

MEERESWANDEL

ZU WARM, ZU ÜBERNUTZT, ZU SCHMUTZIG

Wie der Mensch die Artenvielfalt in den Ozeanen bedroht



Heike Keuthen

Impressum
Netzwerk Weitblick –
Verband Journalismus & Nachhaltigkeit e.V.,
Rotenhäuser Str. 75,
21107 Hamburg

Autorin: Heike Keuthen

Redaktion: Elke Gersmann, Heike Janßen

Covergestaltung und Layout: byfairmeans.net

ISBN: 978-3-949407-10-9

Für die Richtigkeit der Inhalte sind die Autor*innen verantwortlich.
Meinungsäußerungen spiegeln die Ansicht der Autor*innen wider
und nicht unbedingt die des Netzwerk Weitblick e.V.

© August 2023

Alle Internetverknüpfungen in diesem Buch wurden am 1. Juni
2023 auf ihre Aktualität überprüft.
Redaktionsschluss 30.12.2022

MEERESWANDEL

ZU WARM, ZU ÜBERNUTZT, ZU SCHMUTZIG

Wie der Mensch die Artenvielfalt in den Ozeanen bedroht

Heike Keuthen

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	4
VORWORT DES NETZWERK WEITBLICK E.V.	6
1. EINFÜHRUNG	8
2. ARTENVIELFALT IN DEN OZEANEN	9
2.1. Was ist Biodiversität und warum ist sie wichtig?	9
2.2. Nahrungsnetze und Schlüsselarten	10
2.3. Biomasse und genetische Vielfalt	11
2.4. Bedrohungen für die Biodiversität	12
3. ÜBERFISCHUNG	14
3.1. Überfischte Arten	17
3.1.1. Fallbeispiel: Atlantischer Blauflossenthun	17
3.1.2. Fallbeispiel: Kabeljau/Dorsch	19
3.2. Industrielle Fischerei versus Kleinfischerei	21
3.2.1. Die weite Fahrt der Fischer von Santa Marianita	23
3.3. „Fishing down the food web“ – die folgenreiche Jagd nach Großfischen	25
3.4. Illegale Fischerei – IUU	27
3.5. Aquakultur	29
3.5.1. Problemfall Lachszucht	31
4. VERLUST DER LEBENSÄRÄUME	36
4.1. Mangrovenwälder	36
4.1.1. Die Concheros von Muisne	38
4.2. Korallenriffe	42
4.2.1. Erwärmung des Meerwassers und marine Hitzewellen	43
4.2.2. Das Meer wird saurer	45
4.2.3. Meeresverschmutzung und Eintrag von Düngemitteln	45
4.3. Seegraswiesen	47
4.4. Unbekannter Lebensraum Tiefsee	50
4.4.1. Metallrausch in der Tiefe	52
5. KLIMAWANDEL	55
5.1. Es wird wärmer – Flucht in kühlere Gewässer	56
5.2. Ozeane als CO ₂ -Senken – „Blue Carbon“	59
5.2.1. Küstengebiete	59
5.2.2. Ozeane und ihre Bewohner	60
5.3. Sauerstoffmangel	62

6. VERSCHMUTZUNG DER MEERE	63
6.1. Plastik im Meer	63
6.2. Unsichtbare Schadstoffe	66
6.3. Lärmverschmutzung	67
7. INVASION FREMDER ARTEN	69
8. MASSNAHMEN ZUM SCHUTZ DER OZEANE	71
8.1. Wem gehört das Meer?	73
8.2. Das BBNJ-Abkommen – Regeln für das Niemandsland „Hohe See“	73
8.3. Sonderfälle Antarktis und Arktis	76
8.3.1. Antarktis	76
8.3.2. Arktis	77
NÜTZLICHES ZUR RECHERCHE	80
Deutschland	80
Weltweit	80
Abkürzungen	81

VORWORT DES NETZWERK WEITBLICK E.V.

Klimawandel, Umweltzerstörung, Ressourcenknappheit, Migration und Pandemien – das sind einige der Folgen unserer Art zu leben und zu wirtschaften und zugleich die größten Herausforderungen der Gegenwart. Sie werden sich in Zukunft noch verstärken.

Was bei der Medienberichterstattung über diese Phänomene oft fehlt, ist die Einordnung in globale oder wissenschaftliche Zusammenhänge und in langfristige Entwicklungen. Die umfassende Darstellung dieser Themen erfordert es, sich über Ressortgrenzen hinweg damit zu befassen, um Zusammenhänge, Hintergründe und Lösungsansätze aufzuzeigen. Die verbindenden Begriffe dafür sind Nachhaltigkeit und nachhaltige Entwicklung.

Viele dieser Themen sind so komplex, dass sie gründliche Recherche und Fachwissen erfordern. Regelmäßige Weiterbildung ist notwendig, weil es im Bereich der nachhaltigen Entwicklungsziele (SDGs) ständig neue wissenschaftliche Erkenntnisse, technologischen Fortschritt sowie politische und gesellschaftliche Veränderungen gibt.

Aufgabe der Medien ist es, die Menschen über wichtige Themen zu informieren. Die Relevanz einer global nachhaltigen Entwicklung, und damit auch die Notwendigkeit der kompetenten Berichterstattung darüber, zeigt sich in den 17 Zielen, zu denen sich die internationale Staatengemeinschaft mit der Agenda 2030 verpflichtet hat. Auf politischer Ebene besteht zumindest auf dem Papier weltweit Einigkeit darüber, wie notwendig eine nachhaltige gesellschaftliche Transformation ist. Wer die Ziele mit der Realität vergleicht, wird allerdings feststellen, dass es hier bei vielen Punkten noch eine große Kluft zwischen Anspruch und Wirklichkeit gibt – Stoff für spannende, journalistische Recherchen. Außerdem ist der Weg zu mehr Nachhaltigkeit nicht klar vorgegeben, sondern ein Such-, Lern-, Diskussions- und Veränderungsprozess – ein steter Anlass für Berichterstattung. Schließlich ist die Aufgabe von Journalist*innen, so zu informieren, dass Menschen eine Grundlage für eine fundierte Diskussion und Meinungsbildung haben und zur Partizipation angeregt werden.

Der Journalistenverband Netzwerk Weitblick e.V. will in Kooperation mit der gemeinnützigen Agentur zwanzig50 Medienschaffende mit einer Qualifizierungsinitiative bei dieser Aufgabe unterstützen. Mit Informationsveranstaltungen, der Vernetzung mit Wissenschaftler*innen, mit Seminaren und unseren Publikationen sollen Medienschaffende für die Themen sensibilisiert werden. Ziel ist nicht, dass sie ständig explizit über Nachhaltigkeit berichten, sondern Nachhaltigkeitsaspekte stets kompetent mit untersuchen – in jedem Ressort und bei jedem Thema, sei es Mode, Wirtschaft, Reisen, Sport, Politik oder Kultur. Wir wollen daran mitwirken, dass Nachhaltigkeitsaspekte genauso selbstverständlich mitgedacht werden wie zum Beispiel die Einhaltung der Menschenrechte, mit denen die SDGs eng verbunden sind. Dabei ist uns wichtig, nicht nur Probleme zu thematisieren, sondern auch Perspektiven, Handlungsoptionen und Lösungen aufzuzeigen.

Netzwerk Weitblick und Zwanzig50 organisieren im In- und Ausland zusammen mit Wissenschaftler*innen Fortbildungen zu Themen aus dem Bereich Nachhaltigkeit.

Die Mitglieder des Netzwerk Weitblick geben Seminare in ihren jeweiligen Fachbereichen und schreiben dazu Handbücher. Dabei legen sie selbst die Schwerpunkte fest und sind für die Inhalte verantwortlich.

*Jeder Tropfen
im Ozean zählt.*

(Yoko Ono)

1. EINFÜHRUNG

Nicht umsonst wird die Erde auch blauer Planet genannt, denn es gibt viel mehr Wasser- als Landflächen. Mehr als zwei Drittel der Erdoberfläche sind von Wasser bedeckt. Diese gewaltigen Dimensionen haben wohl dazu beigetragen, dass es jahrhundertlang unvorstellbar schien, dass der Mensch den Ozeanen etwas anhaben könne. Sie galten als Füllhorn, aus dem man unbegrenzt schöpfen konnte. Doch das gängige Narrativ ist überholt. Der Zustand der Weltmeere hat sich rasant verschlechtert: Sie sind zu warm, zu übernutzt, zu schmutzig und der Meeresspiegel ist zu hoch. Immer mehr marine Lebensräume verschwinden und mit ihnen viele ihrer Bewohner.

Dabei sind gesunde Ozeane für unser Überleben essenziell. Mehr als ein Drittel der Weltbevölkerung lebt am Meer oder ist abhängig davon. Vor allem im sogenannten globalen Süden dienen Fische, Muscheln, Krabben und andere wirbellose Meerestiere vielen Menschen als wichtigste Nahrungs- oder Einnahmequelle.

Dass der Klimawandel eine reale Bedrohung bedeutet, ist mittlerweile im Bewusstsein der meisten Menschen angekommen. Der weltweite Verlust der Biodiversität hingegen, auch in den Meeren, wird von vielen kaum wahrgenommen, trotz der dramatischen Konsequenzen.

Auch in der Berichterstattung spielt der Klimawandel eine größere Rolle als das Artensterben. Dieses findet in den Medien kaum statt, und wenn, liegt der Fokus meist auf Landtieren wie etwa Bienen, Wiesenvögeln oder sogenannten „sexy species“ wie Gorillas, Tigern und Elefanten. In den Meeren haben allenfalls Wale und zuletzt Haie diesen Aufmerksamkeitsgrad erreicht. Dabei sind etwa 1 Million Tier- und Pflanzenarten weltweit gefährdet oder sogar vom Aussterben bedroht. Arten, deren Funktionen im Netzwerk der Natur mit wenigen Ausnahmen unzureichend bekannt sind, genau wie die Folgen, die ihr Verschwinden haben wird.

Dass die Konsequenzen nicht so leicht greifbar sind und oft auch von Wissenschaftler*innen nur vage beschrieben werden können, macht es für Journalist*innen schwieriger, darüber zu berichten. Dass das Artensterben jedoch mindestens die gleichen drastischen Auswirkungen hat wie der Klimawandel, gilt in der Wissenschaft als „common sense“. Man spricht von einer Doppel- oder Zwillingskrise, da der Klimawandel und der Rückgang der biologischen Artenvielfalt eng miteinander verflochten sind.

Im Vergleich zum Klimawandel sind die Ursachen für den Verlust der Artenvielfalt jedoch wesentlich komplexer. Während die Erderwärmung vor allem auf den Ausstoß von Treibhausgasen zurückzuführen ist, kann das Artensterben vielfältige Ursachen haben, die regional stark variieren können. In den Ozeanen sind es hauptsächlich Überfischung, Verschmutzung, der Eintrag von Nährstoffen, der Klimawandel, vor allem anderen aber die Zerstörung von Lebensräumen. An den Küsten müssen Mangrovenwälder Bau- und Aquakulturprojekten weichen, Korallenriffe sterben durch die Erwärmung des Meeres, Seegraswiesen werden durch invasive Arten oder Grundschleppnetze gefährdet.

Es sind Lebensräume, die als Kinderstube für vielfältige Artengemeinschaften im Meer dienen und auch dem Menschen nützen, weil sie Erosion verhindern und als Pufferzone vor Stürmen und Überschwemmungen schützen.

Verschmutzung und Nährstoffeintrag sowie eine hochindustrialisierte Fischerei erhöhen den Druck auf die Lebensgemeinschaften in den Ozeanen. Bereits heute gilt mehr als ein Drittel der kommerziell genutzten Fischarten als stark überfischt.

Mit Blick auf die Zukunft unseres Planeten spielen die Ozeane eine zu große Rolle, als dass wir ihren Zustand ignorieren könnten. Hier ist nicht nur die Wissenschaft gefragt, Lösungen zu suchen, auch auf Politik und Wirtschaft muss der Druck wachsen, die Ozeane stärker in Schutzpläne einzubeziehen.

Ein Wort noch vorweg: Die Ozeane in all ihrer Komplexität in in all ihrer Komplexität kurz und kompakt abzubilden ist ein unmögliches Unterfangen. Zu groß ist die Vielfalt der Lebensräume und ihrer Bewohner, zu vielfältig sind die Ursachen ihrer Gefährdung. Dieses Handbuch kann deshalb nur einen groben Überblick geben – und hoffentlich eine Menge Anreize und Ideen zum eigenständigen Recherchieren und Vertiefen. Die im Buch genannten Links wurden am 31. März 2023 auf ihre Aktualität überprüft.

2. ARTENVIELFALT IN DEN OZEANEN

2.1. WAS IST BIODIVERSITÄT UND WARUM IST SIE WICHTIG?

Weltweit gibt es etwa 1,8 Millionen beschriebene Arten. Bei den Schätzungen der Wissenschaft, wie viele unentdeckte oder noch nicht beschriebene Arten es gibt, liegen die Zahlen weit auseinander: 7 bis 10 Millionen. Die meisten werden in den Ozeanen vermutet. Jeden Tag werden dort laut „World Register of Marine Species“ etwa fünf neue Spezies entdeckt, von 2007 bis 2017 allein 1.300 neue Fischarten¹.

Die artenreichsten Lebensräume sind in den Ozeanen die tropischen Korallenriffe und die Tiefsee mit den angrenzenden Kontinentalhängen². Jede einzelne Art, ob bekannt oder unentdeckt, winzig klein oder riesengroß, hat ihre Funktion im komplexen Netzwerk der Natur. Auch wenn wir diese Funktion oft nicht einmal kennen, ist doch klar, dass die Entnahme oder das Verschwinden einzelner oder mehrerer Arten Auswirkungen auf die gesamte Gemeinschaft hat.

In seinem jüngsten Bericht warnt der Weltbiodiversitätsrat IPBES vor einem starken Rückgang der Arten und ihrer Vielfalt insgesamt. Geschätzt sind demnach 1 Million Tier- und Pflanzenarten im Laufe der nächsten 20 bis 50 Jahre vom Aussterben bedroht, wenn nicht gegengesteuert wird. Der Anteil der Arten, die derzeit schon bedroht sind, liegt bei etwa 25 Prozent³. Das Artensterben ist heute mindestens zehn- bis einhundertmal höher als im Durchschnitt der letzten 10 Millionen Jahre⁴.

Wissenschaftler*innen haben festgestellt, dass die Biodiversität gerade in marinen Lebensräumen eine große Bedeutung für die Stabilität der Ökosysteme hat.⁵ Verschieben sich die äußeren Umstände, wandern beispielsweise Arten ab, weil das Wasser wärmer geworden ist, oder nehmen sie durch Überfischung stark ab, kann dies das gesamte Artengefüge in einem Ökosystem beeinflussen.

1 WoRMS. (2018). Celebrating a decade of the World Register of Marine Species (Pressemitteilung). https://www.marinespecies.org/documents/Communication/2018_Press_release_A_Decade_of_WoRMS.pdf.

2 Gutt, J. & Auyila, M. (2016). Was versteht man unter Biodiversität und wie wird sie erfasst? In J. L. Lozán et al. (Hg.), Warnsignal Klima: Die Biodiversität (S. 17–25). Universität Hamburg. S. 20.

3 Kandarr, J., et al. (Hg.). (2020). Biodiversität im Meer und an Land: Vom Wert biologischer Vielfalt (ESKP-Themenspezial: Biodiversität). Deutsches GeoForschungsZentrum. DOI: 10.2312/eskp.2020.1. S. 6.

4 IPBES, Deutsche Koordinierungsstelle. (2019). Globales IPBES-Assessment zu Biodiversität und Ökosystemleistungen. <https://www.de-ipbes.de/de/Globales-IPBES-Assessment-zu-Biodiversitat-und-Okosystemleistungen-1934.html>.

5 Maribus (Hg.). (2015). Der nachhaltige Umgang mit unseren Meeren (World Ocean Review 4). mareverlag. <https://worldoceanreview.com/de/wor-4/>.

Was bedeutet Biodiversität?

Häufig wird unter Biodiversität die Vielfalt der Arten, also von Pflanzen, Tieren, Pilzen und Mikroorganismen, in einem Lebensraum verstanden. Doch Biodiversität umfasst auch die Vielfalt der Gene von Arten und Artengemeinschaften. Je vielfältiger der Genpool ist, desto höher ist zum Beispiel die Wahrscheinlichkeit, dass Arten sich an veränderte Umweltbedingungen anpassen können. Unter Biodiversität versteht man auch die Vielfalt der Lebensräume, auch Ökosysteme genannt, innerhalb einer größeren Region. Zuletzt gibt es noch die funktionelle Vielfalt in einem Lebensraum, etwa die unterschiedlichen Verhaltens- und Ernährungsweisen der Bewohner.

Generell gilt, dass die Biodiversität in den Polregionen am geringsten ist. Je weiter man sich den Tropen nähert, desto höher wird sie. Ein Phänomen, das Breitengradient der Biodiversität genannt wird. In den Ozeanen haben Korallenriffe und andere küstennahe Gebiete, wie etwa Mangrovenwälder, eine hohe Biodiversität.

2.2. NAHRUNGSNETZE UND SCHLÜSSELARTEN

Die Beziehungen zwischen den Arten in einem Ökosystem sind meist durch Nahrungsnetze geprägt: So ist das Photosynthese betreibende Phytoplankton – das sind mikroskopisch kleine Algen – Nahrungsgrundlage für das Zooplankton. Zum Zooplankton zählt man alle tierischen Lebewesen, die im Meer treiben, also zum Beispiel Krill, Krebs- und Fischlarven oder auch Quallen. Diese Lebewesen wiederum werden von etwas größeren Meerestieren gefressen, wie Fischen oder Schildkröten, und diese dann von Räubern, sogenannten Top-Prädatoren, an der Spitze des Nahrungsnetzes.

Es gibt aber Arten, die besonders wichtig für ein Ökosystem sind. Bereits in den 1960er-Jahren hat der US-amerikanische Wissenschaftler Robert Paine für sie den Begriff „keystone species“ geprägt, auf Deutsch nennt man sie Schlüsselarten. Ähnlich wie der Schlussstein („keystone“) einen Torbogen stabilisiert, halten Schlüsselarten den Lebensraum im Gleichgewicht. Mit dem Verschwinden einer solchen Art bricht das Ökosystem im schlimmsten Fall zusammen oder ist nachhaltig gestört.

Eines der bekanntesten Beispiele für eine Schlüsselart ist der Seeotter in den Tangwäldern vor der nordamerikanischen Westküste. Sie werden auch Kelpwälder genannt und bestehen aus riesigen im Boden verankerten Algen, deren Stängel und Blattwedel im Wasser treiben und so dichte Wälder bilden können.

Dadurch bieten sie Lebensraum, Schutz und Nahrung für viele Arten. Sie werden oft auch als maritimes Gegenstück zu den Regenwäldern an Land bezeichnet. In ihnen jagt der Seeotter neben Muscheln und Krebsen auch Seeigel und hält so ihre Population in Schach. Ist der Seeotter weg, können sich die Seeigel

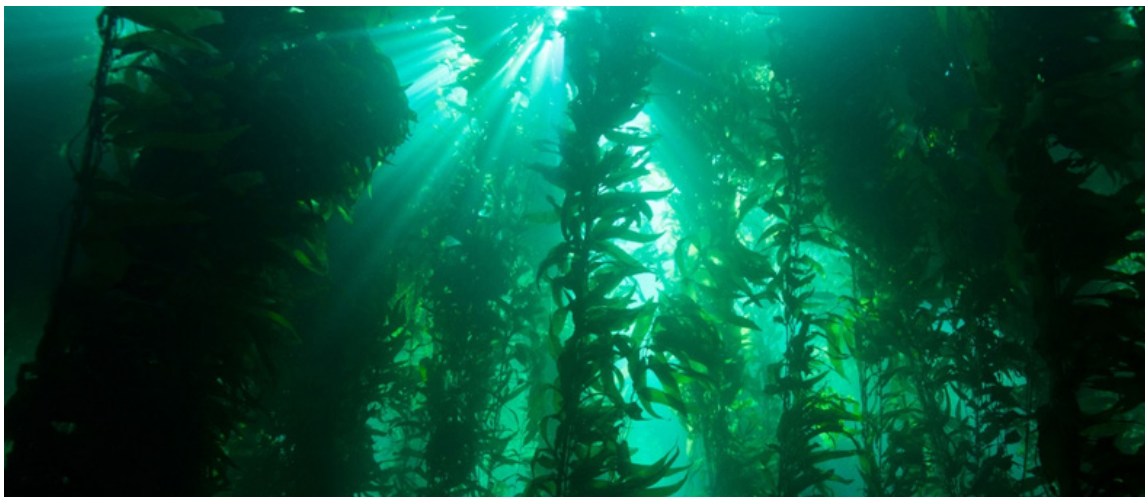


Abb. 1: Unterwasser-Kelpwald vor der kalifornischen Küste im Monterey Bay Nationalpark. Quelle: NOAA (CC0)

unkontrolliert vermehren. Da sie die Tangwälder abweiden, bleibt bald vom Lebensraum nichts mehr übrig. Damit verschwinden dann auch viele Fischarten und als Folge davon auch Küstenbewohner wie etwa der Seeadler.

Was passiert, wenn eine Art verschwindet oder ihre Population abnimmt, kann man auch vor der Küste Namibias sehen. Dort befindet sich eines der größten Auftriebsgebiete der Erde. Auftriebsgebiete sind hochproduktive marine Ökosysteme, die einen erheblichen Teil der weltweiten Fischerei-Erträge liefern. Damit spielen sie eine wichtige Rolle für die Ernährung der Weltbevölkerung. In dem Benguela-Auftriebsgebiet vor der südwestafrikanischen Küste steigt kaltes Wasser aus der Tiefsee hoch und bringt große Mengen an Nährstoffen mit sich. Davon profitiert vor allem das Phytoplankton, große Planktonblüten entstehen. Riesige Sardinen- und Sardellenschwärme zogen früher die Küste entlang und fraßen sich daran satt. Doch mittlerweile sind sie – und damit die für die namibische Küstenbevölkerung wichtigste Eiweißquelle – fast verschwunden. Ein Grund dafür ist höchstwahrscheinlich die jahrzehntelange Überfischung. Bereits in den 1960er-Jahren wurden die Fische stark befischt, in den 1970er-Jahren brachen die Bestände zusammen und haben sich seitdem, trotz Fischerei-Managements, nicht wieder erholt, so der Meeresbiologe Callum Roberts in seinem Buch „Der Mensch und das Meer“⁶.

Roberts beschreibt, dass entlang der namibischen Küste oft ein Gestank von fauligen Eiern in der Luft liegt. Denn die Phytoplankton-Massen, die nicht mehr von den Fischeschwärmen gefressen werden, sinken auf den Meeresgrund und fangen an zu verwesen. Es entstehen Gase, die nach oben steigen und den Gestank verbreiten, ein Phänomen, von dem zwar bereits im 19. Jahrhundert berichtet wurde, das aber nie so gehäuft auftrat wie jetzt. Im Meer entsteht durch diese Prozesse Sauerstoffarmut. Zudem veränderte sich die Artengemeinschaft. Mit dem Verschwinden der Sardinen- und Sardellenschwärme nahm auch die Zahl der Räuber ab, wie Stöcker, Seehecht, Seevögel und Robben. Die Sauerstoffarmut wiederum erschwert die Wiederkehr der Sardinen und Sardellen. Sie macht den Fischen zu schaffen, sie können ihren Lebenszyklus nicht vollenden oder ziehen woandershin.⁷

Das Verschwinden einzelner Arten kann also massive Folgen haben. Man kann sich das wie eine Reihe Dominosteine vorstellen, die hintereinander aufgestellt sind. Kippt der erste Stein, reißt er viele andere mit sich.

Spannend ist, dass vor der Küste Südafrikas, wo ein anderer Teil des Benguela-Auftriebsgebiets liegt, die Situation längst nicht so schlimm ist. Die Wissenschaftler*innen vermuten, dass ein schärferes Fischerei-Management hier die Situation unter Kontrolle hält.⁸

2.3. BIOMASSE UND GENETISCHE VIELFALT

Der Mensch hat also bereits in den Ozeanen tiefe Spuren hinterlassen. So haben Forschende der Max-Planck-Gesellschaft herausgefunden, dass die maritime Biomasse (also das Gesamtgewicht aller mariner Lebewesen) über zehntausende Jahre hinweg über alle Größenordnungen nahezu gleich verteilt war. Es gab viele Kleine und wenige Große. Aber die Biomasse des Zooplanktons beispielsweise wog in etwa genauso viel wie die Biomasse der Wale. Das ist heute nicht mehr so. Ian Hatton, der an der internationalen Studie mitgewirkt hat, spricht von einem Naturgesetz, das der Mensch gebrochen habe. In den vergangenen 200 Jahren wurde durch Walfang und Fischerei die Biomasse der großen Tiere stark dezimiert: große Wale um 90 Prozent, kleinere Meeressäuger wie Delfine und größere Fische wie Haie, Schwert- und Thunfische um etwa 60 Prozent. „Der Mensch ist zweifellos zum größten Raubtier des Meeresökosystems geworden und hat die Verteilung der Biomasse massiv verändert“, so Hatton.⁹ Welche langfristigen Auswirkungen das hat, ist bisher noch unklar.

6 Roberts, C. (2013). Der Mensch und das Meer: Warum der größte Lebensraum der Erde in Gefahr ist. DVA.

7 Leibniz-Zentrum für Marine Tropenforschung. (12.2.2019). Schwindender Fischbestand vor Südwestafrika wirft Rätsel auf (Pressemitteilung). <https://www.leibniz-zmt.de/de/neuigkeiten/nachrichten-aktuelles/archiv-news/schwindender-fischbestand-vor-suedwestafrika.html>.

8 Ebd.

9 Max-Planck-Gesellschaft. (19.11.2021). Der Mensch bricht ein Naturgesetz der Meere (Pressemitteilung). <https://www.mpg.de/17883462/meer-lebewesen-biomasse>.

Eines ist jedoch klar: Mit abnehmender Biomasse, also der Quantität, nimmt auch die genetische Vielfalt der betroffenen Arten ab. Damit sinkt ihre Fähigkeit, sich schwierigen Bedingungen anzupassen. Ein Umstand, der gerade heute, wo so viele verschiedene Faktoren marine Lebensformen belasten, von enormer Bedeutung ist.

Der oben erwähnte nordpazifische Seeotter hat bereits nur noch eine genetische Diversität, die auf dem Niveau des ebenfalls vom Aussterben bedrohten Tasmanischen Teufels liegt. Generell kann man sagen: Je geringer die genetische Vielfalt, desto höher ist die Gefahr, dass Arten aussterben. Die Seeotter wurden bis Anfang des 20. Jahrhunderts wegen ihres Fells gejagt und fast ausgerottet. Damals gab es in Kalifornien nur noch 50 Exemplare (von ehemals bis zu 20.000). Mittlerweile ist die Population wieder auf mehr als 3.000 angestiegen, doch ihre genetische Vielfalt geht auf die 50 Tiere zurück. Gerade in kleinen Populationen mit geringer genetischer Vielfalt können durch Inzucht Genom-Konstellationen entstehen, die eine Art noch weiter schwächen. Beim Seeotter haben das Forscher*innen der University of California in Los Angeles schon festgestellt.¹⁰

2.4. BEDROHUNGEN FÜR DIE BIODIVERSITÄT

Zu warm, zu hoch, zu sauer, zu verschmutzt, zudem überfischt und überdüngt. Schlagworte, die einem fast täglich im Zusammenhang mit den Weltmeeren begegnen. Hinzu kommen die Fragmentierung oder die Zerstörung von Lebensräumen. Wichtige Küstenhabitate wie Mangroven werden beispielsweise für Bauprojekte oder Aquakulturprojekte abgeholzt, Riffe durch Dynamitfischerei zerstört, Seegraswiesen durch Schleppnetzfisherei beschädigt.

Auch der Eintrag von Nährstoffen aus der Landwirtschaft beeinflusst Lebensräume. Algenteppiche überziehen Riffe, Algenblüten wie vor der Küste der Bretagne oder in der Karibik nehmen überhand und bedrohen mittlerweile auch den für die Bevölkerung ebenfalls wichtigen Tourismus. Und „on top“ verändert der Klimawandel global auch noch die Rahmenbedingungen.

Über den Einfluss des Klimawandels wird viel im Zusammenhang mit dem Verlust der Artenvielfalt geschrieben. Doch dem Klimawandel die größte Rolle zuzuschreiben ist nicht richtig. Denn klimatische Effekte trügen nur in einer Größenordnung zwischen zehn und 15 Prozent zum Artensterben bei, sagt der Biodiversitätsforscher Matthias Glaubrecht von der Universität Hamburg. Mit dem Kampf gegen den Klimawandel allein lösen wir das Problem des globalen Artensterbens also nicht.

Der australische Wissenschaftler Sean L. Maxwell ist derselben Ansicht. Er hat mit Kolleg*innen in einer Studie die Gefahren für mehr als 8.000 gefährdete oder vom Aussterben bedrohte terrestrische und marine Arten untersucht. Hauptgrund ist demnach die Ausbeutung der Erde durch den Menschen. Am häufigsten sind die untersuchten Arten durch Übernutzung bedroht. In den Ozeanen ist das die Überfischung. Die nächste Bedrohung kommt aus der Landwirtschaft – in den Meeren vor allem die Bewirtschaftung durch Aquakultur und der Eintrag von Chemikalien und Düngemitteln. Danach folgen der Verlust von Lebensräumen durch Städtebau und Tourismus, invasive Arten, Verschmutzung, Veränderungen der Umwelt zum Beispiel durch Dämme und erst dann – so die Studie – durch den Klimawandel. Der Autor weist jedoch auch darauf hin, dass die Bedrohung durch die globale Erwärmung künftig an Stellenwert gewinnen könnte. Momentan stelle aber eine stetig wachsende und sich ausbreitende Weltbevölkerung noch die größere Gefahr für die Biodiversität dar.¹¹

10 Caspermeier, J. (2019). Sea otters have shown to have low genetic diversity. *Molecular Biology and Evolution* 36, 2926–2927. <https://doi.org/10.1093/molbev/msz165>.

11 Maxwell, S., Fuller, R., Brooks, T., et al. (2016). Biodiversity: The ravages of guns, nets and bulldozers. *Nature* 536, 143–145. <https://doi.org/10.1038/536143a>.

Vergiss Klima – der Verlust der Artenvielfalt ist schlimmer!

Interview mit Matthias Glaubrecht, Leibniz-Institut zur Analyse des Biodiversitätswandels, Universität Hamburg

Klimakrise oder Biodiversitätsverlust, was ist bedrohlicher?

Matthias Glaubrecht: Klima ist natürlich wichtig und ganz spannend. Aber für die Biodiversitätsverluste ist es der falsche Fokus. Bei jeder Berichterstattung spielt Klima eine große Rolle. Übertrieben könnte man sagen: Vergiss Klima! Wir haben im Grunde eine Dreifachkrise: Pandemien, Klimawandel und der Verlust der Artenvielfalt. Bei allen dreien ist der Mensch der große Treiber.

Warum ist die Artenvielfalt so wichtig?

Matthias Glaubrecht: Sie kennen diese Jenga-Türme, bei denen man einzelne Klötze herausnehmen kann? Da kann man oben einen Block entfernen und das ist nicht so schlimm. Aber irgendwann kommt man an die strategisch wichtigen Steine. Und wenn Sie die herausnehmen, dann fällt der ganze Turm zusammen. Wir wissen aber nicht, welche Organismen-Blöcke in Ökosystemen wichtig sind. Meiner Meinung nach brauchen wir dieses enge Geflecht der Arten. Sie stellen die Maschen für die ökologischen Netzwerke dar. Und je mehr Maschen, also Arten, uns fehlen, desto instabiler werden die Netze, desto leichter reißen sie. Und dann fehlen uns die Dienstleistungen der Ökosysteme. Also zum Beispiel der Fisch, sauberes Wasser, stabile klimatische Verhältnisse, Küstenschutz ...

Wir wissen also nicht genug?

Matthias Glaubrecht: Also, wir wissen weder genug über die Zahl der Arten, noch wissen wir, wo genau sie vorkommen, und vor allen Dingen kennen wir keine Details über Funktionszusammenhänge, über die funktionelle Biodiversität. Das fangen wir eigentlich gerade erst an zu verstehen. Wir brauchen mehr Systematiker und Ökologen, die uns die Lebensraumzusammenhänge und die aufbauenden Glieder auseinandertüfteln. Und die gibt es nicht mehr. Wir haben ein Erkenntnis- und Ausbildungsdefizit.

Gibt es genug Sensibilität für den Artenschutz?

Matthias Glaubrecht: Ich glaube, das ist noch nicht so wirklich in den Köpfen der Menschen angekommen, weil immer die Frage gestellt wird, wozu brauche ich diese Art oder die andere? Und wenn man das nicht sofort beantworten kann, dann sagen sie, dann ist die Art doch entbehrlich.

Merken wir vielleicht gar nicht, dass Arten verschwinden?

Matthias Glaubrecht: Der Meeresbiologe Daniel Pauly hat das Phänomen „shifting baselines“ genannt. Wenn der Großvater 1.000 Fische, der Vater 100 und der Sohn noch 10 im Netz hat und jeder hält das für den normalen Fang. Deswegen haben wir nicht gemerkt, dass die Nordsee inzwischen mehr als jeder Acker, drei- bis viermal im Jahr, umgewühlt wird. Und das machen wir seit Jahrzehnten an derselben Stelle. Da ist dann keine Scholle mehr drin, nichts mehr.

Wir fahren mittlerweile jedes Jahr nach Dänemark, wo ich bereits als Kind Urlaub gemacht habe. Früher roch das Ferienhaus dann nach getrockneten Seeigeln, die ich vom Strand hochgeschleppt habe. Nach Mondschnellen und was wir noch so alles gesammelt hatten. Heute gehe ich mit meinen Kindern an den Strand und wir finden kein einziges Tier mehr. Nichts mehr. Noch nicht einmal nach einem Sturm. Sie finden eher einen Bernstein, als dass Sie noch eine reiche Tierwelt dort vorfinden. Wir verlieren überall unsere Kindheitstiere. Wenn wir früher in einen Schuhladen gegangen sind, dann gab es da immer die Salamander-Werbung. Wo gibt es denn heute noch Feuersalamander, Lurchi? Den kennt heute keiner mehr.

Wann hat das angefangen?

Matthias Glaubrecht: Man könnte vielleicht sagen, in den 1950er-Jahren war die Welt noch in Ordnung. Aber auch das ist kein Vergleich zu den historischen Berichten. Wie bei Kolumbus oder Vespucci. Überall wo sie hinkamen, gab es eine wahnsinnig reiche Biodiversität mit auch zahlenmäßig ungeheuer großen Tierbeständen. Die gibt es heute nicht mehr. Mag sein, dass die Art noch vorkommt, aber ... wir haben noch gar nicht realisiert, was wir in den letzten 500 Jahren Ausplünderung verloren haben. Und in den letzten 50 Jahren betreiben wir das in einem Maße, das den meisten nicht klar ist.

Was können wir tun – oder ist es schon zu spät?

Matthias Glaubrecht: Wir können gegensteuern, wenn wir die Botschaft nur weit genug in die Köpfe der Menschen reinbringen. Wir reden darüber, dass die Natur einklagbare Rechte hat. Jeder Aktiengesellschaft billigt man ja gerade mehr Rechte zu als der Natur. Und die Aktiengesellschaft wird ja auch von einem CEO oder Anwalt vertreten, so könnte man das auch für die Natur tun. Wir brauchen eine Bepreisung der Natur. Wenn Sie etwas entnehmen, was bisher unentgeltlich ist, muss man da ein Preisetikett draufschreiben. Also ein anderes Naturverständnis, einklagbare Rechte und ein großflächiger Schutz. Das wären Konzepte, ich denke, mit denen können wir es schaffen.

3. ÜBERFISCHUNG

Schon immer hat das Meer dem Menschen als Nahrungsquelle gedient. Der Fischfang zählt wohl mit zu den ältesten kulturellen Errungenschaften. Doch in den vergangenen Jahrzehnten hat die industrielle Revolution auch auf den Meeren stattgefunden: Satellitendaten werden ausgewertet, um Regionen mit der größten Fischbeute auszumachen. Helikopter suchen nach Fischschwärmen und melden sie den Fischereifloten. Es werden Langleinen eingesetzt, die 130 Kilometer lang sind – also von Hamburg bis Hannover reichen – und mit 20.000 Köderhaken versehen sind.

Meganetze wurden entwickelt: Schleppnetze, deren Öffnungen fünf Fußballfelder umfassen. Zudem pflügen Grundsleppnetze den Meeresboden nahe den Küsten jedes Jahr weltweit quasi einmal um. Die Spuren, die sie dabei hinterlassen, sind sogar aus dem All zu sehen.¹² Das kommt, wenn man die biologischen Schäden betrachtet, der Abholzung von Wäldern gleich.

In welchem Ausmaß die Ozeane befischt werden, macht die folgende Studie deutlich: Wissenschaftler*innen haben die AIS-Daten (das automatische Identifikationssystem von Schiffen, um Schiffskollisionen zu verhindern) von mehr als 70.000 Fischereischiffen über einen Zeitraum von vier Jahren (2012–2016) analysiert. Dabei stellten sie fest, dass mindestens 55 Prozent der Meeresoberfläche heutzutage im industriellen Maßstab befischt werden. Das ist viermal mehr Fläche, als die Landwirtschaft auf der Erde einnimmt. Im Jahr 2016 fischten die Boote zusammengenommen etwa 40 Millionen Stunden und legten dabei 460 Millionen Kilometer zurück, das entspricht einer Strecke 600-mal zum Mond und zurück.¹³

Die Gruppe um David Kroodsma hat aus den Daten eine Weltkarte erstellt, auf der erkennbar ist, wo und mit welchem Aufwand auf den Ozeanen gefischt wird. Besonders intensiv wird im Nordostatlantik (Europa), im Nordwestpazifik (China, Japan, Korea) sowie in den Auftriebsgebieten vor Westafrika und Südamerika gefischt.

A Total Fishing Effort

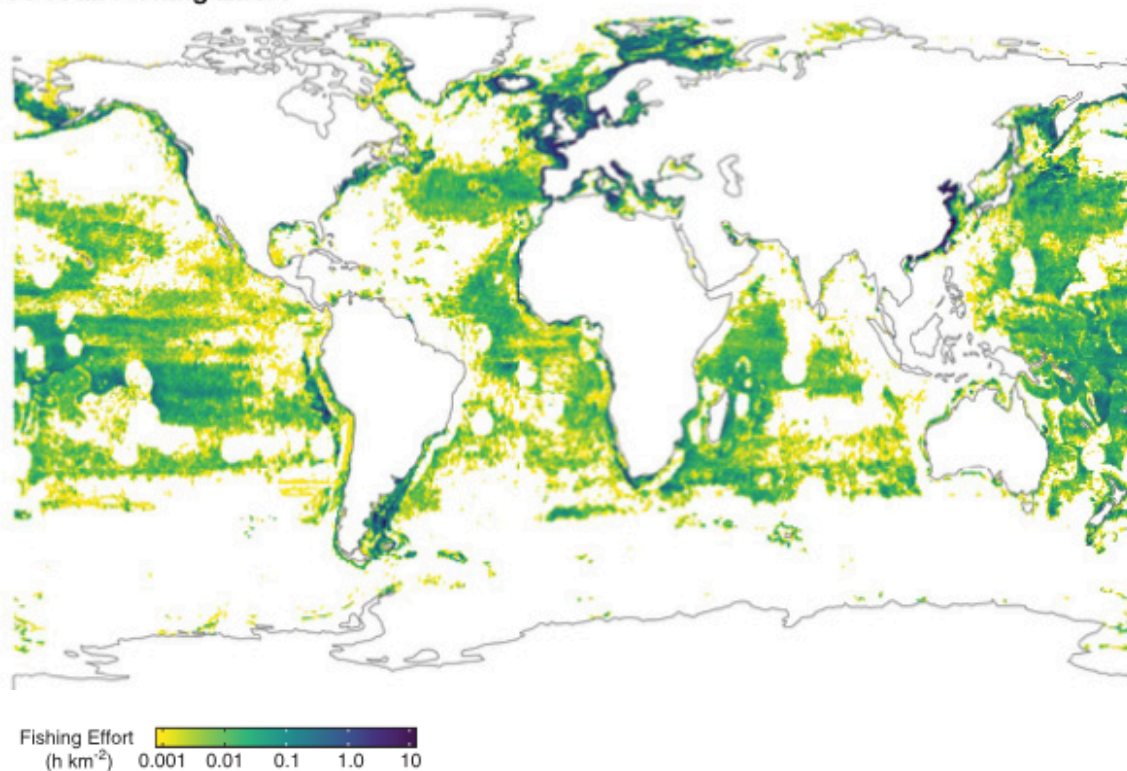


Abb. 2 Weltweite Fischereiaktivität und -intensität 2016.

Quelle: D. Kroodsma et al. (2018). Tracking the global footprint of fisheries. Science 359, 904–908

12 NASA earth observatory. (o. D.). Mudtrails from fishing trawlers in the Gulf of Mexico. <https://earthobservatory.nasa.gov/images/7751/mudtrails-from-fishing-trawlers-in-gulf-of-mexico>.

13 Kroodsma, D., et al. (2018). Tracking the global footprint of fisheries. Science, 359, 904–908. https://www.researchgate.net/publication/323126788_Tracking_the_Global_Footprint_of_Fisheries.

Weißer Flecken ohne Fischereiaktivität gibt es dagegen in den Ozeanen wenige. Allenfalls findet man sie in den Gebieten südlich der sogenannten „Roaring Forties“, in den hohen Breitengraden also, wo Stürme und hoher Wellengang das Fischen erschweren oder unmöglich machen. Außerdem im zentralen Atlantik und in Teilen des Nordostpazifiks sowie rund um die Ausschließlichen Wirtschaftszonen (AWZ) kleinerer Inselstaaten.

Die Ausbeute, die die zum Teil maximal hochgerüstete Fischfangindustrie macht, wird allerdings nicht größer. Trotz aller technischer Fortschritte arbeiten die modernen Fischereifloten hart an der Grenze zur Rentabilität. Besonders historische Vergleiche machen deutlich, dass immer mehr Aufwand betrieben werden muss, um die Nachfrage an Fisch zu decken.

Wachsender Hunger nach Fisch

Die Menge an konsumiertem Fisch ist von 1961 bis 2017 jedes Jahr durchschnittlich um 3,1 Prozent gestiegen. Mit dem Wachstum der Weltbevölkerung ist das nur zum Teil zu begründen, sie wuchs durchschnittlich nur um 1,6 Prozent. Der Fischbedarf stieg also in etwa doppelt so stark.

Andere proteinhaltige Lebensmittel, wie Fleisch und Milchprodukte, legten weniger stark zu: Ihre Nachfrage wuchs durchschnittlich um 2,1 Prozent pro Jahr.

Der weltweite Pro-Kopf-Verbrauch von Fisch hat sich in diesem Zeitraum mehr als verdoppelt: von 9 Kilogramm im Jahr 1961 auf 20,5 Kilogramm im Jahr 2018¹⁴

Eine zuverlässige Quelle für die jeweils aktuellsten Zahlen findet sich bei der Food and Agriculture Organisation der Vereinten Nationen, kurz FAO.

Ein Team der britischen Universität York, das in den Archiven grub und den Status quo der Fischerei von 1889 und 2007 verglich, beweist das eindrucksvoll: So wurden in Großbritannien Ende des 19. Jahrhunderts mehr als doppelt so viele am Meeresboden lebende Fische (Kabeljau, Scholle und andere) angelandet wie Anfang des 21. Jahrhunderts.¹⁵ Und das, obwohl 1889 die Fischerei in Großbritannien noch hauptsächlich mit Segelschiffen betrieben wurde. Fischer*innen, so die Studie, müssen heutzutage 17-mal mehr Aufwand betreiben, um die gleiche Menge Fisch zu fangen wie im 19. Jahrhundert. Das Problem ist weltweit bekannt, auch wenn es selten Studien gibt, die das so deutlich belegen.

Der Grund dafür ist simpel: Es **gibt weniger Fisch im Meer**.

Weltweit werden die Meere über ihre Regenerationsfähigkeit hinaus ausgebeutet. Dem 2020 veröffentlichten Bericht „The State of World Fisheries and Aquaculture“ der Food and Agriculture Organisation der Vereinten Nationen (FAO) zufolge sind mehr als ein Drittel, 34 Prozent, der globalen Fischbestände überfischt (Datenlage von 2017). Überfischt bedeutet, dass eine Art schneller entnommen wird, als sie sich erholen und vermehren kann. Ihre Population nimmt also kontinuierlich ab. Wird die Art weiter intensiv befischt, ohne regulierende Fangquoten, kann der Bestand im schlimmsten Fall zusammenbrechen.

60 Prozent der Fischarten wurden laut FAO „maximal nachhaltig“ befischt. Die Arten schaffen es dabei, ihren Bestand aufrecht zu erhalten. Nachhaltig bedeutet aber nicht, dass die Populationen ihre natürliche Größe haben. Expert*innen gehen davon aus, dass die „maximal nachhaltig“ befischten Bestände 30 bis 50 Prozent unter diesem Niveau liegen. Nur 6 Prozent der Fischarten weltweit gelten als unterfischt, könnten also noch stärker genutzt werden, ohne den Bestand zu gefährden.

14 FAO. (2020). The State of World Fisheries and Aquaculture 2020: Sustainability in action. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>.

15 Thurstan, R., Brockington, S., & Roberts, C. (2010). The effects of 118 years of industrial fishing on UK bottom trawl fisheries. Nature Communications 1, Artikel Nr. 15. <https://doi.org/10.1038/ncomms1013>.

How much of global fish stocks are sustainable?

Our World
in Data



Abb. 3 Quelle: H. Ritchie & M. Roser (2021). Fish and Overfishing. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/fish-and-overfishing>. Weltweite Fischereidaten und Fischfangmethoden werden dort anschaulich grafisch aufbereitet.

In 2020 wurden laut FAO weltweit jährlich etwa 90,3 Millionen Tonnen Fisch und andere Meerestiere aus den Ozeanen geholt.¹⁶ Die wichtigsten Fischereinationen sind China, Peru, Indonesien, Russland, die USA, Indien und Vietnam. Auf sie entfällt mehr als die Hälfte der angelandeten Menge.¹⁷ In der EU hat Spanien die meisten Fänge, die Fischereifänge der EU-28 (also inklusive Großbritannien) machten 2019 weltweit einen Anteil von 17,5 Prozent aus.¹⁸



Abb. 4 Fischerei auf Alaska-Seelachs. Quelle: NOAA (CC0)

¹⁶ FAO. (2022). The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. <https://doi.org/10.4060/cc0461en>.

¹⁷ Maribus (Hg.). (2021). Lebensgarant Ozean – nachhaltig nutzen, wirksam schützen (World Ocean Review 7). mareverlag. <https://worldoceanreview.com/de/wor-7/>. S. 77.

¹⁸ European Market Observatory for Fisheries and Aquaculture Products. (10.2.2023). Country profile Spain. <https://www.eumofa.eu/documents/20178/61322/Spain.pdf>.

Die drei am häufigsten gefangenen Arten sind die Peruanische Sardelle, der Pazifische Pollack (bei uns als Alaska-Seelachs im Handel) und der Echte Bonito (die Art, die meist in unseren Thunfischdosen landet).

Zugenommen hat die Fischerei in den vergangenen Jahren vor allem in den tropischen Gebieten des Pazifischen und des Indischen Ozeans. Die größten Fänge werden aber immer noch in den gemäßigten Breiten gemacht. Gefischt wird meist in den Ausschließlichen Wirtschaftszonen (AWZ) des jeweiligen Staates. Das ist laut internationalem Seerecht UNCLOS eine 200-Seemeilen-Zone (370 Kilometer) vor den Küsten. Etwa 90 Prozent aller wirtschaftlich interessanten Fischarten befinden sich innerhalb dieser Zonen. Danach beginnt die Hohe See, wo es grundsätzlich jedem Staat erlaubt ist zu fischen.

Welchen Schaden die Fischerei in den marinen Ökosystemen anrichtet, ist schwer zu beurteilen. Nur ein Teil der angelandeten Fischarten wird wissenschaftlich überwacht.

Wie viele Fische sind im Meer? Das Problem der Datenlage

Fischbestände sind nur schwer zu erfassen. Anders als bei der Tierbeobachtung an Land kann man schließlich nicht einfach ins Meer hineingucken und zählen. Daher ist es für die meisten Fischarten schwierig abzuschätzen, wie eine normale, nicht befischte Population aussehen würde.

Im siebten Band des World Ocean Review „Lebensgarant Ozean – nachhaltig nutzen, wirksam schützen“ (der kostenfrei heruntergeladen werden kann)¹⁹ schauen die Autor*innen auch auf die oft mangelnde Datenlage, auf der die internationalen Fischereidaten basieren. Etwa 1.700 Meeresfischarten (von mehr als 30.000) fließen in die globale Fischereistatistik ein. Die Staaten übermitteln die Daten dafür an die FAO. Einzelne Länder machen jedoch nicht mit: Brasilien zum Beispiel. Dann werden die Fangmengen mit Hilfe regionaler Statistiken geschätzt.

Ein weiteres Problem: Illegale und nicht berichtete Fischfänge werden überhaupt nicht miteinbezogen. Diese belaufen sich laut Schätzungen aber auf etwa 25 Millionen Tonnen im Jahr. In etwa jeder vierte bis fünfte weltweit gefangene Fisch taucht daher im FAO-Bericht nicht auf. Das Gleiche gilt für unerwünschten Beifang, der direkt auf dem Meer entsorgt wird. Das Forschungsprojekt „Sea Around Us“ von der University of British Columbia, Kanada, versucht diese Lücke zu füllen. Es kombiniert offizielle Statistiken mit Schätzungen und kommt so auf wesentlich höhere Fangzahlen als die FAO.²⁰ Auf der Webseite <https://www.seaaroundus.org> kann man die globalen Fangdaten abfragen, sie aber auch nach einzelnen Ländern und Fischarten aufschlüsseln.

3.1. ÜBERFISCHTE ARTEN

Beispiele für überfischte Arten gibt es reichlich – und damit auch Themenfelder für Journalist*innen. Man muss sich eigentlich nur anschauen, wie es den Fischen geht, die bei uns regelmäßig auf dem Teller landen. Und dann die Fischereistatistiken bemühen. Möglichkeiten, diese einzusehen, gibt es in den bereits erwähnten offiziellen FAO-Statistiken: <https://www.fao.org/fishery/en/aqspecies/search>. Oder auch in der Fishsource-Datenbank: <https://www.fishsource.org>. Auf Deutsch gibt es die Seite <https://www.fischbestaende-online.de> des Thünen-Instituts.

3.1.1. Fallbeispiel: Atlantischer Blauflossenthun

Oft haben Fischarten weltweit einen ungefährdeten Status, regional können sie aber sehr wohl stark gefährdet sein. Ein Beispiel dafür ist der Atlantische Blauflossenthun *Thunnus thynnus*, bei uns auch als Roter Thun bezeichnet. Er ist eine der begehrtesten Thunfischarten auf dem Weltmarkt. Es sind massive Fische, der größte (bekannte) gefangene Blauflossenthun war 4,5 Meter lang und hatte ein Gewicht von knapp 680 Kilogramm. In der Fangstatistik für den Atlantischen Blauflossenthun seit 1980 kann man deutliche Höhen erkennen, aber auch Tiefen, die auf den Rückgang der Bestände hinweisen.

19 Maribus (Hg.). (2021). Lebensgarant Ozean – nachhaltig nutzen, wirksam schützen (World Ocean Review 7). mareverlag. <https://worldoceanreview.com/de/wor-7/>. S. 77.

20 Sea Around Us. Fisheries, Ecosystems & Biodiversity, University of British Columbia (o. D.). Catches by Reporting status in the Global Ocean. <https://www.seaaroundus.org/data/#/global?chart=catch-chart&dimension=reporting-status&measure=tonnage&limit=10>.

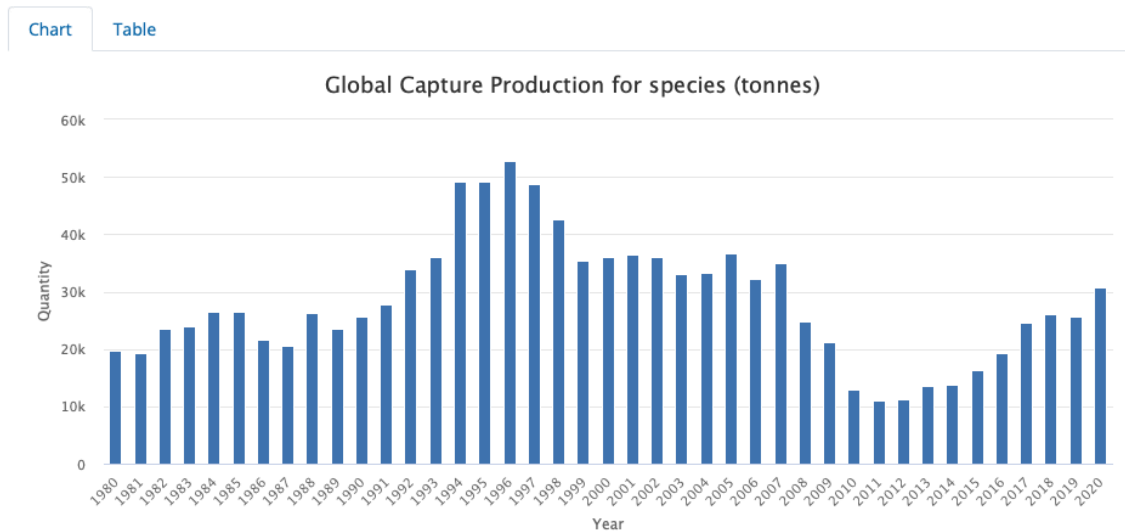


Abb. 5 Fangstatistik für den Atlantischen Blauflossenthun (in Tausend Tonnen). Quelle: FAO-Factsheet Thunnus thynnus. <https://www.fao.org/fishery/en/aqspecies/3296>

Global wird der Atlantische Blauflossenthun seit kurzem wieder als ungefährdet eingestuft, in Europa steht die Art auf der Vorwarnliste der Weltnaturschutzunion IUCN, im Mittelmeer gilt sie als stark gefährdet.²¹

Im Ostatlantik und im Mittelmeer wird seine Befischung seit 1998 streng überwacht bzw. unterliegt strikten Fangquoten. Zuständig dafür ist die „International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas“ (ICCAT). Dass der Blauflossenthun insgesamt mittlerweile wieder als ungefährdet gilt, wird als ein Erfolg dieser konsequenten Maßnahmen gewertet. Die Art wurde erst 2021 von stark gefährdet auf nicht gefährdet heruntergestuft und damit von der Roten Liste gestrichen, zusammen mit drei anderen Thunfischarten.

Dies sei ein starkes Zeichen, sagte IUCN-Generaldirektor Bruno Oberle bei der Bekanntgabe im September 2021 in Marseille, Frankreich. Obwohl der Druck auf die Ozeane wachse, könnten Arten sich erholen, wenn sich Staaten für nachhaltige Fischereipraktiken entschieden.²² Noch 2011 hatten Wissenschaftler*innen befürchtet, der kommerzielle Fischfang könne die Arten binnen weniger Jahre ausrotten.²³

In jüngster Zeit werden Blauflossenthune auch wieder aus Regionen gemeldet, aus denen sie jahrzehntelang verschwunden waren. So wurden zum Beispiel Exemplare in der Nordsee vor Dänemark gesichtet.²⁴ Wissenschaftler*innen der Technischen Universität Dänemarks konnten 2017 zum ersten Mal 18 Tiere im Skagerrak fangen und besondern. Sie waren zwischen 130 und 280 Kilogramm schwer und dürften damit zu den größten Raubfischen in der Nordsee zählen.²⁵ Die Tiere wanderten danach bis zur Biscaya oder auch vor die Küste Schottlands.²⁶ Seit 2017 werden jährlich Blauflossenthune gefangen und mit Transmittern versehen.

Im frühen 20. Jahrhundert wurden Blauflossenthune noch regelmäßig in der Nordsee gefangen. Sie waren saisonale Sommergäste. In den 1960er-Jahren verschwanden sie dann. Ob es am gestiegenen Fischereidruck lag, ist unklar. Eine wirkliche Thunfisch-Fischerei gab es nie in der Nordsee, die Fische landeten aber oft als Beifang in den Netzen.

21 Thünen-Institut. (2023). Blauflossenthun, atlantischer (Roter Thun) – Thunnus thynnus, gültig 12/2022–12/2023. Fischbestände online. <https://www.fischbestaende-online.de/fischarten/blauflossenthun-atlantischer-roter-thun>.

22 IUCN. (4.9.2021). Tuna species recovering despite growing pressure on marine life – IUCN Red List (Pressemitteilung). <https://www.iucn.org/news/species/202109/tuna-species-recovering-despite-growing-pressure-marine-life-iucn-red-list>.

23 Bittel, J. (7.9.2021). Bestand erholt: Diese Thunfischarten sind nicht mehr vom Aussterben bedroht. National Geographic. <https://www.nationalgeographic.de/umwelt/2021/09/bestand-erholt-diese-thunfischarten-sind-nicht-mehr-vom-aussterben-bedroht>.

24 Möller, H. (23.8.2021). Der Blauflossenthun ist zurück. Der Nordschleswiger. <https://www.nordschleswiger.dk/de/daenemark-wirtschaft/blauflossenthun-ist-zurueck>.

25 MacKenzie, B., & Aarestrup, K. (11.9.2017). First bluefin tunas caught and tagged in Danish and Swedish waters. DTU Aqua, Technical University of Denmark. <https://www.aqua.dtu.dk/english/news/nyhed?id=ccac0663-366d-4154-a8a4-7888bb6f0684>

26 MacKenzie, B., et al. (2020). Electronic Tagging of Adult Bluefin Tunas by Sportfishery in the Skagerrak. ICCAT Collective Volume of Scientific Papers 76, 650–664. https://www.iccat.int/Documents/CVSP/CV076_2019/n_2/CV076020650.pdf.

Der Schutz von Thunfischen gilt auch deshalb als kompliziert, weil die Tiere extrem lange Wanderungen unternehmen, etwa über den ganzen Atlantik. Sie müssen permanent schwimmen, um ihre Sauerstoffversorgung zu gewährleisten. Der Blauflossenthun lebt meist in großen Schulen im Freiwasser, kommt saisonal aber auch an die Küsten. Bekannte Laichgebiete gibt es im Mittelmeer und im Golf von Mexiko. Die Bestände können nur schwer berechnet werden, weil die Nachwuchsproduktion nicht zuverlässig geschätzt werden kann und weil die Tiere auch illegal gefischt werden.

3.1.2. Fallbeispiel: Kabeljau/Dorsch

Der Kabeljau *Gadus morhua* ist eine der wichtigsten Arten für die Fischerei. Es gibt regionale Populationen, die sich in ihrer Verbreitung, ihrer Wachstumsrate und ihrem Laichverhalten unterscheiden. Der Zusammenbruch der Bestände des Atlantischen Kabeljaus Anfang der 1990er-Jahre schlug weltweit Wellen und vernichtete einen ganzen Fischereizweig in den USA und Kanada. Auch für die deutsche Fischerei ist *Gadus morhua* einer der Brotfische. In der Ostsee wird der Fisch Dorsch genannt und bildet dort zwei Bestände: den westlichen und den östlichen. Beide sind stark überfischt und gelten als gefährdet.

Besonders desolat ist der Zustand der östlichen Ostsee-Population. Noch in den 1970er-Jahren wurden Fänge von bis zu 400.000 Tonnen im Jahr registriert. Mitte der 1980er-Jahre gingen die Anlandungen dann stark zurück. Seit dem 23. Juli 2019 darf der östliche Dorsch überhaupt nicht mehr gezielt befischt werden (Stand 2022). In einer Notverordnung wurde die Fangquote auf null gesetzt, um den totalen Kollaps des Bestands zu verhindern und dem Dorsch die Gelegenheit zu geben, sich zu erholen.²⁷ Bisher hat er das nicht getan. Selbst bei einer Null-Entnahme gehen Expert*innen davon aus, dass der Dorsch dafür viele Jahre brauchen wird.

Wie konnte es dazu kommen? Zunächst hängt das mit den Besonderheiten der Ostsee zusammen. Sie ist ein Brackwassermeer mit sauerstoffarmen Zonen. Für starke Nachwuchsjahrgänge brauchen Dorsche aber salz- und sauerstoffreiches Wasser. Das strömt über einen einzigen Zugang in die Ostsee, das Kattegat, von der Nordsee herein. Hier gibt es jedoch Jahre der Stagnation und Jahre der guten Durchmischung des Wassers. Der Laicherfolg beim Dorsch ist entsprechend schlechter oder besser. Nährstoffeinträge, zum Beispiel durch die Landwirtschaft, verschärfen die Sauerstoffarmut in Bodennähe noch. Der Mangel an Sauerstoff verschlechtert sowohl die Lebensbedingungen für den Dorschnachwuchs als auch für bodenlebende Wirbellose, ihre Hauptbeute.

Auch die erwachsenen Tiere hatten in den vergangenen Jahren ein Nahrungsproblem. Ihr Futter, hauptsächlich Sprotten und Heringe, ist weiter nach Norden gezogen. Ihr Verbreitungsgebiet überlappt sich kaum noch mit dem des Dorsches. Zudem waren die Dorsche auch noch auffallend stark von Parasiten befallen. Hohe Befallsraten können laut Wissenschaftler*innen Ursache, aber auch Folge des schlechten Zustands sein, in dem sich die Fische befinden.²⁸

Der Niedergang des Dorsches ist allerdings auch ein eindrucksvolles Beispiel für das Versagen der europäischen Fischereipolitik. Kaum ein Fisch wird so umfassend wissenschaftlich überwacht wie der Dorsch. Obwohl Organisationen wie der Internationale Rat für Meeresforschung (ICES) warnten, wurden Fangquoten über Jahre hinweg zu hoch angesetzt. Gefangen werden durften Fische mit einer Länge von mehr als 38 Zentimetern. Dabei sind es vor allem größere Tiere um die 70 Zentimeter, die den Laicherfolg garantieren, sie legen die meisten Eier mit hohen Überlebenschancen. Kritiker*innen bemängelten zudem, dass das seit 2015 geltende generelle Rückwurfverbot beim Dorsch nicht ordentlich durchgesetzt wurde. Die Umweltorganisation „Our Fish“ schätzte den nicht gemeldeten Rückwurf von Dorschen im Jahr 2017 auf mehr als 10 Millionen Tiere.²⁹

27 Aranda, M., Ulrich, C., Le Gallic, B., et al. (2019). Research for PECH Committee: EU fisheries policy – Latest developments and future challenges. Europäisches Parlament. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2019/629202/IPOL_STU\(2019\)629202_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2019/629202/IPOL_STU(2019)629202_EN.pdf).

28 Thünen-Institut. (2023). Bestandsdatenblatt: Dorsch östliche Ostsee, gültig 05/2022 bis 05/2023. Fischbestände online. <https://www.fischbestaende-online.de/fischarten/kabeljau-dorsch/dorsch-oestliche-ostsee>.

29 Veit, S.-V. (18.10.2018). Fisch über Bord. Rückwurfverbot für Beifang. Taz Nord.

Verbot des Rückwurfs von Fischen

Meist wird auf ein spezielles Meerestier gefischt, beispielsweise Hering oder Scholle. Aber auch andere Arten landen in den Netzen. Dieser sogenannte Beifang wurde jahrzehntelang einfach zurück ins Meer geworfen, auch um Ladekapazitäten zu sparen. Wie viel unerwünschter Beifang weltweit in den Netzen landet, ist unklar. Unterschiedliche Quellen gehen von 8 bis sogar 40 Prozent aus. Die Praxis, die meist toten Meerestiere einfach wieder in den Ozean zu werfen, ist seit 2015 in der EU schrittweise verboten worden. Tiere, die in den Netzen landen, müssen auch an Land gebracht werden.

Damit soll die Fischerei animiert werden, selektivere Netze einzusetzen, sprich Fangmethoden anzuwenden, in denen wenig Beifang und möglichst nur die gewünschte Zielart gefangen wird.

Wissenschaftler*innen gehen davon aus, dass sich beide Faktoren, Überfischung und ungünstige Umweltbedingungen, gegenseitig verstärken und so den Bestand zum Kollabieren bringen.

Dem Dorschbestand in der westlichen Ostsee ist es nicht viel besser ergangen. Auch er steht vor dem Zusammenbruch. Ein Szenario, vor dem Expert*innen ebenfalls seit Jahren gewarnt haben. Trotzdem setzte die EU die Fangquoten doppelt so hoch an wie empfohlen.³⁰ Die Population habe ihren Kipppunkt bereits überschritten, stellten Forschende der Universitäten Hamburg, Kiel und Halle-Jena-Leipzig 2021 fest. Ausgelöst worden sei dies durch Überfischung und verstärkt durch den Klimawandel. Deshalb sei es unwahrscheinlich, dass der Bestand sich wieder erholt, auch wenn der Fischereidruck nachlässt.³¹ Die Ostsee hat sich bereits um 2 Grad erwärmt und der Bereich, in dem der kälteliebende Dorsch leben kann, wird immer kleiner. An der Oberfläche wird das Wasser immer wärmer, am Boden herrscht oft Sauerstoffarmut.

Die Ignoranz gegenüber Umwelteinflüssen im Fischereimanagement sei ein Hauptgrund für den Zusammenbruch des Dorschbestands in der westlichen Ostsee, so die Wissenschaftler*innen. Ein ökosystembasiertes Fischereimanagement bliebe in der EU noch weit hinter dem zurück, was in den USA praktiziert würde.³²

30 GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel. (6.12.2016). Kieler Forscherinnen und Forscher warnen vor dem Zusammenbruch des Dorschbestandes in der westlichen Ostsee (Pressemitteilung). <https://www.geomar.de/entdecken/artikel/kieler-forscherinnen-und-forscher-warner-vor-zusammenbruch-des-dorschbestandes-in-der-westlichen-ostsee>.

31 Möllmann, C., Cormon, X., Funk, S., et al. (2021). Tipping point realized in cod fishery. *Scientific Reports* 11, 14259. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93843-z>.

32 Centrum für Erdsystemforschung und Nachhaltigkeit, Universität Hamburg. (17.8.2021). Dorsch in der westlichen Ostsee hat Kipppunkt überschritten (Pressemitteilung). <https://www.cen.uni-hamburg.de/about-cen/news/10-news-2021/2021-08-17-dorsch-kipppunkt.html>.

Ökosystembasiertes Fischereimanagement

Gescheitert – so betrachten viele Expert*innen den traditionellen Ansatz, sich beim Fischereimanagement nur auf eine einzelne Art zu konzentrieren. Sie begründen dies damit, dass – trotz internationaler Fangquoten – weltweit die Bestände überfischt sind. Seit ein paar Jahren findet daher ein Paradigmenwechsel weg vom sogenannten Ein-Arten-Management statt. Ziel ist ein nachhaltiger und ganzheitlicher Ansatz, bei dem die Rolle der Art im Ökosystem betrachtet wird. Gehen beispielsweise die Bestände der Sandaale in der Nordsee durch Überfischung zurück, sinkt auch die Zahl der Papageientaucher, einer Vogelart, die sich von den Sandaalen ernährt. Ein nachhaltiger Ansatz wäre, entsprechend nur so viele Sandaale zu fangen, dass auch die Bestände der Papageientaucher nicht schrumpfen.

Das gesamte Ökosystem soll so geschützt werden. Dabei müssen auch externe, meist durch den Menschen verursachte Faktoren einbezogen werden, wie Klimawandel, die Zerstörung von Habitaten, Verschmutzung, Fischereidruck etc. In marinen Systemen ist das aber oft schwierig, da viele Zusammenhänge noch nicht erforscht sind. Praktiziert wird das ökosystembasierte Fischereimanagement daher bisher eher selten.

Gelungen ist dies beispielsweise mit dem Atlantischen Menhaden (*Brevoortia tyrannus*), einer vor der US-Ostküste lebenden Heringsart. Sie ist Nahrungsquelle für zahlreiche Tiere, wie Blauflossenthun, Dornhai, Wale und auch Vögel. Zudem spielt der Menhaden beim Hummerfang als Köderfisch eine wichtige Rolle.

2012 war der Heringsbestand nach jahrzehntelanger Überfischung zusammengebrochen. Eine rigorose Fangquote sowie deren strikte Durchsetzung brachten den Menhaden zurück. Davon profitierten die Buckelwale (und damit auch der Mensch durch den Ökotourismus). Auch die Hummerfischerei hatte wieder ausreichend Köderfische.

Seit 2020 verfolgt die US-Fischereibehörde nun einen noch weiter gehenden Ansatz, der in Richtung ökosystembasiertes Fischereimanagement geht. Statt der Heringspopulation als Referenzpunkt rücken die Bedürfnisse der assoziierten Raubfische in den Vordergrund. Man spricht von einem Mehr-Arten-Management. Gewählt wurde der Felsenbarsch (*Morone saxatilis*), der sich vom Atlantischen Menhaden ernährt. Die Art soll wieder gesunde Bestände bilden. Die Fangquote für den Hering richtet sich daher nach den Populationsgrößen des Felsenbarsches.³³

3.2. INDUSTRIELLE FISCHEREI VERSUS KLEINFISCHEREI

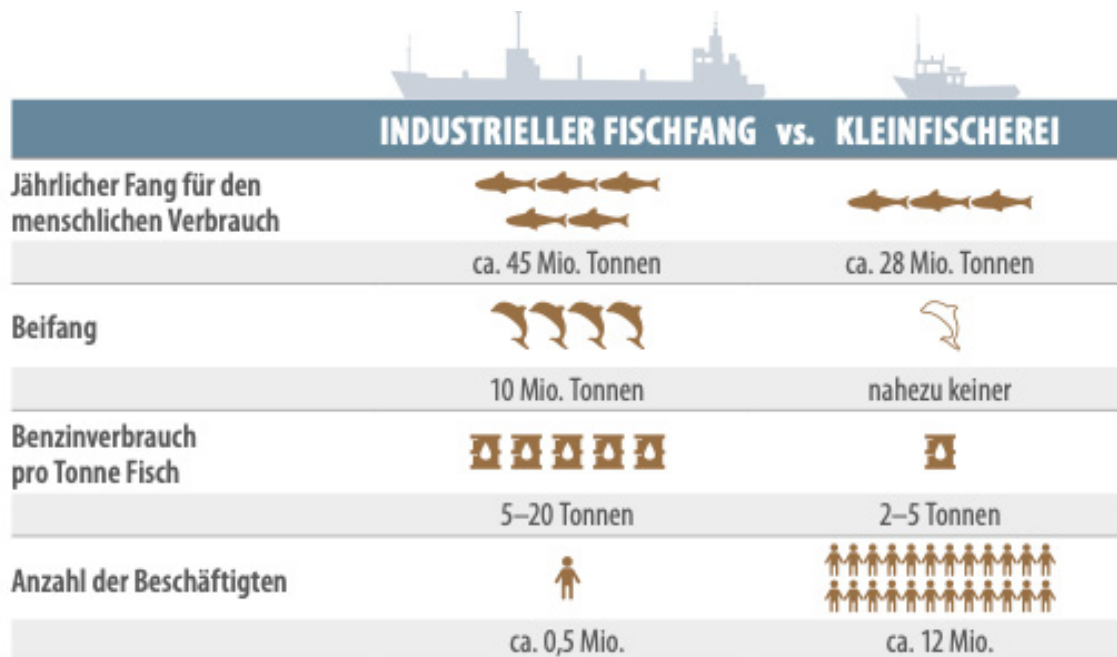
Seit den 1950er-Jahren hat die Fischerei einen beispiellosen Wandel durchlebt: von einer vorwiegend nachhaltig und küstennah arbeitenden Kleinfischerei zu einer weltumspannenden, unternehmerisch geführten Industriefischerei. Die Meeresbiologen Daniel Pauly und Dirk Zeller sehen zwei Gründe, warum sich die Fischerei binnen weniger Jahrzehnte so stark verändern konnte: erstens die konstante Verfügbarkeit billiger fossiler Brennstoffe und zweitens den rasanten technischen Fortschritt während und nach dem Zweiten Weltkrieg, zum Beispiel die Erfindung von Sonar, Radar und Satellitenortung.³⁴

Die Entwicklung fand allerdings nur in den sogenannten Industrie- und Schwellenländern statt, vielerorts noch befeuert durch staatliche Subventionen. In den Entwicklungsländern gefährdet sie Millionen Kleinfischer*innen, die nach wie vor vom küstennahen Fischfang abhängig sind.

Denn die industrielle Fischerei ist für den Großteil des globalen Fischfangs verantwortlich. Etwa zwei Drittel der Fangmenge (inklusive Beifang) holt sie aus dem Meer und beschäftigt etwa 500.000 Menschen. Eine Studie aus dem Jahr 2015 hat untersucht, welche Rolle dabei großen internationalen Fischereiunternehmen zukommt. 13 Großkonzerne holten demnach allein 9 bis 13 Millionen Tonnen Fisch aus den Ozeanen. Bei den wichtigsten und ökonomisch wertvollsten Arten, wie etwa Thunfisch, Peruanische Sardelle und Alaska-Seelachs, macht ihr Anteil zwischen 19 und 40 Prozent aus. Die Autor*innen setzen ihre Rolle deshalb mit Schlüsselspezies in marinen Ökosystemen gleich, weil ihr „räuberisches“ Verhalten ebenso große

33 Maribus (Hg.). (2021). Lebensgarant Ozean – nachhaltig nutzen, wirksam schützen (World Ocean Review 7). mareverlag. <https://worldoceanreview.com/de/wor-7/>. S. 52.

34 Zeller, D., & Pauly, D. (2019). Viewpoint: Back to the future for fisheries, where will we choose to go? Global Sustainability 2, e11. <https://doi.org/10.1017/sus.2019.8>.



Quelle: D. Zeller, D. Pauly (2019). Viewpoint: Back to the future for fisheries, where will we choose to go? In: Global Sustainability

Abb. 6 Vergleich industrieller Fischfang und Kleinfischerei. Quelle Grafik: C. Schlodder. (2021). Ins Netz gegangen. Eine-Welt-Presse (Hg. DGVN) 38, 4. https://dgvn.de/publications/PDFs/Eine_Welt_Presse/20211220-EWP-Ozeane_web.pdf.

Auswirkungen im Lebensraum hat.³⁵

Demgegenüber steht die Kleinfischerei mit etwa 12 Millionen Fischer*innen weltweit und etwa einem Drittel der Fangmenge. Sie arbeiten meist küstennah und von kleinen Booten aus. Der tägliche Fang und Verkauf, etwa an Fischhändler*innen oder lokale Restaurants, sichert das Überleben ihrer Familien. Doch vielerorts ist das nicht mehr möglich.

Ein Grund dafür ist, dass viele wohlhabende Staaten Verträge mit Entwicklungsländern abschließen, um dann in ihrer Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) oder 200-Meilen-Zone fischen zu dürfen. Ein anderer Grund ist, dass vor den Küsten illegal gefischt wird. Beides hat zur Folge, dass für die einheimische Kleinfischerei nicht mehr genug Fisch übrig ist.

Allein die EU unterhält momentan 13 aktive Verträge mit Drittstaaten, die das Fischen von EU-Schiffen in Ausschließlichen Wirtschaftszonen erlaubt (Stand 2022). Zum Teil dürfen nur Thunfischbestände gefischt werden, unter anderem vor Gambia, der Elfenbeinküste, Gabun und Senegal. In anderen Staaten (Marokko, Mauretanien, Grönland und Guinea-Bissau) dürfen eine Reihe von Fischarten aus der 200-Meilen-Zone geholt werden.³⁶ Allein das im Juni 2022 abgeschlossene Abkommen mit Mauretanien umfasst etwa 60 Millionen Euro. Es ist das wirtschaftlich bedeutendste Fischereiabkommen der EU.

Die EU-Verträge stehen unter der Prämisse der nachhaltigen Fischerei. Sie sind damit schonender als früher, als Schiffe der EU-Fischereinationen zur Plünderung der Meere beispielsweise vor der Küste Afrikas beitrugen. Im Rahmen der neuen SFPA-Verträge (Sustainable Fisheries Partnership Agreements) wurden ab 2013 die Höchstfangmengen gesenkt, es darf nur gefischt werden, was die einheimische Fischerei nicht benötigt. Zudem muss ein Teil der Mannschaften vor Ort angestellt sowie der Fisch vor Ort angelandet und verarbeitet werden. Fischereiexpert*innen würdigen das neue Modell als Fortschritt. Bemängelt wird aber auch, dass die Fischvorkommen in den Vertragsländern kaum untersucht sind.³⁷ Eine wirklich nachhaltige Fischerei scheint damit kaum möglich.

Die Folgen der jahrzehntelangen Ausbeutung der Meere, vor allem vor der Küste Westafrikas, sind

35 Österblom, H., et al. (2015). Transnational Corporations as „Keystone Actors“ in Marine Ecosystems. PLOS ONE 10. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0127533>.

36 https://ec.europa.eu/oceans-and-fisheries/fisheries/international-agreements/sustainable-fisheries-partnership-agreements-sfpas_en.

37 Saure, P. (20.6.2022). Die EU-Fischfangflotte auf Nachhaltigkeitskurs. Welt-Sichten. <https://www.welt-sichten.org/artikel/37848/die-eu-fangflotte-auf-nachhaltigkeitskurs>.

mittlerweile auch bei uns sichtbar: Unter den Wirtschaftsflüchtlingen befinden sich auch immer mehr Fischer*innen, die ihre Heimat verlassen, weil sie ihre Familien nicht mehr vom Fischfang ernähren können. Eindrucksvoll schildert das die Reportage „Auf Raubzug im Senegal“, veröffentlicht im Schweizer Magazin „Reportagen“.³⁸ Die Autor*innen legen darin die internationalen wirtschaftlichen Interessen und Verflechtungen offen, die hinter der Ausbeutung der Meere stehen.

Auch andere Länder kämpfen mit schwindenden Fischbeständen, wie das folgende Beispiel der Fischer vor der Küste Ecuadors zeigt.

3.2.1. Die weite Fahrt der Fischer von Santa Marianita

Eine Reportage aus Ecuador

Sie brauchen Sprit, viel Sprit. Kanister um Kanister bringen die Fischer an Deck der „Genmary“, ihrem Zuhause für die nächsten 30 Tage. Die „Genmary“ ist das Mutterschiff des Fischtörns, die Anlaufstelle für knapp 30 Männer um zu essen und zu schlafen. Gefischt wird von kleineren Booten aus, von denen die „Genmary“ gleich zehn im Schlepptau hat.



Abb. 7 Eines der kleinen Fischerboote wird zu Wasser gelassen. In Kanistern bringt es den Treibstoff für den Fischfang zur „Genmary“.
Fotos: Heike Keuthen

Aber das Fischen kann erst losgehen, wenn sie ihr Ziel erreicht haben. Das liegt etwa 1.000 Kilometer entfernt, vor den Galapagosinseln. Von Santa Marianita aus, einem kleinen Fischerort an der Küste Ecuadors, werden sie in See stechen. Sechs bis acht Tage Fahrt liegen vor ihnen.

Nach zwei Stunden sind Nahrungsmittel, Getränke und alle Treibstoffkanister an Bord. Das ganze Deck steht voll. 9.000 Gallonen Diesel nehmen sie mit. Genug, damit die zehn kleinen Boote etwa zwei Wochen auf Fischfang gehen können. Am Ende wollen sie den Kühlraum der „Genmary“ gefüllt haben. Vor allem mit Albacora, einer Thunfischart, und Marlin, einem großen Schwertfisch. Beide erzielen gute Preise und haben gerade Saison. Marlin gab es früher nur im Sommer, jetzt das ganze Jahr. Warum, das können mir die Fischer auch nicht sagen, aber so sei es.

38 Puntas Bernet, R., Dörner, C., & Shan, G. (Mai 2022). Auf Raubzug im Senegal. Reportagen 64. <https://reportagen.com/reportage/auf-raubzug-in-senegal/> (auch als Podcast bei Spotify).

Kapitän Miguel Pachay ist oben auf der kleinen Brücke der „Genmary“ und bereitet sich auf die Abfahrt vor. Der 34-Jährige fischt, seit er jung ist. Mit zwölf Jahren war er zum ersten Mal draußen auf dem Meer. Das sei damals normal gewesen, erzählt er mir. Er kenne es nicht anders, auch sein Vater sei Fischer.

In den 1990er-Jahren musste sein Vater allerdings noch nicht so weit hinausfahren. Ein paar Tage sei er damals auch auf See gewesen, erzählt Kapitän Pachay, aber einen ganzen Monat wie jetzt? Niemals! Doch das Fischen nahe der Küste lohnte sich irgendwann nicht mehr. Die Strecken, die die Fischer zurücklegen mussten, wurden jedes Jahr länger.

Auf der elektronischen Karte zeigt Miguel Pachay das Ziel der „Genmary“: den Archipel der Galapagosinseln, umringt von einer dicken schwarzen Linie. Sie kennzeichnet das Meeresschutzgebiet, dort

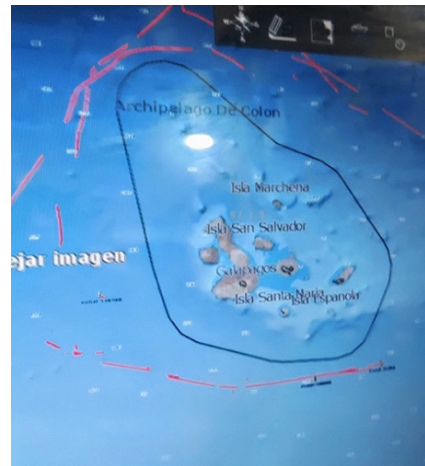


Abb. 8 Die „Genmary“ mit ein paar Booten, von denen aus die Fischer*innen später die Langleinen setzen. Kapitän Pachay und das Zielgebiet, die Umgebung der Galapagosinseln. Fotos: Heike Keuthen

wollen sie hin. Beziehungsweise möglichst nahe ran. Denn die Linie dürften sie auf keinen Fall überqueren, erzählt der Kapitän. Fischen im Meeresschutzgebiet, das bedeute Ärger, großen Ärger. Das ganze Schiff könnte beschlagnahmt werden. Die ecuadorianische Küstenwache überwacht das Gebiet, welches als Juwel höchster Biodiversität besonderen Schutz genießt. Und sie achtet auf die AIS-Signale der Fischereiboote, die kontinuierlich ihre Position verraten.

Aber immerhin dürfe er näher an die Zone heran als die chinesischen Trawler, sagt Kapitän Pachay. Wo die auftauchten, werde alles leergefischt. Die Konkurrenz um die Fischbestände sei groß. Mit riesigen Ringwaden fischten die Chinesen, das gehe nur mit großen Trawlern. Seine Leute legen Langleinen von ihren kleinen, etwa 7 Meter langen Booten, Lanchas genannt, aus.

Insgesamt 28 Fischer hat Pachay an Bord. Jeder von ihnen hat eine kleine Tasche mit Gummistiefeln und Ölzeug dabei. Während der langen Fahrt werden sie sich noch ausruhen und ihre Ausrüstung vorbereiten. Ihre Langleinen sind bereits sorgsam aufgerollt in großen blauen Tonnen verstaut. Ein harter Job liegt vor ihnen.

Im Zielgebiet angekommen, laden sie jeden Nachmittag die mitgebrachten Dieselkanister auf die kleinen Boote und legen ab. Dann bestücken sie die Langleinen mit den Köderfischen, die bereits im Kühlraum lagern. Vicente Vera, einer der Fischer aus Santa Marianita, zeigt sie: gefrorene kleine Fische, kistenweise abgepackt.



Abb. 9 Vicente Vera mit den Köderfischen. Langleine mit Köderhaken. Fotos: Heike Keuthen

Etwa 1.200 Haken hat jede Langleine. Zwölf Stunden lassen die Fischer die Leinen im Meer treiben, bewachen sie, bevor sie sie am frühen Morgen wieder einholen – in der Hoffnung, dass möglichst viele große Fische angebissen haben. Bis zu zwei Wochen sind sie jede Nacht auf dem Meer, bis entweder der Kühlraum voll ist oder ihnen der Sprit ausgeht.

Ist der Kühlraum voll, hat jeder Fischer am Ende des Monats etwa 500 US-Dollar in der Tasche. Haben sie kein Glück, ist es weniger: Manchmal sind es nur 100 Dollar, erzählen die Fischer. Die lange Reise birgt für alle ein finanzielles Risiko: Etwa 40.000 Dollar verschlingt die einmonatige Fahrt. Der Gewinn wird entsprechend aufgeteilt: Der Eigner der „Genmary“ bekommt 50 Prozent. Auch die Besitzer der kleinen Boote bekommen neben den Fischern ihren Anteil. Wird nicht genug Fisch aus dem Meer geholt, ist das für alle Beteiligten eine Katastrophe.

Ein bisschen müssen sie deshalb immer auf ihr Glück und vor allem auf ihre Erfahrung vertrauen. Ein modernes Sonar-System, mit dem heutzutage Fischschwärme aufgespürt werden können, hat die „Genmary“ nicht an Bord. Zu teuer, sagt Kapitän Pachay, das könnten sich nur die großen Schiffe leisten.

3.3. „FISHING DOWN THE FOOD WEB“ – DIE FOLGENREICHE JAGD NACH GROSSFISCHEN

Wie in Ecuador machen Fischer weltweit Jagd auf lukrative Großfische. Zahlreiche Thun- und Schwertfischarten zählen dazu, aber auch Haie, die entweder gezielt gefangen werden oder als Beifang in den Netzen enden. Das Problem dabei ist: Wenn die Zahl der sogenannten Apex-Räuber, die an der Spitze der Nahrungsnetze stehen, abnimmt, hat das Folgen für alle marinen Ökosysteme.

Am Ende findet ein „fishing down the food web“ statt – wie es im Expertenjargon genannt wird. Man könnte es mit „die Nahrungsnetze von groß nach klein abfischen“ übersetzen. Den Ausdruck prägte der Meeresbiologe Daniel Pauly Ende des 20. Jahrhunderts. Damals stellte er fest, dass sich die Zusammensetzung der Fischarten, die jährlich angelandet wurden, im Laufe der Jahrzehnte verändert hatte. Waren es 1950 hauptsächlich große, fischfressende Räuber, machten 1994 kleine, planktonfressende Fische den größeren

Anteil der Fänge aus.³⁹ Mittlerweile hat sich der Bestand an Großfischen um bis zu 90 Prozent in den Meeren reduziert. Zwangsläufig wich die Fischerei daher auf die niedrigeren Ebenen im Nahrungsnetz aus.

Wenn man sich allein die Klasse der Knorpelfische anschaut, wird die Dimension deutlich. Seit 1970 ist die Zahl der ozeanisch lebenden Haie und Rochen um geschätzte 71 Prozent zurückgegangen. Arten wie der Große Hammerhai, der Hochsee-Weißspitzenhai und der Manta-Rochen sind heute einem 18-fach höheren Fischereidruck ausgesetzt als noch vor einem halben Jahrhundert. Spitzenwerte erreichte der globale Fang in den frühen 2000er-Jahren mit geschätzten 63 bis 273 Millionen gefangenen Tieren im Jahr. Danach sanken die Zahlen – wohl, weil es nicht mehr so viele Haie in den Ozeanen gibt. Gut ein Drittel aller Haiarten gelten mittlerweile als vom Aussterben bedroht.⁴⁰

Haie und Rochen sind besonders gefährdet, weil sie in der Regel erst spät geschlechtsreif werden und im Gegensatz zu Fischen nur wenige Nachkommen erzeugen. Laut FAO werden geschätzte 70 Millionen Haie im Jahr gefischt. Sie werden gejagt für ihre Flossen, ihr Fleisch, ihre Kiemenreusen oder um das Öl ihrer Leber zu gewinnen.

Nachdem bis dahin nur wenige Haiarten unter speziellem Schutz gestanden hatten, wurden zumindest in dieser Hinsicht im November 2022 in Panama auf der 19. Vertragsstaatenkonferenz (CoP) des Washingtoner Artenschutzübereinkommens (CITES) zwei richtungsweisende Entscheidungen getroffen:

Alle 54 Arten der Requiemhai-Familie (die Familie, deren Angehörige wir gemeinhin als klassischen Hai wahrnehmen) und sechs weitere Hammerhai-Arten werden in den CITES-Anhang II aufgenommen. Damit wird der Handel mit Haifischflossen und -fleisch stark erschwert. Für nahezu jede Lieferung von Produkten aus diesen Haiarten wird nun eine Genehmigung erforderlich, die belegt, dass der Handel die rechtlichen und nachhaltigen Anforderungen für den internationalen Handel mit den in Anhang II aufgeführten Arten erfüllt. Das macht es für Zoll- und Strafverfolgungsbehörden wesentlich einfacher sicherzustellen, dass nur legaler und nachhaltiger Handel stattfindet.⁴¹

Die Tierschutzorganisation IFAW wertete den Schritt als Trendwende, die Umweltschutzorganisation WWF sprach von einem „Gänsehautmoment“. Vor allem gegen die Listung des Blauhais hätten Fischereinationen wie Japan, Kanada, Indonesien oder Peru bis zur letzten Minute gekämpft, so Sandra Altherr von Pro Wildlife. Dass dennoch alle Requiemhaie unter Schutz gestellt wurden, sei ein Meilenstein für den Schutz dieser wichtigen Meerestiere.⁴² Der Blauhai ist eine der kommerziell wichtigsten Haiarten.

Weggefischt – kaum noch Haie und Rochen in Nord- und Ostsee

Auch in unseren heimischen Meeren ist es den Haien und Rochen schlecht ergangen. Neun von zehn Arten sind bedroht oder nahezu ausgestorben. Glatt- und Nagelrochen waren früher feste Bestandteile der Tierwelt des Wattenmeeres. Noch um 1910 wurden in Ostfriesland jährlich bis zu 18.000 Rochen angelandet, auf der Insel Föhr bis zu 300 Rochen täglich. Seit etwa 1980 gibt den Nagelrochen im deutschen Wattenmeer nicht mehr. In den Niederlanden werden derzeit Versuche gemacht, ihn wieder anzusiedeln.⁴³

Auch der Dornhai ist aus unseren Hausmeeren nahezu verschwunden. Im vergangenen Jahrhundert zählte er noch zu den kommerziell bedeutenden Arten. Sein Bauchfleisch wurde meist geräuchert als „Schillerlocke“ vermarktet und gegessen. 60.000 Tonnen Dornhai wurden in den 1960er-Jahren angelandet. In den Jahren danach wurden die Fänge immer geringer. Mittlerweile wird das Dornhaiffleisch aus anderen Ländern, wie den USA und Norwegen, importiert. EU-Fischer*innen ist der Fang verboten. Die Dornhaibestände gelten als zusammengebrochen und erholen sich nur langsam. Das Hamburger Thünen-Institut bewertet die Population seit zehn Jahren als stabil, aber auf sehr niedrigem Niveau.⁴⁴

39 Pauly, D., et al. (1998). Fishing down the marine food web. Science 279, 860–863. https://www.researchgate.net/publication/13779116_Fishing_Down_Marine_Food_Webs.

40 Pacoureau, N., et al. (2021). Half a century of global decline in oceanic sharks and rays. Nature 589, 567–571. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-03173-9>.

41 IFAW. (18.11.2022). CITES: Wegweisende Entscheidung zum Schutz der Haie getroffen (Pressemitteilung). <https://www.ifaw.org/de/press-releases/cites-entscheidung-schutz-haie-2022>.

42 Pro Wildlife. (17.11.2022). Durchbruch beim Haischutz (Pressemitteilung). <https://www.prowildlife.de/aktuelles/pressemitteilung/durchbruch-beim-haischutz/>.

43 Schutzstation Wattenmeer. (o. D.). Der Nagelrochen. <https://www.schutzstation-wattenmeer.de/wissen/tiere/fische/nagelrochen/>.

44 Thünen-Institut. (o. D.). Bestandsdatenblatt Nordostatlantischer Dornhai, gültig 10/2022–10/2024. Fischbestände Online. <https://www.fischbestaende-online.de/fischarten/dornhai/nordostatlantischer-dornhai>.

3.4. ILLEGALE FISCHEREI – IUU

Die illegale, unregulierte und ungemeldete Fischerei, meist verkürzt als IUU-Fischerei bezeichnet, ist eine der Hauptbedrohungen für die nachhaltige Nutzung der Ozeane. Schätzungen der FAO und Umweltorganisationen zufolge wird etwa jeder vierte bis fünfte Fisch weltweit illegal gefangen, was etwa einem Schaden von 10 bis 23 Milliarden US-Dollar entspricht.⁴⁵ Beispiele für IUU-Fischerei sind das Fischen in Schutzgebieten und in fremden Hoheitsgewässern oder die Verwendung illegaler Fanggeräte. Oft wird auch mehr Fisch gefangen, als die Lizenz oder Quote erlaubt, oder es wird Jagd auf Arten gemacht, die geschützt sind und deshalb lukrative Gewinne versprechen.

Eine gängige Praxis der IUU-Fischerei ist auch das sogenannte „transshipment“. Der Begriff beschreibt das Umladen des Fangs auf hoher See, von Fischereischiffen auf Kühlschiffe. Die Registrierung der Fangmenge wird so erschwert, illegale Beute oft als legaler Fang getarnt.

2010 hat Interpol eine eigene Einheit zur Bekämpfung der IUU-Fischerei gegründet. Denn die Organisation der illegalen Fischerei hat sich in den vergangenen Jahrzehnten grundlegend verändert. Waren die Täter*innen früher Kapitän*innen und Schiffsbesitzer*innen, sehen sich die Ermittler*innen heute vermehrt kriminellen Netzwerken gegenüber. Interpol spricht von einem „white collar crime“, das heißt, Täter*innen und Profiteur*innen machen sich die Hände nicht schmutzig und sind oft Teil von länderübergreifenden Netzwerken, in denen die Gewinne über Scheinfirmen und Offshore-Konten gewaschen werden. Die Profite fallen dabei ähnlich hoch aus wie im Drogenhandel und können sie sogar übertreffen.⁴⁶ Interpol schätzt, dass mit einem sechswöchigen illegalen Fischzug in der Antarktis bis zu 6 Millionen US-Dollar Gewinn erzielt werden kann.

Kokain des Meeres – die begehrte Schwimmblase des Totoaba

Vor Mexiko, im Golf von Kalifornien, ist er eine begehrte Beute, der Totoaba. Nicht etwa, weil das Fleisch des Fisches etwas wert wäre, es ist nur seine Schwimmblase, hinter der die Fischer her sind. Getrocknet erzielt sie wegen ihrer angeblichen Wirksamkeit in der chinesischen Medizin Höchstpreise – laut Interpol bis zu 50.000 US-Dollar. Im Kilovergleich bringt die Schwimmblase damit auf dem asiatischen Markt mehr Geld ein als Kokain. Und das bei wesentlich kleinerem Risiko, gefasst zu werden. Die mexikanische Regierung hat der illegalen Jagd auf den Totoaba zwar den Kampf angesagt, doch das Geschäft ist so gewinnbringend, dass viele Fischer aus Baja California das Risiko eingehen. Selbst mexikanische Kartelle und die chinesische Mafia sind mittlerweile involviert. Der Totoaba ist vom Aussterben bedroht. Und nicht nur er.

Denn die Fischer fangen die großen Fische mit verbotenen Kiemennetzen. Darin verfängt sich nicht nur der Totoaba, sondern auch der kleinste Wal der Welt, der Vaquita. Sein Verbreitungsgebiet beschränkt sich auf den Golf von Kalifornien. Anfang 2022 wurden nur noch weniger als zehn Vaquitas gezählt. Innerhalb von zehn Jahren war ihr Bestand durch die illegale Totoaba-Fischerei um 99 Prozent dezimiert worden.⁴⁷ Der nur bis zu 1,5 Meter große Vaquita, auch Kalifornischer Schweinswal genannt, könnte damit das nächste Säugetier werden, das in Kürze ausstirbt. Die Problematik und die Zusammenhänge wurden 2019 in dem vielfach ausgezeichneten Dokumentarfilm „Sea of Shadows“ ausführlich dargestellt.⁴⁸

IUU-Fischerei erhöht den Druck auf die Fischbestände und bedroht damit auch die Existenzgrundlage vieler Menschen, zumal sie oft in den Meeresgebieten des globalen Südens stattfindet. Die Afrikanische Entwicklungsbank geht davon aus, dass IUU-Fischerei allein in den westafrikanischen Staaten einen jährlichen Schaden in Höhe von 1,3 Milliarden US-Dollar anrichtet.

45 United Nations. (5.6.2021). The toll of illegal, unreported and unregulated fishing. <https://www.un.org/en/observances/end-illegal-fishing-day>.

46 Interpol. (7.12.2020). Fighting illegal, unreported and unregulated fishing: A decade of pushing investigations beyond invisible borders to disrupt the criminal networks behind fisheries crime (Pressemitteilung). <https://www.interpol.int/News-and-Events/News/2020/Fighting-illegal-unreported-and-unregulated-fishing>.

47 Jaramillo-Legorreta, A. M., et al. (2019). Decline towards extinction of Mexico's vaquita porpoise (*Phocoena sinus*). Royal Society Open Science 6, . <https://doi.org/10.1098/rsos.190598>.

48 Ladkani, R. (Regie). (2019). Sea of Shadows – Der Kampf um das Kokain des Meeres (Dokumentarfilm). Terra Mater Studios.



Abb. 10 Schaden durch IUU-Fischerei weltweit und in Westafrika. Quelle: Grain Fish Money (Africa Progress Report 2014). https://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Project-and-Operations/Africa_Progress_Report_2014.PDF

Auch in der Agenda 2030, mit der sich die Weltgemeinschaft 17 Ziele für eine nachhaltige Entwicklung (SDG) gesetzt hat, wird dem Kampf gegen IUU-Fischerei Priorität eingeräumt.⁴⁹ Unter der Zielvereinbarung SDG 14 „Leben unter Wasser“ heißt es:

Fischbestände sollen nachhaltig bewirtschaftet und Überfischung, illegale, unregulierte und ungemeldete Fischerei und zerstörerische Fischereipraktiken beendet werden.

Ein Schritt sind internationale Maßnahmen, die verhindern sollen, dass illegal gefangener Fisch über die Häfen in die Märkte geschleust wird. Dafür wurde am 5. Juni 2016 das sogenannte „Port State Measures Agreement“ (PSMA) geschlossen. Es erlaubt Staaten Fischerei- und Transportschiffen den Zugang zu Häfen zu verwehren, wenn sie vermuten, dass die Schiffe illegal gefangenen Fisch an Bord haben. Indem sich die Staaten austauschen, soll außerdem verhindert werden, dass die Schiffe einfach den nächsten Hafen ansteuern. So soll die Vermarktung der illegalen Ware im besten Fall verhindert werden. 71 Staaten haben das PSMA mittlerweile unterzeichnet, unter anderem die USA, Japan und die EU.⁵⁰

Die Fischereination China ist dem Abkommen bisher nicht beigetreten. Internationale Beobachter*innen werten das Abkommen trotzdem als wegweisenden Schritt im Kampf gegen die IUU-Fischerei. Um es zu würdigen, haben die UN den Tag der Gründung, den 5. Juni, als Internationalen Tag gegen die IUU-Fischerei ausgerufen.⁵¹

Der EU kommt im Kampf gegen die IUU-Fischerei eine besondere Rolle zu, denn sie ist der größte Markt für Fischereierzeugnisse weltweit, noch vor den USA und China. 60 Prozent der innerhalb der EU konsumierten Fischereierzeugnisse stammen aus Importen.⁵² Als einem der größten Teilnehmer des Marktes

49 Bundesministerium für wirtschaftliche Entwicklung und Zusammenarbeit. (o. D.). Agenda 2030: 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung. SDG 14: Leben unter Wasser. <https://www.bmz.de/de/agenda-2030/sdg-14>.

50 FAO. (o. D.). Port State Measures Agreement (PSMA): Parties to the PSMA. <https://www.fao.org/port-state-measures/background/parties-psma/en/>.

51 Long, T. (19.12.2019). Full speed ahead: 2020 is a pivotal year for the ocean. China Dialogue Ocean, Fisheries. <https://chinadialogueocean.net/en/fisheries/12353-full-speed-ahead-2020-global-fishing-watch/>.

52 Aranda, M., Ulrich, C., Le Gallic, B., et al. (2019). Research for PECH Committee: EU fisheries policy – Latest developments and future challenges. Europäisches Parlament. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2019/629202/IPOL_STU\(2019\)629202_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2019/629202/IPOL_STU(2019)629202_EN.pdf). S. 17.

verleiht dies der EU auch die Fähigkeit, Regeln für mehr Meeresschutz einzufordern.

Noch fehlt es aber vielerorts an Transparenz und der Möglichkeit, bestehende Gesetze durchzusetzen. Technischer Fortschritt könnte dies in den kommenden Jahren vereinfachen. So gehen Expert*innen davon aus, dass Data Science (Datenwissenschaft) die Chance eröffnet, IUU-Fischerei besser zu bekämpfen. Dabei haben sie sowohl die Überwachung von Schiffen durch Satelliten-Tracking als auch den Einsatz und die Auswertung von Kameras an Bord im Blick. Das könnte auch Staaten eine Kontrolle ermöglichen, die nicht die finanziellen Ressourcen haben, umfassende Schiffspatrouillen durchzuführen.⁵³

Durch die Auswertung verschiedener Satellitendaten gelang es zum Beispiel der Organisation „Global Fishing Watch“ nachzuweisen, dass chinesische Trawler im industriellen Stil illegal in nordkoreanischen Gewässern Tintenfischbestände plündern. Und das seit Jahren. Allein 2020 wurden etwa 700 Schiffe entdeckt. Der geschätzte Wert ihrer Beute: rund 170 Millionen US-Dollar. Die Tintenfischbestände der Region sind bereits stark überfischt, seit 2003 sind sie um etwa 80 Prozent zurückgegangen. In der Studie vermuten die Autor*innen auch, dass die kleineren Boote der nordkoreanischen Fischer durch die chinesische Konkurrenz zunehmend in benachbarte russische Gewässer ausweichen.⁵⁴

Die Probleme der IUU-Fischerei reichen zudem oft über die Plünderung der weltweiten Fischbestände hinaus: Auch Sklavenarbeit, der Schmuggel und Handel von Menschen, Drogen und Sprengstoff, Korruption und Dokumentenfälschung werden von den Behörden im Zusammenhang mit IUU-Fischerei registriert.

3.5. AQUAKULTUR

Die Zucht von Fischen, Krebs- und Schalentieren sowie Algen im Meer und an Land wird weltweit immer wichtiger, um die Bevölkerung mit Nahrung zu versorgen. Vergleicht man internationale Fangstatistiken mit Zuchtquoten, holt die Aquakultur entsprechend auf. Laut der Food and Agriculture Organisation, kurz FAO, lag die globale Meeresfischerei 2020 bei 79 Millionen Tonnen, die marine Aquakultur machte bereits 33 Millionen Tonnen aus, Tendenz steigend. In Binnengewässern hat die Aquakultur längst die Fischerei überholt. Hier werden 54 Millionen Tonnen in Zuchtanlagen produziert, während nur 11 Millionen Tonnen Tiere im Süßwasser gefischt werden.⁵⁵

Es gibt keinen anderen Lebensmittelzweig, der so stark wächst. Die Zahlen der FAO zeigen, wie stark die Produktion von Meeres- und Süßwassertieren in den vergangenen drei Jahrzehnten gestiegen ist. An Land hat sich die Produktion seit den 1990er-Jahren mehr als vervierfacht, im Meer stieg sie um etwa das 3,5-Fache. Schaut man sich die Gesamtzahlen an, lag die Aquakultur mit 87,5 Millionen Tonnen nur noch knapp hinter der Fischerei mit 90,3 Millionen Tonnen.

Und Aquakultur soll die Fischerei bald einholen: Blaue Transformation – so bezeichnet die UN-Organisation FAO das Ziel bis zum Jahr 2030.⁵⁶ Um den wachsenden Nahrungsmittelbedarf weltweit zu decken, soll die Produktion von Fisch, Garnelen, Muscheln, Algen in nachhaltiger Aquakultur weltweit um 35 bis 40 Prozent wachsen.

Von Meeresfischen abgesehen, hat die industrielle Fischzucht die Bedeutung der Fischerei abgelöst. Über 80 Prozent der Süßwasserfische stammen aus Teichzuchten. Auch bei sogenannten diadromen Fischen (also Arten, die vom Meer ins Süßwasser ziehen bzw. umgekehrt) wie Lachs, Aal, Amerikanischer Maifisch etc. stammen mehr als drei Viertel aus Aquakultur. Gleiches gilt für Krebstiere (Crustacea), vor allem Garnelen, sowie für Weichtiere (Molluska), vor allem Muscheln.

Aquakultur könnte, so die Hoffnung, zum Teil den Proteinbedarf einer weiter wachsenden Weltbevölkerung decken. Positiv schlägt dabei zu Buche, dass Aquakultur weniger Ressourcen verbraucht und auch weniger klimaschädlich ist, sprich weniger Treibhausgase freisetzt, als die Tierzucht an Land.

53 Sampe, I. (21.5.2020). Sustainable Fisheries Through Data Science. Trends in Data Science. <https://medium.com/trends-in-data-science/sustainable-fisheries-through-data-science-d475fcc2b7eb>.

54 Park, J. (20.1.2021). Satellite technology reveals decline in illegal fishing activity in North Korean and Russian waters compared to previous years. Global Fishing Watch. <https://globalfishingwatch.org/fisheries/2020-analysis-dark-fleets/>.

55 FAO. (o. D.). State of fisheries and aquaculture. <https://www.fao.org/state-of-fisheries-aquaculture>.

56 FAO. (2022). The State of World Fisheries and Aquaculture 2022: Towards Blue Transformation. <https://doi.org/10.4060/cc0461en>.

	1990s	2000s	2010s	2018	2019	2020
Average per year						
Million tonnes (live weight equivalent)						
Production						
Capture:						
Inland	7.1	9.3	11.3	12.0	12.1	11.5
Marine	81.9	81.6	79.8	84.5	80.1	78.8
Total capture	88.9	90.9	91.0	96.5	92.2	90.3
Aquaculture:						
Inland	12.6	25.6	44.7	51.6	53.3	54.4
Marine	9.2	17.9	26.8	30.9	31.9	33.1
Total aquaculture	21.8	43.4	71.5	82.5	85.2	87.5
Total world fisheries and aquaculture	110.7	134.3	162.6	178.9	177.4	177.8
Utilization²						
Human consumption	81.6	109.3	143.2	156.8	158.1	157.4
Non-food uses	29.1	25.0	19.3	22.2	19.3	20.4
Population (billions) ³	5.7	6.5	7.3	7.6	7.7	7.8
Per capita apparent consumption (kg)	14.3	16.8	19.5	20.5	20.5	20.2

Abb. 11 Jahresdurchschnitt der globalen Fischerei und der Aquakultur-Produktion in Millionen Tonnen 1990–2020 (ohne Algen). Quelle: FAO (2022). The State of World Fisheries and Aquaculture 2022: Towards Blue Transformation. <https://www.fao.org/3/cc0461en/online/sofia/2022/world-fisheries-aquaculture.html>

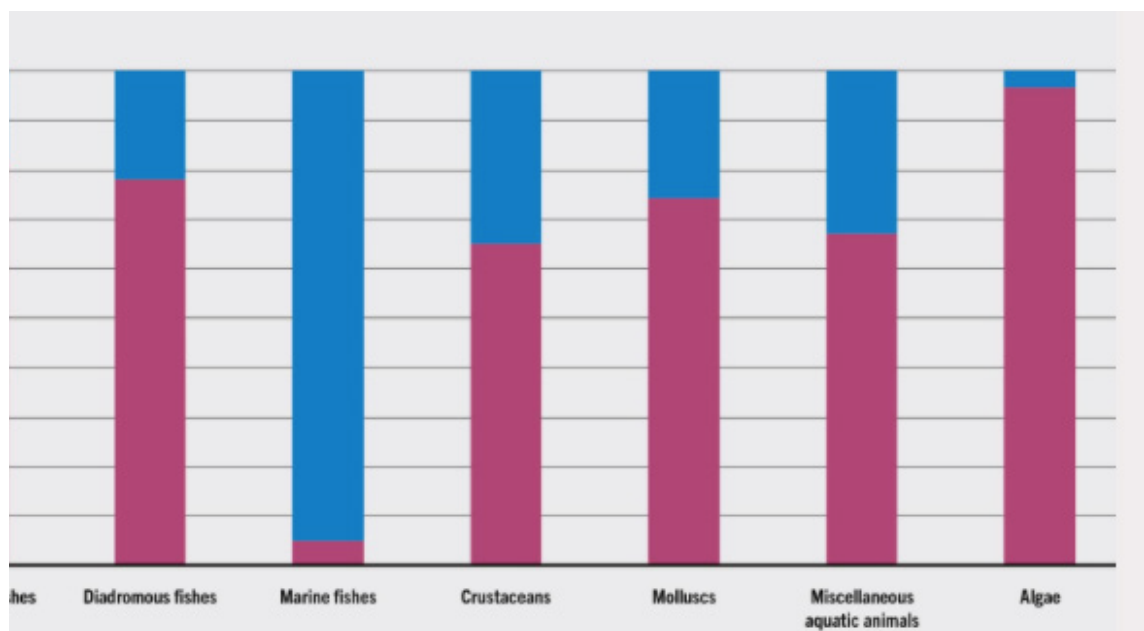


Abb. 12 Fischereifang und Aquakulturproduktion im prozentualen Vergleich nach Artengruppen. Quelle: FAO. (2022). The State of World Fisheries and Aquaculture 2022: Towards Blue Transformation <https://doi.org/10.4060/cc0461en>

Die rasant wachsende Aquakultur bringt allerdings auch vielfältige Probleme mit sich. So wird mittlerweile nahezu ein Drittel der jährlichen Meeresfisch-Anlandungen nicht für den menschlichen Konsum eingesetzt. Das betrifft vor allem kleine Schwarmfische, wie zum Beispiel Sardellen, Sprotten oder Heringe. Sie wandern in die Produktion von Fischöl und Fischmehl. Diese werden als Futter in der Aquakultur gebraucht, denn viele der Zuchtfische sind Raubfische, die sich von anderen Fischen und Meerestieren ernähren. Ein Beispiel dafür ist der Lachs: 60 Prozent der weltweiten jährlichen Fischöl- und 23 Prozent der Fischmehlproduktion gehen in die Zucht von Atlantik-Lachs.⁵⁷

Die beiden Meeresbiologen Dirk Zeller und Daniel Pauly sprechen von einer verstörenden Entwicklung, wenn für die Produktion von Fischen, die hauptsächlich in der sogenannten Ersten Welt konsumiert werden, Futter eingesetzt wird, das überwiegend aus Fischen hergestellt wird, welche vor den Küsten von Entwicklungsländern gefischt werden. Dies stelle eine Umleitung von Nahrung in die falsche Richtung dar, kritisieren die beiden Wissenschaftler, von armen Ländern mit ohnehin geringer Nahrungsmittelsicherheit in Länder, die bereits eine gute Nahrungsmittelversorgung haben.⁵⁸

Das gilt auch für die Zucht von Garnelen oder Shrimps, die fast ausschließlich in den Ländern des globalen Südens hergestellt werden. Allein in Deutschland werden laut Deutschem Aquakulturbederband jährlich etwa 50.000 Tonnen Garnelen importiert. Zu den wichtigsten Arten zählen die Weißfußgarnele und die Schwarze Tigergarnele. Es sind Warmwassergarnelen, die schnell wachsen und somit große Erträge einbringen. Kaltwassergarnelen spielen in der Aquakultur kaum eine Rolle. Die Produktion findet daher meist in Asien oder Südamerika statt.⁵⁹ Allerdings geht sie mit einem massiven Raubbau an der Natur einher. Vor allem Mangrovenwälder werden für die Anlage von Zuchtbecken abgeholzt. Eine Problematik, die später näher beleuchtet wird.

Die Probleme ergeben sich vor allem bei einer Aquakultur im industriellen Stil. Es darf aber nicht außer Acht gelassen werden, dass inländische Fischerei und Teichwirtschaft im kleinbäuerlichen Stil in vielen Ländern des globalen Südens wesentlich zur Nahrungsmittelsicherheit der Bevölkerung beitragen.⁶⁰

3.5.1. Problemfall Lachszucht

Industriell betrieben birgt die Aquakultur neben den sozialen Folgen auch eine Reihe von ökologischen Risiken. Das wird am Beispiel Lachs deutlich, der überwiegend in Fischfarmen gezüchtet wird, hauptsächlich in Norwegen, Schottland, Irland, Kanada und Chile.

Durch die hohe Dichte von Lachsen in Unterwasserzuchtfarmen kommt es zu einem vermehrten Absinken von Futterresten und Exkrementen auf den Meeresboden. Diese überdüngen den Grund, Faulschlämme können sich bilden, Lebensräume am Boden werden verändert oder zerstört. Die Anlagen sind zum Teil sehr dicht besetzt, so dass sich Krankheiten und Parasiten unter den Tieren rasch ausbreiten. Um dies zu verhindern, werden Medikamente und Chemikalien eingesetzt – mit weitreichenden Folgen.

Das Pestizid Aktions-Netzwerk PAN listet eingesetzte Tierarzneimittel wie Antibiotika und Antiparasitika sowie Antifouling- und Desinfektionsmittel auf. Je nach Konzentration und Wirkstoff könnten diese bereits in geringer Konzentration verheerende Auswirkungen auf andere Wasserorganismen und Lebensräume haben, indem sie beispielsweise die Fortpflanzung oder das Wachstum einschränken oder hemmen.⁶¹ So steht ein in der Lachszucht verwendetes Pestizid in Norwegen in Verdacht, Krabbenlarven zu töten und damit zum Krillsterben beizutragen.

57 Willer, D. F., Robinson, J. P. W., Patterson, G. T., & Luyckx, K. (2022). Maximising sustainable nutrient production from coupled fisheries-aquaculture systems. *PLOS Sustainability and Transformation* 1. <https://doi.org/10.1371/journal.pstr.0000005>.

58 Zeller, D., & Pauly, D. (2019). Viewpoint: Back to the future for fisheries, where will we choose to go? *Global Sustainability* 2, e11. <https://doi.org/10.1017/sus.2019.8>.

59 Statista. (o. D.). Importe von Shrimps/Garnelen in Länder der EU 28 im Jahr 2015 nach Herkunftsländern. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/610951/umfrage/shrimps-eu-importe-nach-herkunftslaendern/>.

60 Kelkar, N., & Arthur, R. I. (2022). A review of governance and tenure in inland capture fisheries and aquaculture systems of India (FAO Fisheries and Aquaculture Circular 1230). *FAO & ICSE*. <https://doi.org/10.4060/cb8615en>.

61 Pestizid Aktions-Netzwerk e.V., PAN Germany. (2018). Aquakultur im Überblick. <https://pan-germany.org/download/aquakultur-im-ueberblick/>.

Seehasen im Einsatz gegen Lachsläuse

In der Lachszucht können Parasiten verheerende Folgen haben. Besonders schwerwiegend ist der Befall mit Lachsläusen, einem parasitär lebenden Kleinkrebs, der sich von außen auf die Fische setzt. Er ernährt sich von Körperschleim, Haut und Blut der Fische und frisst sich sukzessive in den Lachs hinein. In Zuchtanlagen richtet er oft großen wirtschaftlichen Schaden an. Zum Teil sind die Fische mit dutzenden Lachsläusen befallen, bereits zehn können bei einem Jungfisch zum Tod führen.

Durch den dichten Besatz in den Zuchtanlagen breitet sich der Parasit schnell aus. Deshalb werden meist massiv Chemikalien und Medikamente eingesetzt, um die Lachslaus zu bekämpfen.⁶²

Weil das Image der Lachszucht wegen zahlreicher Skandale stark gelitten hat, versuchen Norwegens Lachsfarmen den Verbrauch von Chemikalien und Medikamenten zu beschränken. Als Verbündeter im Kampf gegen den Parasiten wird seit ein paar Jahren auch der Seehase eingesetzt. Der kleine Saugfisch frisst die Lachsläuse von den Fischen. Ein Betreiber beschreibt, dass der Einsatz von Antiläusemitteln dadurch um 90 Prozent reduziert werden konnte.⁶³ In wärmeren Gewässern werden auch Lippfisch-Arten eingesetzt. Sie fressen pro Tag bis zu 200 der Parasiten von den Lachsen.

Auch aus den Anlagen übertragene Krankheiten und entkommene Tiere werden zunehmend zum Problem. Vor allem, wenn Arten an Orten gezüchtet werden, an denen sie nicht heimisch sind, wie der Atlantische Lachs. Er wird auch im Pazifik im großen Stil herangezogen, etwa in den Küstengewässern von Chile und Kanada. Im Mündungsgebiet des Fraser Rivers im kanadischen Bundesstaat British Columbia protestierten die First Nations jahrelang gegen die Zucht der dort nicht heimischen Fische. Denn sie stellten fest, dass immer weniger Pazifische Lachse den Fluss hinaufwanderten, um dort zu laichen. Auf dem Weg kämen die Lachse vorbei an den Lachsfarmen und infizierten sich mit Parasiten oder Krankheiten, so die indigene Gemeinde. Unterstützung bei ihrem Protest bekam sie von Umweltverbänden.⁶⁴

In anderen Regionen schlossen indigene Gemeinden Verträge mit den Fischfarmen ab, um zum Beispiel durch Arbeitsplätze mit zu profitieren. Die Zucht findet überwiegend in ihren Territorien statt. Ab dem Frühjahr 2023 sollen die indigenen Gemeinden von British Columbia deshalb gegenüber der Aquakulturindustrie weitgehende Rechte bekommen, um Ort und Ausmaß mitzubestimmen. Erste Entwürfe beinhalten, dass auch die Auswirkungen auf die heimischen, wandernden Lachse wissenschaftlich untersucht werden sollen.

Besonders problematisch sind Tiere, die aus den Anlagen in die Umwelt gelangen. So entkamen nach einem Brand in einer Aquakulturanlage vor der kanadischen Küste 2019 mehr als 20.000 Atlantische Lachse in den Pazifik. Auch in solchen Fällen besteht die Gefahr, dass die Tiere Krankheiten und Parasiten übertragen können, welche die Wildbestände dezimieren.

Auch genetische Durchmischungen kommen vor. 2021 schlug die ASF, die „Atlantic Salmon Federation“, Alarm: Sie hatten Aquakultur-Flüchtlinge in Flüssen gefunden, in denen Wildpopulationen lebten, die sich ohnehin schon in einem kritischen Zustand befanden. Die Organisation, die es sich zur Aufgabe gemacht hat, die Wildpopulationen des Atlantischen Lachses zu schützen, fürchtet genetische Verunreinigungen, wenn Zucht- und Wildformen Nachwuchs erzeugen.⁶⁵

Auch im Lachszuchtland Norwegen ist das ein Problem. Neueste Studien zeigen, dass in zwei Dritteln der beobachteten Flüsse ein genetischer Eintrag durch Zuchtlachse bereits stattgefunden hat. Wissenschaftler*innen gehen davon aus, dass deren Nachwuchs weniger widerstandsfähig ist als der Nachwuchs von Wildformen. Allein 2020 entkamen mehr als 40.000 Tiere aus den Zuchtfarmen. Das sind immerhin schon sehr viel weniger als der vorherige Jahresdurchschnitt von etwa 150.000 Zuchtlachsen. In den beprobten Flüssen lag ihr Anteil bei mehr als 3 Prozent.

⁶² <https://www.aquakulturinfo.de/lachslaus>

⁶³ Gouverneur, C. (13.9.2018). Seehasen und iFarming. Le Monde diplomatique. <https://monde-diplomatique.de/artikel/15532364>.

⁶⁴ Schmidt, M. (13.7.2013). First Nations gegen Fischfarmen. ARD-Weltspiegel. <https://www.daserste.de/information/politik-weltgeschehen/weltspiegel/sendung/weltspiegel-kanada-fischfarmen-100.html>.

⁶⁵ Dean-Simmons, B. (3.12.2021). Salmon Federation raises concerns after aquaculture escapees found in Atlantic Canada river. SaltWire. <https://www.saltwire.com/atlantic-canada/business/salmon-federation-raises-concerns-after-aquaculture-escapees-found-in-atlantic-canada-river-100666476/>.

Seit Beginn der 1980er-Jahre ist der Bestand der Wildlachse in Norwegen etwa um die Hälfte zurückgegangen. Das ist ungefähr der Zeitpunkt, an dem die ersten Aquakulturbetriebe ihren Betrieb aufnahmen. Seitdem ist Norwegen global zum größten Exporteur von Zuchtlachs aufgestiegen. Im Jahr 2019 wurden knapp 1,4 Millionen Tonnen produziert. Der Wissenschaftliche Beirat zum Schutz des Atlantischen Lachses in Norwegen macht für den Schwund der Wildlachse vor allem die Lachszucht verantwortlich. Zum Niedergang trügen aber auch Wasserkraftwerke sowie das Verschwinden natürlicher Habitate bei.⁶⁶



Abb. 13 Lachszuchtkäfige im Torskefjorden, Norwegen. Quelle: Ximonic (Simo Räsänen)
(CC BY SA 4.0)

⁶⁶ Norwegian Scientific Advisory Committee for Atlantic Salmon. (30.11.2021). Status of wild Atlantic Salmon in Norway 2021. <https://vitenskapsradet.no/Nyheter/status-of-wild-atlantic-salmon-in-norway-2021>.

Aquakultur in China – Fischzucht auf Megaschiffen

Eine chinesische Reederei meldete im Mai 2022, dass sie das erste Frachtschiff für die marine Aquakultur auf See in Betrieb genommen hat. Die „Conson No 1“ soll laut Betreibern eine mobile Fischzucht weg von Küstengewässern auf hoher See ermöglichen. An Bord des 250 Meter langen und 40 Meter breiten Schiffs befinden sich 15 Aquakulturtanks mit einem Volumen von jeweils etwa 90.000 Kubikmetern Wasser. Salzgehalt und Temperatur sollen reguliert werden können.⁶⁷

Auf der schwimmenden Aquakulturanlage sollen jährlich bis zu 3.700 Tonnen Fisch produziert werden. Im Fokus der Zucht steht dabei zunächst der Große Gelbfisch (*Larimichthys crocea*), oft auch als Gelber Quaker bezeichnet. Der Fisch ist ein beliebter Speisefisch in Asien, durch massive Überfischung brachen die Bestände aber bereits in den 1970er-Jahren zusammen. Der im Handel erhältliche Gelbfisch stammt seitdem fast ausschließlich aus mariner Aquakultur.

Die chinesische Regierung beschränkt allerdings die Gebiete für die küstennahe Aquakultur zunehmend. Da Offshore-Aquakultur zwar möglich, aber mit hohen Risiken, wie Wellengang und Stürmen, sowie hohen Wartungs- und Personalkosten verbunden ist, sehen Betreiber eine Option in der Aquakultur auf Schiffen. Erste Tests zeigen Erfolge. So begleiteten chinesische Wissenschaftler*innen auf einem 100-Meter-Aquakulturschiff die Zucht des Großen Gelbfisches. Wachstum und Proteingehalt der Fische seien besser als in der küstennahen Käfighaltung. Auch konnte die ideale Wassertemperatur sichergestellt werden, indem das Schiff die Position wechselte. Zudem konnte es giftigen Algenblüten und Stürmen ausweichen.⁶⁸

Richtig gehandhabt könnte eine solche Form der Aquakultur Vorteile bringen, so kann beispielsweise das mit Nährstoffen und Chemikalien belastete Abwasser aus den Fischbecken gefiltert werden, bevor es ins Meer entlassen wird. Ob das bei den chinesischen Projekten geschieht, dazu habe ich leider keine Angaben gefunden.

Weltweit wird momentan an neuen Formen der Aquakultur geforscht. So untersuchen Wissenschaftler*innen des AWI in Bremerhaven, ob Offshore-Windparkflächen auch als Standorte für nachhaltige Aquakultur genutzt werden können. Um einen Nährstoffeintrag zu minimieren, soll die sogenannte Integrierte Multi-Trophische Aquakultur, IMTA, getestet werden. Dabei werden gefütterte nährstoffproduzierende Arten wie Fische und Krebse gemeinsam mit nährstoffzehrenden Arten wie Algen und Muscheln gehalten. Damit könnte die Nährstoffbilanz im Gleichgewicht gehalten werden.⁶⁹

67 China Internet Information Center. (23.5.2022). Großes intelligentes Fischzuchtschiff in Qingdao in Dienst gestellt. German.china.org.cn. http://german.china.org.cn/txt/2022-05/23/content_78232868.htm.

68 Yu, Y., et al. (2023). Aquaculture in an Offshore Ship: An On-Site Test with Large Yellow Croaker (*Larimichthys crocea*). *Journal of Marine Science and Engineering* 11, 101. <https://doi.org/10.3390/jmse11010101>.

69 Alfred-Wegener-Institut. (16.12.2022). Offshore-Aquakultur: Nahrungsquelle und Schatzkammer. <https://www.awi.de/im-fokus/nordsee/offshore-aquakultur.html>.

4. VERLUST DER LEBENSÄUEN

Die Menschheit wächst. Seit Ende 2022 bevölkern 8 Milliarden Menschen die Erde. Ende des 21. Jahrhunderts werden es bereits mehr als 10 Milliarden sein, so die Schätzungen. Und sie beanspruchen immer mehr Platz und Ressourcen. Als Lebensraum waren die Küstengebiete schon immer begehrt. Etwa 44 Prozent der Weltbevölkerung lebt deshalb im Umkreis von 150 Kilometern an der Küste.⁷⁰ Die Nähe zum Meer bietet Nahrung, Einkommen oder auch Erholung.

Die Küstengebiete zählen zu den produktivsten Lebensräumen der Ozeane. Sie sind nährstoffreich und bieten ideale Bedingungen für eine Vielzahl mariner Lebewesen. Sie sind überaus wichtig, aber auch stark – vor allem durch den Menschen – gefährdet. Weltweit sind in den vergangenen Jahrzehnten Küstenhabitate wie Mangrovenwälder, Seegraswiesen, Salzmarschen und Korallenriffe in rasantem Tempo verschwunden oder zerstört worden.

4.1. MANGROVENWÄLDER

Mangroven sind extreme Gewächse und wahre Überlebenskünstler – Bäume und Sträucher, die im Gezeitenbereich oder an Flussmündungen der Tropen und Subtropen wachsen und den Salzgehalt des Meerwassers tolerieren. Bei Ebbe fallen sie trocken, bei Flut stehen sie unter Wasser. Viele der weltweit mehr als 70 Mangrovenarten haben Luftwurzeln. Über diese können sie Sauerstoff aufnehmen, den sie an die im sauerstoffarmen Schlamm steckenden Teile der Wurzeln weiterleiten. Mangroven sind enorm anpassungsfähig und überleben unter Bedingungen, in denen andere Pflanzen absterben.

Mangrovenwälder sind zudem ein reiches Habitat für Tiere. Sie sind zwar insgesamt artenärmer als beispielsweise tropische Regenwälder, aber zwischen ihren charakteristischen Stelzenwurzeln leben zahlreiche Fisch-, Krebs- und Muschelarten. Mangroven bieten ihnen dauerhaft Schutz und Nahrung oder dienen als Kinderstube für den Nachwuchs. Larven und Jungtiere wachsen im Schutz der Mangrovenwurzeln auf, bevor sie ins offene Meer abwandern. Darunter sind auch viele wirtschaftlich wichtige Fischarten. Der Wald ist zudem Heimat von zahlreichen Insekten, Reptilien und Vögeln.

Auch der Mensch profitiert von den Mangroven. In etwa 120 Ländern säumen sie die Küsten, auf einer Fläche von 147.000 Quadratkilometern (Stand 2022).⁷¹ Sie versorgen Millionen Menschen mit Nahrung, vor allem mit Fisch, Muscheln und Krebsen. Die Gezeitenwälder schützen zudem die Küsten, denn ihre weitverzweigten Wurzeln dienen als Sedimentfänger. So wird Land aufgebaut. Sie schützen auch vor Erosion und brechen die Kraft der heranrollenden Wellen – eine Pufferzone zwischen Land und Meer.⁷² Als 2016 Hurrikan Irma auf die Küste Floridas traf, profitierten mehr als 600.000 Menschen vom Schutz der Mangrovenwälder. Die Bäume hielten die Wucht des Wassers auf, verlangsamten es. Deutlich weniger Überschwemmungen und Zerstörungen wurden in den Bezirken registriert, die von Mangroven gesäumt waren.⁷³

Zudem binden Mangroven große Mengen an Kohlendioxid und anderen Klimagasen. Forschende gehen davon aus, dass die weltweit noch existierenden knapp 15 Millionen Hektar Mangrovenwald zwischen 4 und 20 Milliarden Tonnen Kohlenstoff speichern.⁷⁴ Damit tragen sie entscheidend zum Kampf gegen die Erderwärmung bei.

70 Mladenov, P. V. (2020). Marine Biology: A very short introduction. Oxford Academic. Kapitel „Life in the coastal oceans“.

71 Leal, M., & Spalding, M. D. (Hg.) (2022). The State of the World's Mangroves 2022. Global Mangrove Alliance. <https://www.mangrovealliance.org/mangrove-forests/>.

72 Saint-Paul, U. (2016). Sind die Mangrovenwälder durch Klimawandel gefährdet? In J. L. Lozán et al. (Hg.), Warnsignal Klima: Die Biodiversität (S. 266–270). Universität Hamburg. S. 266 f.

73 Meszaros, J. (10.12.2019). Mangroves protect properties from flood damage. WUSF Public Media. <https://wusfnews.wusf.usf.edu/environment/2019-12-10/mangroves-protect-properties-from-flood-damage-by-25-percent-study-says>.

74 Daschner, A. (15.7.2020). Internationaler Tag der Mangrove (Pressemitteilung). Leibniz-Zentrum für Marine Tropenforschung (ZMT). <https://idw-online.de/de/news751210>.

Mangroven als Kohlenstoffspeicher

Mangroven speichern enorme Mengen CO_2 und andere Klimagase in ihren Stämmen und Wurzeln, aber auch in dem sie umgebenden Schlamm. Wenn die Blätter der Mangroven auf den durchnässten Boden fallen, zersetzen sie sich sehr langsam. Dadurch entsteht kohlenstoffreicher Torf, in dem viel CO_2 gebunden ist. Werden die Mangroven vernichtet, wird Kohlenstoff wieder freigesetzt. Obwohl Mangroven nur 3 Prozent der Waldfläche weltweit ausmachen, würde ihre vollständige Abholzung bis zu 10 Prozent der globalen Kohlenstoff-Emissionen betragen.⁷⁵ Doch Mangrove ist nicht gleich Mangrove. Auch auf die Zusammensetzung des Mangrovenwaldes kommt es an. Je artenreicher und unterschiedlicher der Bestand an Mangrovenbäumen ist, desto mehr Kohlendioxid wird gebunden.⁷⁶

Es gibt also viele Gründe, diesem extremen Lebensraum mehr Aufmerksamkeit zu schenken. Zumal etwa ein Drittel der weltweiten Mangrovenwälder in den letzten 50 Jahren verschwunden ist. Meist wurden sie abgeholzt, um Shrimps in Aquakultur zu züchten, Reis anzubauen, für Tourismusprojekte, oder um Städte und Dörfer auszuweiten. Die Zerstörung der Gezeitenwälder ging so rasch voran, dass Wissenschaftler*innen 2007 vor einer Welt ohne Mangroven warnten.⁷⁷

Die Warnung wurde gehört. Der Schutz der Mangroven kam international auf die politische Agenda, zahlreiche Schutzprojekte wurden ins Leben gerufen. Heute gibt es zumindest Anlass zu etwas Optimismus. Forschende des Leibniz-Zentrums für Marine Tropenforschung (ZMT) in Bremen haben in einer Studie 2019 festgestellt, dass deutlich weniger Mangroven jedes Jahr abgeholzt werden als 20 Jahre zuvor. Lag die globale Verlustrate für Mangroven Ende des 20. Jahrhunderts noch je nach Quelle bei etwa 1 bis 2 Prozent jährlich, ist sie heute auf ungefähr 0,4 Prozent gesunken.

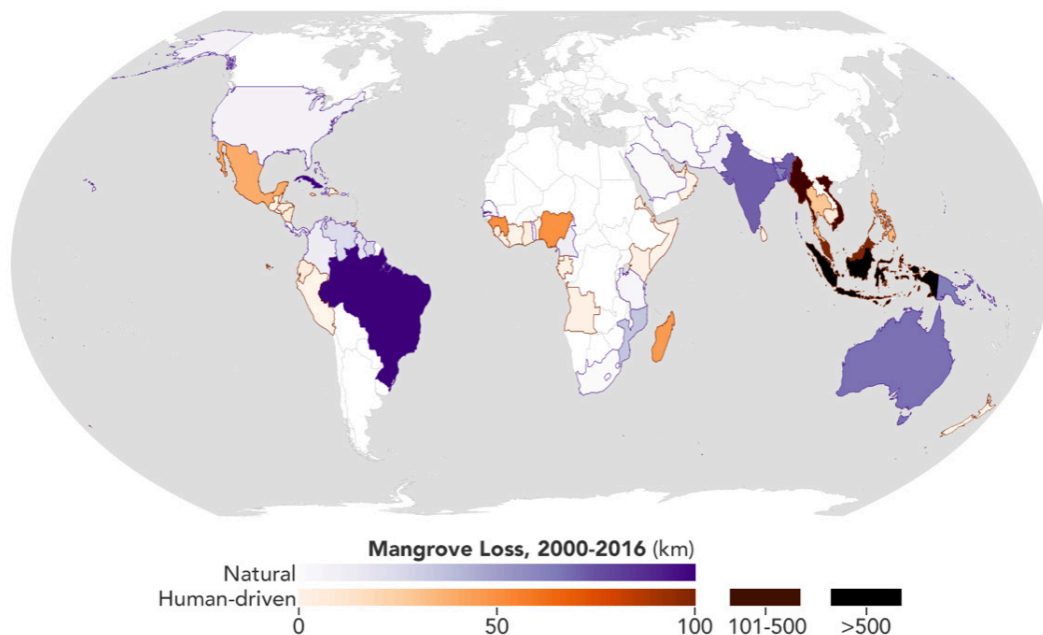


Abb. 14 Rückgang der Mangrovenwälder weltweit zwischen 2000 und 2016. Unterschieden nach „menschenverursachtem“ und „natürlichem“ Verlust. Quelle: NASA Earth Observatory. (2020). Mapping the Roots of Mangrove Loss. <https://earthobservatory.nasa.gov/images/147142/mapping-the-roots-of-mangrove-loss>

Das sei immer noch viel zu viel, aber trotzdem ein gutes Zeichen, sagt Martin Zimmer, Leiter der Mangrovenökologie am ZMT. „Wir verlieren Mangroven, aber wir verlieren sie deutlich langsamer als noch vor fünf oder zehn Jahren.“ Der Schutz der Mangroven unterscheidet sich allerdings regional stark. Vor allem in Asien, in Ländern wie Myanmar und Malaysia, schreitet der Verlust weiter stark voran.⁷⁸

75 NASA Earth Observatory. (2020). Mapping the Roots of Mangrove Loss. <https://earthobservatory.nasa.gov/images/147142/mapping-the-roots-of-mangrove-loss>.

76 Rahman, M. M., et al. (2021). Co-benefits of protecting mangroves for biodiversity conservation and carbon storage. *Nature Communications* 12, 3875. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-24207-4>.

77 Duke, N. C., et al. (2007). A world without mangroves? *Science* 307, 41–42. https://www.researchgate.net/publication/6223233_A_World_Without_Mangroves.

78 Friess, D. A., et al. (2019). Mangroves give cause for conservation optimism, for now. *Current Biology* 30, R153–R154. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.12.054>.

Das kann man auch anhand dieser Weltkarte deutlich sehen. Myanmar und Malaysia sind dort neben anderen asiatischen Ländern tiefschwarz eingefärbt. Die NASA hat für diese Karte etwa 1 Million Satellitenbilder aus dem Zeitraum von 2000 bis 2016 ausgewertet, um festzustellen, wie viel Mangrovenwald verschwunden ist und warum. Dabei wurde unterschieden zwischen menschlicher Nutzung der ehemaligen Mangrovegebiete (human-driven) und dem Verlust durch Stürme und Erosion (natural). Die schwarze Einfärbung vor allem im asiatischen Raum bedeutet, dass in den Ländern auf insgesamt mehr als 500 Kilometern Küstenlänge Mangrovenwald abgeholzt wurde. Die Wissenschaftler*innen kamen zu dem Schluss, dass der Mensch für etwa 62 Prozent der verlorenen Fläche verantwortlich ist.

In der zweiten NASA-Grafik kann man allerdings auch erkennen, dass der Trend in den Jahren deutlich zurückgegangen ist, der zunehmende Schutz der Gezeitenwälder also greift und sich immerhin die Geschwindigkeit des Rückgangs deutlich verringert hat.

Ein Beispiel aus Ecuador zeigt jedoch, dass die sozioökonomischen Auswirkungen, die der Verlust des Mangrovenwalds hat, bereits jetzt zehntausende Menschen in den Küstenregionen betreffen.

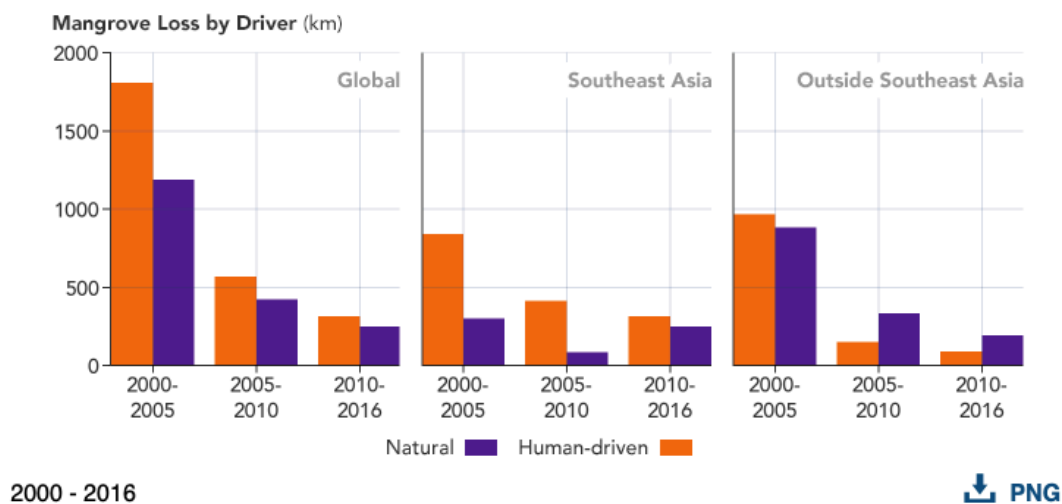


Abb. 15 Verlust des Mangrovenwaldes nach Zeiträumen. Quelle: NASA Earth Observatory. (2020). Mapping the Roots of Mangrove Loss. <https://earthobservatory.nasa.gov/images/147142/mapping-the-roots-of-mangrove-loss>

4.1.1. Die Concheros von Muisne

Eine Reportage aus Ecuador

In der Sprache der Chapala bedeutet Muisne „Fülle“. Die indigenen Einwohner*innen gaben der Region einst diesen Namen, weil der Mangrovenwald ihnen fast alles bot, was sie zum Leben brauchten. Fische, Krebse, Krabben, Muscheln und Schnecken. Man musste sich dafür nur in die Mangrovenwälder begeben, sich dabei den Attacken der Moskitos aussetzen und auch dem Schlamm, in dem man immer wieder bis weit über die Knie versinkt und der einen erst nach etwas Kampf mit einem schmatzenden Geräusch wieder freigibt.

Etwa zehntausend Menschen leben heute in der kleinen Stadt Muisne im Norden Ecuadors. Sie liegt halb auf dem Festland und halb auf einer kleinen Insel, auf die man über eine kleine Brücke gelangt, die eigentlich nur für Fußgänger*innen gemacht ist, aber trotzdem immer wieder auch von Mototaxis und Autos genutzt wird. Die Brücke führt über den Rio Muisne. Der Fluss ist die Lebensader der kleinen Stadt. Von ihm zweigen zahllose kleine Flüsse und Kanäle ab.

Das weit verzweigte Netz ist umgeben von Mangrovenwald. Und noch immer versorgt die Mangrove viele Einwohner*innen von Muisne. „Florida“, so heißt ein Viertel Muisnes. Hier sind es etwa 80 Prozent, die von Mangroven leben, schätzt der Guide Paolo Realpe. Der 38-Jährige ist hier aufgewachsen und zum ersten Mal mit vier, fünf Jahren mit in die Mangrove gegangen, um Muscheln zu sammeln.



Abb. 16 Die Mangrove von Muisne und eine der gesammelten Muscheln. Paolo Realpe und sein Sohn suchen nach den Atemlöchern der Muscheln. Um die Moskitos zu vertreiben, macht er Rauch. Fotos: Heike Keuthen



Concheros nennen sich die Muschelsammler hier – auf Spanisch bedeutet „Concha“ Muschel. Wir sind mit dem Boot tief in die Mangrove gefahren und Paolo Realpe zeigt mir, wie die Concheros arbeiten. Immer wieder greift er tief in den Schlamm, um die Tiere aufzuspüren, fühlt etwas herum und dann hat er sie, die „Concha negra“. Einfacher sind die weniger begehrten „Mejillones“, Muscheln, die man schon auf der Schlammoberfläche anhand eines etwas rechteckigen Lochs erkennt. Sohn Samuel ist auch dabei, auch er soll lernen, wie das Muschelsammeln geht.

Doch die Beute wird immer geringer. Denn von dem einst riesigen Mangrovegebiet sind heute nur noch etwas mehr als 10 Prozent übrig. Die verbliebenen Bäume stehen zwar seit etwa einem Jahrzehnt unter Schutz, doch der Schaden ist bereits angerichtet. Vom Boot aus gesehen säumt nur noch ein schmaler Streifen Mangrove die meisten Kanäle, direkt dahinter liegen die Becken für die Garnelenzucht. Man erkennt sie gut an den riesigen Pumpen, mit denen sie Flusswasser in die Becken schaffen. Die Becken reihen sich aneinander, Paolo Realpe spricht von mehr als 1.000, die es allein in der Region Muisne gibt. Es begann in den 1970er-Jahren, Stück für Stück verschwand seitdem der Mangrovenwald.

Der Verlust des Gezeitenwaldes ist das eine, das andere sind die Chemikalien, die die Garnelenzüchter benutzen, um die Becken zu desinfizieren, bevor sie die jungen Shrimps einsetzen. Alle drei Monate, nach jeder Ernte wird das gemacht. Die Chemikalien gelangen allerdings auch in den Fluss und damit in die Mangrovenwälder. Dort töten sie die Larven der Muscheln, Schnecken, Krebse und Fische, die zwischen den Stelzwurzeln aufwachsen. Der Nachwuchs und damit die Lebensgrundlage für die Concheros, aber auch die der Krebsfänger und der Fischer schwindet immer mehr.

Olinda Reasco ist 63, fast vierzig Jahre hat sie in der Mangrove Muscheln gesammelt, bereits als Siebenjährige hat sie damit angefangen. Jetzt arbeitet Olinda Reasco in der Krankenhauswäscherei, in die Mangroven geht sie trotzdem immer wieder. „Somos el mangle“ – wir sind die Mangrove, lächelt sie, es sei einer ihrer liebsten Orte. Früher hätte sich das Muschelsammeln gelohnt, blickt Olinda Reasco zurück: „Oft waren es mehr als 1.000 Conchas an einem Tag.“ Davon konnte man sich und die Familie gut durchbringen. „Heute kommen die Concheros oft mit nur 100 oder 150 zurück“, sagt Paolo Realpe, und die seien auch kleiner als früher. Etwa 8 bis 10 Dollar bringen 100 Conchas ein, das ist nicht viel Geld in Ecuador, gerade genug, um die Familie über Wasser zu halten.



Abb 17 Ernte in einem der Garnelenbecken in Muisne.
Fotos: Heike Keuthen



Die Concheros aus dem Barrio Florida in Muisne sind sogar organisiert – einen kleinen Verband haben sie gegründet. Doch ihr Präsident, Benito Bautista, hat Angst vor der Zukunft. In einigen Regionen nördlich und südlich von Muisne sind die Bestände der Conchas bereits so stark eingebrochen, dass sich die Arbeit nicht mehr lohnt. Allein in seinem Viertel wären etwa 200 Familien betroffen. Dabei könne 1 Hektar Mangrove 20 Familien ernähren. 50 Hektar Garnelenzucht hingegen nur drei.

„No hay control“ – es gibt keine Kontrolle, klagt Bautista. Die Garnelenzucht zerstöre das Ökosystem und keiner greife ein. Es gebe zu viel Korruption, und Protestieren sei auch keine Option, zu stark sei die Lobby der Shrimpsfarmer. Viele Besitzer seien Politiker oder Ausländer. Aus der Gegend selbst stammt kaum jemand.



Abb. 18 Abgelassenes Zuchtbecken in Muisne. Eine der Schleusen, über die Abwässer in den Fluss laufen. Fotos: Heike Keuthen

Die Concheros von Muisne suchen jetzt nach Alternativen. Vielleicht liegt die Zukunft im Ökotourismus. Paolo Realpe macht immer wieder Touren in die Mangrove, für Tourist*innen, aber auch für die Einheimischen, damit sie verstehen, wie der Lebensraum funktioniert und warum er geschützt werden sollte. Vielleicht liegt auch in der Wiederaufforstung der Mangrove eine Chance. Doch das braucht Zeit, Geld und viel Engagement. Und vor allem Fläche, die jedoch ist von der Garnelenzucht besetzt.

Ökosystem-Design – wie forstet man Mangroven wieder auf?

Interview mit Martin Zimmer,
Leiter Mangrovenökologie am Leibniz-Zentrum für Marine Tropenforschung (ZMT), Bremen

Wie schwierig ist es, eine Mangrove wieder aufzuforsten?

Martin Zimmer: Das hängt von der Zerstörung des Habitats ab. Aquakulturateiche sind sehr schwierig wieder aufzuforsten, weil das Wasser dort zu tief ist, die Böschungen zu steil sind oder die Teiche nicht mehr richtig mit dem Gezeiteisystem verbunden sind. Dafür muss man dann – und das wird auch gemacht – großräumig Erdarbeiten durchführen, die Kanäle wieder aufbrechen. Das ist sehr aufwendig. Wurde die Mangrove „einfach“ nur abgeholzt, etwa für Holzkohle, ist die Aufforstung leichter.

Siedeln sich Mangroven nicht einfach natürlich wieder an?

Martin Zimmer: Im Augenblick wird das diskutiert. Es gibt die Ansicht, Pflanzungen seien generell schlecht, die Mangrove müsse sich von selbst wieder ansiedeln. Das passiert nur häufig nicht. Und das liegt dann daran, dass entweder die Hydrodynamik vor der Mangrove gestört ist, dann können sich nicht genug Sämlinge ansammeln, oder dass es in der Umgebung nicht mehr genug intakte Mangroven gibt, um sie zu produzieren. Wenn das so ist, kommt man an einer Anpflanzung nicht vorbei. Und in vielen Fällen ist es auch sinnvoll, zumindest unterstützend anzupflanzen.

Das Anpflanzen ist aber ein Problem, weil es häufig falsch und schlecht gemacht wird. Das liest man dann oft in lokalen Zeitungen, wo berichtet wird, dass 5.000 Leute 3 Millionen Mangroven gepflanzt hätten und so eine riesige Fläche wiederhergestellt haben. Das ist natürlich Quatsch, weil Sämlinge noch keine Mangrove sind, sondern erstmal eine Plantage. Und zudem sind diese Aktionen häufig nichts außer medienwirksam. Denn oft sind an den Stellen die Strömung oder die Wellen zu stark oder es wird im falschen Bereich der Gezeitenzone angepflanzt. Oft wird auch die nicht passende Art für die Stelle ausgesucht. Und dann ist nach einem halben Jahr nichts mehr übrig. Das muss wissenschaftlich angegangen werden. Und dafür gibt es mittlerweile auch gute Beispiele.

Wie lange dauert es, bis ein Mangrovenwald wieder Wald genannt werden kann?

Martin Zimmer: Das ist regional unterschiedlich, in Südostasien dauert es etwa 20 bis 30 Jahre. Dann haben wir eine Mangrove, die bezüglich der Prozesse, der Diversität von Pflanzen und Tieren und auch der Mikroben im Sediment wieder da ist, wo sie ursprünglich einmal war.

Das ist interessanterweise auch der Zeitraum, in dem die wenigen nachhaltigen Mangrovenforste arbeiten. Davon gibt es einen in Malaysia, der mittlerweile seit fast 100 Jahren wirklich ziemlich nachhaltig betrieben wird. Dort werden große Gebiete, gleich mehrere Hektar geschlagen. Für Holzkohle, was meiner Meinung nach falsch ist, weil es dann für „Blue Carbon“ ein Nullsummenspiel ist. Danach wird die Fläche wieder angepflanzt und gegebenenfalls nochmal nach fünf und zehn Jahren nachgepflanzt. Nach 25 Jahren ist das Gelände dann wieder zum Abholzen bereit. Aber das ist wirklich eines von sehr wenigen Beispielen.

In den amerikanischen Mangroven scheint es so zu sein, dass die Mangroven schneller auswachsen. In Puerto Rico geht man zum Beispiel von etwa zehn Jahren aus. Die Mangrove dort ist aber auch nicht so artenreich und es sind andere Arten als in Asien.

Sie haben das Begriff Ökosystem-Design geprägt, was genau ist das?

Martin Zimmer: Wir stellen Ökosystem-Design der klassischen Restauration gegenüber. Da versucht man ja ein Ökosystem wiederherzustellen, das dem ursprünglichen so ähnlich wie möglich ist. Biodiversität ist da ein ganz wichtiger Faktor. Im Ökosystem-Design stellen wir nicht die Artenvielfalt in den Mittelpunkt, sondern den Menschen, der die Leistung des Ökosystems braucht. Ziel ist wirklich das Design eines Ökosystems aus Arten, von denen wir wissen, dass sie die Leistungen erbringen, die vor Ort am dringendsten gebraucht werden. Und das heißt auch, dass in einigen Fällen ganz gezielt keine hohe Biodiversität angestrebt wird. Und wenn man das ganz radikal denkt, dann heißt das auch, dass man beim Monitoring dafür sorgt, dass die Arten, die die Leistung am besten erbringen, auch die vorherrschenden Arten bleiben.

Welche Leistungen sind das denn bei Mangroven?

Martin Zimmer: Wenn man sich zum Beispiel die Ökosystem-Leistung Küstenschutz anschaut, dann bringt uns das Wurzelsystem von Rizophora-Arten mehr als das von Avicennia. Diese Art, darauf deuten die Daten momentan hin, lagert dafür mehr Kohlenstoff im Sediment ein. Wenn man also die Küste stabilisieren will, dann klingt es für mich logisch, so viel wie möglich Rizophora anzupflanzen. Wenn allerdings „Blue Carbon“ das Ziel ist, dann ist es genau andersrum. Dann würde ich ja den Avicennia-Effekt nur verdünnen, wenn ich Rizophora mit anpflanze.

Da sträuben sich dem klassischen Naturschützer die Nackenhaare ...?

Martin Zimmer: Das kann ich gut verstehen, aber je länger ich darüber nachdenke, je mehr meine ich das tatsächlich. In den letzten Jahren hat sich in Deutschland die, wie ich finde, sehr schöne, aber ein bisschen blauäugige „Natur Natur sein lassen“-Philosophie durchgesetzt. Alles, was natürlich ist, ist gut. Alles, wo der Mensch eingreift, ist schlecht. Das kann man so sehen, aber es hilft uns in der derzeitigen kritischen Situation nicht weiter. In den Tropen geht es ja gerade um das aktuelle Überleben: Küstenschutz, Klimawandel, Schutz von Nahrungs- und natürlichen Ressourcen. Ich glaube tatsächlich, dass wir den Punkt überschritten haben, an dem wir es uns leisten können, Natur Natur sein zu lassen. Denn es gibt Bedarfe, die wir so nicht erreichen können, wo wir aktiv eingreifen müssen. Und zwar großflächig.

4.2. KORALLENRIFFE

Sie säumen die Küsten der tropischen Meere und sind die größten biogenen Bauwerke der Erde – Korallenriffe. Das dreidimensionale, lebendige Habitat bietet mit seinen vielfältigen Nischen Lebensraum für unzählige Arten. Deshalb zählen Korallenriffe mit zu den wertvollsten Ökosystemen der Erde. Schätzungsweise bis zu 1,3 Millionen Tiere und Pflanzen leben dort, ein Großteil davon sind noch nicht einmal beschrieben. Etwa ein Viertel aller marinen Lebewesen ist mit Riffen assoziiert. Dabei bedecken Korallenriffe nur etwa 0,1 Prozent des Meeresbodens weltweit.⁷⁹ Der Lebensraum versorgt Tiere und Menschen mit Nahrung. Zudem ist er wichtig für den Küstenschutz: Korallenriffe blocken mit ihren Kalkstrukturen bis zu 95 Prozent der Wellenenergie ab. Darüber hinaus sind sie Magnete für den Tourismus.

Korallen sind Tiere. Weil sie, wie die nah verwandten Quallen, Nesselkapseln besitzen, gehören sie zum Stamm der Nesseltiere: Riffbildende Korallen bestehen aus festsitzenden, koloniebildenden Polypen, die mit ihren Tentakeln auf Beutefang gehen. Sie haben die Fähigkeit, Kalk abzuscheiden. Kaum eine Tiergruppe im Meer ist so stark bedroht wie die Korallen, vor allem die Baumeister der Riffe, die Steinkorallen. Ein Drittel von ihnen war bereits 2008 aufgrund des Klimawandels und lokaler Faktoren einem erhöhten Risiko ausgesetzt auszusterben.⁸⁰ Die IUCN listet 33 Prozent der Riffkorallen als „vom Aussterben bedroht“. Der Weltbiodiversitätsrat IPBES geht davon aus, dass seit 1870 mehr als die Hälfte aller Korallen verschwunden sind.⁸¹

Der Grund, warum auf der UN-Konferenz zum Schutz der Artenvielfalt 2010 im japanischen Aichi eines der ausgerufenen Ziele sich ausschließlich ihnen widmet:

Aichi-Ziel 10: „Bis 2015 sind die zahlreichen menschengemachten Stressoren für Korallenriffe und andere dem Klimawandel und der Meeresversauerung gegenüber sensiblen Ökosysteme minimiert, so dass ihre Integrität und ihre Funktion erhalten bleiben.“

Das Ziel der Stressorenminimierung wurde selbst im Jahr 2023 noch nicht erreicht. Der Lebensraum Korallenriff ist nach wie vor weltweit stark bedroht. Im Interview mit dem Deutschlandfunk spricht Korallenforscher Christian Wild von der Universität Bremen von einer „tiefen“ Korallenkrise. Ungestörte Riffe gebe es fast gar nicht mehr, über 30 Prozent seien bereits jetzt so stark geschädigt, dass sie kaum zu retten seien. Nur ein Drittel der weltweiten Riffe befänden sich noch in einem vergleichsweise guten Zustand.⁸² Das Global Coral Reef Monitoring Network hat zuletzt 2020 einen Bericht über den Status quo

79 Roder, C., & Heiss, G. (2016). Korallenriffe – Auswirkungen von Erwärmung und Versauerung auf die Biodiversität. In J. L. Lozán et al. (Hg.), Warnsignal Klima: Die Biodiversität (S. 254–259). Universität Hamburg. S. 254.

80 Carpenter, K. E., et al. (2008). One-third of reef building corals face extinction from climate change and local impacts. *Science* 321, 560–563. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1159196>.

81 IPBES, Deutsche Koordinierungsstelle. (2019). Globales IPBES-Assessment zu Biodiversität und Ökosystemleistungen. <https://www.de-ipbes.de/de/Globales-IPBES-Assessment-zu-Biodiversitat-und-Okosystemleistungen-1934.html>.

82 Seynsche, M. (21.7.2021). Wissenschaftler über Korallensterben (Interview mit Christian Wild, Universität Bremen). Deutschlandfunk. <https://www.deutschlandfunk.de/wissenschaftler-ueber-korallensterben-befinden-uns-in-ganz-100.html>.

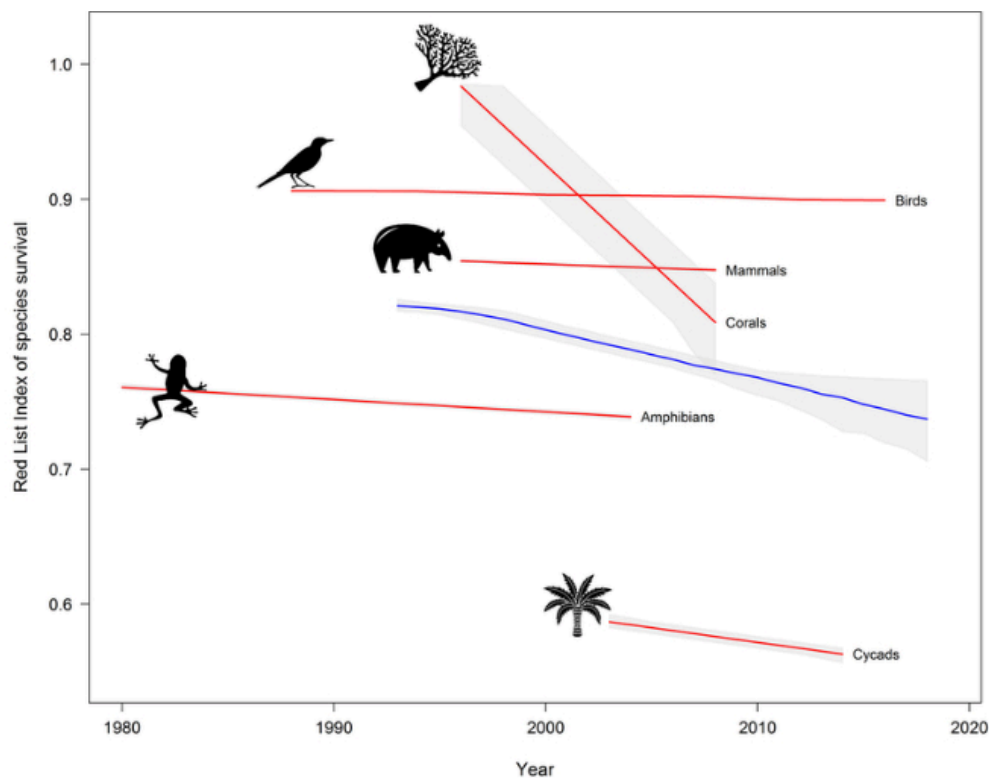


Abb. 19 Der Rote-Listen-Index der Korallen im Vergleich zu Vögeln, Säugetieren und Amphibien. Man sieht deutlich, wie sich der Index seit 1995 rapide verschlechtert hat. Quelle: IUCN. <https://www.iucn.org/story/202211/wildlife-changing-climate>

der globalen Korallenriffe veröffentlicht. 300 Wissenschaftler*innen aus aller Welt haben daran mitgewirkt. Allein zwischen 2009 und 2018 gingen demnach 14 Prozent der globalen Riffe verloren.⁸³

Es gibt nicht nur eine Stellschraube, an der gedreht werden muss, um den Lebensraum Korallenriff zu erhalten. Neben Stürmen setzen gleich mehrere menschenverursachte Faktoren den Riffen zu. Vor allem: Erwärmung, Versauerung sowie Verschmutzung der Meere.

4.2.1. Erwärmung des Meerwassers und marine Hitzewellen

Korallen, vor allem die kalkbildenden, haben eine enge Temperaturtoleranz, die meist zwischen 24 und 28 Grad Celsius liegt. Steigt die Wassertemperatur höher, geraten die Korallen-Polypen unter Stress. Deshalb stoßen sie ihre Mitbewohner ab, einzellige Algen (sogenannte Zooxanthellen) mit denen sie in Symbiose, also einer Zweckgemeinschaft, leben. Das erkennt man daran, dass die Korallen ihre Farbe verlieren – das Phänomen wird Korallenbleiche genannt. Sie erscheinen dann weiß. Hält der Stresszustand länger an, können sie sterben. Sie verhungern förmlich. Denn die symbiontischen Algen liefern den Korallen durch die Photosynthese neben Sauerstoff auch Glukose, also Zucker. Im Gegenzug erhalten die Algen von den Korallen-Polypen CO₂ für die Photosynthese und Nährstoffe.

Neuen Erkenntnissen zufolge ist der Nährstoffaustausch zwischen Koralle und Alge sogar bereits gestört, bevor die Algen abgestoßen werden. Die Korallen hungern sozusagen schon, bevor der Bleichprozess beginnt. Sowohl die Korallen als auch die Algen benötigen bei erhöhten Wassertemperaturen mehr Nährstoffe für sich selbst. „Sie werden sozusagen ‚egoistisch‘. Die Algen füttern ihren Wirt nicht mehr“, erläutert Nils Rädecker, Erstautor der Studie.⁸⁴ Zudem gehen die Autor*innen davon aus, dass auch Sauerstoffmangel zum Auslösen der Korallenbleiche beiträgt.⁸⁵

83 Global Coral Reef Monitoring Network. (2021). Status of Coral Reefs of the World 2020. <https://gcrn.net/wp-content/uploads/2023/01/Status-of-Coral-Reefs-of-the-World-2020-Full-Report.pdf>.

84 Universität Konstanz, Fachbereich Biologie. (3.2.2021). Korallen verhungern, noch bevor sie bleichen (Pressemitteilung). <https://www.biologie.uni-konstanz.de/fachbereich/aktuelles/details/korallen-verhungern-noch-bevor-sie-bleichen1/>.

85 Rädecker, N., et al. (2021). Heat stress destabilizes symbiotic nutrient cycling in corals. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 118, e2022653118.

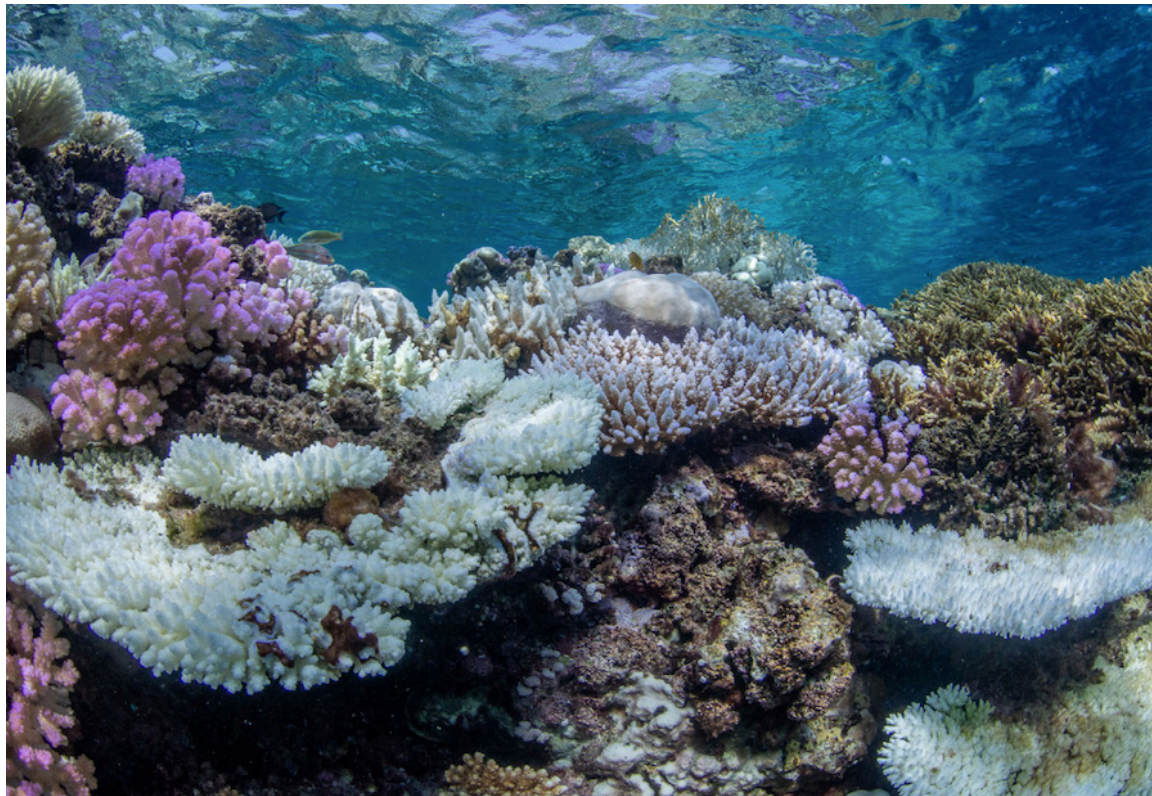


Abb. 20 Korallenbleiche in einem Riff im Roten Meer in der Nähe von Dschidda, Saudi Arabien. Foto: Anna Roik

Seit Jahren beobachtet man Korallenbleichen auf der ganzen Welt. Eine Erwärmung von nur 1 Grad über vier Wochen kann das Ausbleichen auslösen.⁸⁶ Hält die Bleiche nur kurz an, können sich die Korallen wieder erholen und neue Algen aufnehmen. In der Zeit dazwischen sind sie allerdings geschwächt und anfälliger für Infektionen durch Bakterien, Viren und Pilze.

Auch das Great Barrier Reef vor Australien – das größte Korallenriff der Erde – ist davon stark betroffen. Das Riffsystem erstreckt sich insgesamt über 2.300 Kilometer. Die erste starke Korallenbleiche trat dort 1998 auf, weltweit starben damals mindestens 8 Prozent der Korallen. Seitdem kommt es im Great Barrier Reef, ausgelöst durch marine Hitzewellen, immer wieder zu massiven Ausbleichungen. Besonders stark waren sie in den Jahren 2016, 2017 und 2020. Seit 1998 sind 80 Prozent der Korallen mindestens einmal ausgebleicht, stellt eine Studie der australischen James Cook University fest. Nur 2 Prozent seien noch völlig intakt, so der Hauptautor Terry Hughes.⁸⁷ Andererseits scheinen sich die riffbildenden Korallen etwas an den Hitzestress zu gewöhnen. Korallen, die ein paar Jahre vorher bereits betroffen waren, hätten den erneuten Hitzestress besser verkraftet als solche, die noch keine Korallenbleiche erlebt haben. Die Wissenschaftler*innen warnen jedoch davor, dass regelmäßige Bleichperioden die Resilienz des Ökosystems überfordern würden. Die Korallen bräuchten eine lange Zeit, bevor sie sich wieder erholen.

Auch 2022 schlug die Wissenschaft wieder Alarm. Erneut fand eine Korallenbleiche statt, obwohl in diesem Jahr niemand damit gerechnet hatte. Denn es war ein Jahr, das auf das Phänomen „La Niña“ folgte, was normalerweise für kühlere Temperaturen in den Meeren sorgt. Gegenüber dem britischen „Guardian“ sprach der Forscher Neal Cantin vom Australian Institute of Marine Science (AIMS) deshalb von einem besorgniserregenden Signal und einem klaren Zeichen, dass der Klimawandel intensiver und schneller voranschreitet.⁸⁸ Bei seinem Überflug über 1.800 Kilometer des Great Barrier Reefs hätten die meisten Riffe schwereres Bleaching aufgewiesen, mindestens 60 Prozent der Korallen seien betroffen gewesen.

<https://doi.org/10.1073/pnas.2022653118>.

⁸⁶ Great Barrier Reef Foundation. (2023). Coral bleaching: What it is, how it happens and what we're doing to help. <https://www.barrierreef.org/the-reef/threats/coral-bleaching>.

⁸⁷ James Cook University, Australien. (5.11.2021). Rapid-fire climate extremes leave the Great Barrier Reef a bleached „checkerboard“ (Pressemitteilung). <https://www.jcu.edu.au/news/releases/2021/november/rapid-fire-climate-extremes-leave-the-great-barrier-reef-a-bleached-checkerboard>.

⁸⁸ Readfern, G. (25.3.2022). Great Barrier Reef Authority confirms unprecedented sixth mass coral bleaching event. The Guardian. <https://www.theguardian.com/environment/2022/mar/25/we-need-action-immediately-great-barrier-reef-authority-confirms-sixth-mass-coral-bleaching-event>.

Korallensterben infolge von marinen Hitzewellen ist aber nicht nur ein Phänomen der Tropen. Auch im Mittelmeer kann es zu extremen Veränderungen der Wassertemperatur kommen. Im Sommer 2022 registrierte das Forschungsinstitut Mercator Ocean International (MOi) in Toulouse Steigerungen von örtlich bis zu 5 Grad Celsius über Normal. Ein neuer Rekord. Betroffen war vor allem das westliche Mittelmeer zwischen Frankreich, Italien und Spanien. Der Direktor des MOi, Pierre Baharel, vergleicht die marinen Hitzewellen mit den immer häufiger auftretenden Waldbränden. Nur seien die Auswirkungen weniger sichtbar als an Land. Allerdings bräuchten die Unterwasserlandschaften genauso lange, um sich zu erholen, wie Landschaften nach einem Waldbrand.⁸⁹

Die marinen Hitzewellen lösten vielerorts im Mittelmeer ein Massensterben bei den Weichkorallen aus. Der Nationalpark Calanques in Südfrankreich ist berühmt für seine Unterwassergärten aus fächerartigen Gorgonien. 2022 beobachteten Taucher*innen ein massives Absterben. Die Wassertemperaturen hätten zeitweise bis zu 28 Grad Celsius betragen. Vermutlich zu hoch für die Weichkorallen. Auch in Spanien und vor Sardinien kam es zu Gorgonien-Sterben. Der Sommer 2022 war bereits der sechste in Folge mit außergewöhnlich hohen Temperaturen.⁹⁰ Die Meereserwärmung reicht bis in die Tiefe. So wurden auch in 100 Metern noch abnormal hohe Temperaturen festgestellt.

4.2.2. Das Meer wird saurer

Ein zweiter Faktor, der die Riffe weltweit unter Druck setzt, ist die sogenannte Versauerung der Ozeane. Die Ozeane sind ein gigantischer CO₂-Speicher. Im Zuge des steigenden Kohlendioxidgehalts in der Atmosphäre haben auch die Meere mehr davon aufgenommen: seit Beginn der Industrialisierung etwa 25 Prozent der durch den Menschen ausgelösten Kohlendioxidmenge.⁹¹ Das hat Folgen, denn in Verbindung mit Wasser entsteht aus CO₂ Kohlensäure, die, wie der Name schon sagt, leicht sauer ist und den pH-Wert des Wassers senkt.

Das Meer wird zwar saurer, aber nicht sauer

Der durchschnittliche pH-Wert des Oberflächenwassers ist in den Weltmeeren von 8,2 auf 8,1 gefallen. Damit ist das Meerwasser aber immer noch im basischen Bereich und weit von einer Säure entfernt. Der saure Bereich beginnt erst ab einem pH-Wert unter 7. Dennoch: Da die pH-Skala logarithmisch aufgebaut ist (ebenso wie die Richterskala bei Erdbeben), hat selbst eine geringe Veränderung erhebliche Auswirkungen. Eine Verschiebung von minus 0,1 bedeutet, dass die Meere nun 30 Prozent saurer sind als im Jahr 1800. Halten die Emissionen wie bisher an, wird der pH-Wert bis Mitte des Jahrhunderts auf 8,0 sinken, bis Ende des Jahrhunderts auf 7,8.⁹²

Vor allem für die riffbildenden Steinkorallen bedeutet das eine zusätzliche Bedrohung. Sinkt der pH-Wert des Wassers, können sie schlechter Aragonit aufbauen. Das Kalziumcarbonat bildet die Skelette der Steinkorallen und gibt dem Riff Struktur. Mit zunehmender Versauerung lässt also die Fähigkeit der Korallen, Riffe aufzubauen, nach und die bereits bestehenden werden destabilisiert. Viele Steinkorallen haben ohnehin ein sehr langsames Wachstum. Es gibt Riffe, die hunderte Jahre alt sind. Die meisten Fisch- und Algenarten dagegen sind weniger sensibel gegenüber der Versauerung.

4.2.3. Meeresverschmutzung und Eintrag von Düngemitteln

Eine andere schwerwiegende Belastung für Korallenriffe ist die Verschmutzung der Meere. Weltweit findet man beispielsweise Riffe, die von Cyanobakterien (Blaualgen) und anderen Algen überwuchert sind, welche die lebenden Korallen gefährden. 2019 waren laut dem 2020 publizierten Bericht „Status of

89. . . Quade, G. (26.9.2022). Record-high Marine Heatwaves in the Mediterranean Sea, Summer 2022. Mercator Ocean International. <https://www.mercator-ocean.eu/actualites/marine-heatwaves-mediterranean-summer-2022/>.

90. Garrabou, J., et al. (2022). Marine heatwaves drive recurrent mass mortalities in the Mediterranean Sea. *Global Change Biology* 28, 5708–5725. <https://doi.org/10.1111/gcb.16301>.

91. Maribus (Hg.). (2021). Lebensgarant Ozean – nachhaltig nutzen, wirksam schützen (World Ocean Review 7). mareverlag. <https://worldoceanreview.com/de/wor-7/>. S. 52.

92. Kolbert E. (2015). Das 6. Sterben. Suhrkamp. S. 119

Coral Reefs of the World“ 20 Prozent mehr Riffe von Algen überzogen als noch 2010.⁹³ Befeuert wird diese Entwicklung durch den Eintrag von Nährstoffen wie Stickstoffverbindungen und Phosphaten, die meist aus der Landwirtschaft stammen und über Flüsse und Regen ins Meer gespült werden. In einem gesunden Riff sind Nährstoffe normalerweise Mangelware. Zudem halten die Riffbewohner die Algen durch Abfraß in Schach. Werden jedoch Nährstoffe von außen eingetragen, treten vermehrt Algenblüten auf. Vermehren sich Blaualgen stark, bilden sie filzige rote, lila oder braunschwarze Matten und überziehen damit die Riffe. Diese sind besonders nach Bleich-Events dafür anfällig. Da Blaualgen Toxine produzieren, verursachen sie oft massenhafte Fischsterben. Die Blaualgenblüten können mehrere Wochen anhalten und schädigen das Riff nachhaltig, zumal sie die Larven der Korallen daran hindern, sich niederzulassen.⁹⁴

Auch die Überfischung trägt zum Algenbewuchs von Korallenriffen bei. Denn durch das Fehlen großer Prädatoren wie Haie können sich kleinere Fischfresser stärker ausbreiten. Diese wiederum fressen auch die algengrasenden Fische. Algen werden dann nicht mehr so effektiv abgeweidet.

Der Nährstoffeintrag und die damit verbundenen Algenblüten bedrohen nicht nur Korallenriffe. Sogenannte „Red Tides“, rote Tiden, treten vor allem durch erhöhte Phosphatwerte im Wasser auf. Vor der Küste Floridas zum Beispiel sind diese immer wieder mit Massenfischsterben verbunden. Auslöser ist die massenhafte Vermehrung der Kieselalge *Karenia brevis*, die sich explosionsartig verbreitet und das Wasser rot eintrübt. Sie produziert Neurotoxine, die giftig für Fische sind und sich in Muscheln und anderen Filtrierern anreichern. Zuletzt traten 2018 und 2021 Massenfischsterben infolge von „Red Tides“ auf (Stand 2022). Auch Meeresschildkröten, Säuger wie Delfine und Manatees sind betroffen. Die Neurotoxine können beim Menschen die Atemwege stark reizen.⁹⁵

Gewaltige Algenteppiche beeinträchtigen immer mehr das Leben an den Küsten sowie den Tourismus. An den Karibikstränden Mexikos und Inseln wie Barbados werden in manchen Jahren täglich tonnenweise Braunalgen der Gattung *Sargassum* angespült. Die Alge gilt bereits als neuer „Fluch der Karibik“, weil die meterhohen Teppiche abtransportiert werden müssen, bevor sie anfangen zu stinken und die Tourist*innen vergraulen.



Abb. 21 Angeschwemmte Sargassum-Algen an der Karibikinsel Barbados. Quelle: Clump (CC0 1.0)

93 Global Coral Reef Monitoring Network. (2021). Status of Coral Reefs of the World 2020. <https://gcrmn.net/wp-content/uploads/2023/01/Status-of-Coral-Reefs-of-the-World-2020-Full-Report.pdf>.

94 Puyana, M. (21.12.2017). The Fate of Corals: Will they Overcome Competition with Cyanobacteria and Algae in a Changing Environment? IntechOpen. DOI: 10.5772/intechopen.71568.

95 Mote Marine Laboratory and Aquarium. (o. D.). Florida Red Tide. <https://mote.org/pages/florida-red-tide1>.

Wissenschaftler*innen gehen davon aus, dass die Abholzung des Amazonas-Regenwaldes ein Grund für die massenhafte Vermehrung der Braunalge ist, weil der Regen die extrem nährstoffhaltige Erde auf den entwaldeten Flächen abschwemmt. Die dadurch freigesetzten Nährstoffe gelangen ins Meer und triggern die Algenblüte.⁹⁶ Ähnliches passiert vermutlich auf der afrikanischen Seite durch Abträge aus dem Kongobecken.

Bereits Kolumbus beschrieb die große schwimmende Alge auf seiner Überfahrt nach Amerika.⁹⁷ Die Sargasso-See mitten im Atlantik erhielt deshalb ihren Namen. Mittlerweile bildet Sargassum aber Teppiche von Westafrika bis Mexiko – das sind etwa 8.000 Kilometer. Die Wissenschaft hat das Phänomen „Great Atlantic Sargassum Belt“ getauft. Seit 2011 wird der Algengürtel jedes Jahr größer.

Auch in der Bretagne verunreinigen vielerorts dicke Algenteppiche die Buchten. Hier sind es Grünalgen, die den Menschen zu schaffen machen. Strände müssen gesperrt werden, weil die verrottenden angespülten Algen Schwefelwasserstoff freisetzen. Mit Gasmasken ausgerüstete Helfer müssen tausende Tonnen Algen wegräumen. Nitrate aus der Landwirtschaft tragen hier zum massenhaften Algenwachstum bei.⁹⁸

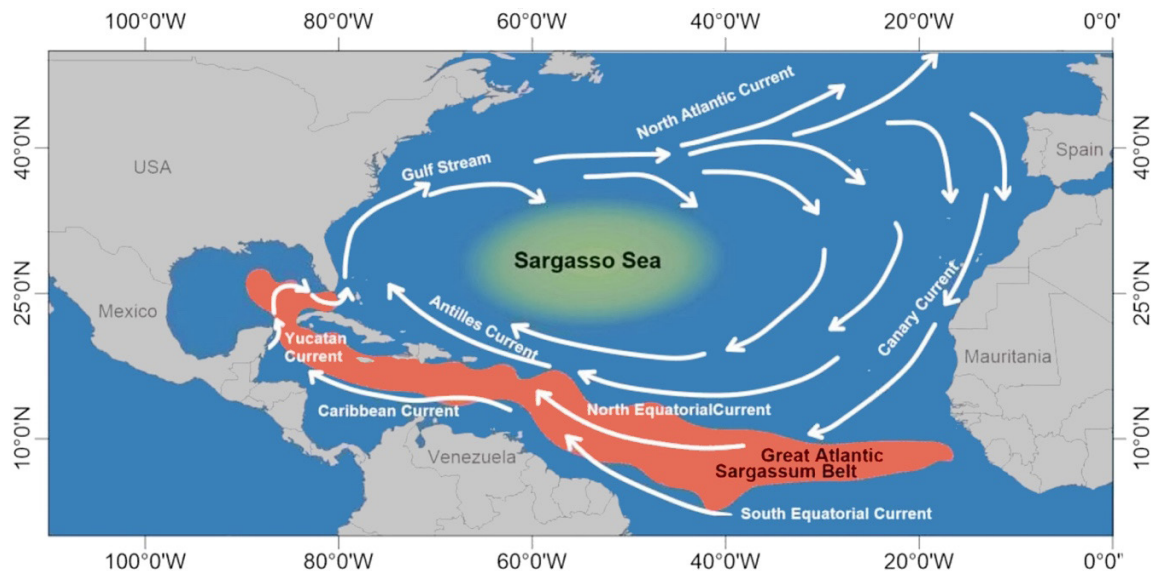


Abb. 22 Der große atlantische Sargassum-Gürtel im Oktober 2021. Quelle: J. L. López et al. (2021). Commercial Potential of Pelagic Sargassum spp. in Mexico. *Frontiers in Marine Science* 8. [doi:10.3389/fmars.2021.768470](https://doi.org/10.3389/fmars.2021.768470) (CC BY 4.0)

4.3. SEEGRASWIESEN

Zu viele Nährstoffe haben auch den zeitweiligen Rückgang der Seegraswiesen in der Nordsee verursacht. Im Wattenmeer gab es früher weite Flächen dieses wertvollen Lebensraums: Fische laichten zwischen den Gräsern und ihre Larven versteckten sich dort, Vögel wie die Ringelgans weideten das Gras auf ihren Zügen entlang der Küste ab. In den 1970er-/1980er-Jahren schrumpften jedoch die Bestände zwischen Sylt und der Halbinsel Eiderstedt auf ein Viertel ihrer Größe⁹⁹

Schuld daran war der massive Einsatz von Dünger und Gülle in der Landwirtschaft und auch von Phosphat in Waschmitteln. Über die Flüsse wurden die Nährstoffe in die Deutsche Bucht gespült, wo sie das Algenwachstum förderten. Die Algen überwucherten das Seegras. Die Gräser, die viel Licht und sauberes Wasser brauchen, gingen ein, bis strengere Regeln den Eintrag von Nährstoffen limitierten. Heute sind die Bestände wieder so groß und dicht wie lange nicht, wie eine Studie des Alfred-Wegener-Instituts an der Wattenmeerstation List auf Sylt belegt.

⁹⁶ Wurche, B. (18.7.2018). Sargassum – Neuer Fluch der Karibik. *Spektrum.de*. <https://www.spektrum.de/news/sargassum-braunalgen-bedrohen-oekosysteme-und-schaffen-neue/1578560>.

⁹⁷ Barberton, Z. (7.3.2023). The creeping threat of the Great Atlantic Sargassum Belt. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/environment/2023/mar/07/great-atlantic-sargassum-belt-seaweed-visible-from-space>.

⁹⁸ Hoffmann, F. (18.8.2021). Algenpest in der Bretagne. *Tagesschau*. <https://www.tagesschau.de/ausland/europa/gefaehrliche-alge-in-frankreich-101.html>.

⁹⁹ Dolch, T. (5.11.2021). Im Fokus: Das Seegras ist zurück. *Alfred-Wegener-Institut*. <https://www.awi.de/im-fokus/nordsee/seegraswiesen-im-wattenmeer.html>.

„Das beweist, dass sich ein Lebensraum erholen kann, wenn man ihm die Chance dazu gibt“, sagt der Forscher Tobias Dolch.²⁷

Die gute Nachricht aus dem Wattenmeer ist jedoch eher die Ausnahme. Weltweit gehen die Bestände der Seegraswiesen stark zurück, bereits ein Drittel sind bereits verschwunden. Laut Dolch verschwinden jährlich etwa 110 Quadratkilometer des wertvollen Lebensraums. Und das nahezu unbemerkt, da Seegraswiesen anders als Regenwälder und Korallenriffe in der Öffentlichkeit kaum Aufmerksamkeit bekommen. Dabei spielen Seegraswiesen eine ähnlich bedeutsame Rolle – viele Seegrasarten können beispielsweise CO₂ 35-mal schneller binden als ein tropischer Regenwald.¹⁰⁰

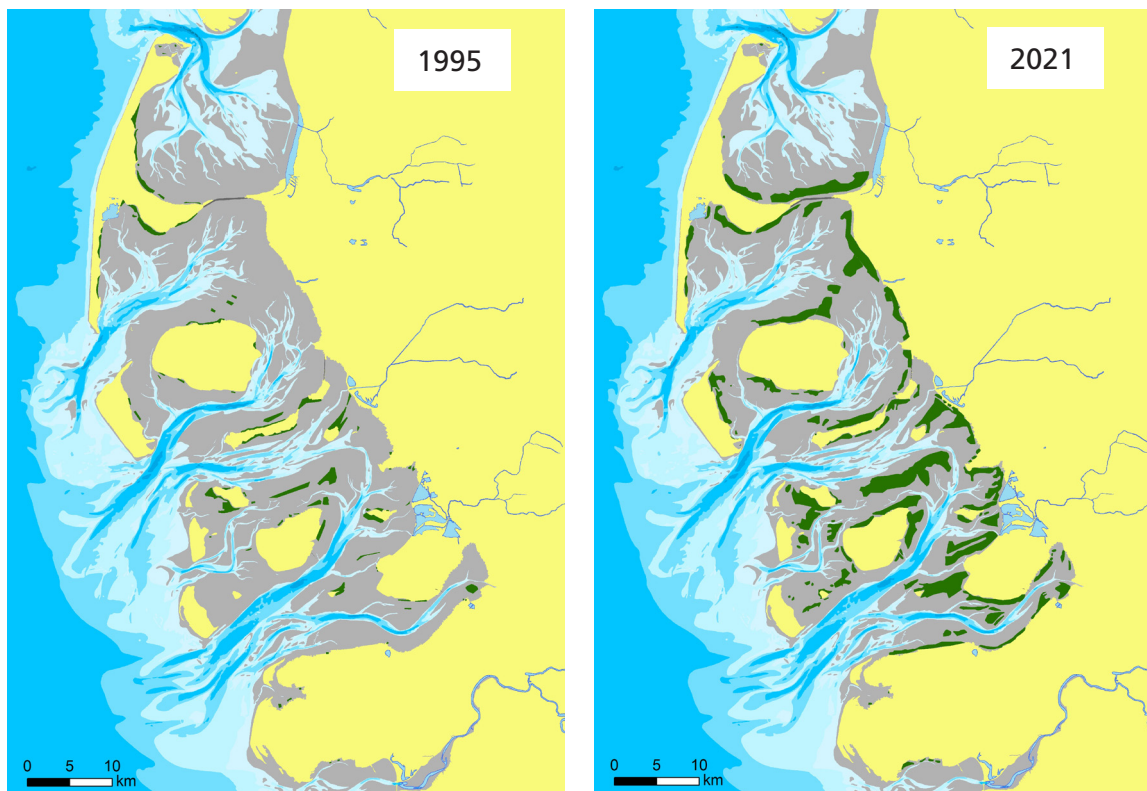


Abb. 23 Wattenmeerküste zwischen Eiderstedt und Sylt, Bedeckung mit Seegraswiesen 1995 und 2021. Man kann eine deutliche Erholung erkennen. Quelle Daten 1995: AWI, Karsten Reise. Quelle: Daten 2021: AWI, Tobias Dolch

Seegraswiesen findet man vor allem an sandigen, flachen und ruhigen Küstengewässern: von Nord- und Ostsee über das Mittelmeer bis hin zu den Philippinen. Ähnlich wie Korallenriffe beherbergen sie eine immense Artenvielfalt. Auch Seepferdchen, Schildkröten, Schnecken und Seekühe nutzen Seegraswiesen als Lebensraum.

Vor allem in den Schwellenländern ist der Eintrag von Nährstoffen in die Meere immer noch vergleichbar mit dem Zustand in Deutschland in den 1970er-/1980er-Jahren. Doch der Nährstoffeintrag ist nicht der einzige Grund, warum die Seegrasflächen weltweit verschwinden. Auch der Sandabbau für Bauprojekte sowie das Ausbaggern von Häfen und Kanälen bedrohen die sensiblen Flächen. Die ausgebagerten Sedimente werden oft nah an den Seegraswiesen verklappt, so dass sie das Wasser stark trüben. Die meisten Seegräser – es gibt weltweit mehr als 70 Arten – verkraften die Lichteinbußen nur kurz. Einige beginnen bereits nach zwei Wochen abzusterben. Andere halten Monate durch.¹⁰¹

100 Grimsditch, G. (1.11.2019). Sea Grass – a secret weapon against global heating. UNEP. <https://www.unep.org/news-and-stories/story/seagrass-secret-weapon-fight-against-global-heating>.

101 Erftemeijer, P. L. A. (2006). Managing the effects of dredging on seagrasses in the Mediterranean Sea. *Biologia marina mediterranea* 13, 183–188. https://www.researchgate.net/profile/Paul-Erftemeijer/publication/260024952_Managing_the_effects_of_dredging_on_seagrasses_in_the_Mediterranean_Sea/links/0deec5308c4f73a465000000/Managing-the-effects-of-dredging-on-seagrasses-in-the-Mediterranean-Sea.pdf.

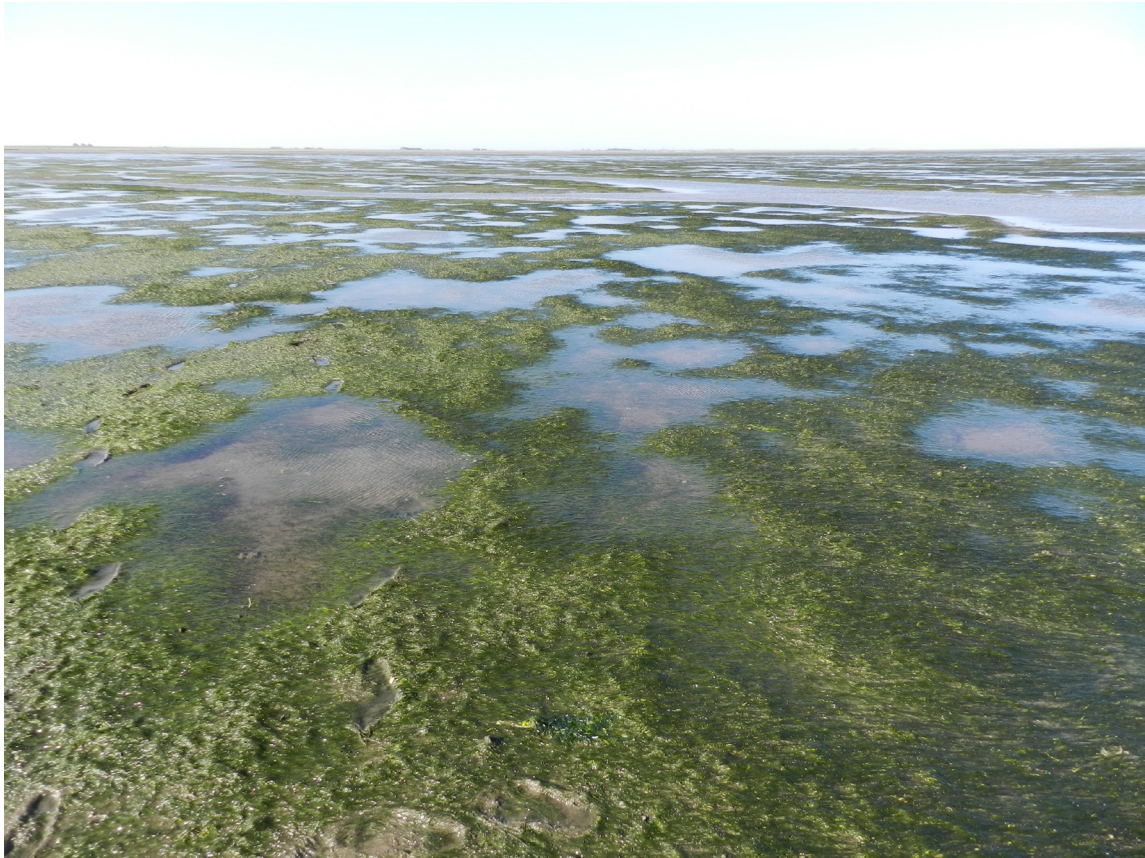


Abb. 24 Seegraswiese im Wattenmeer. Foto: Tobias Dolch, AWI

Auch durch den Klimawandel wächst die Bedrohung für Seegraswiesen. Dabei gibt nicht die Erwärmung des Wassers den Ausschlag – Seegraswiesen sind anders als beispielsweise Korallen tolerant, was die Wassertemperatur angeht –, sondern die Veränderung der Strömungsverhältnisse durch den Anstieg des Meeresspiegels. Seegras reagiert äußerst empfindlich auf Verwirbelungen und zu viel Strömung.

Der Rückgang der Seegraswiesen ist fatal, denn sie haben auch einen hohen materiellen Wert für den Menschen. Sie bieten Nahrung und Schutz für kommerziell nachgefragte Garnelen und Fische. Der Wert ihrer sogenannten Ökosystemdienstleistungen wird auf etwa 12.000 Euro pro Hektar geschätzt.¹⁰²

102 IUCN. (23.7.2008). Seagrass meadows in „hot water“ (Pressemitteilung). <https://www.iucn.org/content/seagrass-meadows-hot-water-iucn>.

Was bedeutet Ökosystemdienstleistung?

Unter dem etwas sperrigen Begriff werden die direkten und indirekten Vorteile und Beiträge zusammengefasst, die ein Ökosystem für den Menschen bietet. Sie werden verschiedenen Gruppen zugeordnet. Es gibt bereitstellende Dienstleistungen, das Meer etwa produziert Fisch, den wir nutzen oder auch Sauerstoff, den wir atmen. Die bedeutendste unterstützende Dienstleistung ist die Produktion von Biomasse in Form von pflanzlichem Plankton. Es produziert Sauerstoff und ist Grundlage der Nahrung, die wir aus dem Meer konsumieren. Weiter gibt es regulierende Dienstleistungen, im Ozean wären das zum Beispiel chemische Kreisläufe und die Beeinflussung unseres Klimas durch die Meeresströmungen. Und dann gibt es noch die kulturelle Dienstleistung, so hat der Ozean Berufe wie Fischer*in und Bootsbauer*in hervorgebracht, wie auch verschiedene Traditionen. Zudem finden viele Menschen am Meer Erholung.

In Anbetracht der Bedeutung von Seegraswiesen als „Blue Carbon“-Senken (siehe Kapitel Ozeane als CO₂-Senken) rückt auch die Wiederbesiedlung der Flächen in den Fokus. Ein großes Renaturierungsprojekt wurde in Großbritannien gestartet, wo im Laufe des letzten Jahrhunderts 92 Prozent der Seegraswiesen verloren gegangen sind. Auf einer Fläche von 2 Hektar an der Küste von Dale Bay in Pembrokeshire wurden 2019 in Zusammenarbeit mit der örtlichen Gemeinde etwa 1 Million Setzlinge ausgebracht. Die Anzucht gestaltet sich allerdings nicht so einfach wie erhofft. Eine Untersuchung im Jahr 2020 ergab, dass sich nur einzelne Flecken Seegras angesiedelt hatten, es musste nachgepflanzt werden.¹⁰³

Die Rückgewinnung von Seegraswiesen ist ähnlich wie bei Mangroven kompliziert, kostenintensiv und langwierig. Die verbliebenen Flächen zu schützen ist daher die einfachere Variante – bevor es zu spät ist. Denn jede fünfte Seegrasart steht mittlerweile als gefährdet oder bedroht auf der Roten Liste der IUCN.¹⁰⁴

Einer der ältesten und größten Organismen der Welt

Seegräser blühen zwar auch, ihre Vermehrung findet aber größtenteils asexuell durch Sprossung statt. Sie produzieren sozusagen Klone von sich selbst. Das bedeutet, dass eine ganze Wiese oft auf eine einzige Pflanze zurückgeht. Forscher*innen haben vor den Baleareninseln eine Seegraswiese identifiziert, die zwischen 80.000 und 200.000 Jahre alt sein könnte. Gebildet wurde sie von *Posidonia oceanica* gebildet – einer Seegrasart, die nur im Mittelmeer und vor Australien vorkommt. Die Wiese erstreckt sich über eine Länge von etwa 15 Kilometern. Sie wäre damit einer der ältesten und größten Organismen der Erde.¹⁰⁵

4.4. UNBEKANNTER LEBENSRAUM TIEFSEE

Wenn es irgendwo noch weiße Flecken auf der Weltkarte zu finden gibt, dann in den Tiefen der Ozeane. Über Jahrhunderte glaubte man, dass die Bereiche der Tiefsee nahezu unbelebt seien. Sie wurden oft als Meereswüsten bezeichnet, herrschen dort doch ständige Dunkelheit, extremer Druck und Kälte vor.

Die Tiefsee

Weltweit weisen Tiefseebecken in etwa die gleichen Lebensbedingungen auf: Es ist dunkel und die Wassertemperaturen sind sehr niedrig, zwischen 0 und 4 Grad Celsius. Der Salzgehalt liegt bei ca. 3,6 Promille. Der Druck ist extrem und schwankt je nach Tiefe. Bei 1.000 Metern liegt er bei 100 Bar, in 10.000 Metern Tiefe bei 1.000 Bar. Der tiefste Punkt des Ozeans befindet sich in etwa 11 Kilometern Tiefe im Marianengraben im westlichen Pazifik. Durchschnittlich haben die Ozeane eine Tiefe von 3,7 Kilometern.

¹⁰³ Pembrokeshire Coastal Forum. (20.9.2021). Restoring Sea Grass in Dale: Latest news. <https://www.pembrokeshirecoastalforum.org.uk/seagrassoceanrescue/>.

¹⁰⁴ Short, F. T., et al. (2011). Extinction risk assessment of the world's seagrass species. *Biological Conservation* 144, 1961–1971. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.04.010>.

¹⁰⁵ Arnaud-Haond, S., et al. (2012). Implications of extreme life span in clonal organisms: Millenary clones in meadows of the threatened seagrass *Posidonia oceanica*. *PLOS ONE* 7, e30454. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0030454>.

Es war kaum vorstellbar, dass Lebewesen sich diesen Bedingungen dauerhaft stellen könnten. Doch diese Annahme ist mittlerweile gründlich überholt. Obwohl man noch wenig über die Funktionsweisen der Ökosysteme ab 1.000 Metern Tiefe weiß, haben Wissenschaftler*innen nachgewiesen, dass die Tiefsee zu den artenreichsten Lebensräumen der Meere zählt.

Die Erkenntnisse über die Tiefsee sind allerdings nach wie vor dürftig – vor allem, wenn man bedenkt, dass sie mehr als 60 Prozent der Ozeanflächen einnimmt. „Bisher ist die Artenvielfalt der Tiefsee weniger erforscht als die Rückseite des Mondes“, sagte dazu die Wissenschaftlerin Saskia Brix vom Institut Senckenberg am Meer vor einer Schiffsexpedition zur Erforschung dieses Lebensraums. Etwa 90 Prozent der Arten seien noch nicht beschrieben.¹⁰⁶

Würmer, Seegurken, Muscheln, Krebse, Schnecken und Meerasseln tummeln sich auf dem Meeresboden der Tiefsee, zudem eine riesige Zahl an sogenannten Protisten, Einzellern, wie die kalkschaligen Kammerlinge (Foraminiferen), deren Ablagerungen weite Teile des Bodens der Ozeane ausmachen. Dominiert wird der Tiefseeboden aber neuesten Studien zufolge¹⁰⁷ von nackten Einzellern, wie zum Beispiel Geißeltierchen und Wimpertierchen, die Bakterien zersetzen und oft auch parasitär leben. Ihre Vielfalt übertrifft die der vielzelligen Tiere deutlich. Das zeigten Sedimentproben aus 4.000 bis 8.350 Metern Tiefe. Auch ist die Besiedlung des Tiefseebodens nicht überall gleich, wie man lange annahm. Das zeigte ein Vergleich von 20 Tiefseebecken, den Forschende der Universität Köln durchführten. Die Artenzusammensetzung unterschied sich deutlich.

Die Forschenden weisen darauf hin, dass die Funktion der vielfältigen Einzeller im Meeresboden bisher zu wenig beachtet worden sei. „Angesichts der signifikanten Unterschiede in der Artenvielfalt der einzelnen Tiefseebecken und deren Bedeutung im globalen Kontext erscheint die wirtschaftliche Nutzung und abzusehende Verwüstung einzelner Tiefseebecken und die Schonung anderer Tiefseebecken absurd“, so der Leiter der Studie, Hartmut Arndt, von der Universität Köln.

Die Nahrungsbeschaffung in der Tiefsee ist schwierig. Da kein Licht durchdringt, findet auch keine klassische Primärproduktion über Photosynthese statt. Die Lebewesen sind abhängig von dem, was von der Oberfläche in die Tiefe gelangt: dem Meeresschnee, auch Detritus genannt. Es handelt sich dabei um Überreste von abgestorbenen Algen oder Tieren oder auch Ausscheidungen von Meeresorganismen, die sich zu oft zentimetergroßen Flocken verbinden.¹⁰⁸ Diese werden als „marine snow“ bezeichnet, weil sie wie Schnee gen Boden rieseln. Die Flocken sind reich an Stickstoff und Kohlenstoff (so wird viel Kohlenstoff aus der Atmosphäre in die Tiefsee gebracht und dadurch dem Kohlenstoffkreislauf entzogen). Zudem sinken die Kadaver von größeren Tieren in die Tiefe. Die meisten Organismen, die dort leben, sind entsprechend Räuber, Aasfresser oder leben parasitär.

Es gibt allerdings Regionen der Tiefsee, in denen doch Primärproduktion stattfindet. Etwa an den hydrothermalen Schloten, wo Bakterien diese Funktion übernehmen, indem sie aus Sulfiden, Methan oder anderen Elementen Sauerstoff, Eiweiße und Zucker gewinnen und damit am Anfang eines großen Nahrungsnetzes stehen. Da an den Schloten oft eine besonders hohe Dichte an Tieren zu finden ist, werden sie oft auch als Oasen der Tiefsee bezeichnet. In der Tiefsee gibt es zahlreiche Gebiete, wo geothermisch aufgeheiztes Wasser aus dem Erdboden tritt – hydrothermale Quellen, die einen ganz eigenen Lebensraum in der ewigen Dunkelheit der Tiefe schaffen. In dem heißen Wasser sind verschiedenste Elemente gelöst: vor allem Sulfide, aber auch Salze, zum Beispiel von Eisen, Kupfer und Mangan.

Trifft das heiße Wasser aus dem Meeresboden auf das kalte Umgebungswasser, fallen Mineralienpartikel aus – ihre Ablagerungen bilden den Schlot oder Kegel wie auch die Rauchfahnen. Je nach Zusammensetzung der Mineralien ist der „Rauch“ entweder schwarz oder weiß.

Die Organismen, die im Bereich der Schlote leben, haben sich an diesen extremen Lebensraum

¹⁰⁶ Bundesministerium für Bildung und Forschung. (11.1.2021). Neues vom Forschungsschiff Sonne: Schiffsexpedition erforscht Artenvielfalt der Tiefsee (Pressemitteilung). https://www.bmbf.de/bmbf/de/home/_documents/schiffsexpedition-erforscht-artenvielfalt-der-tiefsee.html.

¹⁰⁷ Universität zu Köln. (27.4.2021). Biodiversität in den Ozeanen: Studie weist erstmals enorme Artenvielfalt in der Tiefsee nach (Presseinformation). <https://portal.uni-koeln.de/universitaet/aktuell/presseinformationen/detail/biodiversitaet-in-den-ozeanen-studie-weist-erstmals-enorme-artenvielfalt-in-der-tiefsee-nach>.

¹⁰⁸ Frings, I. (4.5.2020). Rätsel um den Schnee im Meer (Blog-Post). Helmholtz-Institut. <https://blogs.helmholtz.de/kuestenforschung/2020/05/04/highlight-thema-raetsel-um-den-schnee-im-meer/>.

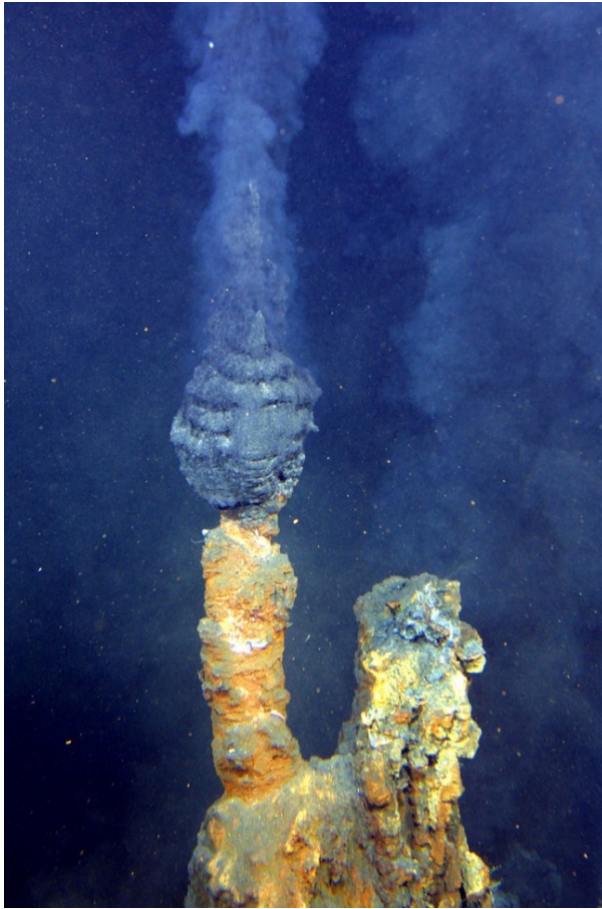


Abb. 25 Schwarzer Raucher „The Brothers“. Bild: NOAA (CC0)

angepasst und neue Ernährungsstrategien entwickelt. Eine ganz erstaunliche Art ist zum Beispiel die blinde Garnele *Rimicaris exoculata*, die zum Teil massenhaft – bis zu 3.000 Exemplare pro Quadratmeter – an den hydrothermalen Schloten des Mittelatlantischen Rückens auftritt. Dort muss sie Temperaturschwankungen zwischen 2,8 und 32 Grad Celsius aushalten. Wahrscheinlich gelegentlich sogar mehr – an einigen Garnelen wurden Verbrennungen beobachtet.

Die blinde Garnele ernährt sich in Symbiose mit Bakterien, die sie in großer Zahl in der Nähe ihrer Kiemenkammer beherbergt. Diese Bakterien sind chemoautotroph (das heißt, sie gewinnen die Energie für ihren Stoffwechsel aus chemischen Reaktionen) und versorgen die Garnele mit organischem Kohlenstoff.¹⁰⁹

4.4.1. Metallrausch in der Tiefe

Die Tiefsee ist nicht nur reich an Arten, sondern auch an Rohstoffen. An den Hängen von Meeresgebirgen, auf den Mittelozeanischen Rücken und am Tiefseeboden finden sich oft große Vorkommen von Rohstoffen, die in jüngster Zeit verstärkt in den Fokus gerückt sind: Nickel, Kobalt, Zink, Kupfer und Mangan.

Seit Jahren laufen Studien zum Abbau von polymetallischen Knollen (oft auch als Manganknollen bezeichnet) die auf dem Boden zwischen 2.000 und 6.000 Metern Tiefe zu finden sind. Es sind kleine, bis zu kartoffelgroße braun-schwarze Gebilde, die in der Tiefsee über Millionen Jahre durch hohen Druck entstanden sind und fast ausschließlich aus Metallen bestehen. Auch kobaltreiche Eisen- und Mangankrusten und Massivsulfide sowie Erzschlämme wecken Begehrlichkeiten, zumal der Bedarf an den Metallen immer stärker wächst – auch im Hinblick auf die klimapolitische Wende hin zur Elektromobilität.

Erst 2020 wandte sich Tesla-Gründer Elon Musk an die weltweite Bergbauindustrie mit dem Aufruf,

¹⁰⁹ Zbinden, M., & Cambon-Bonavita, M. (2020). *Rimicaris exoculata*: biology and ecology of a shrimp from deep-sea hydrothermal vents associated with ectosymbiotic bacteria. *Marine Ecology Progress Series* 652, 187–222. <https://doi.org/10.3354/meps13467>.

mehr Nickel abzubauen. Die Autoindustrie benötigt das Metall für die Batterien von E-Fahrzeugen. Denn anders, als der Name besagt, ist in einem Lithium-Ionen-Akku nur wenig Lithium enthalten. Den größten Anteil macht Nickel aus (für den Bau eines Tesla3 werden etwa 30 Kilogramm benötigt). International wächst deshalb die Nachfrage nach dem Metall. Nickel könnte das neue Gold werden, wird Musk zitiert.¹¹⁰ Die deutsche Rohstoff-Agentur ging bei ihrer Risikobewertung für Nickel 2021 davon aus, dass der globale Bedarf an dem Metall bis 2025 von 2,4 Millionen Tonnen im Jahr auf rund 3,4 Millionen Tonnen steigen wird.¹¹¹ Gleichzeitig ist der Abbau an Land oft alles andere als umweltschonend.

Ist also der Abbau dieser Rohstoffvorkommen in der Tiefsee die Lösung des Problems? Noch gibt es keine Genehmigung dafür, die Metalle auf dem Meeresboden zu fördern. Das liegt vor allem daran, dass der Zugriff auf den Meeresboden der Hochsee beschränkt ist.

Das Gebiet und seine Ressourcen sind das gemeinsame Erbe der Menschheit.

(Artikel 136, Seerechtsübereinkommen)

Das Seerechtsübereinkommen regelt ferner, dass negative Effekte auf die Meeresumwelt vermieden sowie Erlöse und weitere Vorteile aus bergbaulichen Vorhaben gerecht mit anderen Staaten geteilt werden müssen.¹¹²

Seit dem 1982 unterzeichneten, 1994 in Kraft getretenen Seerechtsübereinkommen UNCLOS ist die Internationale Meeresbodenbehörde mit Sitz auf Jamaika für den Meeresboden zuständig. Derzeit arbeitet die Behörde an einem sogenannten Mining-Code, also einem Regelwerk für den Tiefseebergbau. Bereits jetzt haben sich 21 Länder und Unternehmen Lizenzen für mögliche Explorationen gesichert.

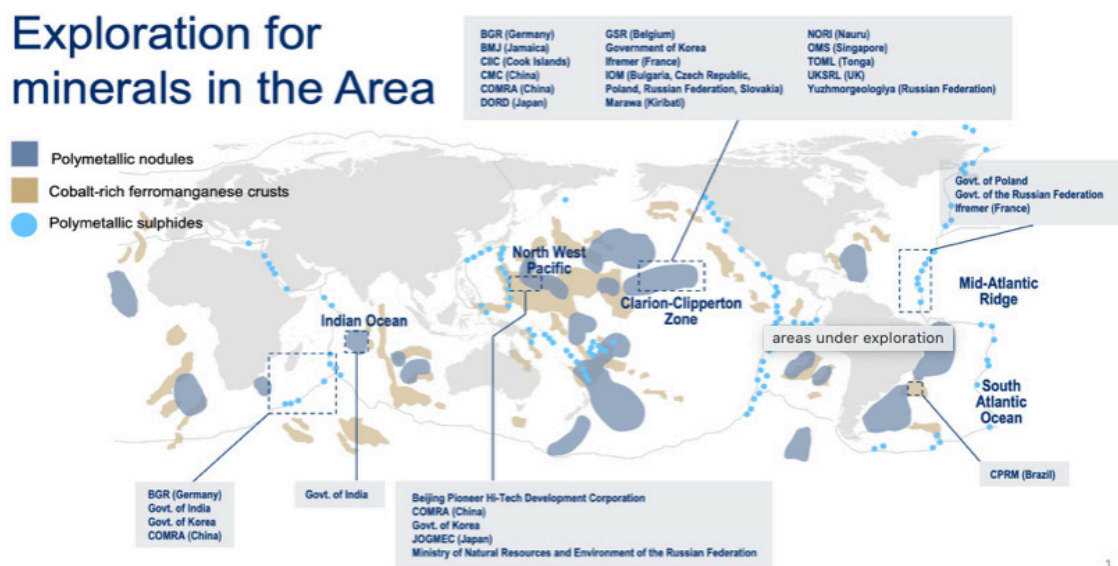


Abb. 26 Diese Karte der Internationalen Meeresbodenbehörde (ISA) zeigt, welche Länder bereits Lizenzen für eine mögliche Ausbeutung von Rohstoffen in der Tiefsee erworben haben. Quelle: ISA. <https://www.isa.org.jm/minerals/exploration-areas>

110 Morris, C. (24.8.2020). According to Elon Musk, this metal could be the new gold (Blog-Post). Evannex.com. <https://evannex.com/blogs/news/according-to-elon-musk-this-metal-could-be-the-new-gold>.

111 Szuriles, M. (15.6.2021). Rohstoffrisikobewertung Nickel – Entwicklungen auf dem globalen Nickelmarkt. Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR). https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DERA/DE/Downloads/vortrag-nickel-szuriles.pdf?__blob=publicationFile&v=2.

112 Umweltbundesamt. (18.8.2021). Bergbau am Tiefseeboden. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/gewaesser/meere/nutzung-belastungen/tiefseebau-andere-nutzungsarten-der-tiefsee>.

Nauru macht Druck

Der winzige Inselstaat Nauru im Südpazifik will Fakten schaffen und hat Ende Juni 2021 bei der Internationalen Meeresbodenbehörde, kurz ISA (International Seabed Authority), die sogenannte „2-year notice“ eingereicht. Es ist die Ankündigung, dass der Staat in zwei Jahren mit der Exploration von polymetallischen Knollen in der Tiefsee beginnen will und bis dahin ein Regelwerk von der ISA erwartet.¹¹³ Die Frist endet im Juli 2023.

Nauru ist Förderstaat für die Nauru Ocean Resources Inc. (NORI), die sich 8.000 Kilometer von Nauru entfernt ein Abbaugelände im Pazifik gesichert hat. Die seit Jahren laufenden wissenschaftlichen Studien dazu seien bald abgeschlossen, argumentiert Nauru. Das Entwicklungsland arbeitet allerdings nicht auf eigene Rechnung und das macht den Vorstoß interessant.

Denn NORI gehört zu 100 Prozent „The Metals Company“ (zuvor hieß das Unternehmen „DeepGreen“), einem kanadischen Mining-Startup, das nicht nur für den Inselstaat Nauru Rohstoffe aus der Tiefsee gewinnen will, sondern auch mit Tonga und Kiribati Übereinkünfte für den Tiefseebergbau geschlossen hat. Insgesamt hat sich das Unternehmen „The Metals Company“ so Abbaurechte für 225.000 Quadratkilometer in der Tiefsee gesichert, das entspricht in etwa der Größe Rumäniens.

Wie eng Nauru und das kanadische Unternehmen verhandelt sind, wurde 2019 offensichtlich, als der Inselstaat seinen Sitz beim ISA-Rat an DeepGreen abtrat – ein klarer Bruch des UN-Protokolls. Der CEO des Unternehmens, Gerard Barron, sieht sich nicht als Tiefsee-Bergbauer, sondern vermarktet den geplanten Abbau der seltenen Metalle als Hilfestellung für die Energiewende.¹¹⁴

Auch Deutschland ist mit zwei Lizenzen dabei. Eine davon umfasst zwei Gebiete in der sogenannten Clarion-Clipperton-Zone. Sie liegt im äquatorialen Nordpazifik, zwischen Hawaii und Mexiko, und wird oft kurz CCZ genannt. Insgesamt umfasst die CCZ ca. 5 bis 6 Millionen Quadratkilometer. Das Besondere an ihr ist, dass ihre Tiefseeebene in weiten Teilen mit polymetallischen Knollen übersät ist. Das Gebiet wird auch oft als Manganknollengürtel bezeichnet. In etwa 85 Prozent der CCZ finden sich kleine Knollen mit einem Durchmesser von bis zu 4 Zentimetern, in etwa 12 Prozent Knollen von 4 bis 15 Zentimetern Größe. Schätzungen zufolge liegen 25 bis 40 Milliarden Tonnen Nassgewicht dort auf dem Meeresgrund.¹¹⁵ Technische Geräte, um die Knollen in der Tiefsee abzusammeln, sind in Entwicklung bzw. werden bereits getestet. Sie sehen aus wie riesige Panzer, die über den Meeresboden rollen und dabei die Erde aufwühlen und riesige Partikelwolken aufwirbeln.

Viele Meereswissenschaftler*innen und Umweltorganisationen laufen Sturm gegen eine mögliche Ausbeutung des internationalen Tiefseebodens und fordern ein Moratorium. Mittlerweile haben sich auch zahlreiche Unternehmen und Staaten dafür ausgesprochen. Wie Frankreich plädiert Deutschland ebenfalls dafür, beim Tiefseebergbau eine vorsorgliche Pause einzulegen. Die Bundesregierung erklärte, sie werde auch keine Anträge zum Tiefseebergbau unterstützen. Der Forschungsstand reiche nicht aus, um ernsthafte Schäden durch Tiefseebergbau auszuschließen.¹¹⁶

Was jedoch jetzt schon bewiesen ist: Die Metallknollen auf dem Tiefseeboden spielen für viele Tiefseebewohner eine große Rolle. Sie dienen beispielsweise Schwämmen und Nesseltieren als Aufwuchssubstrat, das heißt, die Tiere wachsen auf den Knollen.

Andere sind indirekt abhängig, so gibt es Kraken, die ihre Gelege an Schwämme anheften, die wiederum auf den Knollen sitzen. In der östlichen CCZ ist etwa jeder zweite Tiefseebewohner mit mehr als 2 Zentimetern Größe auf die Manganknollen angewiesen, fanden Studien heraus.

Zudem regeneriert sich der Tiefseeboden nur extrem langsam. Sogenannte Störexperimente beweisen, welche langwierigen Folgen Eingriffe in das Ökosystem haben können. 1989 pflügte ein Team der Universität

113 The Government of the Republic of Nauru. (o. D.). Nauru request the International Seabed Authority Council to adopt rules and regulations within two years, FAQs on 2-year-notice. <http://naurugov.nr/government/departments/department-of-foreign-affairs-and-trade/faqs-on-2-year-notice.aspx>.

114 Woody, T. (21.6.2021). A Mining Startup's Rush for Underwater Metals Comes With Deep Risks. Bloomberg. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-06-24/a-mining-startup-s-rush-for-underwater-metals-comes-with-deep-risks#xj4y7vzkg>.

115 Maribus (Hg.) (2021). Lebensgarant Ozean – nachhaltig nutzen, wirksam schützen (World Ocean Review 7). mareverlag. <https://worldoceanreview.com/de/wor-7/>. S. 154.

116 BMUV. (1.11.2022). Deutschland unterstützt bis auf Weiteres keinen Tiefseebergbau (Pressemitteilung). <https://www.bmuv.de/pressemitteilung/schutz-der-meere-deutschland-unterstuetzt-bis-auf-weiteres-keinen-tiefseebau>.



Abb. 27 Glasschwamm in einem Manganknollenfeld, aufgenommen mit dem ROV KIEL 6000 während Expedition SO239. Quelle/Copyright: ROV-Team/GEOMAR (CC BY 4.0)

Hamburg im Rahmen der sogenannten DISCOL-Studie (DISturbance and ReCOLonization Experiment)¹¹⁷ im Perubecken den Tiefseeboden um, um Tiefseebergbau zu simulieren. Mehrfach wurde danach überprüft, wie stark der Lebensraum von dem Eingriff geschädigt war. Die Spuren des Eingriffs waren noch 26 Jahre später sichtbar. Auch die Biodiversität hatte sich bis dahin nicht erholt und war immer noch geringer als vorher.¹¹⁸

Nicht nur die Entnahme der Knollen, auch die Abtragung und Aufwirbelung des Bodens, die Vibrationen, Licht und Lärm der Fördermaschinen, all diese Faktoren stören das empfindliche Gefüge des Lebensraums am Tiefseeboden. Denn das Wasser in diesen Tiefen ist klar. Was allein aufgewirbelte Sedimentwolken für die dort lebenden Gemeinschaften bedeuten würden, ist bisher nicht absehbar.

5. KLIMAWANDEL

Ohne Ozeane würden wir die Klimakrise auf der Erde bereits deutlich stärker spüren, denn sie puffern einen Großteil der Folgen ab. Da sie zwei Drittel unseres Planeten bedecken, nehmen die Ozeane eine immense Menge Sonnenenergie aus der Atmosphäre auf. Anders als Land hat Wasser die Eigenschaft, schnell Wärme aufzunehmen und langsam wieder abzugeben. Zudem zirkulieren die Wassermassen der Ozeane sehr langsam um den Globus und kühlen auf dem Weg Richtung Pole ab. So regulieren sie auch das Klima unseres Planeten. Sie fangen außerdem eine große Menge des Treibhausgases CO₂ ab. Rund ein Drittel des ausgestoßenen Kohlendioxids haben die Ozeane aufgenommen. Doch trotz ihrer Größe sind die Kapazitäten der Meere begrenzt. Und die Folgen des Klimawandels sind auch in den Meeren deutlich sichtbar:

Erwärmung, Versauerung, Sauerstoffmangel. Für die meisten Meeresbewohner bedeutet bereits jeder einzelne Faktor Stress. Zusammen genommen können sie lebensbedrohlich sein. Die Wissenschaft spricht von einem tödlichen Trio.¹¹⁹

¹¹⁷ <https://www.discol.de/>

¹¹⁸ Simon-Lledó, E., et al. (2019). Biological effects 26 years after simulated deep-sea mining. *Scientific Reports* 9, 8040. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44492-w>.

¹¹⁹ Bär, K. (2014). „Wir sprechen von einem tödlichen Trio“ (Interview zum fünften Weltklimabericht mit dem Biologen Hans-Otto Pörtner). Alfred-Wegener-Institut. <https://www.awi.de/im-fokus/ozeanversauerung/wir-sprechen-von-einem-toedlichen-trio.html>.

5.1. ES WIRD WÄRMER – FLUCHT IN KÜHLERE GEWÄSSER

Die Tropen gelten als sogenannter Hotspot der Artenvielfalt – das ist sowohl an Land wie auch unter Wasser so. Gerade in den produktiven und für die Ernährung von vielen Menschen wichtigen tropischen Ozeanen geht die Artenvielfalt stark zurück.

Laut IPCC, dem Zwischenstaatlichen Ausschuss für Klimaänderungen, hat sich seit 1993 die Geschwindigkeit der Meereserwärmung mehr als verdoppelt. Man kann bereits jetzt sehen, dass durch die Erwärmung des Wassers Meeresorganismen polwärts oder in die Tiefen flüchten, in kühlere Gewässer, die ihrem „Wohlfühlbereich“ entsprechen. Im IPCC-Sonderbericht „Der Ozean und die Kryosphäre in einem sich wandelnden Klima“ gehen die Autor*innen davon aus, dass in den ersten 200 Metern der Wassersäule die Meerestiere seit den 1950er-Jahren jedes Jahrzehnt 52 Kilometer (+/- 33 Kilometer) polwärts abgewandert sind. Am Meeresboden, wo sich die Erwärmung der Ozeane nicht so stark auswirkt, waren es 29 Kilometer (+/- 16 Kilometer).

Das hat gerade für die tropischen Meere Konsequenzen. Es sind die wärmsten Meeresgebiete der Erde, das heißt, Tiere wandern ab, aber keine neuen nach. Wissenschaftler*innen befürchten, dass die ozeanische Vielfalt am Äquator bis zum Ende dieses Jahrhunderts auf ein in der Geschichte der Menschheit noch nie da gewesenes Niveau zurückgehen könnte.

Auch in den Polregionen haben die dort lebenden Arten ein existenzielles Problem. Denn es gibt keinen Ort, an den sie sich zurückziehen können, sie leben ja bereits in den kältesten Meeren der Erde. Sie können sich allenfalls in tiefere Wasserschichten zurückziehen, doch daran sind viele Organismen nicht angepasst.

Fische seien wie die Kanarienvögel im Bergbau bzw. die Kanarienvögel der Ozeane, so beschreibt es der Meeresbiologe Boris Worm gegenüber der „Washington Post“. An ihnen sehe man, dass der Klimawandel passiere. Sie seien aber auch sehr anpassungsfähig.

Doch warum sind Meerestiere so temperaturempfindlich? Die meisten marinen Arten – von Vögeln und Säugetieren abgesehen – sind wechselwarm, ihre Körpertemperatur wird von der Wassertemperatur bestimmt. Ihr Lebensraum muss also ihrem evolutiv entstandenen Temperaturspektrum entsprechen. Meeresbewohner verkraften daher Temperaturschwankungen schlechter als Landtiere. Sie haben meist ein enges Spektrum, in dem sie leben, sich fortpflanzen und wachsen können.

Während in den gemäßigten Breiten mit ihren stark ausgeprägten Jahreszeiten das Temperaturfenster der meisten Organismen am breitesten ist, fällt es in den Pol- und Äquatorregionen zwei- bis viermal schmaler aus als bei Nordseebewohnern.

Besonders sensibel sind die Meeresbewohner der Äquatorregionen. Ihr Fortpflanzungserfolg ist durch die Erwärmung der Ozeane bedroht, denn laichende Tiere und ihr Nachwuchs reagieren empfindlicher darauf. Forscher*innen des Alfred-Wegener-Instituts in Bremerhaven rechnen damit, dass 60 Prozent aller Fischarten (im Meer und im Süßwasser) von einem ungebremsten Klimawandel betroffen wären. Wird das 1,5-Grad-Ziel von Paris erreicht, seien es nur 10 Prozent. Jedes weitere Grad erhöhe den Druck.

Ein Grund dafür ist, dass sich Larven und Jungstadien nur schwer den neuen Bedingungen anpassen können. Das sieht man beispielsweise an den Heringslarven in der westlichen Ostsee. Aufgrund der Erwärmung laichen Heringe heutzutage früher als noch vor 20 Jahren. Das konnten Wissenschaftler*innen aufgrund der Größe der Heringslarven feststellen. Das Problem: Ihre Nahrung, Meeresplankton und Algen, sind dann noch nicht in ausreichender Menge vorhanden. Entwicklung und Nahrungsangebot, sonst fein aufeinander abgestimmt, wurden durch den Klimawandel voneinander entkoppelt. Das hat zur Folge, dass viele Larven verhungern. Heringsbestände in der Ostsee sind heute nur noch halb so produktiv wie vor 30 Jahren. Darauf muss sich auch die Fischerei einstellen. Die Bestände des Herings, des sogenannten Brotfisches der vorpommerschen Küstenfischerei, sind inzwischen in der westlichen Ostsee so stark geschrumpft, dass er nicht mehr gezielt gefischt werden darf.

In der Datenbank Fishbase (<https://fishbase.de/home.htm>) kann man sich anschauen, was ein ungebremster Anstieg der Meereserwärmung bedeutet. Zum Beispiel für einen der wichtigsten Fische für

die globale Fischindustrie, den Echten Bonito (*Katsuwonus pelamis*), der weltweit als Thunfisch vermarktet wird. Die Art kommt vor allem in den warmen tropischen und subtropischen Meeren vor, wird im Sommer aber auch manchmal in der Nordsee gefangen. In den sogenannten Aquamaps kann man sich das aktuelle Verbreitungsgebiet des Echten Bonito im Vergleich zum prognostizierten im Jahr 2050 anschauen. Rot bedeutet ideale Lebensbedingungen, die gelblichen Bereiche bedeuten mögliche.

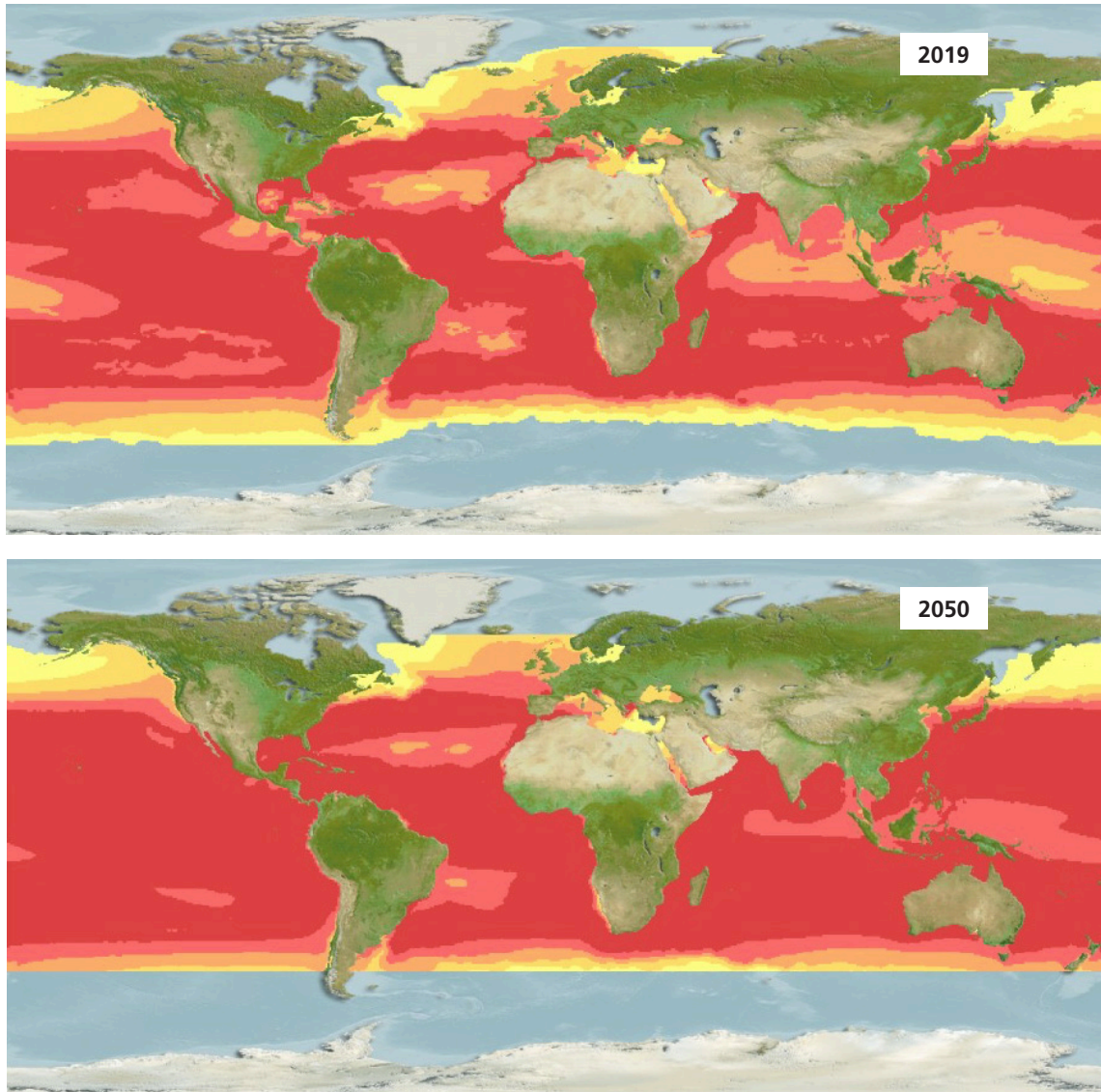


Abb. 28 Verbreitungskarte des Echten Bonito 2019 im Vergleich zur Prognose für das Jahr 2050. Quelle: AquaMaps. (2019, Oktober). Computer generated distribution maps for *Katsuwonus pelamis* (Skipjack tuna), with modelled year 2050 native range map based on IPCC RCP8.5 emissions scenario. Retrieved from <https://www.aquamaps.org>

Man sieht recht deutlich, wie stark sich Verbreitung des Echten Bonito verändern würde. Nach Norden und Süden dehnt sie sich aus, dort verändern sich die Rahmenbedingungen Wassertemperatur, Salinität, Primärproduktion und Meereiskonzentration so, dass der Thunfisch dort leben könnte. In den Äquatorregionen verschlechtern sie sich, die gelb eingefärbten Bereiche nehmen zu. Die Forschenden haben ihren Berechnungen das „Worst-Case-Szenario“ RCP8.5 zu Grunde gelegt, das bedeutet eine Erwärmung der oberflächennahen Lufttemperatur über den Ozeanen und an Land im Schnitt um 2,0 Grad (1,5 bis 2,4 Grad) bis zum Jahr 2050.¹²⁰

Die Auswirkungen der Wanderungen in kühlere Gewässer können wir bereits heute in einem unserer „Hausmeere“, der Nordsee, spüren. Dort ist die mittlere Wassertemperatur in den vergangenen 50 Jahren

¹²⁰ Pörtner, H.-O., et al. (Hg.), (2019). „Der Ozean und die Krysphäre in einem sich wandelnden Klima.“ in Sonderbericht des „wischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC)“ Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2021/12/SROCC-SPM_de_barrierefrei.pdf S. 6.

vergleichsweise schnell gestiegen, um ca. 1,7 Grad. Besonders kälteliebende Arten kommen damit nicht klar. Neue wandern hingegen ein, derzeit jährlich bis zu zwei neue Arten.¹²¹ Inzwischen gehen den Nordsee-Fischern Streifenbarben aus dem Mittelmeerraum ins Netz – oder auch andere sogenannte lusitanische Arten, wie Zwergzunge, Sardine und Sardelle, die sonst eher in wärmeren europäischen Meeren vor der Küste Frankreichs oder Spaniens zu finden sind. Der kälteliebende und ohnehin stark überfischte Atlantische Kabeljau hingegen ist weiter nach Norden gezogen. Auch die Makrele hat ihr Verbreitungsgebiet stark ausgedehnt bis hin nach Island und Spitzbergen.

Wärmeliebende Arten hätten von den höheren Wassertemperaturen durchaus profitiert, sagt Dr. Anne Sell vom Thünen-Institut für Seefischerei in Bremerhaven. Der Europäische Seehecht (*Merluccius merluccius*) beispielsweise habe seinen Bestand seit 2008 um den Faktor 8 erhöht. Als Fischereiresource ist er damit wichtiger geworden. Zu den Gewinnern des Klimawandels in der Nordsee zählt auch die Gruppe der Tintenfische. Aufgrund der mildereren Winter sei die Art *Illex coindetii* sogar in der Lage zu überwintern, sich zu vermehren und eine eigene Population aufzubauen.¹²² Dies sei ein Phänomen, das momentan global festgestellt würde, so Sell. Tintenfische reagierten positiv auf eine Erwärmung der Meere.

Auch Krebse und Krabben aus südlichen Gefilden sind mittlerweile in der Nordsee heimisch, wie der nur 5 Millimeter große Einsiedlerkrebs *Diogenes pugilator*.¹²³ Die gelblich-rote Trapezkrabbe ist ebenfalls gekommen, um zu bleiben. Die Forscher*innen am Senckenberg-Institut in Wilhelmshaven hatten sie zunächst um die Jahrtausendwende nur vereinzelt vorgefunden, mittlerweile hat sie sich in der Nordsee fest etabliert.¹²⁴

Datenbanken: Fishbase und SeaLifeBase

In der frei zugänglichen internationalen Datenbank Fishbase (<https://fishbase.de/home.htm>) sind mittlerweile mehr als 33.000 Fischarten aufgelistet. Sie ist leicht nutzbar: Man kann entweder den gebräuchlichen Namen wie zum Beispiel Dorsch/Kabeljau eingeben oder den wissenschaftlichen Namen *Gadus morhua*. Gleichzeitig kann man die Datenbank aber auch nach Lebensräumen, Meeresgebieten oder zahlreichen anderen Kriterien durchsuchen und sich die entsprechenden Fischarten auflisten lassen. Für die einzelnen Arten werden umfangreiche Informationen, wie etwa Lebensweise und Gefährdungsgrad, bereitgestellt. Zudem findet man Links zum Beispiel zu Fischereistatistiken. Die Datenbank SeaLifeBase (<https://www.sealifebase.se>) ist ein noch ambitionierteres Projekt: Hier sammeln Wissenschaftler*innen Informationen zu allen anderen marinen Arten. Die Suche ist genauso aufgebaut wie bei Fishbase, nur dass man hier etwa auch nach Quallen, Muscheln oder Braunalgen forschen kann. Mehr als 70.000 Arten wurden in den letzten 15 Jahren gelistet. Die Verbreitungsgebiete zahlreicher Fisch- und Wirbellosen-Arten findet man sowohl in den Datenbanken als auch unter <https://www.aquamaps.org>

Klimabedingte Einwanderung findet also längst statt. Was die Neuankömmlinge für die bestehenden Artengemeinschaften und Nahrungsnetze bedeuten, ist in den meisten Fällen jedoch noch nicht bekannt.

¹²¹ Buschmann, C., Gutow, L., & Wegner, K. M. (2016). Globale Erwärmung, eingeschleppte Arten und neue Habitate: Folgen für die Biodiversität der Nordsee. In J. L. Lozán et al. (Hg.), Warnsignal Klima: Die Biodiversität (S. 271–276). Universität Hamburg, S. 271.

¹²² Oesterwind, D., et al. (Januar 2020). First evidence of a new spawning stock of *Illex coindetii* in the North Sea (NE-Atlantic). *Fisheries Research* 221, 105384. DOI: 10.1016/j.fishres.2019.105384.

¹²³ Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung. (30.6.2014). (Klima)Wandel in der Nordsee (Pressemitteilung). https://www.senckenberg.de/wp-content/uploads/2020/01/RS4273_2014_06_30_pm_klimawandel_in_der_nordsee.pdf.

¹²⁴ Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung. (5.2.2016). Warmes Bad in der Nordsee: Eingewanderte Krabbe breitet sich aus (Pressemitteilung). https://www.senckenberg.de/wp-content/uploads/2020/02/2016_02_05-PM-Nordsee-Krabbe.pdf.

5.2. OZEANE ALS CO₂-SENKEN – „BLUE CARBON“

Einzellige marine Algen und größere Pflanzen wie Mangroven, Seegräser und Salzwiesen nehmen CO₂ aus der Atmosphäre auf und wandeln das Treibhausgas durch Photosynthese in organischen Kohlenstoff um. Deshalb spricht man auch von „Blue Carbon“ bzw. „Blauem Kohlenstoff“. Durch ihre Lebensweise binden die Pflanzen den Kohlenstoff besonders effektiv. Gesunde Meere mit all ihren Habitaten sind deshalb wichtig im Kampf gegen den Klimawandel. So zählen die Ozeane zu den größten Kohlenstoffsinken der Erde.

5.2.1. Küstengebiete

Besonders effektiv in der CO₂-Bindung sind unter anderem die zuvor schon beschriebenen Lebensräume der marinen Küstengebiete: Mangrovenwälder, Salzmarschen und Seegraswiesen. Sie nehmen zwar nur 2 Prozent der gesamten Ozeanfläche ein, speichern aber etwa 50 Prozent des sedimentär gebundenen CO₂.¹²⁵ Diesen Prozess nennt man auch Sequestrierung. Dabei können Sedimente, die sauerstoffarm sind, mehr Kohlenstoff aufnehmen als sauerstoffreiche. Hier ist die Bakterienaktivität viel geringer als beispielsweise an Land, wo Bakterien das abgestorbene Pflanzenmaterial zersetzen und den Kohlenstoff wieder freigeben. Die marinen Pflanzen speichern den größten Teil des Kohlenstoffs in ihren Wurzelbällen.¹²⁶ Selbst nach dem Absterben der Pflanzen bleibt er im Sediment.

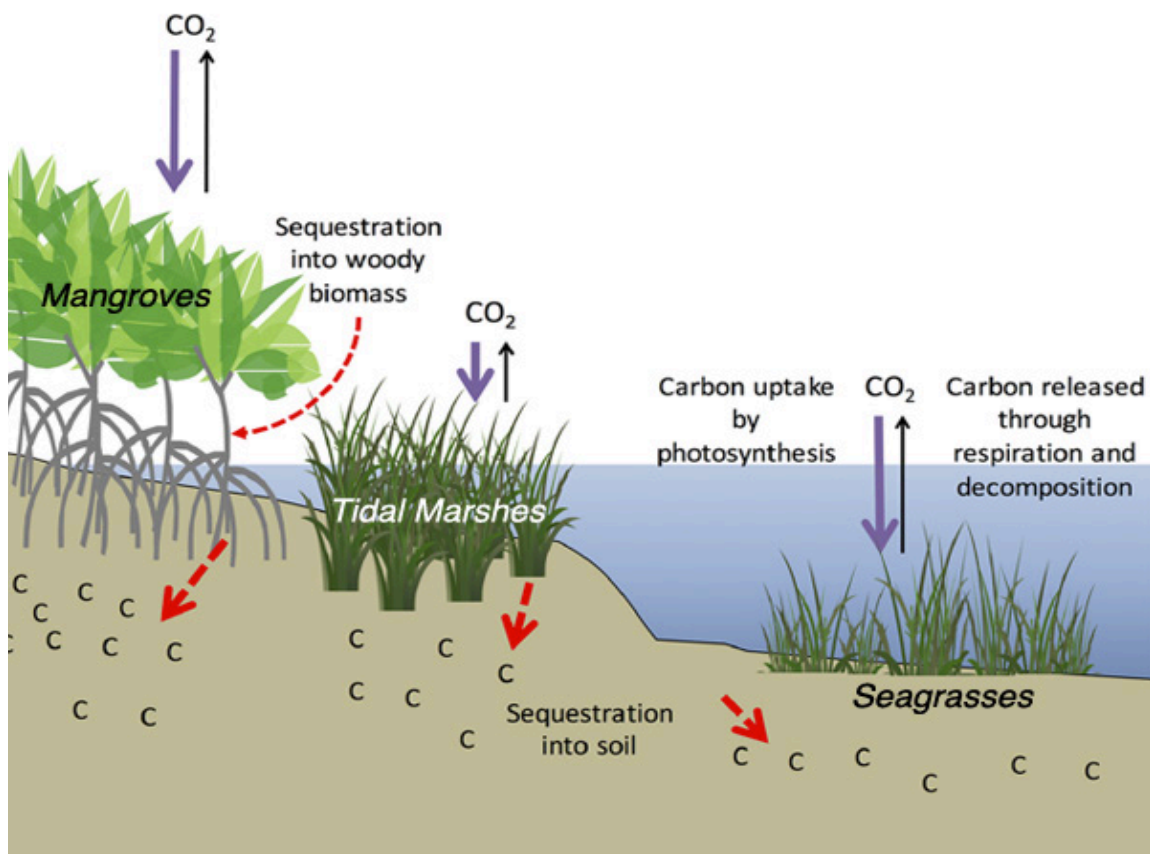


Abb. 29 CO₂-Speicherleistung von Mangroven, Salzmarschen und Seegraswiesen.

Quelle: <https://climatechange.lta.org/wetlands/>

¹²⁵ <https://www.thebluecarboninitiative.org>.

¹²⁶ Wurche, B. (25.10.2021). Sequestrierung und Blue Carbon – warum diese Begriffe wichtig sind (Blog-Post). Science-Blog Meertext. <https://scienceblogs.de/meertext/2021/10/25/sequestrierung-und-blue-carbon-warum-diese-begriffe-wichtig-sind/>.

5.2.2. Ozeane und ihre Bewohner

Auch die Ozeane selbst sind ein gigantischer Kohlendioxidspeicher. Das Oberflächenwasser bis in 100 Metern Tiefe nimmt viel Kohlendioxid aus der Atmosphäre auf. Dabei spielen die Wassertemperatur und auch der Salzgehalt eine Rolle, kälteres Meerwasser kann beispielsweise mehr CO₂ aufnehmen als warmes. Die Aufnahme funktioniert in zwei Schritten: Zuerst löst sich das CO₂ im Oberflächenwasser, dann transportieren es Meeresströmungen und Mischungsprozesse bis in die tiefen Ozeanbecken, wo es sich anreichert.¹²⁷ Die marinen Umwälzpumpen sorgen dafür, dass die Ozeane etwa ein Drittel des vom Menschen freigesetzten Kohlenstoffs aufnehmen können – ein Prozess, der allerdings sehr langsam abläuft. Bis das gelöste CO₂ im Tiefenwasser angekommen ist, vergehen Jahrhunderte.¹²⁸

Neben der physikalischen Pumpe gibt es auch eine biologische. Dabei spielt das Plankton eine herausragende Rolle. Ausgangspunkt ist das Phytoplankton. Im Oberflächenwasser nehmen Milliarden von mikroskopisch kleinen Algen CO₂ auf und machen daraus Kohlenstoffverbindungen und Sauerstoff. Wissenschaftler*innen gehen davon aus, dass das Phytoplankton global 25 bis 50 Prozent des menschenverursachten Kohlendioxids aus der Atmosphäre aufnimmt.

Kleine Alge, große Wirkung

Die Kalkalge *Emiliana huxleyi* gehört zum Phytoplankton und lebt im offenen Ozean nahe der Wasseroberfläche. Trotz ihrer winzigen Größe spielt sie eine große Rolle beim Transport von CO₂ in die Tiefsee. Denn die kleine Alge bildet regelmäßig große Blüten im Meer. Stirbt sie ab, beschleunigt der von ihr gebildete Kalk das Absinken von organischem Material.

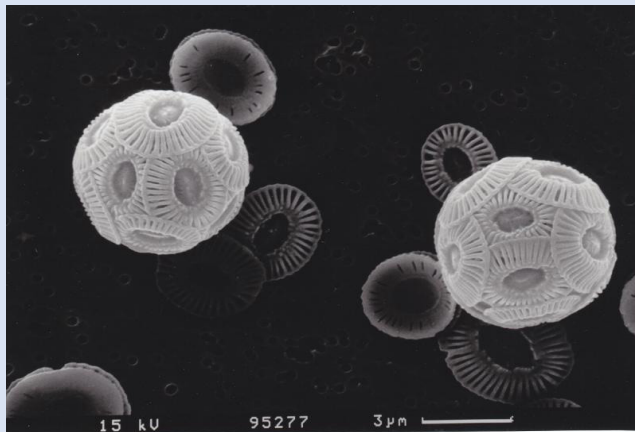


Abb. 31 Kalkalgen der Art *Emiliana huxleyi* in einer elektronenmikroskopischen Aufnahme. Quelle: Lennart Bach/GEOMAR (CC BY 4.0)

Dadurch werden große Mengen an Kohlenstoff vom Oberflächenwasser in die Tiefe gepumpt, wo er über Jahrhunderte von der Atmosphäre abgeschottet bleibt. Ohne diese „biologische Pumpe“, so der Wissenschaftler Lennart Bach in einem Kapitel des Buchs „Warnsignal Klima: Die Biodiversität“, wäre die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre ca. doppelt so hoch wie heute.¹²⁹ Er beschreibt, dass sich die zunehmende Ozeanversauerung auf die Fähigkeit der winzigen Kalkalge auswirkt, sich massenhaft zu vermehren („zu blühen“). Mit weitreichenden Folgen: Weniger CO₂ wird in die Tiefe gepumpt und mehr verbleibt in der Atmosphäre. Der Klimawandel würde dadurch zusätzlich angeheizt.

127 GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel. (15.03.2019). Der Ozean als Senke für menschengemachtes Kohlendioxid (Pressemitteilung). <https://www.geomar.de/news/article/der-ozean-als-senke-fuer-menschengemachtes-kohlendioxid>.

128 Maribus (Hg.). (2010). Mit den Meeren leben – ein Bericht über den Zustand der Weltmeere (World Ocean Review 1). mareverlag. <https://worldoceanreview.com/de/wor-1/>. Kapitel „Wie der Klimawandel die Chemie der Meere verändert“.

129 Bach, L. T., & Riebesell, U. (2016). Neue Erkenntnisse über die Auswirkungen der Ozeanversauerung auf marine Lebensgemeinschaften. In J. L. Lozán et al. (Hg.), Warnsignal Klima: Die Biodiversität (S. 249–253). Universität Hamburg, S. 252.

Doch auch die anderen Plankter sind Teil der biologischen Pumpe. Ein Teil des Zooplanktons ernährt sich vom Phytoplankton. Die Ausscheidungen sinken als sogenannter Meeresschnee in die Tiefe. Unter Wasser kann es dabei tatsächlich zu wahren „Schneestürmen“ kommen, wo man vor lauter „Schneeflocken“ die Hand nicht mehr vor Augen sieht. Ein wichtiger Produzent ist beispielsweise der Antarktische Krill, eine Leuchtgarnelenart, die im Südpolarmeer gigantische Populationen bilden kann und deshalb zu den erfolgreichsten Arten der Erde gehört. Der Krill zählt zu den Filtrierern. Mit seinen vorderen Beinpaaren bildet er einen Fangkorb und siebt quasi das Wasser durch. Hängen bleiben dabei vor allem mikroskopisch kleine Kieselalgen. Ab und zu speit der Krill sogenannte „spitballs“ wieder aus, Bällchen, die die Schalen tausender kleiner Algen enthalten. Auch der Kot des Krills enthält nach der Verdauung noch die zerkleinerten Schalen der Algen und ist daher verhältnismäßig schwer. Deswegen sinken die Ausscheidungen leichter zu Boden und tragen das darin gebundene CO_2 in die Tiefe.

Alle marinen Lebewesen binden über die Nahrungsnetze CO_2 . Deshalb spielen intakte Lebensräume und Nahrungsnetze eine wichtige Rolle beim Klimaschutz. So bindet ein großer Wal im Laufe seines Lebens durchschnittlich 33 Tonnen CO_2 . Stirbt er, sinkt der Körper zum Grund des Ozeans und das CO_2 mit ihm. Der Kadaver eines 40-Tonnen-Blauwals enthält etwa 2 Tonnen gebundenen Kohlenstoff.¹³⁰ Am Meeresboden wird er gefressen und zersetzt. Ist der Kohlenstoff aber erst einmal in der Tiefsee angekommen, verbleibt er dort über Jahrhunderte, abgeschottet von der Atmosphäre.

Und noch wichtiger: Wale düngen mit ihren Kotwolken auch den Ozean. Die Exkremente enthalten Eisen und Stickstoff, zwei Elemente, die das Wachstum des Phytoplanktons befeuern. Das wiederum entfernt dann, wie beschrieben, viel CO_2 aus der Atmosphäre.

Da Wale zudem Nährstoffe von ihren Nahrungstauchgängen aus der Tiefe mit an die Oberfläche bringen und Wanderungen über tausende Kilometer unternehmen, sprechen Wissenschaftler*innen auch von einer „Walpumpe“.

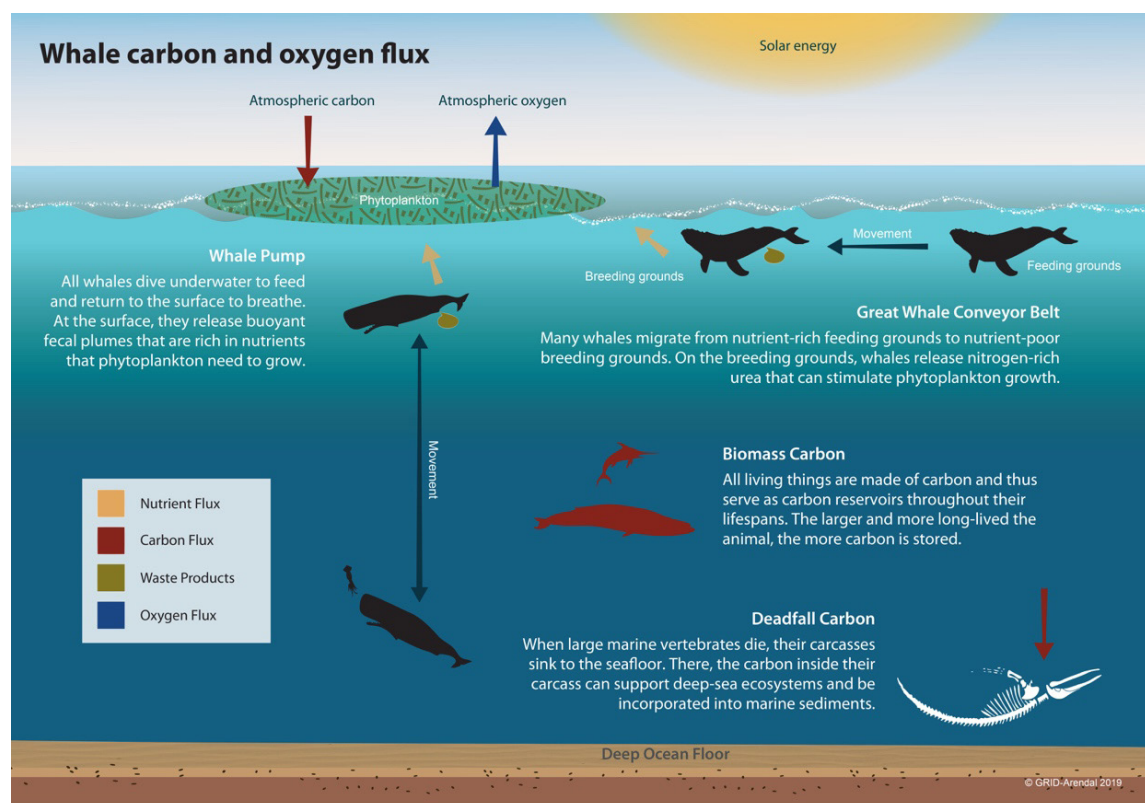


Abb. 30 Kohlenstoffpumpe der Wale. Quelle: IMF. <https://www.imf.org/en/Publications/fandd/issues/2019/12/natures-solution-to-climate-change-chami>

Der Internationale Währungsfonds (International Monetary Fund, IMF) spricht sich in einer Analyse dafür aus, Wale mit Blick auf den Klimaschutz noch stärker zu schützen: „Wenn wieder wie einst 4 bis 5 Millionen Wale – statt der etwa 1,3 Millionen heute – in den Weltmeeren leben, könnte das erheblich zum Wachstum des Phytoplanktons beitragen und damit auch zur Kohlendioxidaufnahme. Selbst eine Steigerung der Produktivität des Phytoplanktons von nur einem Prozent könnte hunderte Millionen zusätzliche Tonnen CO₂ im Jahr binden“, so die Forschenden. Eine Menge, für die es etwa 2 Milliarden Bäume bräuchte.¹³¹

5.3. SAUERSTOFFMANGEL

Der Sauerstoff im Meer stammt vor allem aus dem Gasaustausch zwischen der Wasseroberfläche und der Atmosphäre. Außerdem produzieren Algen das für viele Organismen lebenswichtige Gas. Nur kann wärmeres Wasser schlechter Sauerstoff aufnehmen als kaltes. Zudem ist es leichter bzw. weniger dicht als kaltes Wasser, was zu einer stabileren Schichtung im Ozean führt.

Seit Jahrzehnten werden die Meere wärmer. Vor allem an der Oberfläche. Das führt zu einer breiteren Warmwasserschicht über der kalten. Zwischen ihnen findet weniger Austausch von Sauerstoff und Nährstoffen statt. In der Grenzzone bleibt zudem viel totes Material hängen und zersetzt sich. Dabei wird Sauerstoff verbraucht und CO₂ produziert. In der mittleren Wassersäule entstehen Sauerstoffmangelzonen. Die hat es zwar schon immer gegeben, aber mit der zunehmenden Erwärmung der Meere nehmen sie zu.

2019 brachte die Weltnaturschutzunion IUCN einen Report heraus, der Aufsehen erregte.¹³² Weltweit sei der Sauerstoffgehalt in den Ozeanen seit den 1950er-Jahren um 1 bis 2 Prozent zurückgegangen. Als ein Grund wird der Nährstoffeintrag in Gewässer genannt, als zweiter die Erwärmung der Ozeane. In den ersten 1.000 Metern sei die steigende Temperatur zu 50 Prozent für den Sauerstoffschwund verantwortlich, so der Bericht. Das ist besorgniserregend, denn den Eintrag von Nährstoffen, wie beispielsweise aus der Landwirtschaft, könnte man beenden, die Erwärmung der Meere jedoch rückgängig zu machen, dürfte sehr viel schwieriger und kurzfristig unmöglich sein.

Mit der Erwärmung des Oberflächenwassers lässt auch die Zirkulation im Ozean nach. Auch dies führt zu einer Abnahme von Sauerstoff. Ein Effekt, der sich bis in die Tiefsee messen lässt. Machen wir weiter wie bisher, so die Schlussfolgerung des IUCN-Reports, werden die Meere bis zum Jahr 2100 einen Sauerstoffverlust von 3 bis 4 Prozent hinnehmen müssen.

Bereits jetzt sind mehr als 700 Meeresgebiete von Sauerstoffarmut betroffen, allen voran Binnen- und Randmeere wie die Ostsee und das Schwarze Meer (das durch seine Tiefe schon immer anoxische Zonen hatte). Besonders empfindlich könnten die Auftriebsgebiete vor Afrika sowie Nord- und Südamerika auf einen weiter abnehmenden Sauerstoffgehalt reagieren, fürchten die Autor*innen. Dadurch dass ohnehin bereits sauerstoffarmes und nährstoffreiches Tiefenwasser an den Küsten nach oben dringt, sind diese Gebiete zwar besonders produktiv, gleichzeitig aber auch besonders verwundbar. Immer wieder kommt es deshalb auch zum Massensterben von Sardinenschwärmen, ausgelöst durch Sauerstoffmangel, wie 2011 vor Los Angeles oder 2016 vor Chiles Küste. Damals wurden Millionen Tonnen der Fische tot an Land gespült.

Auch in der Ostsee kommt es immer wieder zu Fischsterben aufgrund von Sauerstoffmangel. So wurden 2017 in der Eckernförder Bucht zahllose tote Dorsche, Plattfische, Meerforellen und andere Meerestiere angespült. Schuld waren ungünstige Windverhältnisse, die sauerstoffreiches Oberflächenwasser durch sauerstofffreies aus der Tiefe ersetzen. Die Fische wurden davon überrascht und erstickten. Die Ostsee hat durch ihre besondere Lage als Randmeer ohnehin viele anoxische Bereiche, oft auch Todeszonen genannt. Durch die Erwärmung nimmt die geringe Durchmischung weiter ab. Die Ostsee ist zudem gerade in den Küstengebieten durch eine hohe Verschmutzung aus der Landwirtschaft belastet.

In der sogenannten Kieler Erklärung riefen 2018 Wissenschaftler*innen die internationale Gemeinschaft dazu auf, schnell gegen den Sauerstoffschwund in den Meeren vorzugehen. Zum einen müsse der Eintrag von Nährstoffen umgehend beendet werden. Zum anderen gelte es mit entschiedenen Maßnahmen die

131 Chami, R., et al. (2019). Nature's solution to climate change. International Monetary Fund, Finance & Development 56, 34–38.

132 Laffoley, D., & Baxter, J. M. (Hg.). (2019). Ocean deoxygenation: everyone's problem; causes, impacts, consequences and solutions. IUCN. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2019.13.en>.

Klimaerwärmung zu bekämpfen. Man sei sich einig, dass die Sauerstoffabnahme marine Ökosysteme störe, Fischbestände beeinflusse und zum Verlust von Lebensraum und Biodiversität führe.¹³³

6. VERSCHMUTZUNG DER MEERE

Viele der menschlichen Auswirkungen auf die Meere und ihre Bewohner sind mit bloßem Auge kaum sichtbar, weil sie entweder auf chemischer Ebene ablaufen, wie beispielsweise die Versauerung der Ozeane und der zunehmende Sauerstoffmangel, oder aber unterhalb der Meeresoberfläche stattfinden, wie beispielsweise die Überfischung. Hinsichtlich der Verschmutzung der Meere gibt es beides: unsichtbare Schadstoffe, wie zum Beispiel Pestizide, Arzneimittel und Treibstoffe, sowie die sichtbaren, allen voran Plastikmüll. Um zu beobachten, wie stark der Mensch die Meere verschmutzt, reicht vielerorts ein Spaziergang am Strand. Kaum ein Meter wird zurückgelegt, ohne dass man einem Stück Kunststoff begegnet. In einigen Regionen der Erde ist der Müll an den Küsten allgegenwärtig.



Abb. 32 Strand eines Fischerdorfes auf den Philippinen. Der Müll wird durch die Gezeiten angeschwemmt, aber auch von den Anwohner*innen selbst produziert. Auf vielen der Inseln der Philippinen gibt es kein System zur Müllentsorgung. Foto: Heike Keuthen

Laut Vereinten Nationen gelangen jährlich insgesamt 400 Millionen Tonnen Schadstoffe in Seen, Flüsse und Meere. Nie zuvor hat der Mensch in einer Umwelt gelebt, die so sehr belastet ist. Was die Meere und ihre Bewohner angeht, zählt die Verschmutzung zu den größten Treibern des Artensterbens.

6.1. PLASTIK IM MEER

Besonders schwerwiegend ist der Müll, der sich nicht abbaut. Seit Jahren ist Plastik eines der vorherrschenden Themen, wenn über die Bedrohung der Meere berichtet wird. Denn unsere Ozeane ersticken förmlich in Plastik. Laut einer Schätzung des WWF landen knapp 5 bis 12 Millionen Tonnen Kunststoff jährlich im Meer. Die Umweltorganisation nimmt an, dass etwa 800 marine Arten dadurch vom Aussterben

133 GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel. (7.9.2018). Kieler Erklärung zur Sauerstoffabnahme im Ozean. https://www.geomar.de/fileadmin/content/service/presse/Pressemitteilungen/2018/Kiel_declaration-final-d.pdf.

bedroht sind, unter ihnen Meeresschildkröten, Meeressäuger und Seevögel.¹³⁴¹³⁵ Um darzustellen, welches Ausmaß die Vermüllung der Meere angenommen hat, wird oft der „Great Pacific Garbage Patch“ herangezogen, der Große Pazifische Müllstrudel. Er liegt im zentralen Band des nordpazifischen Gyre. Der Begriff Gyre bedeutet Kreisel, es gibt diese Strudel in allen Ozeanen. Aufgrund der Meeresströmungen sammelt sich der Müll dort besonders stark an, etwa wie ein riesiger Whirlpool, der Teile in sein Zentrum zieht.

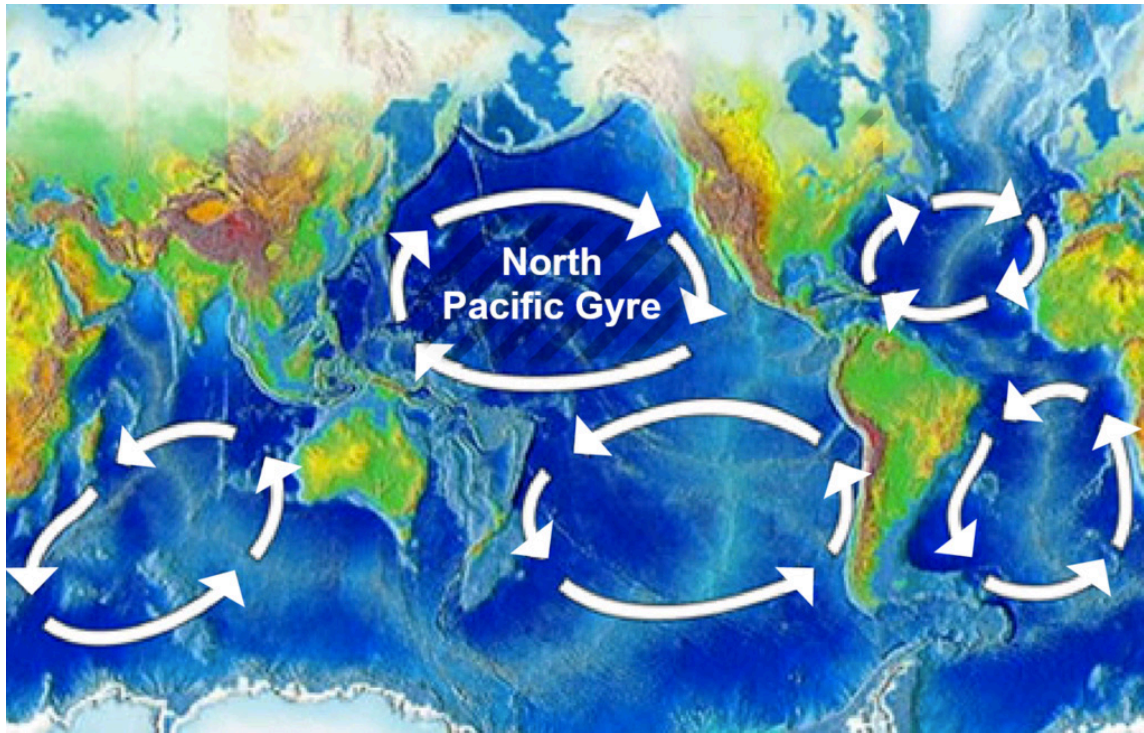


Abb. 33 Der nordpazifische Gyre und weitere große Müllstrudel der Weltmeere. Quelle: Fangz (CC0)

Es wird häufig plakativ von „Plastikinseln“ oder „Müllinseln“ gesprochen und der Eindruck vermittelt, es handele sich um sichtbare Abfall-Flächen, die auf dem Meer schwimmen. Das Bild einer soliden Insel ist allerdings nicht richtig. Die Kampagne „The OceanCleanUp“ spricht von durchschnittlich 60 Kilogramm Müll pro Quadratkilometer.

Der Müll schwimmt nicht nur an der Oberfläche, sondern verteilt sich über die gesamte Wassersäule bis hin zum Meeresboden. Deshalb kann man sogar über die betroffenen Flächen hinwegfahren, ohne eine größere Ansammlung zu sehen – nicht zuletzt auch, weil die Größe der Objekte vom riesigen Fischernetz bis hin zum Mikroplastik rangiert.

Was ist Mikroplastik?

Sind Kunststoffteilchen kleiner als 5 Millimeter (und größer als 1 Mikrometer) zählen sie zum Mikroplastik. Ein Teil von ihnen wird absichtlich hergestellt, zum Beispiel als Bestandteil von Duschgelen, Peelings oder Zahnpasta. Ein anderer Teil entsteht unabsichtlich, etwa durch den Abrieb von Autoreifen. Mikroplastik entsteht aber auch im Meer selbst, durch den Zerfall von größeren Plastikteilen. Meerwasser und Sonnenlicht machen Kunststoff brüchig. Große Plastikteile zerfallen deshalb in immer kleinere. Mikroplastik gilt im Meer als besonders problematisch, denn je kleiner die Partikel sind, desto größer ist ihre Oberfläche, über die die im Kunststoff enthaltenen Gift- und Zusatzstoffe ins Meer entweichen können.

134 WWF. (2022). Das kann kein Meer mehr schlucken: Unsere Ozeane versinken im Plastikmüll. <https://www.wwf.de/themen-projekte/plastik/unsere-ozeane-versinken-im-plastikmuell>.

135 WWF. (2020). Welttag der Ozeane: Verschmutzung, Überfischung und Klimakrise. <https://www.wwf.de/2020/juni/welttag-der-ozeane-verschmutzung-ueberfischung-und-klimakrise>.

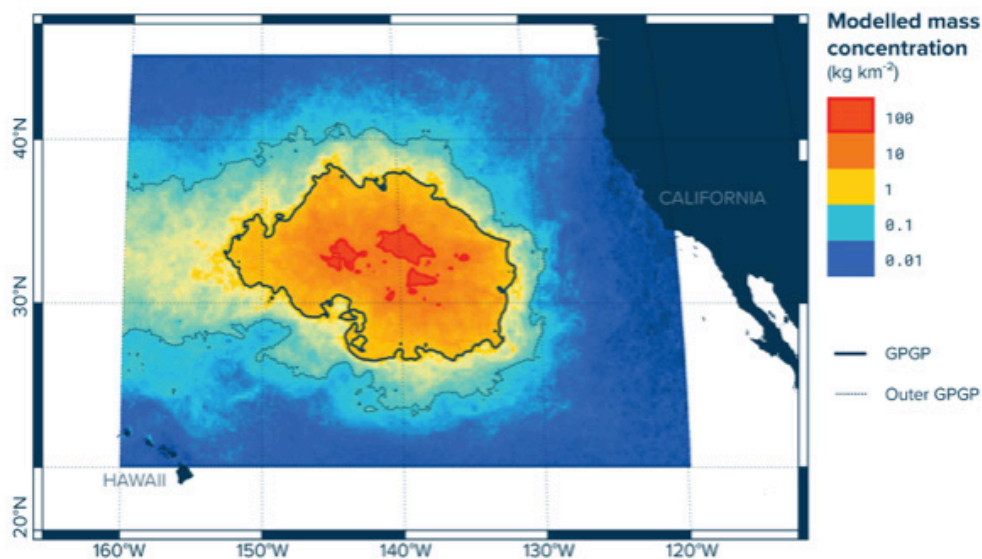


Abb. 34 Modellerte Darstellung, wie viel Kilogramm Müll pro Quadratkilometer im Pazifischen Müllstrudel schwimmen. Die roten Flecken sind besonders dicht (100 Kilogramm pro Quadratkilometer), in gelben finden sich 1 Kilogramm und in den hellblauen noch 100 Gramm pro Quadratkilometer. Quelle: The OceanCleanUp. (2015/2016). <https://theoceancleanup.com/faq/is-there-really-an-island-of-plastic-waste-floating-in-the-pacific/>

Auch wenn das oft verwendete Bild der „Plastikinseln“ nicht korrekt ist, das Problem ist immens. Denn Plastik ist mittlerweile in allen Meeren der Erde nachweisbar, vom Meeresboden bis zur Oberfläche, sogar im Meereis der Polarregionen. Auch in der Tiefsee ist Mikroplastik angekommen. Ein Forschungsteam des Frankfurter Senckenberg-Instituts wertete Bodenproben aus dem Kurilen-Kamtschatka-Graben im Westpazifik aus, die 2016 bei einer Expedition entnommen wurden. Die Proben stammen aus 5.700 bis 9.400 Meter Tiefe. Keine einzige war frei von Mikroplastik, so die Meeresbiologin Serena Abel. „Pro Kilogramm Sediment haben wir zwischen 215 und 1.596 Mikroplastik-Teilchen nachgewiesen – eine so große Menge hätte zuvor niemand erwartet.“ Die maritimen Gräben der Tiefsee seien die letzte Ruhestätte für eine beunruhigend große Menge der kleinsten Plastikteilchen. Insgesamt 14 verschiedene Plastikarten haben die Forschenden in den Proben aus dem Kurilen-Kamtschatka-Graben gefunden. Unter den häufigsten Stoffen befinden sich

4,033 species are affected by litter (1,929 publications)

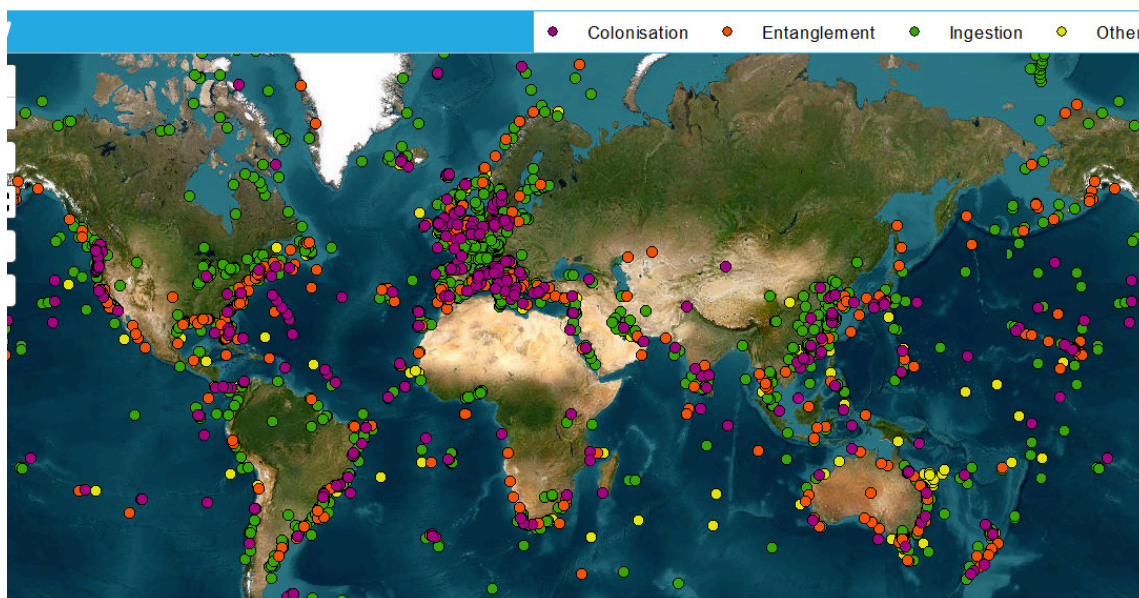


Abb. 35 Jeder Punkt auf der Karte stellt eine nachgewiesene Wechselwirkung zwischen marinen Arten und Plastikverschmutzung dar (Stand 12. November 2022). Quelle: AWI. <https://litterbase.awi.de>

Polypropylen, einer der weltweit für Verpackungen verwendeten Standardkunststoffe, sowie die für Lacke genutzten Acrylate und Polyurethan.¹³⁶ Heute sei wahrscheinlich fast jedes Lebewesen im Meer bereits mit Plastik in Berührung gekommen, so eine 2022 vom WWF veröffentlichte Studie, durchgeführt vom Alfred-Wegener-Institut (AWI) in Bremerhaven.¹³⁷ Die Forschenden untersuchten die Auswirkungen von Plastik bei etwa 300 Arten. Bei 90 Prozent würden negative Auswirkungen, wie zum Beispiel Verletzung, Verfangen, Schlucken, Besiedlung, veränderte Immunfunktionen oder eingeschränkte Fortpflanzung beobachtet. Auf dem Litterbase-Onlineportal des AWI kann man unter <https://litterbase.awi.de> anschauen, wo überall auf der Welt Plastik im Meer nachgewiesen wurde und wo internationale Studien bereits Wechselwirkungen mit Meeresorganismen festgestellt haben.

Die Plastikverschmutzung sei zudem nicht nur in die Nahrungskette eingedrungen, sondern bedrohe auch die Produktivität von Ökosystemen, wie Korallenriffen und Mangroven. Weiter stellen die Forschenden fest, dass das Problem uns noch bis weit in die Zukunft begleiten wird. Selbst wenn die Plastikverschmutzung heute gestoppt würde, so der Bericht, werde sich die Menge an Mikroplastik in den Meeren in den kommenden 30 Jahren mehr als verdoppeln. Da der Eintrag von Kunststoff jedoch voraussichtlich eher steigen als zurückgehen wird, gehen einige Szenarien sogar von einem 50-fachen Anstieg bis 2100 aus.

Nicht nur im Meer, auch in seinen Bewohnern wird Plastik nachgewiesen – vom Pottwal bis zum Plankton. Dort taucht das Plastik in Form von Nanoplastik auf, so nennt man Teilchen, die noch kleiner als 1 Mikrometer sind. Selbst in kleinsten Bewohnern, wie etwa Ruderfußkrebschen (Copepoden), reichert sich so Kunststoff an. Das ist verheerend, denn sie sind eine der Hauptnahrungsquellen von Fischen. So dringt Plastik in die Nahrungsnetze ein und landet am Ende auch bei uns auf dem Teller.

6.2. UNSICHTBARE SCHADSTOFFE

Doch nicht alle Verschmutzungen sind für das bloße Auge so leicht sichtbar wie Plastik. Schwermetalle, Pestizide, Arzneimittel, eine ganze Vielzahl an Chemikalien sind in den Meeren zu finden und sie alle wirken sich auf das Leben darin aus. Schwermetalle wie Quecksilber, Blei oder Cadmium gelangen etwa aus dem Bergbau oder der Industrie in die Umwelt und schädigen dort die Gesundheit der Tiere (und des Menschen). Expert*innen gehen etwa davon aus, dass etwa die Hälfte des Quecksilbers, welches durch Menschen in die Atmosphäre gelangt ist, von den Meeren aufgenommen wurde. Dort wird das Schwermetall bakteriell in hochgiftige Methylquecksilberverbindungen umgewandelt, die fettlöslich sind und sich so in der Nahrungskette anreichern können.¹³⁸ Bei Menschen schädigt Quecksilber unter anderem das Nervensystem.

Andere Stoffe gelangten über die Schifffahrt in die Meere, wie die lange in Schiffsanstrichen als Antifoulingmittel (Biozide, die Bewuchs verhindern sollen) verwendeten organischen Zinnverbindungen, zum Beispiel Tributylzinn (TBT). Sie sind hochgefährlich, weil sie nachweislich in den Hormonhaushalt von Tieren eingreifen können. Und das bereits in geringsten Konzentrationen. So stellte man in vielbefahrenen Gewässern bei zahlreichen Arten fest, dass Weibchen die äußeren Geschlechtsmerkmale von Männchen ausbildeten und nicht mehr fortpflanzungsfähig waren. Das Phänomen trat auch in Ost- und Nordsee auf, etwa bei der Wellhornschnecke oder bei der Strandschnecke *Littorina littorea*. Die Chemikalien wurden seit den 1970er-Jahren als Bewuchsschutz eingesetzt und erst 2008 international verboten.¹³⁹ Auch menschliche Arzneimittel mit hormoneller Wirkung gelangen in die Umwelt, da sie durch Kläranlagen nicht vollständig herausgefiltert werden. Auswirkungen wurden beispielsweise auf die Geschlechtsentwicklung und das Sexualverhalten bei Fischen festgestellt.¹⁴⁰

136 Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung. (12.7.2022). Endstation Tiefsee: Mikroplastik belastet Meeresgrund noch stärker als angenommen (Pressemitteilung). <https://www.senckenberg.de/de/pressemitteilungen/endstation-tiefsee-mikroplastik-belastet-meeresgrund-noch-staerker-als-angenommen/>.

137 WWF. (2022). Die Auswirkungen von Plastikverschmutzungen in den Ozeanen auf marine Arten, die biologische Vielfalt und Ökosysteme: Zusammenfassung der Studie, durchgeführt von: Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung. https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Plastik/WWF-Auswirkungen_von_Plastikverschmutzung_im_Ozean_auf_marine_Arten_Biodiversität_und_Ökosysteme.pdf.

138 Maribus (Hg.). (2021). Lebensgarant Ozean – nachhaltig nutzen, wirksam schützen (World Ocean Review 7). mareverlag. <https://worldoceanreview.com/de/wor-7/>. S. 208.

139 Umweltbundesamt. (12.11.2021). Fakten zur Seeschifffahrt und die Auswirkungen auf die Umwelt. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/gewaesser/meere/nutzung-belastungen/schifffahrt#einschleppung-nicht-heimischer-arten>.

140 Söfker, M., & Tyler, C. R. (2012). Endocrine disrupting chemicals and sexual behaviors in fish – a critical review on effects and possible consequences. *Critical Reviews in Toxicology* 42, 653–668.

Auch viele andere Arzneimittel sind im Ozean nachweisbar. Antibiotika, schmerz- und entzündungshemmende Mittel, Nikotin, Krebsmedikamente, Antiallergika, um nur einige zu nennen. Bei zwei in Deutschland häufig eingesetzten Antidepressiva wurde zum Beispiel eine angsthemmende Wirkung auf Bachforellen und ihre Larven festgestellt.¹⁴¹ Die Folgen der zahlreichen im Wasser befindlichen Arzneimittel sind im Meer allerdings nur schwer nachweisbar und momentan noch Gegenstand zahlreicher Studien. Da Muscheln besonders sensibel reagieren – sie filtern zur Nahrungsaufnahme das Meerwasser –, werden sie oft als Detektoren für Pharmazeutika und Chemikalien eingesetzt.

Wie verheerend die Auswirkungen von Arzneimitteln sein können, zeigt ein Beispiel an Land. In Asien, vor allem in Pakistan und Indien, löschte der Einsatz von Diclofenac bei Rindern vor 20 Jahren fast die gesamten Geierpopulationen aus. Die Aasfresser hatten sich von verendeten, mit Diclofenac behandelten Tieren ernährt. Bei Geiern löst das Medikament Nierenversagen aus. Millionen Vögel starben. Der entzündungshemmende Stoff wurde daraufhin 2005 in der Region in der Rinderzucht verboten.¹⁴² In Europa wurde der erste Fall einer solchen Vergiftung erst jüngst bekannt. 2021 starb ein Mönchsgeier in Spanien an einer Diclofenac-Vergiftung. In Europa ist die Arznei in der Veterinärmedizin weiter erlaubt.¹⁴³

6.3. LÄRMVERSCHMUTZUNG

Eine weitere unsichtbare, aber für viele Meeresbewohner unüberhörbare „Verschmutzung“ ist der stetig zunehmende Lärm unter Wasser. Laut Bundesamt für Naturschutz hat sich die durch den Menschen verursachte Lärmbelastung in den vergangenen 35 Jahren jedes Jahrzehnt verdoppelt.¹⁴⁴ Verursacht wird sie etwa von Schiffen, beim Bau von Offshore-Windrädern, durch seismische Untersuchungen für die Erkundung von Öl- und Gasvorkommen, Militärsonare etc.

Schall breitet sich in Wasser mehr als viermal so schnell aus wie in Luft. Zudem ist Lärm, abhängig von der Frequenz, über weite Distanzen hörbar. Impulshafte niederfrequente Schallwellen von sogenannten „Airguns“ können beispielsweise noch in 1.000 Kilometern Entfernung gehört werden. Sie werden unter anderem zur Kartierung des Meeresbodens eingesetzt. Höherfrequenter Schiffslärm wandert nicht so weit und belastet eher die nähere Umgebung.

Die Auswirkungen auf die Unterwasserwelt sind vielfältig. Wale, Robben, Fische und auch einige wirbellose Tiere nutzen Schall etwa zur Partnersuche, zur Jagd, um zu kommunizieren oder zu navigieren.

Auf Beutefang mit Schall

Ein Pottwal kann Laute von mehr als 200 Dezibel ausstoßen und zählt damit zu den lautesten Tieren der Welt. Die Laute nutzt er vor allem für die Echoortung. Dänische, an der Universität Aarhus Forschende fanden heraus, wie das funktioniert. Sie befestigten dafür einen Sensor an der Nase eines Pottwals, konnten also quasi „mithören“, was das Tier sendete und empfing. Dabei kam heraus: Der Pottwal war in der Lage, Schallechos von einzelnen Tieren zu orten, die 144 Meter entfernt waren, und von Fischschwärmen, die 245 Meter weit weg waren.

Nähert sich der Wal seiner Beute, fängt er in etwa 20 Metern Entfernung mit einer Art Intensivbeschallung an. Er stößt schnell aufeinanderfolgende Klicks aus, um ein besonders gutes „Bild“ von der Umgebung zu bekommen und die Beute so besser ins Visier nehmen zu können. Anders als zuvor oft angenommen, betäubt der Pottwal seine Beute aber nicht mit den Schallwellen. Die Intensität reiche dafür nicht aus, stellten die Forschenden fest. Der Mythos, dass Pottwale ihre Beute mit Schall betäuben, ist damit wahrscheinlich ausgeräumt.¹⁴⁵

Anthropogen verursachter Lärm behindert die Meeresbewohner. Ihr akustisches „Sehfeld“ verringert sich, weil Lärm die von ihnen sonst wahrgenommenen Geräusche überdeckt. Oft vermeiden die Lebewesen die Lärmquellen und verlassen angestammte Reviere oder ändern Migrationsrouten. Sie unterbrechen ihre Nahrungsaufnahme oder ihre Paarungszeit wird gestört.

Unterwasserschall kann aber auch schwere Schädigungen bei Tieren auslösen. Extremereignisse, wie zum Beispiel Unterwassersprengungen, können Hörtraumata hervorrufen. Das gilt auch für sogenannte Rammschalle, wie sie etwa entstehen, wenn Offshore-Windanlagen ins Sediment getrieben werden. In der Nordsee gibt es deshalb ein Schallschutzkonzept, das insbesondere den Schweinswal schützen soll, die einzige dort lebende Walart.¹⁴⁶ Der Schweinswal wird darin als Leitart betrachtet, weil Auswirkungen auf andere Tierarten, wie Seehunde oder Kegelrobben, unzureichend untersucht sind. Leitarten nennt man Tieren und Pflanzen, die besonders charakteristisch für einen bestimmten Lebensraum sind. Sie reagieren meist sehr empfindlich auf Veränderungen.

Jüngste Studien zeigen, dass Lärm nicht nur große Meeressäuger beeinträchtigt, sondern auch wirbellose Tiere am Meeresboden. Und das, obwohl ihnen eigentlich die Organe zum Hören fehlen, so die am Alfred-Wegener-Institut in Bremerhaven Forschenden. Flohkrebse graben demnach im Laborversuch bei niederfrequentem Schall im Sediment weniger und nicht so tief. Auch Borstenwürmer und Plattmuscheln zeigen Reaktionen, wenn auch nicht so einheitlich.¹⁴⁷ Die Wissenschaftler*innen bezeichnen die Tiere als regelrechte „Ökosystem-Ingenieure“: Sie gestalten durch Graben, Umwälzen, Belüften etc. den Meeresboden und tragen damit auch zu den Nährstoffkreisläufen in den Ozeanen bei.

¹⁴⁵ Tønnesen, P., et al. (2020). The long-range echo scene of the sperm whale biosonar. *Biology Letters* 16, 0134. <http://doi.org/10.1098/rsbl.2020.0134>.

¹⁴⁶ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. (2013). Konzept für den Schutz der Schweinswale vor Schallbelastungen bei der Errichtung von Offshore-Windparks in der deutschen Nordsee (Schallschutzkonzept). https://www.bfn.de/sites/default/files/2022-03/Schallschutzkonzept_Schweinswale_bf.pdf.

¹⁴⁷ Wang, S. V., Wrede, A., Tremblay, N., & Beermann, J. (2022). Low-frequency noise pollution impairs burrowing activities of marine benthic invertebrates. *Environmental Pollution*, 310, 119899. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119899>.

7. INVASION FREMDER ARTEN

„Eat it to beat it“, so lautet in der Karibik eine Kampagne, die sich gegen einen Invasor richtet, der sich seit mehr als 15 Jahren unkontrolliert ausbreitet und das Leben vieler einheimischer Arten in den Riffen bedroht – der Rotfeuerfisch (*Pterois volitans*). Eigentlich ist der beeindruckende rot-weiße Fisch mit seinen Giftstacheln im Pazifik und im Indischen Ozean zuhause. Wie er in die Karibik kam, ist unklar. Fakt ist, der Fisch ist wegen seines exotischen Aussehens bei Aquarianern beliebt. Mitte der 1980er-Jahre tauchte er erstmals vor der Küste Floridas auf. Vielleicht wurden Exemplare ausgesetzt. Von dort gelangte er irgendwann, getragen von der Strömung, in die Karibik. In den vergangenen 15 Jahren hat er sich dort rasant ausgebreitet.¹⁴⁸

Mittlerweile gibt es kaum ein Riff, wo der Rotfeuerfisch nicht zu finden ist. Denn natürliche Feinde hat er dort – im Gegensatz zu seiner ursprünglichen Heimat – nicht. Dafür bedroht er jetzt die einheimischen Arten. Rotfeuerfische sind gefräßige Räuber, die vor kaum etwas haltmachen. Nicht nur dezimieren sie die Bestände, sie fressen auch den einheimischen Riffbewohnern die Nahrung weg. Und gefährden damit die Existenzgrundlage der Fischer.



Abb. 36 Rotfeuerfisch *Pterois volitans*. Die invasive Art aus dem Indopazifik hat sich massenhaft in der Karibik verbreitet. Quelle: GP Schmahl/NOAA (CC0)

Es gibt Riffe in der Karibik, die 15-mal mehr Rotfeuerfische pro Hektar aufweisen als diejenigen im Indopazifik. Die Fische werden auch größer als an den heimatlichen Riffen.¹⁴⁹ Und nicht nur das, der Rotfeuerfisch toleriert neuesten Studien zufolge selbst brackige Gewässer. Er könnte also auch eine Gefahr für Habitate rund um Mangroven und Ästuare werden. Mit Harpunen versucht man sich in den Inselstaaten der Karibik gegen den Rotfeuerfisch zu wehren, Taucher*innen und Fischer*innen töten, so viele sie können. Es wurden sogar Versuche gemacht, Haie auf die neue Nahrungsquelle zu trainieren. Selbst auf dem Speiseplan der Einheimischen ist der Rotfeuerfisch gelandet. „Eat it to beat it“ – bisher hat die Kampagne nur mäßigen

148 NOAA Fisheries. (21.10.21). Impacts of invasive lionfish. <https://www.fisheries.noaa.gov/southeast/ecosystems/impacts-invasive-lionfish>.

149 Darling, E., et al. (2011). Indo-Pacific lionfish are larger and more abundant on invaded reefs: A comparison of Kenyan and Bahamian lionfish populations. *Biological Invasions* 13, 2045–2051.

Erfolg. Der Rotfeuerfisch hat sich in seiner neuen Heimat eingeknistet. Vielleicht können seine Bestände eingedämmt werden, ganz los werden die Karibikstaaten den Invasor aber wohl nicht mehr.

Der Rotfeuerfisch ist nur eine von vielen Arten, denen es in den vergangenen Jahrzehnten gelungen ist, neue Lebensräume zu erobern. Im Fachjargon nennt man die invasiven Arten Neobiota. Manchmal werden die Neulinge sogar absichtlich eingeführt. So wurden beispielsweise in den 1970er-Jahren verschiedene asiatische Karpfenarten in Aquakulturbecken in den USA eingesetzt, um Algenbewuchs und Parasiten zu dezimieren. Mit verheerenden Folgen: Die Karpfen entkamen und etablierten sich im Mississippi-Becken. Sie zogen flussaufwärts und gelangten auch in die Nebenflüsse. Mit aufwendigen elektrischen Barrieren versuchen die Behörden nun ihren Weiterzug in den Lake Michigan, einen der Großen Seen im Mittleren Westen, zu verhindern. Millionen US-Dollar werden dafür ausgegeben. Denn die Karpfen verdrängen in den Flüssen die einheimischen Arten und schädigen die etablierten Lebensgemeinschaften.¹⁵⁰

Auch der internationale Schiffsverkehr hat in den vergangenen Jahrhunderten zum Eintrag von neuen Arten beigetragen. Die Schiffe nehmen Ballastwasser auf, darin finden sich oft „blinde Passagiere“, die entweder als Larven oder adulte Tiere mitreisen. Lassen die Schiffe das Wasser dann anderenorts wieder ab, kann es den Organismen gelingen, sich dort zu etablieren. Ein sehr bekanntes Beispiel dafür ist die Zebrauschel *Dreissena polymorpha* aus dem Schwarzen und dem Kaspischen Meer. Sie wurde bereits 1824 zum ersten Mal in deutschen Süßgewässern nachgewiesen und hat sich in den Folgejahren vor allem durch den Bau von Kanälen in vielen Gewässern ausgebreitet.

Ebenfalls per Schiff kam vor etwa 100 Jahren die Chinesische Wollhandkrabbe in deutsche Flüsse und deren Mündungsgebiete in Nord- und Ostsee. Sie stammt ursprünglich aus China und Korea. Im Hamburger Leibniz-Institut zur Analyse des Biodiversitätswandels befinden sich einige der ersten Exemplare, die 1924 gefunden wurden. Die Krebse haben sich seitdem millionenfach vermehrt und richten durch ihre Lebensweise erhebliche Schäden an. Sie wühlen den Gewässerboden auf und weichen zum Beispiel Deiche oder Flussböschungen auf. Zuweilen treten sie in solchen Massen auf, dass sie Wasserfilter an Flüssen verstopfen. Mit ihren Scheren können die handtellergroßen Krebse auch Fischernetze zerstören oder sie fressen den Fang. Der ökonomische Schaden seit ihrer Ankunft wird auf 80 Millionen Euro geschätzt.¹⁵¹

In Europa gibt es mehr als 14.000 Tier- und Pflanzenarten, die aus anderen Regionen eingewandert sind. Und es werden immer mehr. Das liegt unter anderem daran, dass sich die Meere erwärmen. Forschende haben Ende 2018 eine Liste von 66 Arten zusammengestellt, die zwar noch nicht in Europa angekommen sind, es aber sehr wahrscheinlich binnen zehn Jahren schaffen werden. Einige von ihnen gelten als besonders gefährlich und destruktiv für die Artenvielfalt und bestehende Ökosysteme.

Für marine Lebensräume werden unter anderem der Gestreifte Korallenwels, die Dreikantmuschel *Mytilopsis sallei* und die Meeresalge *Codium parvulum* als wahrscheinliche invasive Arten aufgezählt.¹⁵² Letztere gilt als besonders heikel, weil sie als „Ökosystem-Ingenieur“ fungiert. Sie baut Ökosysteme um, indem sie einheimische Arten verdrängt, die Biodiversität nimmt also ab.¹⁵³ Aus dem Roten Meer ist sie bereits über den Suezkanal ins nördliche Mittelmeer gelangt. Man findet sie zum Beispiel an den Küsten Israels und Syriens. Von dort aus ist es ins europäische Mittelmeer nicht weit.

150 <https://www.nps.gov/miss/learn/nature/ascarpower.htm>.

151 Mercado Salas, N. (23.9.2021). Unser Schatz des Monats: Die Chinesische Wollhandkrabbe. Leibniz-Institut zur Analyse des Biodiversitätswandels. <https://leibniz-iiib.de/2021-09-sdm-chinesische-wollhandkrabbe/>.

152 Roy, H., et al. (2019). Developing a list of invasive alien species likely to threaten biodiversity and ecosystems in the European Union. *Global Change Biology* 25, 1032–1048. DOI:[10.1111/gcb.14527](https://doi.org/10.1111/gcb.14527).

153 Cottrell, V. (8.6.2018). Data Sheet: *Codium parvulum*. CABI Compendium. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.121664>.

8. MASSNAHMEN ZUM SCHUTZ DER OZEANE

Überfischung, Zerstörung von Lebensräumen, Klimawandel, Verschmutzung: Die Ozeane und ihre Bewohner stehen unter enormem Druck. Deshalb sollen 30 Prozent der Ozeane bis 2030 geschützt werden. 30 x 30 nennt sich das erklärte Ziel der sogenannten „High-Ambition-Coalition“, zu der 60 Nationen, auch Deutschland ist dabei, gehören.

Das Ziel wurde im Dezember 2022 auch von der internationalen Staatengemeinschaft offiziell ausgerufen. Auf der Weltnaturkonferenz in Montreal, Kanada, haben sich die etwa 200 teilnehmenden Länder im sogenannten „Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework“ auf langfristige und kurzfristige Ziele zum Schutz der Artenvielfalt geeinigt.¹⁵⁴

Bis 2030 sollen demnach 30 Prozent der Land- und Meeresfläche unter effektiven Schutz gestellt werden, besonders im Fokus sind Gebiete mit hohem Artenreichtum. Es ist ein sinnvoller Schritt weg vom bisher gängigen Schutz einzelner Arten hin zum Schutz ganzer Flächen und Ökosysteme.

Ein weiteres in der Erklärung festgelegtes Ziel ist es, geschädigte Ökosysteme im Meer und an Land wiederherzustellen. Auch hier sollen es 30 Prozent bis Ende des Jahrzehnts werden. Zudem soll der Eintrag von Verschmutzungen, Pestiziden und Chemikalien halbiert werden. Auch die nachhaltige Nutzung der Ozeane durch Fischerei wurde als Ziel ausgerufen. Außerdem sollen die Auswirkungen des Klimawandels und der Ozeanversauerung reduziert werden.

Rechtlich verbindlich ist das Abkommen nicht. Um die globalen Ziele zu erreichen, verpflichtet sich jedes Land, eine nationale Biodiversitätsstrategie festzulegen. Mittels weltweit geltender Indikatoren soll die Umsetzung erstmals auch überprüfbar sein.

Doch was ist von dem Abkommen zu halten, wenn es noch nicht einmal gelungen ist, die Ziele des letzten weltweiten Naturschutzabkommens zu erreichen? 10 Prozent der Ozeanflächen hätten laut den Aichi-Vereinbarungen in den Jahren von 2010 bis 2020 als Schutzgebiete eingerichtet werden sollen.¹⁵⁵ Im Jahr 2022 sind 8,16 Prozent der Ozeane sogenannte „Marine Protected Areas“, kurz MPAs (Stand: Dezember 2022).¹⁵⁶ Es gibt verschiedene Webseiten, auf denen man die Entwicklung verfolgen kann. Unter <https://mpatlas.org> oder <https://www.protectedplanet.net> sind die aktuellen Schutzgebiete gelistet und quantifiziert. Die meisten MPAs liegen in nationalen Gewässern. Dort lag ihr Anteil im Dezember 2022 bei 18,7 Prozent. Nur 1,44 Prozent der Hochsee sind als MPA ausgewiesen.

Zudem sagt die Quantität der Schutzgebiete wenig über ihre Qualität aus. Zumal in dem neuen Abkommen nicht festgelegt ist, welche Kriterien ein Schutzgebiet erfüllen muss. „Effectively conserved“ ist die Vorgabe, doch niemand weiß so recht, was das bedeutet. Wissenschaftler*innen und Umweltschützer*innen kritisieren, dass der Begriff nicht streng genug definiert sei.

Momentan reicht die Bandbreite von Meeresschutzgebieten, die als sogenannte „no take zones“ deklariert sind und in denen keine menschliche Aktivität erlaubt ist, bis hin zu Schutzgebieten, in denen vieles erlaubt ist. Ein Beispiel dafür ist der Nationalpark Wattenmeer in der Nordsee. Dort ist Fischerei erlaubt, es wird Sand abgebaut und nach Öl gebohrt, Offshore-Windparksanlagen werden gebaut. Ein jüngster Vorstoß der EU, die Grundschieppnetzfischerei zu verbieten, wurde auch von Bundeslandwirtschaftsminister Cem Özdemir, Bündnis90/Die Grünen, verhindert.

Solche Parks bestünden eigentlich nur auf dem Papier, monieren Kritiker*innen und nennen sie „paper parks“. Der Anteil an wirklich streng geschützten Zonen in den Ozeanen ist tatsächlich gering, solche Schutzgebiete machen momentan nur etwa 1 Prozent der Meeresfläche aus.

Dabei sind „no take zones“ erfolgreich und können sogar der Fischerei nutzen, wie eine neue US-Studie zeigt. Das „Papahānaumokuākea Marine National Monument“ rund um die hawaiianischen Inseln im Pazifik ist mit 1,5 Millionen Quadratkilometern das zweitgrößte Schutzgebiet der Welt. Es ist in etwa

154 Convention on Biological Diversity. (22.12.2022). Final text of Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework available in all languages (Pressemitteilung). <https://prod.drupal.www.infra.cbd.int/sites/default/files/2022-12/221222-CBD-PressRelease-COP15-Final.pdf>.

155 Convention on Biological Diversity. (o. D.). Aichi Target 11. <https://www.cbd.int/aichi-targets/target/11>.

156 <https://www.protectedplanet.net/en/thematic-areas/marine-protected-areas>.

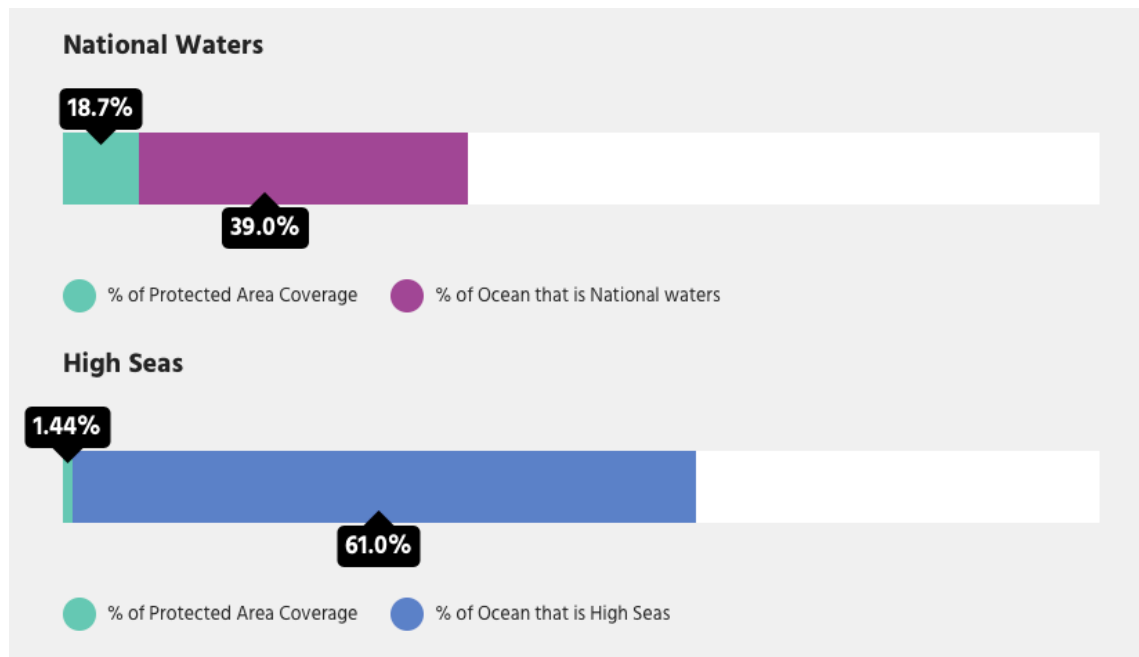


Abb. 37 Prozentualer Anteil der marinen Schutzgebiete an nationalen Gewässern und der Hochsee (Stand: Dezember 2022). Quelle: Protected Planet. <https://www.protectedplanet.net/en/thematic-areas/marine-protected-areas>

so groß wie Deutschland, Frankreich und Großbritannien zusammen und deckt einen großen Teil der AWZ (Ausschließliche Wirtschaftszone) des US-Bundesstaats ab. Im kompletten Schutzgebiet darf nicht kommerziell gefischt werden. Es ist damit ein riesiger Ruheort für Meeresbewohner, auch für viele große Arten, wie Wale, Haie und Schildkröten.

Lange war umstritten, ob so ein Schutzgebiet auch wandernden Großfischarten, wie beispielsweise Thunfischen, hilft. Eine 2022 bei Science veröffentlichte Studie von Wissenschaftler*innen der Universitäten Hawaii und Wisconsin-Madison belegt dies zumindest für dieses Schutzgebiet. Ausgewertete Fischereidaten für den Gelbflossenthun und den Großaugenthun zeigten sogar einen sogenannten „spillover“-Effekt. Davon spricht man, wenn die Erholung der Fischbestände auch in den Gebieten außerhalb des Schutzgebiets spürbar ist. Die Fangzahlen für beide Thunfischarten waren deutlich höher als vor der Erweiterung des Schutzgebiets.¹⁵⁷ Gegenüber dem britischen „Guardian“ stellt die Umweltökonomin Jennifer Raynor, Co-Autorin der Studie, fest: „Diese Studie ist wichtig, denn sie hilft uns zu verstehen, dass große und sinnvoll angelegte Gebiete ohne Fischerei diesen großen ikonischen Tieren nutzen können.“¹⁵⁸ Die Ergebnisse untermauern auch die Ambitionen, 30 Prozent der Ozeane zu schützen.

Ein weiteres Beispiel für einen sinnvoll angelegten Schutzpark ist die neue MPA, die im Januar 2022 von Ecuador, Kolumbien und Costa Rica beschlossen wurde. Das Gebiet wird oft auch als „Ocean Highway“ bezeichnet, weil viele Haie, Rochen, Wale und Schildkröten entlang dieser Route wandern. Die designierte Schutzzone zieht sich von den zu Ecuador gehörenden Galapagosinseln bis vor die Küste Costa Ricas.

Eins der großen Probleme ist aber die Überwachung solcher Schutzgebiete. Eben weil es dort viel Fisch gibt, lohnen sich illegale Raubzüge besonders. Zudem erstrecken sie sich oft über weite Flächen – eine Überwachung ist deshalb schwierig und teuer. Es braucht Schiffe, Personal und Geld, das viele Länder nicht aufbringen können. Techniken wie Satellitenüberwachung könnten dabei möglicherweise in Zukunft Lösungen bieten.

¹⁵⁷ Medoff, S., Lynham, J., & Raynor, J. (2022). *Spillover benefits from the world's largest fully protected MPA*. Science 378, 313–316. DOI: 10.1126/science.abn0098.

¹⁵⁸ McVeigh, K. (21.10.2022). World's largest ocean reserve off Hawaii has spillover benefits nearby, study finds. The Guardian. <https://www.theguardian.com/environment/2022/oct/21/hawaii-papahānaumokuākea-ocean-reserve-spillover-benefits-yellowfin-bigeye-tuna-study>.

8.1. WEM GEHÖRT DAS MEER?

Um die Ozeane und ihre begehrten Ressourcen zu schützen, stellen sich allerdings als Erstes die Fragen: Wem gehören sie eigentlich? Und was darf wer?

Es gibt verschiedenen Regelwerke und Behörden, die dafür zuständig sind, dies zu beantworten. Das Hauptwerk heißt UNCLOS. Die „United Nations Convention on the Law of the Sea“ wurde im Dezember 1982 in Montego Bay, Jamaika, verabschiedet und trat 1994 in Kraft. Man könnte das Seerechtsabkommen auch als eine Art Verfassung für die Meere bezeichnen.

Darin werden die ersten 200 Seemeilen dem jeweiligen Küstenstaat zugeschrieben, samt Meeresboden und Wassersäule. Es handelt sich um die Ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ), in der gefischt werden darf, Bodenschätze, wie Öl und Gas abgebaut oder Offshore-Windkraftanlagen betrieben werden dürfen. Obwohl diese Zone nicht zum Staatsgebiet zählt, hat der jeweilige Staat das alleinige Nutzungsrecht. Bei den nächsten 150 Seemeilen wird es hingegen schon komplizierter. Nationen können nämlich die Erweiterung ihres Hoheitsgebiets beantragen, und zwar bei der UN-Festlandsockel-Kommission. Das gilt für Staaten, bei denen der Kontinentalschelf über die 200-Seemeilen-Zone hinausreicht. Nach Zustimmung können die Staaten ihr Gebiet auf dann insgesamt bis zu maximal 350 Seemeilen Meeresboden erweitern und ausbeuten. Allerdings nicht mehr als 100 Seemeilen über die 2.500-Meter-Wassertiefenlinie hinaus.

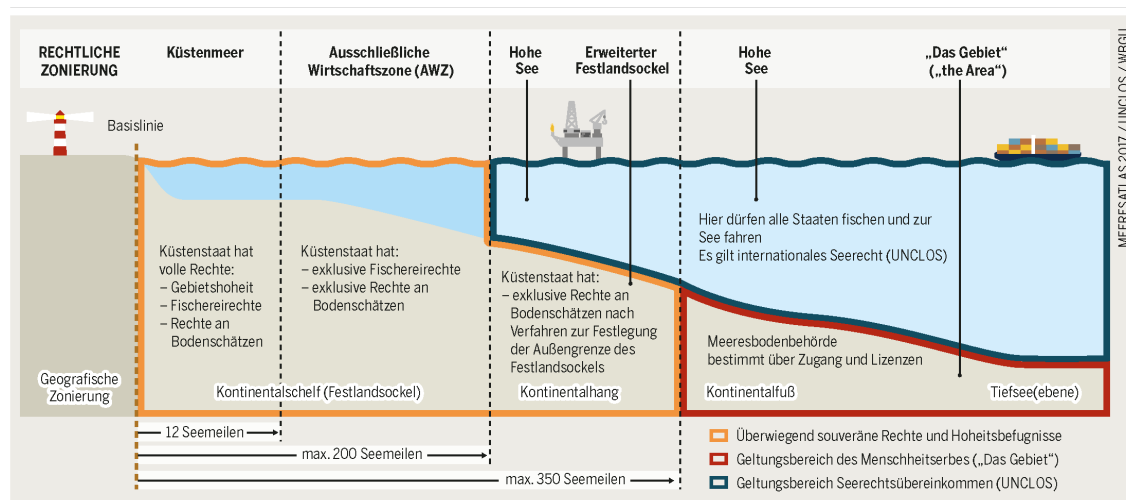


Abb. 38 Rechtliche Zonierung des Meeresbodens und der Wassersäule.

Quelle: Meeresatlas/petraboeckmann.de (CC BY 4.0), <https://meeresatlas.org/kapitel/wem-gehoert-das-meer/>

Der internationale Meeresboden außerhalb hingegen, auch als „the Area“ oder zu deutsch „das Gebiet“ bezeichnet, zählt zum Menschheitserbe und gehört theoretisch allen. Zuständig ist die Internationale Meeresbodenbehörde, kurz ISA (International Seabed Authority), mit Sitz in Kingston, Jamaika.

8.2. DAS BBNJ-ABKOMMEN – REGELN FÜR DAS NIEMANDSLAND „HOHE SEE“

Die Hohe See liegt außerhalb nationaler Gerichtsbarkeit und war, was den Schutz anbelangt, bisher Niemandsland – ein rechtsfreier Raum. Dabei macht sie etwa zwei Drittel der Fläche und sogar etwa 95 Prozent des Meeresvolumens aus. Das hängt damit zusammen, dass die Meere im Schnitt knapp 4 Kilometer tief sind.

Es gibt durch die UNCLOS zwar Vorschriften für die Nutzung der Hochsee, zum Beispiel für die Schifffahrt und die Fischerei. Eine Vereinbarung für den Schutz der biologischen Vielfalt sowie die nachhaltige Nutzung existierte jedoch bisher nicht. Um das zu ändern, wurde 2002 ein sogenannter „High-Sea-Treaty“ von der UN-Generalversammlung in Auftrag gegeben: ein international bindendes Hochseerahmenabkommen in Bezug auf die marine Biodiversität außerhalb der nationalen Gesetzgebung – die sogenannte BBNJ, kurz

für „Biodiversity Beyond National Jurisdiction“.¹⁵⁹ 2017 wurden die Verhandlungen dazu aufgenommen. Sie dauerten bis 2023.

Um ein globales Netzwerk aus Schutzgebieten – wie das im Kunming-Montreal-Abkommen beschlossene 30 x 30-Ziel – in den Ozeanen zu erreichen, braucht es Schutzgebiete in der Hochsee. Bisher fehlte es an rechtlichen Mechanismen, die klären, wie diese außerhalb der nationalen Gerichtsbarkeit geschaffen, verwaltet und überwacht werden können. Auch Umweltverträglichkeitsgutachten mussten bisher vor Aktivitäten auf der Hohen See nicht durchgeführt werden. Das neue Abkommen soll deshalb regeln, wie Schutzzonen eingerichtet und menschliche Aktivitäten bewertet und reguliert werden können.

Es geht dabei natürlich auch um kommerzielle Aspekte: etwa das Potenzial, das die genetische Vielfalt des Lebens in den Weltmeeren birgt, und die Frage, wie sie erfasst und erschlossen werden kann und wie daraus entstehende Nutzungsgewinne, zum Beispiel aus neu entdeckten Wirkstoffen für Medikamente, transparent und gerecht aufgeteilt werden könnten.

Mittels des Abkommens sollen auch weniger entwickelte und geographisch benachteiligte Länder in Forschung, kommerzieller Nutzung und Bewirtschaftung der Hochsee eingebunden werden. Dafür sollen sie beim Kapazitätsaufbau unterstützt und mit Meerestechnologie versorgt werden.¹⁶⁰

Die Beratungen für das neue Abkommen gestalteten sich mühsam. Insgesamt fünfmal wurden die Gespräche ohne Einigung beendet oder unterbrochen, bis es Anfang März 2023 zum Durchbruch kam.

„Es war ein wahnsinnig langsamer und auch frustrierender Prozess“, sagt Dr. Ralf Sonntag vom World Future Council, der bei mehreren Verhandlungsrunden vor Ort war und als Vertreter einer Nichtregierungsorganisation an sogenannten informellen Treffen teilnahm. Zumal es oft nur um Regularien ging. Lange wurde zum Beispiel um die Frage gerungen, ob Entschlüsse mit einer Mehrheit verabschiedet werden können oder ob es der Einstimmigkeit der Länder bedarf. Letztere sei nicht wünschenswert, so der Meeresbiologe, denn die werde selten erzielt. Die meisten Staaten seien für Mehrheitsbeschlüsse gewesen. Länder wie Russland und China sperrten sich aber lange Zeit.

Die Hohe See sei wie der wilde Westen, resümiert Ralf Sonntag. Es gebe Länder, die fänden das gut, weil sie viele Schiffe hätten, die dort rausführen und machen könnten, was sie wollten.

Am Ende gelang die Einigung in einer fast 40-stündigen Schlussitzung in New York. Dort verständigten sich die Vertreter von mehr als 190 Staaten auf einen Vertragstext, der den Schutz und die nachhaltige Nutzung der Hochsee regelt.¹⁶¹ Das Abkommen muss noch juristisch geprüft und von mindestens 60 Staaten ratifiziert werden, bevor es in Kraft treten kann (Stand: April 2023). Die EU hat 40 Millionen Euro zugesagt, um ärmeren Staaten die Ratifizierung und anfängliche Umsetzung des Abkommens zu erleichtern.

Die Einrichtung von Schutzgebieten in der Hochsee wird mit dem BBNJ erstmals rechtlich möglich sein. Und zwar mit Dreiviertel-Mehrheitsbeschluss, ohne dass einzelne Staaten ein Veto einlegen und so Entscheidungen blockieren können. Umweltorganisationen werten das als einen Meilenstein. So betrachtet Greenpeace den 4. März 2023 als historisches Datum für den Meeresschutz und sieht in dem Abkommen ein Versprechen, das nun mit Taten eingelöst werden müsse.¹⁶²

Auch Ralf Sonntag, der sich seit Jahren für eine effektivere Meerespolitik einsetzt, ist erleichtert, dass sich die Staaten auf einen Vertragstext einigen konnten. Auch wenn er sich „mehr Meeresschutz und weniger Schlupflochdiplomatie“ gewünscht hätte. Bei den Umweltverträglichkeitsgutachten, die vor der Ausbeutung der Hochsee durchgeführt werden müssten, sei man zum Beispiel nicht viel weitergekommen. Viele Länder hätten blockiert, weil sie ihre Aktivitäten dann möglicherweise einstellen müssten. Aber durch BBNJ gebe es jetzt immerhin die Möglichkeit, in Hochseegebieten Schutzgebiete zu schaffen, sagt Sonntag. Gegen den

159 UN (2022). Further revised draft text of an agreement under the United Nations Convention on the Law of the Sea on the conservation and sustainable use of marine biological diversity of areas beyond national jurisdiction. https://www.un.org/bbnj/sites/www.un.org/bbnj/files/draft_agreement_advanced_unedited_for_posting_v1.pdf

160 Durussel, C. (2016). Die Hohe See als globale Allmende. RIFS (bis 2023: IASS) Potsdam. <https://www.rifs-potsdam.de/de/node/5397>.

161 UN-Generalversammlung. (4.3.2023). Draft Agreement under the United Nations Convention on the Law of the Sea on the conservation and the sustainable use of marine biological diversity of areas beyond national jurisdiction. https://www.un.org/bbnj/sites/www.un.org/bbnj/files/draft_agreement_advanced_unedited_for_posting_v1.pdf.

162 Greenpeace. (5.3.2023). Erfolg: UN einigt sich auf globalen Ozean-Vertrag. <https://www.greenpeace.de/biodiversitaet/meere/meeresschutz/un-einigt-globalen-ozeanvertrag>.

Mehrheitsbeschluss habe China bis zuletzt gekämpft und erst im Gesamtpaket zähneknirschend zugestimmt. Das sei ein echter Fortschritt.

Stefan Hain vom Alfred-Wegener-Institut nennt das BBNJ einen Erfolg, die eigentliche Arbeit fange aber jetzt erst an. Erst die Umsetzung des Abkommens werde zeigen, wie effektiv die beschlossenen Regeln wirklich seien.¹⁶³

Einer der Schwerpunkte in dem Abkommen ist die Frage, wie man mit den genetischen Ressourcen umgeht, die in den Ozeanen vermutet werden. Anders als an Land, wie beispielsweise in den Regenwäldern, hat man noch gar nicht richtig angefangen, die genetischen Sequenzen, beispielsweise für Medikamente, auszubeuten.

Enormes Potenzial von marinen Genen in der Medizin

Das Leben im Wasser ist etwa dreimal so alt wie das Leben auf dem Festland. Über 3,7 Milliarden Jahre hatte es Zeit, sich auch den extremsten Bedingungen anzupassen. Die Mechanismen dieser Überlebensstrategien sind im Erbgut der Tiere, Pflanzen und Mikroben gespeichert. Moderne Sequenzierungsverfahren machen sie Forscher*innen zugänglich.

Als besonders interessant gelten sogenannte Sekundärmetaboliten, Stoffe, mit denen marine Organismen zum Beispiel Feinde abwehren, Bewuchs verhindern, Algen und Bakterien töten, kommunizieren oder Sexualpartner anlocken. Gerade am Boden verankerte Tiere, wie beispielsweise Nesseltiere oder Schwämme, brauchen sie, da sie sich nicht fortbewegen können. In der Regel entfalten die von ihnen produzierten chemischen Verbindungen bereits in sehr geringer Konzentration eine enorm hohe Wirkung.

Diese Eigenschaften machen sie für die Forschung interessant. So führten zwei chemische Stoffe, die aus einem Schwamm isoliert wurden, Ende der 1980er-Jahre zum ersten zugelassenen Medikament gegen HIV und weiteren antiviralen Medikamenten. Das Fischgift Curianol wird in der Herzchirurgie eingesetzt.¹⁶⁴ Es wird beispielsweise untersucht, ob das Hämoglobin des Wattwurms künftig als Ersatz für menschliches Blut bei Transfusionen eingesetzt werden kann.¹⁶⁵

Mehr als 35.000 biochemisch aktive Stoffe wurden bereits in marinen Lebewesen entdeckt. Jedes Jahr kommen neue hinzu. Die Erfolgsquote bei der Wirksamkeit ist viermal höher, wenn die Stoffe ursprünglich aus dem Meer stammten. Tatsächlich sind die Hälfte aller zugelassenen Heilmittel natürlichen Ursprungs. Wissenschaftler*innen sehen im Meer ein enormes Potenzial. Die Grundlagenforschung sei aber chronisch unterfinanziert, bemängeln sie.¹⁶⁶

Es sei zu erwarten, dass es dort ganz viel gebe, so Sonntag. Die ärmeren Länder wollten ein Stück vom Kuchen abhaben. Es habe eine Riesendiskussion gegeben, ob finanzielle Entschädigungen oder Ausgleichs an die Länder des globalen Südens gezahlt werden müssten. Bei den reichen Ländern habe eine große Angst existiert, dass damit die Freiheit der Wissenschaft gefährdet würde. Dass man dann beispielsweise vorher einen Antrag stellen müsste, wenn ein Forschungsschiff am Mittelatlantischen Rücken forschen will. Denn vielleicht findet es dort ja eine genetisch wertvolle Sequenz, die eigentlich allen gehört. Die Forschungseinrichtungen befürchteten eine riesige Bürokratie, die sie gar nicht leisten könnten, beschreibt Sonntag die schwierige Gemengelage bei den Verhandlungen.

163 Wonnemann, I. (6.3.2023). UN-Hochseeabkommen: „Die Arbeit fängt erst an“ (Interview mit Stefan Hain, Alfred-Wegener-Institut). Tagesschau. <https://www.tagesschau.de/wissen/klima/interview-hain-hochseeschutz-101.html>.

164 Sigwart, J. D., Blasiak, R., Jaspars, M., Jouffray, J.-B., & Tasdemir, D. (2021). Unlocking the potential of marine biodiscovery. *Natural Product Reports* 38, 1235–1242. DOI: 10.1039/D0NP00067A.

165 Ferenz, K. B. (2015). Künstliche Sauerstoffträger. Wie lange müssen wir noch warten? *Hämotherapie* 25, 27–36. <https://www.drk-haemotherapie.de/beitraege/kunstliche-sauerstofftraeger/herunterladen>.

166 Sigwart, J. D., Blasiak, R., Jaspars, M., Jouffray, J.-B., & Tasdemir, D. (2021). Unlocking the potential of marine biodiscovery. *Natural Product Reports* 38, 1235–1242. DOI: 10.1039/D0NP00067A.

Der Vertragstext im Hochseeabkommen sieht jetzt eine Fondslösung zugunsten des globalen Südens vor. Dort sollen die entwickelten Länder und vermutlich auch Schwellenländer wie China zunächst einen Pauschalbetrag einzahlen. Später sollen dann auch Unternehmen prozentuale Anteile ihres Profits abgeben, den sie aus der Nutzung von Meeresorganismen erzielen.¹⁶⁷

8.3. SONDERFÄLLE ANTARKTIS UND ARKTIS

8.3.1. Antarktis

Die Antarktis ist eine der abgelegensten Regionen der Erde. Seit 1959 wird sie gemeinschaftlich verwaltet, das ist festgehalten im sogenannten Antarktisvertrag. Die Antarktis ist zugleich auch eine der am besten geschützten Regionen der Erde. Um das einzigartige Südpolarmeer und seine Bewohner zu bewahren, wurde bereits 1982 ein Abkommen geschlossen, die sogenannte CCAMLR-Konvention (Convention on the Conservation of Antarctic Marine Living Resources). Die 25 Mitglieder, 24 Staaten und die EU, überwachen seitdem die Nutzung der Meeresressourcen, legen Fangquoten für Fische und Krill fest. Hintergrund war die zunehmende Überfischung, so wurde der Antarktische Mamorbarsch (*Notothenia rossii marmorata*) in den 1970er-Jahren innerhalb kurzer Zeit so stark übernutzt, dass die Population zusammenbrach.¹⁶⁸ Die Bestände haben sich trotz Fangverbots nie wieder erholt. Ähnlich erging es kurz darauf dem Eisfisch (*Champtocephalus gunnari*). Heute sind der Schwarze Seehecht (*Dissostichus eleginoides*) und der Antarktische Seehecht (*Dissostichus mawsoni*) die begehrtesten Zielfische.¹⁶⁹ Sie leben beide in der Tiefsee. Für sie gibt es strenge

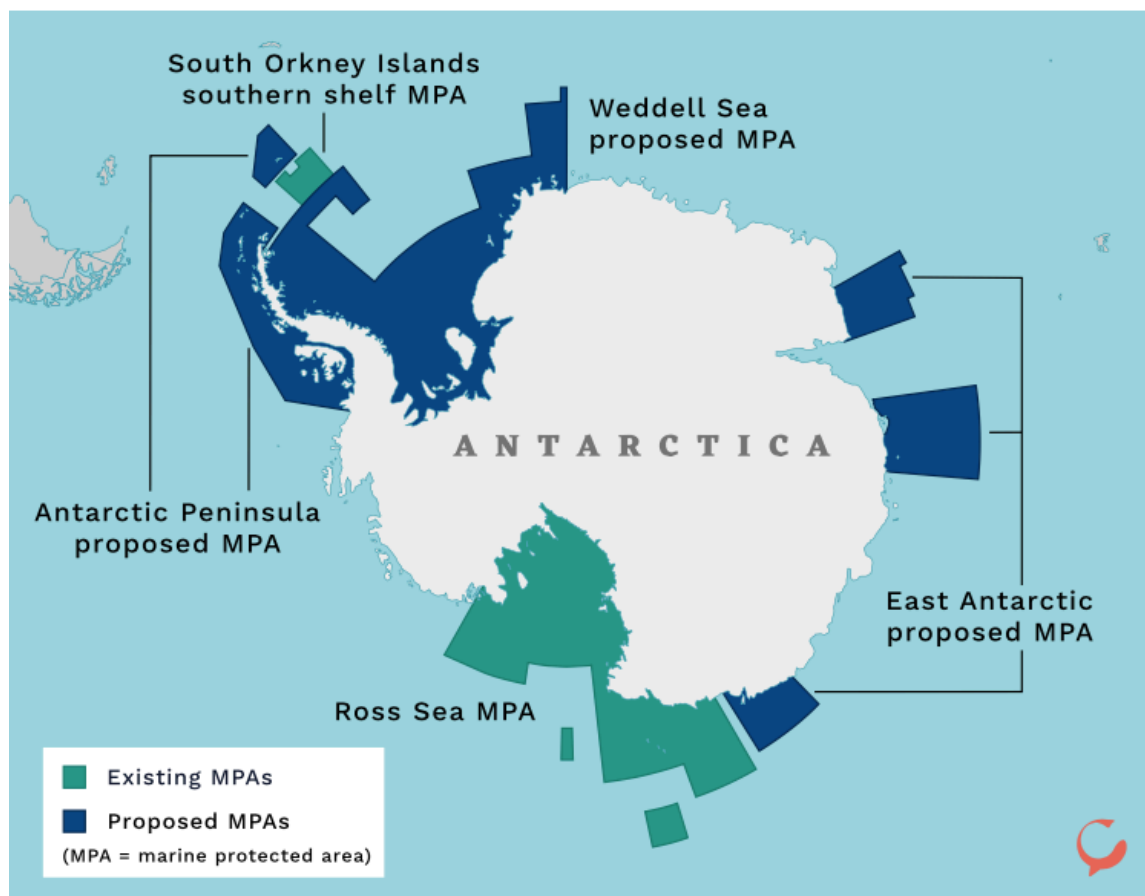


Abb. 39 Bereits existierende und geplante Schutzgebiete in der Antarktis. Quelle: China Dialogue Ocean. <https://chinadialogueocean.net/en/governance/20227-how-ocean-management-antarctica-integrated-climate-change/>

¹⁶⁷ Reimers, J. (5.4.2023). BBNJ: UN-Vertrag zum Meeresschutz. Was mit dem Hochseeabkommen beschlossen wurde. Deutschlandfunk. <https://www.deutschlandfunk.de/meeresschutz-abkommen-hohe-see-vereinte-nationen-100.html>.

¹⁶⁸ Greenpeace. (o. D.). Hintergrund: Fischerei im Südpolarmeer. <https://www.greenpeace.de/biodiversitaet/meere/fischerei/fischerei-suedpolarmeer>.

¹⁶⁹ CCAMLR. (2021). Fishery reports (Online-Suchmaske). <https://fisheryreports.ccamlr.org>.

Beschränkungen und Fangquoten. Doch in den abgelegenen und weitläufigen Regionen der Antarktis ist illegale Fischerei ein großes Problem. Zumal Raubzüge enorm lukrativ sind und oft binnen weniger Wochen einen Millionengewinn einbringen können.

Auch der Schutz der riesigen Krillbestände war ein Grund für die Schließung des Abkommens. Die Leuchtgarnelen zählen zum Meeresplankton. Dem etwa 5 Zentimeter großen Schalentier kommt eine Schlüsselrolle im Nahrungsnetz zu: Das Überleben von Pinguinen, Robben und Walen hängt von den gigantischen Krillschwärmen im Südpolarmeer ab. Doch auch die Industrie hat Krill mittlerweile für sich entdeckt. Er wird für als Futter für die Aquakultur gefischt und sein omega-3-fettsäurehaltiges Öl als Nahrungsergänzungsmittel vermarktet. Das lukrative Befischen der Bestände gilt auch als ein Hauptgrund, warum die Einrichtung weiterer Meeresschutzgebiete im Südpolarmeer stagniert.

Im November 2022 scheiterte beim CCAMLR-Treffen erneut der Vorstoß, das artenreiche Wedellmeer sowie zwei Gebiete in der Ostantarktis und um die antarktische Halbinsel zu Meeresschutzgebieten zu erklären – insgesamt handelt es sich um mehr als 4 Millionen Quadratkilometer. Es wäre ein wichtiger Schritt auf dem Weg gewesen, 30 Prozent der Meere bis 2030 zu schützen. 25 der 27 Mitglieder waren dafür, China und Russland dagegen. Mit dem jüngst vereinbarten BBNJ-Abkommen in New York gibt es jetzt vielleicht die Chance, mit einer Dreiviertel-Mehrheit diese Schutzzonen einzurichten. Die Gebiete rund um die antarktische Halbinsel zählen zu den Hauptfanggründen für Krill und der beiden Seehecht-Arten.

In der Antarktis gibt es bereits das größte Meeresschutzgebiet der Welt: das sogenannte Rossmeer, das 1,55 Millionen Quadratkilometer umfasst und damit viermal so groß wie Deutschland ist. Anfang 2017 wurde es nach jahrelangen Diskussionen geschützt. 35 Jahre darf nun in dem hochproduktiven und noch relativ intakten Gebiet nicht gefischt werden.

Seit 1998 verbietet zudem ein internationales Umweltschutzabkommen, das sogenannte Madrid-Protokoll, den Abbau von Rohstoffen in der Antarktis. Es ist jedoch davon auszugehen, dass der Kampf um wirtschaftliche Interessen und Rohstoffe in Zukunft härter geführt werden wird. Anders als in der gemeinschaftlich verwalteten Antarktis wird das bereits in der Arktis deutlich.

8.3.2. Arktis

Die Arktis ist wesentlich weniger abgelegen und viel leichter zugänglich als die Antarktis. Große Teile nördlich des arktischen Polarkreises liegen auf dem Territorium von acht Staaten, darunter Kanada sowie die politischen Schwergewichte Russland und die USA. Rohstoffe werden in der Arktis bereits intensiv ausgebeutet: Erdgas, Erdöl, Gold, Kupfer, Kohle, Zink, Diamanten, um nur einige zu nennen. Bisher geschieht dies aber vorwiegend an Land und das auch nur in mehr oder weniger gut zugänglichen Regionen. Im arktischen Ozean, vor allem in den Schelfbereichen, sollen sich jedoch noch große Mengen Rohstoffe befinden: geschätzt mehr als 30 Prozent der noch unentdeckten Erdöl- und 13 Prozent der Erdgasvorkommen.¹⁷⁰ Bisher unterhalten Norwegen, Russland und die USA Offshore-Anlagen. Die Aktivitäten sind noch gering, oft ist es nicht rentabel und sicher genug, die Vorkommen auszubeuten. Shell brach deshalb 2015 ein Explorationsprojekt in der Tschuktschen-See ab, trotz Investitionen in Höhe von rund 7 Milliarden US-Dollar.¹⁷¹ Diese Zurückhaltung dürfte mit zunehmendem Rückgang des Eises sowie steigenden weltweiten Preisen und Bedarfen aufgegeben werden.

Umweltorganisationen und Wissenschaftler*innen warnen vor einer zunehmenden Ausbeutung der Arktis. Die Bewohner der polaren Gebiete sind an die extremen Bedingungen des Lebensraums gut angepasst und reagieren äußerst sensibel auf Umweltveränderungen. Die Natur regeneriert sich nach Unfällen außerdem nur sehr langsam. Kommt es etwa zu Ölverschmutzungen, können gängige Beseitigungstechniken wegen der Kälte und des Eises nicht eingesetzt werden. Ölrückstände bauen sich bei den niedrigen Temperaturen nur sehr langsam ab.

170 Maribus (Hg.) (2019). Arktis und Antarktis – extrem, klimarelevant und gefährdet (World Ocean Review 6). mareverlag. <https://worldoceanreview.com/de/wor-6/>. S. 262.

171 Finke, B. (28.9.2015). Shell gibt in der Arktis auf. Süddeutsche Zeitung. <https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/energie-shell-gibt-in-der-arktis-auf-1.2668275>.

Schutz der Arktis

Für den Schutz der Umwelt in der Arktis ist hauptsächlich der 1996 gegründete „Arktische Rat“ zuständig, ein Gremium, dem die acht Arktisstaaten angehören: Kanada, Russland, USA (Alaska), Norwegen (Spitzbergen), Dänemark (Grönland), Island, Schweden und Finnland. Hinzu kommen sechs Organisationen, welche die indigenen Bewohner*innen der Arktis vertreten. Bei den jährlichen Ratssitzungen gibt es zudem Teilnehmer*innen mit Beobachterstatus. Rechtlich bindende Beschlüsse kann das Gremium nicht fassen. Seit Beginn des russischen Angriffskriegs in der Ukraine finden keine Verhandlungen mehr statt (Stand April 2023).¹⁷²

Darüber hinaus ist die Arktis bereits jetzt besonders stark vom Klimawandel betroffen. Studien zeigen, dass die Erwärmungsrate dort dreimal höher ausfällt als der globale Durchschnitt. Modellierungen prognostizieren, dass die Arktis bereits 2030 saisonal „eisfrei“ (mit weniger als 1 Million Quadratmeter Eis bedeckt) sein könnte. Auch ist sie von der Ozeanversauerung stärker betroffen, denn diese schreitet in kaltem Wasser schneller voran.¹⁷³

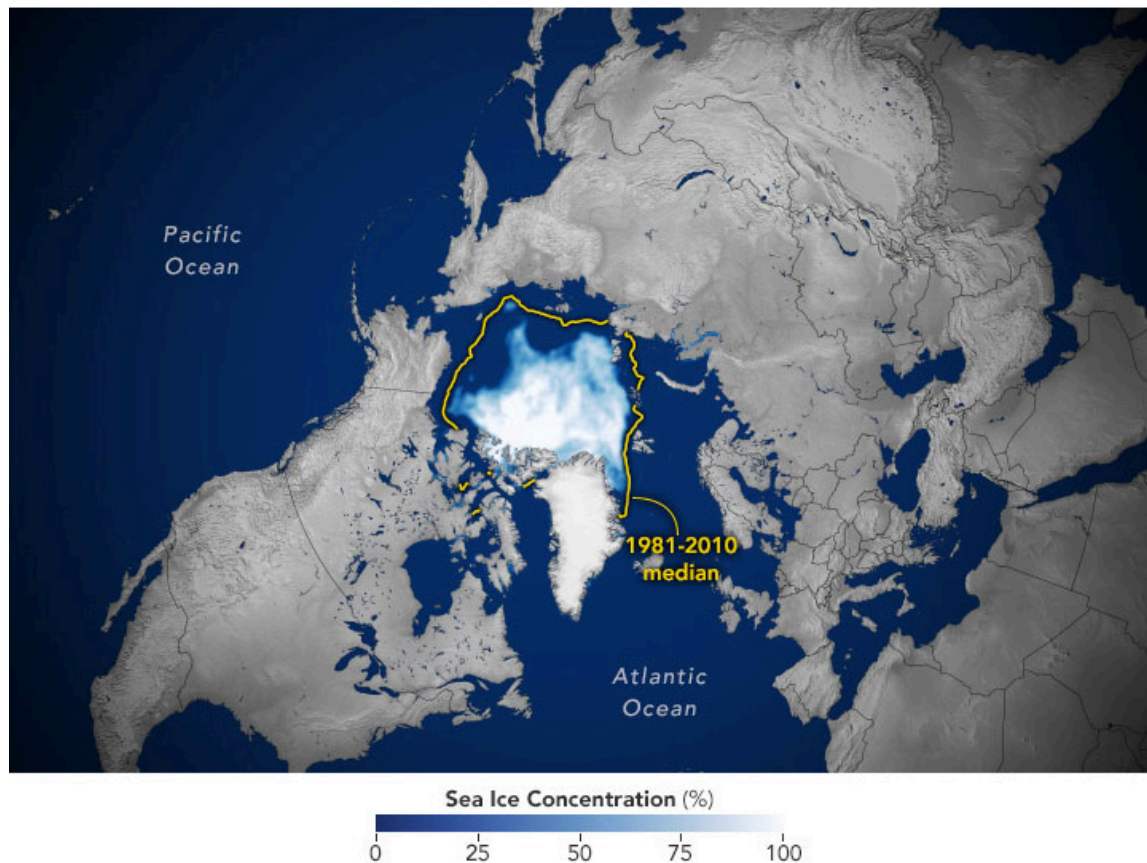


Abb. 40 Eisrückgang in der Arktis in den vergangenen Jahrzehnten. Eisdecke im September 2022. Die gelbe Linie zeigt die mittlere Eisbedeckung im Zeitraum von 1981 bis 2010. Quelle: NASA Earth Observatory. <https://earthobservatory.nasa.gov/images/150383/arctic-sea-ice-tied-for-10th-lowest-on-record>

Das alles hat große Auswirkungen auf die Bewohner der Arktis. Viele der Spezies, die dort leben, sind endemisch, das heißt, man findet sie ausschließlich dort. Besonders produktiv sind die Regionen an den Eisrändern und in Flussmündungen sowie die Gebiete, wo wärmeres atlantisches und pazifisches Wasser ins Nordpolarmeer eindringt. Die Barentssee und das Beringmeer zählen daher zu den wichtigsten Fischgründen weltweit. Das zunehmende Abschmelzen des Eises hat auch zu einer Zunahme der Fischerei in der Arktis geführt. 41 Prozent der Boote, die die Arktis in 2019 befahren haben, waren Fischereischiffe.¹⁷⁴

172 Internetseite des Arktischen Rats, <https://arctic-council.org/>.

173 Wienrich, N., & Lukyanova, O. (2022). Marine Conservation in the Arctic: A Regional Perspective. IASS Study. https://publications.iass-potsdam.de/pubman/item/item_6002308.

174 PAME. (31.3.2020). The Increase in Arctic Shipping: Comparing 2013 with 2019 (Arctic Shipping Status Report 1). <https://pame.is/document-library/pame-reports-new/pame-ministerial-deliverables/2021-12th-arctic-council-ministerial-meeting-reykjavik-iceland/793-assr-1-the-increase-in-arctic->

Auch der Schiffsverkehr nimmt durch den Klimawandel zu. Das Abschmelzen des Eises macht die Nordwestpassage für die Handelsschifffahrt zugänglich. Sie verbindet den Atlantik mit dem Pazifik durch das arktische Meer. Der Verkehr (zurückgelegte Distanz) hat dort 2019 im Vergleich zu 2013 um 107 Prozent zugenommen, das zeigt die Studie von PAME (Protection of the Arctic Marine Environment), der Arbeitsgruppe des Arktischen Rates zum Schutz der Meeresumwelt. 44 Prozent mehr Schiffe wurden registriert. Noch passieren eher „kleinere“ Schiffe die Strecke durch die arktische See, große Containerschiffe mit mehr als 50.000 GT (Gross-Tonnage) und entsprechendem Tiefgang befahren sie nicht.¹⁷⁵ Auch wird die Route nur im eisfreien Sommer befahren. Der zunehmende Schiffsverkehr erhöht jedoch die Gefahr für die arktische Meeresumwelt, die ohnehin schon durch den Klimawandel unter Druck steht. Mehr Verkehr bedeutet mehr Verschmutzung, mehr Lärm sowie eine höhere Gefahr durch Unfälle.

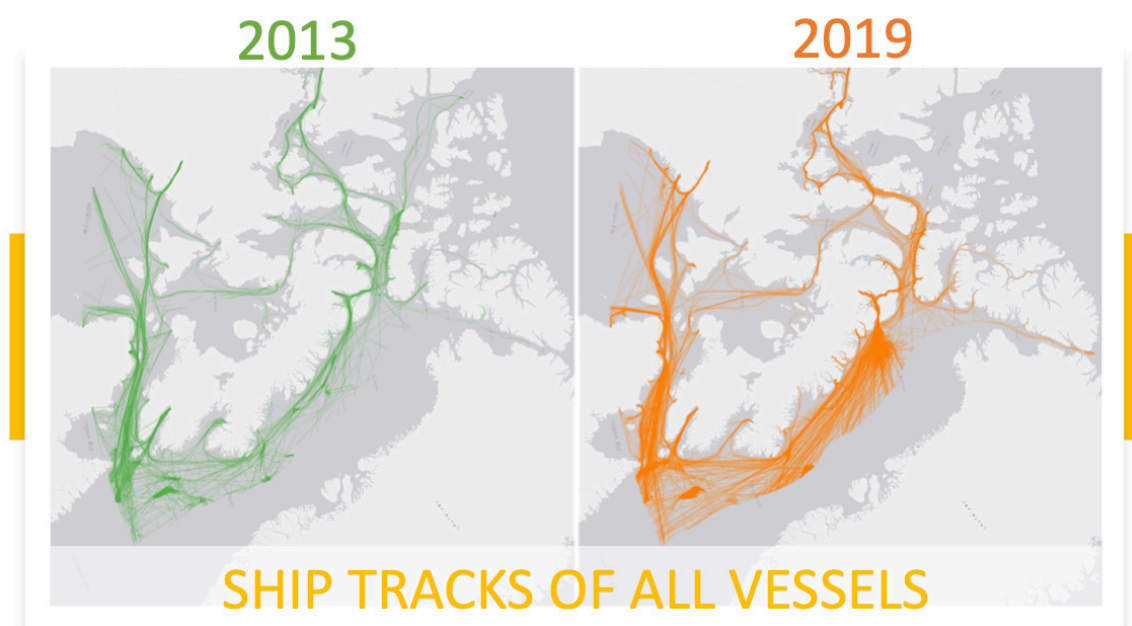


Abb. 41 Routen von allen registrierten Schiffen in der Nordwestpassage. Quelle: PAME. (2021). Arctic Shipping Status Report 3

2015 seien fast 65 Prozent der arktischen Meeresumgebung von Schiffen befahren worden, berichten US-amerikanische Forschende, die die Auswirkungen auf sieben Meeressäugerarten untersucht haben. Mehr als die Hälfte von ihnen lebe in Gebieten entlang der Schifffahrtsrouten. Am stärksten gefährdet seien Narwale, so die Studie. Aber auch Beluga- und Grönlandwale sowie Walrosse belaste der Schifffahrtsverkehr stark. Eisbären hingegen seien am wenigsten betroffen.¹⁷⁶ Ähnlich wie Umweltorganisationen fordern die Forschenden verbindliche Regeln für die Schifffahrtsrouten westlich und östlich des Nordpols.

Momentan sind nur wenige marine Gebiete in der Arktis geschützt. Ein internationaler Vorstoß, ein großräumiges Hochsee-Schutzgebiet „Hohe Arktis“ auszuweisen, scheiterte 2016 am Veto von Anrainerstaaten.¹⁷⁷ Jetzt setzt PAME auf die Einrichtung eines Netzwerks aus kleineren Gebieten.¹⁷⁸

[shipping-2013-2019/file](#).

175 PAME. (April 2021). Shipping in the Northwest Passage: Comparing 2013 with 2019 (Arctic Shipping Status Report 3). <https://www.pame.is/document-library/pame-reports-new/pame-ministerial-deliverables/2021-12th-arctic-council-ministerial-meeting-reykjavik-iceland/795-ssr-3-shipping-in-the-northwest-passage-comparing-2013-to-2019/file>.

176 Hauser, D. D. W., Laidre, K. L., & Stern, H. L. (2018). Vulnerability of Arctic marine mammals to vessel traffic in the increasingly ice-free Northwest Passage and Northern Sea Route. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115, 7617–7622. <https://doi.org/10.1073/pnas.1803543115>.

177 Umweltbundesamt. (1.2.2016). Konzepte und Maßnahmen zum Schutz der Arktis. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/nachhaltigkeit-strategien-internationales/arktisch/umweltschutz-in-der-arktis/konzepte-massnahmen-schutz-der-arktis#schutzgebiete-als-wertvolles-instrument>.

178 PAME. (April 2015). Framework for a Pan-Arctic Network for Marine Protected Areas. https://www.pame.is/images/03_Projects/MPA/MPA_Report.pdf.

NÜTZLICHES ZUR RECHERCHE

DEUTSCHLAND

Es gibt zahlreiche Institute oder Abteilungen von Universitäten in Deutschland, die sich mit Meeresforschung beschäftigen. Alle können deshalb nicht aufgeführt werden, hier ein kurzer Überblick über gute Anlaufstellen auf der Suche nach Expert*innen. Die meisten bieten auch regelmäßige Newsletter an, oft eine gute Quelle für neue Themen aus der Forschung.

Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI), Bremerhaven und Standorte in Sylt und Helgoland: <https://www.awi.de/>

GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel: <https://www.geomar.de/>

Forschungs- und Technologiezentrum Westküste, Büsum, Universität Kiel: <https://www.ftz.uni-kiel.de/de>

Thünen-Institut für Fischerei – zum Bundeslandwirtschaftsministerium gehörende Einrichtungen. Dazu zählen die Institute für Seefischerei und Fischereiökologie in Bremerhaven sowie das Institut für Ostseefischerei in Rostock: <https://www.thuenen.de/de/fachinstitute/meere>

Die meeresbiologische Abteilung der Universität Rostock: <https://www.meeresbiologie.uni-rostock.de>

Senckenberg am Meer, Wilhelmshaven: <https://www.senckenberg.de/de/institute/sam/>

Senckenberg Biodiversität und Klima Forschungszentrum, Frankfurt a. M.: <https://www.senckenberg.de/de/institute/sbik-f/>

Leibniz-Zentrum für Marine Tropenforschung (ZMT), Bremen: <https://www.leibniz-zmt.de/de/>

MARUM – Zentrum für Marine Umweltwissenschaften, Bremen: <https://www.marum.de/index.html>

Leibniz-Institut zur Analyse des Biodiversitätswandels (LIB), Hamburg: <https://leibniz-lib.de>

Helmholtz-Institut für Funktionelle Marine Biodiversität (HIFMB), Universität Oldenburg: <https://hifmb.de/de/>

Für einen tiefergehenden Einblick in den Zustand der Meere empfehle ich zudem die mittlerweile sieben Bände des „World Ocean Review“. Sie können kostenfrei bestellt oder online gelesen und heruntergeladen werden und sind eine exzellente Quelle: <https://worldoceanreview.com/de/>

Auch der Meeresatlas der Heinrich-Böll-Stiftung Schleswig-Holstein bietet eine gute Übersicht: <https://meeresatlas.org>

Natürlich sind auch zahlreiche NGOs wie der BUND, Greenpeace oder der WWF sowie das Umweltbundesamt gute Anlaufstellen.

Deutsche Statistiken zur Fischerei findet man beim Bundeslandwirtschaftsministerium unter: <https://www.bmel-statistik.de/ernaehrung-fischerei/fischerei>

WELTWEIT

Auch weltweit gibt es eine Vielzahl von Institutionen und Organisationen. Ich kann hier nur einige wichtige aufführen. Sie wurden zum Teil auch schon in den einzelnen Kapiteln zitiert und verlinkt.

Die Food and Agriculture Organisation der UN (FAO) bringt in regelmäßigen Abständen den Bericht „State of World Fisheries and Aquaculture“ heraus, zuletzt 2022. Zudem können dort Fischereistatistiken abgerufen werden: <https://www.fao.org/fishery/en/home>

Die Fischereistatistiken der EU-Mitglieder hat Eurostat unter: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/fisheries/overview>

Weitere Statistiken bringt die Forschungsinitiative „Sea Around Us“ unter: <https://www.seaaroundus.org>

Die Überwachung und Analyse weltweiter Fischereiaktivitäten hat sich „Global Fishing Watch“ zur Aufgabe gemacht. Mehr unter: <https://globalfishingwatch.org>

Die internationale Kooperation zahlreicher Staaten „Blue Justice Initiative“ bringt regelmäßig Berichte zu IUU-Fischerei heraus: <https://bluejustice.org/resources/>

Zwei der wichtigsten Institute für Ozean- und Meeresforschung weltweit und spannende Quellen für aktuelle Forschung sind:

Woods Hole Oceanographic Institution (US-Ostküste): <https://www.whoi.edu>

Scripps Institution of Oceanography (US-Westküste): <https://scripps.ucsd.edu>

Auch „YaleEnvironment360“ bietet spannenden Input für Recherchen: <https://e360.yale.edu>

Für den nordamerikanischen Raum ist zudem die NOAA, die US-Ozeanographie- und Wetterbehörde, eine spannende Quelle: <https://www.noaa.gov>

ABKÜRZUNGEN

AIMS	Australian Institute of Marine Science, Australisches Institut für Meereswissenschaften
AIS	Automatic Identification System, Automatisches Identifizierungssystem (von Schiffen)
ASF	Atlantic Salmon Federation
AWI	Alfred-Wegener-Institut, Bremerhaven
AWZ	Ausschließliche Wirtschaftszonen (200-Meilen-Zonen)
BBNJ	Biodiversity Beyond National Jurisdiction, Biodiversität außerhalb der nationalen Gesetzgebung
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
CABI	Centre for Agriculture and Bioscience International
CCAMLR	Convention on/Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources, Übereinkommen über/ Kommission für die Erhaltung der lebenden Meeresschätze der Antarktis
CCZ	Clarion-Clipperton-Zone (Bruchzone in der ozeanischen Kruste im Zentralpazifik)
CITES	Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (Washingtoner Artenschutzübereinkommen)
CoP	Conference of the Parties, Vertragsstaatenkonferenz
ESKP	Earth System Knowledge Platform(Online-Wissensplattform Erde & Umwelt der Helmholtz-Zentren)
EU-28	Mitgliedstaaten der EU von Juli 2013 bis einschließlich Januar 2020
FAO	Food and Agriculture Organisation, Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen
IASS	Institute for Advanced Sustainability Studies, Institut für transformative Nachhaltigkeitsforschung, Potsdam
ICCAT	International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas, Internationale Kommission für die Erhaltung der Thunfischbestände im Atlantik
ICES	International Council for the Exploration of the Sea, Internationaler Rat für Meeresforschung
ICRS	International Coral Reef Symposium, Internationales Korallenriff-Symposium
ICSF	International Collective in Support of Fishworkers
IFAW	International Fund for Animal Welfare, Internationaler Tierschutz-Fonds
IPBES	Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Zwischenstaatliche Plattform für Biodiversität und Ökosystem-Dienstleistungen (Weltbiodiversitätsrat)
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change, Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen
ISA	International Seabed Authority, Internationale Meeresbodenbehörde
IUCN	International Union for Conservation of Nature, Weltnaturschutzunion
IUU	Illegal, unreguliert, ungemeldet (Fischerei)
MOi	Mercator Ocean International, Toulouse
MPA	Marine Protected Area, Meeresschutzgebiet
NASA	National Aeronautics and Space Administration, US-Bundesbehörde für Raumfahrt und Flugwissenschaft
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration, US-Bundesbehörde für Ozeanografie und Wetter
PAME	Protection of the Arctic Marine Environment, Arbeitsgruppe des Arktischen Rates zum Schutz der Meeresumwelt
RIFS	Research Institute for Sustainability, Forschungsinstitut für Nachhaltigkeit, Potsdam
SDG	Sustainable Development Goals, Ziele für eine nachhaltige Entwicklung
SFPA	Sustainable Fisheries Partnership Agreements
UNCLOS	United Nations Convention on the Law of the Sea, Seerechtsübereinkommen der Vereinten Nationen
WWF	World Wide Fund For Nature
ZMT	Leibniz-Zentrum für Marine Tropenforschung, Bremen

HAUPTFÖRDERER:



Deutsche
Bundesstiftung Umwelt



**ENGAGEMENT
GLOBAL**

Service für Entwicklungsinitiativen



Meereswandel

Ein Handbuch für Journalist*innen

Die Ozeane haben eine so gewaltige Dimension, dass es lange unvorstellbar schien, dass der Mensch ihnen etwas anhaben könnte. Doch diese Vorstellung ist überholt. Der Zustand der Weltmeere verschlechtert sich rasant und das Artensterben schreitet schnell voran.

Dass der Klimawandel eine reale Bedrohung bedeutet, ist mittlerweile im Bewusstsein der meisten Menschen angekommen. Der weltweite Verlust der Biodiversität hingegen wird von vielen kaum wahrgenommen, trotz der dramatischen Konsequenzen.

Auch in der Berichterstattung spielt der Klimawandel eine größere Rolle als das Artensterben. Dass die Folgen des Artensterbens nicht so leicht greifbar sind und oft auch von Wissenschaftler*innen nur vage beschrieben werden können, macht es für Journalist*innen schwieriger darüber zu berichten.

Für einen fundierten Journalismus braucht es Hintergrundwissen. Die Biodiversität erfüllt verschiedenste Aufgaben. Erst wenn man diese versteht, werden auch die Konsequenzen ihres Verlusts deutlich. Dieses Handbuch ist ein kleiner „Crashkurs“ zum Thema Artenvielfalt in den Meeren.

Denn im Vergleich zum Klimawandel sind die Ursachen für das Artensterben wesentlich komplexer. In den Ozeanen sind es hauptsächlich Überfischung und Verschmutzung, der Eintrag von Nährstoffen, der Klimawandel und der Verlust von Lebensräumen.

Wie an Land schreitet auch im Meer die Zerstörung von Lebensräumen schnell voran. Wir holzen seit Jahrzehnten Mangrovenwälder ab, um Hotelanlagen zu bauen oder den weltweiten Hunger nach Garnelen zu stillen. Seegraswiesen sind vielerorts verschwunden, weil Nährstoffe aus der Landwirtschaft unkontrolliert eingetragen werden. Wir überfischen die Meere systematisch und erkunden die Tiefsee mit dem Ziel, künftig begehrte Rohstoffe auszubeuten. Marine Hitzewellen bringen Korallenriffe weltweit zum Absterben.

Wie funktionieren diese Lebensräume? Was bedeutet ihr Verlust für das Leben in den Meeren und für uns? Was können wir dagegen tun? Diesen Fragen wird in dem Handbuch nachgegangen. Auch in Interviews mit führenden Wissenschaftlern, mit übersichtlichen Infoboxen und Reportagen aus dem globalen Süden.

Zur Autorin:

Heike Keuthen arbeitet als Journalistin für eine große Nachrichtenredaktion. Ihre Leidenschaft für die Ozeane hat sie jedoch seit ihrem Biologie-Studium und ihrer Diplomarbeit über Fische in den Mangrovenwäldern Brasiliens nie verloren. Zuletzt entstand gemeinsam mit einer Kollegin eine Dokumentation über die Auswirkungen der Muscheldeko-Industrie auf den Philippinen, die u. a. für den Deutschen Naturfilmpreis nominiert war.