific: The Ocean of the Future. New York 2016
- Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU): Die Zukunft der Meere – zu warm, zu hoch, zu sauer. Berlin 2006
- World Ocean Review.
 - Band 1: Mit den Meeren leben. Hamburg 2010
 - Band 2: Die Zukunft der Fischerei. Hamburg 2013
 - Band 3: Rohstoffe aus dem Meer. Hamburg 2014
 - Band 4: Der nachhaltige Umgang. Hamburg 2015
 - Band 5: Die Küsten. Hamburg 2017
 - Band 6: Arktis und Antarktis. Hamburg 2019
 - Band 7: Lebensgarant Ozean. Hamburg 2021
 - Band 8: Klimaretter Ozean? Hamburg 2023

ERGIEBIGE INTERNETSEITEN

- www.awi.de: Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung Bremerhaven
- www.geomar.de: GEOMAR – Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel
- www.greenpeace.de/biodiversitaet/meere: Greenpeace
- www.itlos.org: Internationaler Seegerichtshof (ISGH)
- www.wwf.de/themen-projekte/meere-kuesten: World Wildlife Fund For Nature
- www.ocean-care.org/en/marine-conservation: Ocean Care

VIDEOS

- <https://youtu.be/rdCEo6-MZIM>: Alexander Gerst auf Expedition – In der Tiefe des Atlantiks. SWR Doku. 2023
- <https://youtu.be/c4z66uClDlo>: Great Barrier Reef: Wie der Klimawandel das größte Korallenriff bedroht. ZDF auslandsjournal. 2023
- <https://youtu.be/k58AEmih3eY>: Erhöhte Temperatur: die Folgen globaler Meereserwärmung. ARD KlimaZeit. 2023
- <https://youtu.be/UB0Olt-nymc>: Wie der Klimawandel Kiribati unbewohnbar macht. Deutsche Welle. 2023
- <https://youtu.be/WENucwN0xbI>: Superknolle Mangan – Rohstoffsschatz am Meeresboden? Terra X plus. 2023

GREENPEACE-MATERIALIEN

- www.greenpeace.de/publikationen/30x30-greenpeace-plan-meeresschutzgebiete: 30x30 – Ein Greenpeace-Plan für Meeresschutzgebiete
- www.greenpeace.de/biodiversitaet/meere/meeresschutz/sieben-tipps-meeresschutz: Sieben Tipps zum Schutz der Meere
- www.greenpeace.de/klimaschutz/klimakrise/erwaermung-meere: Meereserwärmung – die Hitzewelle unter Wasser



Impressum Greenpeace e.V., Hongkongstraße 10, 20457 Hamburg, Tel. 040/306 18-0, mail@greenpeace.de, www.greenpeace.de **Politische Vertretung Berlin** Marienstraße 19–20, 10117 Berlin **V.i.S.d.P.** Markus Power **Autor** Hon.-Prof. Dr. Thomas Hoffmann **Redaktion** Markus Power **Bildredaktion** Kathrin Doeprner, Wolfram Kastl **Gestaltung** Johannes Groht Kommunikationsdesign **Fotos** Titel: Michaela Skovranova/Greenpeace, Seite 2: De'allande Pedro/Greenpeace, 4: Clément Tardif/Greenpeace, 5: Clément Tardif/Greenpeace, 6: Steve Morgan/Greenpeace, Oliver Pinel/AP, 7: Denis Sinyakov/Greenpeace, Vladimir Baryshev/Greenpeace, 10: Joachim S. Mueller (CC BY-NC-SA 2.0), Greenpeace, Alex Westover, NOAA, Schmidt Ocean Institute (CC BY-NC-SA), MARUM – Center for Marine Environmental Sciences, University of Bremen (CC-BY 4.0), Anne Helene S. Tandberg/Anna M. Jaźdżewska/Senckenberg (CC-BY 4.0), John Novis/Greenpeace, 12: Paul Hilton/Greenpeace, 13: Wendy Mitchell/Greenpeace, 15: Roie Galitz/Greenpeace, 16: Niki Kuautonga/Greenpeace, 17: Giacomo Cosua/Greenpeace, Dean Miller/Greenpeace, 18: Nick Cobbing/Greenpeace, 19: Kristian Buus/Greenpeace, The 5 Gyres Institute: Image courtesy of the 5 Gyres Institute. For more information about the work the institute does go to www.5gyres.org, 20: Roie Galitz/Greenpeace, 21: Christian Åslund/Greenpeace, 24: picture-alliance/Sven Simon, 25: Diana Rey Melo/Greenpeace [M], 26: Alex Hofford/Greenpeace, Lewis Burnett/Greenpeace, 27: Paul Hilton/Greenpeace, Arlene Bax, 30: Wolfram Kastl/Greenpeace, 32: Fred Dott/Greenpeace, picture alliance/empics/Kristoffer Trondsen, Joerg Modrow/Greenpeace, 33: Braxart, Alan Greig/Greenpeace, The Ocean Cleanup, Greenpeace, 43: De'allande Pedro/Greenpeace, Rücktitel: Christian Åslund/Greenpeace **Weitere Abbildungen** Seite 3: Greenpeace, 5: Durham University/IBRU [M], 7: Institute for Government nach House of Lords, 2017 (CC BY-NC), Übersetzung: Greenpeace [M], 8: AridOcean/Shutterstock [M], 9: John Nelson, 10: Johannes Groht/Greenpeace [Fotos: s. o.], 11: Schmidt Ocean Institute, 12, 13: NASA, 14: Johannes Groht/Greenpeace, nach statista/NOAA, 16: Levermann et al./PIK, 17: NASA, 18: Johannes Groht/Greenpeace, nach statista/FAO, 21: NOAA Fisheries, 22: Science Photo Library/Science Source, 23: Library of Congress, Geography and Map Division (beide Abb.), 25: Karte: Greenpeace, 28/29: shutterstock [M], 30/31: Anja Addis, 34/35: Wikipedia/User: Jugger90, 36/37: United Nations, 38/39: Korkwand: Anil Akkus/Stock, Karte: Bardocz Peter/Stock [M], 40/41: Greenpeace/Brennwert [M] **Druck** Reset St. Pauli Druckerei GmbH, Hamburg **Auflage** 2.000 Exemplare **Stand** 1/2025 **Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier**. **Hinweis** Wir erklären mit Blick auf die genannten Internet-Links, dass wir keinerlei Einfluss auf die Gestaltung und Inhalte der Seiten haben und uns ihre Inhalte nicht zu eigen machen.

GP0SU3TKN



Greenpeace arbeitet international und kämpft mit gewaltfreien Aktionen für den Schutz der Lebensgrundlagen. Unser Ziel ist es, Umweltzerstörung zu verhindern, Verhaltensweisen zu ändern und Lösungen durchzusetzen. Greenpeace ist überparteilich und völlig unabhängig von Politik und Wirtschaft. Rund 620.000 Fördermitglieder in Deutschland spenden an Greenpeace und gewährleisten damit unsere tägliche Arbeit zum Schutz der Umwelt, der Völkerverständigung und des Friedens.

GREENPEACE