

01.12.2017 | Hintergrund

Wie wirkt sich der Klimawandel auf Meeresökosysteme aus?

Foto: Jay Galvin / wikimedia
commons / Public Domain

Grundschule, Sekundarstufe

Der gegenwärtig beobachtete Klimawandel wird hauptsächlich durch die steigenden Konzentrationen von Treibhausgasen wie CO₂ in der Atmosphäre verursacht. Das wirkt sich auch auf die Meere aus. Die Vorkommen verschiedener Arten verschieben sich, und diese Veränderungen wirken sich oft auf die gesamten Abläufe in den betroffenen Ökosystemen aus.

Gehört zu:

Thema der Woche: [Meere im Klimawandel](#)

Unterrichtsvorschlag: [Wie wirkt sich der Klimawandel auf Ökosysteme im Meer aus? \(SEK\)](#)

Unterrichtsvorschlag: [Was bedeutet der Klimawandel für die Tiere im Meer? \(GS\)](#)

Weltweit sind Korallenriffe durch Klimawandel in Gefahr, wie zum Beispiel das zum Weltkulturerbe zählende Great Barrier Reef in Australien – darüber berichten seit einigen Jahren immer wieder verschiedene Medien. In großen Bereichen des Great Barrier Reef ist mehrmals in den vergangenen Jahren die sogenannte Korallenbleiche aufgetreten. Grund für das Absterben der Korallen ist vor allem die durch den Klimawandel verursachte Erhöhung der Wassertemperatur, so heißt es. Auch andere Ökosysteme in den Meeren sind demnach in Gefahr, unter anderem in Nord- und Ostsee. Dort ist unter anderem zu beobachten, dass einzelne Arten wegen der höheren Wassertemperaturen in kühlere Gewässer abwandern, während Arten aus wärmeren Regionen dazukommen.

Wie hängt der steigende Anteil von Treibhausgasen in der Atmosphäre mit den Lebensbedingungen im Wasser zusammen? Wie wirkt sich der Klimawandel auf die Meere aus, und welche Folgen hat das für die Ökosysteme im Meer?

Warum sind die Veränderungen für Ökosysteme und Menschen relevant?

Der gegenwärtig beobachtete Klimawandel wird hauptsächlich durch die steigenden Konzentrationen von Treibhausgasen wie CO₂ in der Atmosphäre verursacht. Das führt zu einem Anstieg der weltweiten Durchschnittstemperatur in den Luftschichten nahe der Erdoberfläche. Das wirkt sich auch auf die Meere aus:

- Durch den Temperaturanstieg in der Atmosphäre erwärmt sich auch das Wasser nahe der Oberfläche.
- CO₂ löst sich im Wasser und führt zu einer Versauerung der Meere.
- Der Meeresspiegel steigt an, weil Eismassen der Gebirgsgletscher und der großen Eisschilde Grönlands und der Antarktis schmelzen. Überdies dehnt sich erwärmtes Meerwasser aus und hebt hierdurch den Meeresspiegel.

Dadurch verändern sich weltweit die Lebensbedingungen im Meer und an den Küsten. Vor allem der Temperaturanstieg hat bereits jetzt zu Verschiebungen des Vorkommens verschiedener Arten geführt. Manche Bestände – die in einem bestimmten Gebiet lebenden Tiere oder Pflanzen einer Art – werden kleiner oder könnten aussterben, sodass die Artenvielfalt in den Meeren abnimmt. Andere Bestände könnten zunehmen, oder ihre Verbreitungsgebiete könnten sich verändern. Zum Beispiel wandern einzelne Fischarten in kühleren Meeresgebiete ab, wenn sich das Meer in ihrem bisherigen Verbreitungsgebiet zu stark erwärmt. Solche Veränderungen bei einzelnen Arten wirken sich oft auf die gesamten Abläufe in den

betroffenen Ökosystemen aus, zum Beispiel auf die Nahrungsbeziehungen oder die räumliche Konkurrenz.

Die Neuverteilung der Arten und der Rückgang der Vielfalt im Meer wirkt sich auch auf die sogenannten Ökosystemleistungen aus. So können unter anderem wichtige Lebensgrundlagen der Menschen bedroht werden, wenn zum Beispiel die Produktivität der Fischerei sinkt. Weltweit bieten die Meere vielen Menschen Nahrung. Auch andere Ökosystemleistungen der Meere und Küsten werden beeinträchtigt, wie zum Beispiel der Küstenschutz durch das Schwinden der Mangrovenwälder und die Zunahme von Orkanen.

Auch die Küsten als Lebensraum sind vom Klimawandel betroffen. Der Anstieg des Meeresspiegels führt in niedrig liegenden Gebieten zunehmend zu Überflutungen und Erosion, was schon heute sowohl Auswirkungen auf die Tiere und Pflanzen als auch auf die menschlichen Siedlungen und Städte an der Küste hat.

Wie beeinflusst der Klimawandel die Lebensbedingungen im Meer?

Der Klimawandel hat dazu geführt, dass die globale Durchschnittstemperatur in der Atmosphäre nahe der Erdoberfläche gestiegen ist. Das hat auch zu einer Erwärmung des Ozeans geführt. Dessen Wasser speichert den allergrößten Teil der Energie, die dem Klimasystem der Erde durch den Anstieg der Treibhausgase zusätzlich zugeführt wurde. Vom Temperaturanstieg betroffen ist vor allem das Wasser in der Nähe der Oberfläche. Die obersten 75 Meter sind von 1971 bis 2010 im globalen Durchschnitt um 0,11 Grad Celsius pro Jahrzehnt wärmer geworden.

Der Anstieg des CO₂-Anteils in der Atmosphäre hat zu einer Versauerung des Ozeans geführt. Meerwasser nimmt CO₂ aus der Atmosphäre auf. Dort bildet sich Kohlensäure. Zerfällt diese Verbindung, verändert sich der pH-Wert des Wassers, es wird saurer. Auf diese Weise hat der pH-Wert des oberflächennahen Meerwassers seit Beginn der industriellen Zeit um 0,1 abgenommen. Das entspricht einem Anstieg des Säuregehalts um 26 Prozent.

Die Versauerung stellt insbesondere für Meereslebewesen ein Problem dar, die kalkhaltige Schalen (aus Kalziumkarbonat) bilden. Dazu gehören zum Beispiel Korallen und Muscheln. Für sie wird es mit sinkendem pH-Wert schwieriger, Schalen beziehungsweise Skelette aufzubauen. Denn um ihre kalkhaltigen Skelette aufbauen zu können, benötigen die Korallen bestimmte Moleküle (Karbonat-Ionen) aus dem Meerwasser. Die Konzentration dieser Moleküle ist vom pH-Wert des Wassers abhängig, der wiederum mit dem CO₂-Gehalt der Atmosphäre zusammenhängt. CO₂ löst sich im Wasser und bildet dort Kohlensäure, dadurch sinkt der pH-Wert: Das Wasser wird "saurer" und die Konzentration der Karbonat-Ionen sinkt.

Steigende Temperaturen im Ozean können außerdem das Auftreten von sogenannten toten Zonen verstärken. Damit sind Gebiete mit verringertem Sauerstoffgehalt gemeint. Sie entstehen infolge einer durch den Eintrag von Nährstoffen erfolgten Überdüngung und ein dadurch bedingtes übermäßiges Pflanzenwachstum (zum Beispiel Algenblüten). Durch eine übermäßige Atmung und das Absterben und den Zerfall dieser Wasserpflanzen wird dem Meer Sauerstoff entzogen. Höhere Temperaturen beschleunigen noch den Stoffwechsel von Lebewesen im Meer und damit ihre Sauerstoffaufnahme. Somit werden durch den Klimawandel verschiedene Faktoren beeinflusst, die sich wiederum auf die Lebensbedingungen im Meer auswirken. Die biologische Vielfalt eines Lebensraums im Meer hängt unter anderem von abiotischen Faktoren wie der Wassertemperatur, dem Lichteinfall und der Nährstoffkonzentration ab. Hinzu kommen biotische Faktoren: die Wechselbeziehungen zwischen den einzelnen Arten und Artgenossen. Die Arten einer Lebensgemeinschaft sind mehr oder weniger stark voneinander abhängig.

Wichtige Wechselbeziehungen sind Nahrungsnetze – zum Beispiel Räuber-Beute-Beziehungen – und die Konkurrenz um begrenzte Ressourcen. Grundlage der Nahrungsnetze im Meer ist das aus Algen und Bakterien bestehende Phytoplankton. Es ist zusammen mit dem Zooplankton, wie zum Beispiel dem Krill, Nahrungsgrundlage unter anderem für viele Fische, Vögel und Meeressäuger. Jede Veränderung bei einer Art hat mit hoher Wahrscheinlichkeit auch Auswirkungen auf die anderen Mitglieder des Nahrungsnetzes. Die Folgen von Klimaveränderungen werden sozusagen "von unten nach oben" weitergegeben – vom Plankton über Fische bis hin zu Seevögeln und Meeressäugern.

Was passiert am Great Barrier Reef?

Ein Beispiel für die Auswirkungen veränderter Lebensbedingungen im Meer ist die Entwicklung des Great Barrier Reef in Australien, dem größten Korallenriff der Welt.

Korallenriffe sind die größten von Lebewesen geschaffenen Strukturen der Erde. Korallen sind Nesseltiere, die Kalk bilden – und durch ihr Wachstum Riffe bilden können.

Tropische Korallenriffe wie das australische Great Barrier Reef weisen eine riesige Vielfalt an Tier- und Pflanzenarten auf. Die dort lebenden Fische und andere Meerestiere tragen zur Ernährung von vielen Millionen Menschen bei.

Insbesondere durch die steigenden Wassertemperaturen sind Korallenriffe stark gefährdet. Korallen leben in Symbiose mit bestimmten Algenarten. Diese Algen verleihen den Korallen ihre prächtigen Farben. Bei steigenden Wassertemperaturen kann die Symbiose zusammenbrechen. Die Algen werden aus dem Korallengewebe ausgestoßen. Das weiße Kalkgehäuse, in dem die Nesseltiere leben, kommt dann zum Vorschein. Dies wird als Korallenbleiche bezeichnet. Tritt die Bleiche über einen längeren Zeitraum auf, können die Korallen absterben, und das ganze Ökosystem des Riffs kann zusammenbrechen. Weitere Stressfaktoren für die Korallenriffe stellen die Veränderung des pH-Werts, also die Ozeanversauerung, sowie Verschmutzungen der Meeresumwelt dar.

Seit den 1980er-Jahren wurden besonders großräumige Korallenbleichen beobachtet. Am Great Barrier Reef traten 1998, 2002 und 2015/2016 sowie 2017 Korallenbleichen auf. Hauptursache waren die außergewöhnlich hohen Meerestemperaturen in diesen Zeiträumen.

Die Entwicklung in Nord- und Ostsee

Auch die Ökosysteme in Nord- und Ostsee sind von Klimaveränderungen betroffen. Nord- und Ostsee erwärmen sich besonders schnell, weil sie im Vergleich mit anderen Meeren relativ flach sind.

Die steigenden Wassertemperaturen führen zu einem dazu, dass wärmeliebende Arten einwandern, die ursprünglich nicht in Nord- und Ostsee heimisch sind. Zum anderen wandern heimische Arten in kältere Gewässer im Norden ab. Außerdem verändert sich auch in Nord- und Ostsee der pH-Wert, auch hier stellt die Versauerung ein Problem für kalkbildende Organismen dar. Auch andere Lebewesen sind betroffen. Wenn das Wasser saurer wird, müssen viele Arten mehr Energie aufbringen, um ihre Körperfunktionen zu regulieren. Der Aufwand beeinträchtigt dann unter anderem die Widerstandsfähigkeit gegen andere Umweltbelastungen. Jedoch könnte das zusätzliche gelöste CO₂ einigen Arten nützen, zum Beispiel Seegras und Blaualgen.

In der Nordsee hat sich in den vergangenen Jahrzehnten die durch den Menschen eingeschleppte Pazifische Auster ausgebreitet. Sie wurde zu Zuchtzwecken eingeführt, eine selbstständige Ausbreitung hatte man zuvor wegen der niedrigen Wassertemperaturen im Winter für unwahrscheinlich gehalten. Im Wattenmeer verdrängt die Art zunehmend die heimischen Miesmuscheln, deren Bestände zudem unter den warmen Wintern leiden. Gleichzeitig fressen die heimischen Vogelarten Eiderente und Austernfischer diese klumpig wachsenden Austern nicht, sodass hier Auswirkungen auf die Nahrungsbeziehungen des gesamten Ökosystems beobachtet werden.

Auch auf die Bestände des heimischen Kabeljaus wirken sich die steigenden Temperaturen negativ aus. Kabeljau benötigt im Winter zum Laichen Temperaturen, die nicht mehr erreicht werden. Gleichzeitig wandern wärmeliebende Arten ein wie die Streifenbarbe oder der Wolfsbarsch.

In der Ostsee ist die Wassertemperatur im Vergleich zum vergangenen Jahrhundert um ungefähr zwei Grad Celsius angestiegen. Das hat unter anderem zu einer Ausweitung von sauerstoffarmen toten Zonen geführt.

In der Ostsee herrschen besondere Lebensbedingungen, da der Salzgehalt geringer ist. Die Ostsee ist ein sogenanntes Brackwassermeer. Dort leben sowohl Salzwasser- als auch Süßwasser-Organismen an den Grenzen ihrer jeweiligen Toleranz. Daher sind die Ökosysteme besonders anfällig gegenüber Veränderungen.

Gleichzeitig haben die Klimaveränderungen zum Beispiel Folgen für die Lebensbedingungen der in der Ostsee häufig vorkommenden Fischarten Dorsch und Sprotte. Die Bestände beider Arten waren in den vergangenen Jahrzehnten starken Veränderungen unterworfen.

Allerdings ist es insbesondere im Fall der Ostsee schwer, klare Ursachen für die Veränderungen zu benennen. Denn neben dem Klimawandel wirken sich unter anderem auch Überfischung, Schad- und Nährstoffeinträge und auch der Schiffsverkehr auf die Zusammensetzung der Arten aus.

Wie lassen sich die Ökosysteme im Meer stärken?

Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Meere verdeutlichen die Notwendigkeit von generellen Klimaschutzmaßnahmen: Vorrangig muss die Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre begrenzt werden, um den Klimawandel zu verlangsamen und seine Auswirkungen in Schranken zu halten. Für die Meere kommt es dabei vor allem darauf an, dass die Staaten den Anstieg der weltweiten Mitteltemperatur unter 1,5 Grad Celsius begrenzen, wie im Paris-Übereinkommen vereinbart. Ein zweiter Handlungsbereich ist, die Widerstandsfähigkeit der Meeresökosysteme zu stärken, denn manche Folgen des Klimawandels sind schon heute nicht mehr zu vermeiden. Generell können sich auch Meereslebewesen über lange Zeiträume an Veränderungen in ihren Lebensräumen anpassen. Entscheidend ist, ob sich die Arten schnell genug an die unvermeidlichen Klimaveränderungen anpassen können. Das bedeutet, dass die Meere noch besser als bisher geschützt werden müssen, zum Beispiel vor überhöhten Nährstoffeinträgen – unter anderem aus der Landwirtschaft – sowie vor Schadstoffen, aber auch dem Eintrag von Müll.

Denn der Klimawandel ist einer von mehreren Stressfaktoren für die Meere. Die Ökosysteme sind bereits unter anderem durch Überfischung, Überdüngung, Verschmutzung und die Zerstörung von Lebensräumen unter Druck. Dass sich Ökosysteme an Veränderungen anpassen, kann nur gelingen, wenn sie insgesamt intakt und stabil bleiben. Oft wird dabei der Begriff der Widerstandsfähigkeit oder Resilienz verwendet. Die Umweltpolitik in Deutschland und auf EU-Ebene hat sich zum Ziel gesetzt, einen guten ökologischen Zustand für die europäischen Meere zu erreichen und die biologische Vielfalt zu schützen und erhalten. Das sieht unter anderem die Europäische Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) aus dem Jahr 2008 vor, die zur Zielerreichung das Jahr 2020 vorgibt. Demnach sollen unter anderem schädliche Auswirkungen durch Nähr- und Schadstoffeinträge, aber auch Lärm und Müll reduziert werden. Zudem haben sich die Mitgliedsländer der EU in Form der sogenannten Gemeinsamen Fischereipolitik zum Ziel gesetzt, die Fischerei nachhaltiger zu gestalten, um die Fischbestände und die Meeresökosysteme langfristig zu erhalten und die negativen Auswirkungen der Fischerei auf die Meeresökosysteme auf ein Mindestmaß zu reduzieren.

Auch Meeresschutzgebiete leisten einen wichtigen Beitrag, die Widerstandsfähigkeit der marinen Ökosysteme zu erhöhen, indem sie vor allem menschliche Aktivitäten, die negative Auswirkungen haben, ausschließen oder aber auf ein nachhaltiges Maß begrenzen. So ermöglichen sie den Ökosystemen eine natürliche Entwicklung und Regeneration. Deutschland hat dafür auf Grundlage der europäischen Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-RL) sowohl im Bereich des Weltnaturerbes Wattenmeer als auch in deutschen Gewässern jenseits der Zwölf-Seemeilenzone Schutzgebiete als Bestandteil des europäischen Natura-2000-Netzes ausgewiesen und Regelungen zu ihrem Schutz getroffen.

Weiterführende Links

Bundesumweltministerium: Korallenriffe im Klimawandel

<http://www.bmu.de/themen/umweltinformation-bildung/bildungsservice/aus-der-wissenschaft/korallenriffe-im-klimawandel/> [<http://www.bmu.de/themen/umweltinformation-bildung/bildungsservice/aus-der-wissenschaft/korallenriffe-im-klimawandel/>]

Umweltbundesamt: Klimawandel der Meere

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/gewaesser/meere/nutzung-belastungen/klimawandel-der-meere#textpart-1> [<https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/gewaesser/meere/nutzung-belastungen/klimawandel-der-meere#textpart-1>]

Bundesamt für Naturschutz: Belastungen im Meer

<https://www.bfn.de/themen/meeresnaturschutz/belastungen-im-meer.html>
[<https://www.bfn.de/themen/meeresnaturschutz/belastungen-im-meer.html>]

Forschungsprogramm BIOACID: Biologische Auswirkungen von Ozeanversauerung

<https://www.oceanacidification.de/einfuehrung/> [<https://www.oceanacidification.de/einfuehrung/>]

Great Barrier Reef Marine Park Authority: Managing the Reef (in englischer Sprache)
<http://www.gbrmpa.gov.au/managing-the-reef> [<http://www.gbrmpa.gov.au/managing-the-reef>]

Material herunterladen

Wie wirkt sich der Klimawandel auf Meeresökosysteme aus? - GS / SK (PDF - 0 B)

Unterrichtsvorschläge

Wie wirkt sich der Klimawandel auf Ökosysteme im Meer aus? - SK (PDF - 91 KB)

Was bedeutet der Klimawandel für die Tiere im Meer? - GS (PDF - 0 B)

Zielgruppe

[Grundschule](#) | [Sekundarstufe](#)

Fächer

[Biologie](#) | [Chemie](#) | [Geografie](#) | [Sachunterricht](#)

Schlagwörter

[Artenvielfalt](#) | [Artensterben](#) | [Biodiversität](#) | [Fische](#) | [Klimawandel](#) | [Lebensraum](#) | [Meer](#) | [Ökosystem](#) | [Ozeane](#) | [Korallenriff](#)
