

Ozeane unter Stress

Sie galten bis in die jüngste Vergangenheit als unerschöpflich und immun gegenüber den Einflüssen des Menschen. Heute wissen wir, dass die Ozeane beides nicht sind, sondern höchst fragile, in ihrer Existenz bedrohte Ökosysteme, deren Intaktheit von zentraler Bedeutung für das System Erde als Ganzes ist.

Seit 1992 im Rahmen der Weltumweltkonferenz von Rio de Janeiro das Nachhaltigkeitsprinzip als globale Handlungsmaxime der Weltgemeinschaft für das 21. Jahrhundert beschlossen und der 8. Juni zum „Tag der Ozeane“ erkoren wurde, dient dieser Wissenschaftlern wie Umweltorganisationen seither dazu, Bilanz zu ziehen. Und diese Bilanz fällt Jahr für Jahr schlechter aus. Unmissverständlich deutlich lautet inzwischen der Tenor dieser Gremien: das Ökosystem Ozean ist durch jahrzehntelange Vermüllung, Überfischung und die anhaltend hohe Aufnahme von CO₂-Emissionen nicht nur belastet, sondern es ist in seiner Existenz ernsthaft gefährdet!

Ursache dieser besorgniserregenden Diagnose ist dabei nicht eine, sondern eine ganze Reihe von Fehlentwicklungen, die in der Summe dazu führen, dass die Ozeane „geplündert, verschmutzt und zerstört“ werden und ihre Zukunft „zu hoch, zu warm,



Abb. 1: Traumstrand in der Karibik

zu sauer“ sein wird, wie es der World Wide Fund-Report 2007 bzw. das Sondergutachten 2006 des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen auf den Punkt brachten.

Vermüllung der Meere

Mit der Nutzung der Ozeane durch den Menschen geht meist auch deren Verschmutzung einher. Solange diese Verschmutzungen quantitativ begrenzt und stofflich abbaubar sind, resultiert daraus kein Bedrohungsszenario für das Ökosystem Ozean. Dies änderte sich jedoch mit der Erfindung sowie dem massenhaften Gebrauch von Kunststoffen zu Beginn des 20. Jahrhunderts und deren Entsorgung ins Meer. Nach wissenschaftlichen Erkenntnissen werden Kunststoffe im Ozean zwar durch den Einfluss des Sonnenlichtes und des Salzwassers sowie die mechanische Beanspruchung infolge der Brandung zerkleinert, jedoch frühestens nach 500 Jahren stofflich zersetzt. Dies bedeutet, dass alle jemals ins Meer entsorgten Kunststoffe heute entweder dort oder aber entlang der Küsten vorhanden sind. So wurde Ende der



Abb. 2: Müllsammler an der Küste, eine Aktion von "Green Ocean"

1990er-Jahre im Nordost-Pazifik eine Mülldichte von 46 000 Plastikteilen pro km² ermittelt. Untersuchungen der Universitäten in Plymouth und Tokio ergaben zudem, dass Sand- und Kiesstrände an vielen Stellen der Erde heute bereits bis zu zehn Volumenprozent aus Kunststoffpartikeln bestehen.

Derzeit treiben 100 Mio. Tonnen in den Ozeanen und werden nach den vorherrschenden Meeresströmungen weitertransportiert oder aber konzentriert. So haben sich sowohl im nordöstlichen als auch im nordwestlichen Pazifik Müllstrudel entwickelt, deren Ausmaße kontinentale Dimensionen angenommen haben. Die darin enthaltenen Millionen Tonnen Kunststoffmüll darf man sich nicht als flächendeckend vorstellen. Vielmehr sind diese einer „Müllsuppe“ vergleichbar, die die obersten zehn Meter des Meeres umfasst. Diese Verschmutzung der Ozeane mit Kunststoffen zieht ihrerseits weitere Probleme nach sich. So haben britische Wissenschaftler festgestellt, dass durch Sonneneinstrahlung und Meereswasser partiell zersetzte Plastikteile als Fallen für toxische Stoffe – insbesondere DDT und PCB – wirken und somit diese konzentrieren. Über die Aufnahme durch Meereslebewesen gelangen diese Stoffe in die Nahrungskette und kontaminieren letztlich auch die Nahrung für uns Menschen.

Da Plastikkleinteile, etwa Flaschendeckel, Feuerzeuge und andere „kulturelle Hinterlassenschaften unserer Zeit“ in Küstennähe vielfach von Vögeln als vermeintliche Nahrung aufgenommen und an Jungtiere verfüttert werden, füllen sich deren Mägen nicht nur mit nicht verwertbaren, sondern zudem mit toxischen Substanzen. Immer wieder wurden etwa an den Nordküsten der hawaiianischen Inseln in den letzten Jahren Laysan Albatross-Kadaver gefunden, deren Mägen mit Kunststoffteilen überfüllt waren, sodass für wirkliche Nahrung kein Platz mehr verfügbar war und diese Tiere verhungerten.

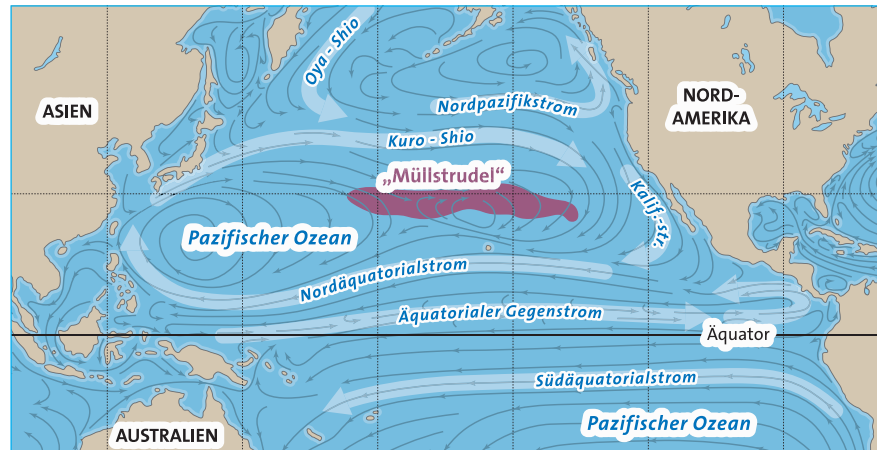


Abb. 3: Der „Müllstrudel“ im Pazifik

Übernutzung der Meere

Die Übernutzung der Meere erfolgt sowohl im Bereich der Rohstoffgewinnung als auch hinsichtlich der Fischerei. Dabei steht einerseits die quantitative Dimension der Rohstoffgewinnung in der Kritik und andererseits die nicht-nachhaltige, sondern zerstörerische Gewinnung der marinen Reserven, sei es im Bereich der Öl- und Gasförderung oder der Gewinnung von Manganknollen am Meeresgrund.

Im Rahmen der Hochseefischerei verursacht der Einsatz von tonnenschweren Bodenschleppnetzen, Ketten und über den Meeresboden gezogenen Stahlplatten zum Teil irreversible Schäden, da die Regenerationsfähigkeit der Ökosysteme auf Dauer geschädigt oder gar vollkommen zerstört wird. Über 150 Mio. Tonnen

Fische und andere Meerestiere holen legale und illegale Fangflotten und Fischer jedes Jahr aus den Weltmeeren. Da nachhaltige Fischerei kaum angewandt wird, werden rund 20 Prozent dieser gewaltigen Menge als nicht gewünschter „Beifang“ ungenutzt ins Meer zurückgeworfen. Außerdem werden nur vereinzelt Aufzuchtgebiete geschützt und schonende Fangmethoden angewandt. Manche Fischarten wie Thunfisch, Marlin, Schwertfisch und Kabeljau sind um über 90 Prozent geschrumpft, viele andere Meeresbewohner vom Aussterben bedroht. So ging seit 1970 etwa ein Drittel aller marinen Arten verloren. Besonders gefährdet ist dabei die Existenz der Korallenriffe, die als hochsensible Ökosysteme sowohl auf die mechanische Beanspruchung als auch auf die thermische und chemische Veränderung der Ozeane reagieren.



Abb. 4: Verendet am Wohlstandsmüll

Versauerung der Meere

Der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) hat in seinem Sondergutachten über die Meere bereits im Jahr 2006 festgestellt, dass sich das chemische Milieu der Ozeane verändert hat. Ausgehend von einem leicht alkalischen pH-Wert der vorindustriellen Meere von 8,18 ist heute ein um 0,11 pH-Einheiten niedrigerer Wert zu konstatieren. Als Ursache dieser Veränderung gilt die erhöhte CO₂-Aufnahme der Ozeane infolge der gestiegenen Treibhausgasemissionen sowie die Erwärmung der Meere. Hält diese Entwicklung der vergangenen 200 Jahre an und gelingt es zugleich nicht, den

CO₂-Ausstoß zu reduzieren, so dass die Treibhausgaskonzentration der Atmosphäre von derzeit 385 ppm bis zum Ende des Jahrhunderts auf 650 ppm ansteigt, erwarten die Ozeanographen eine weitere Absenkung des pH-Wertes und damit die voranschreitende Versauerung der Ozeane.

Die Konsequenzen einer solchen Entwicklung zöge vielfältige Veränderungen für das marine Leben nach sich und wäre in der Summe fatal. So ist aus Laboruntersuchungen bekannt, dass die Produktivität von Algen, die Stoffwechselraten von Zooplankton und Fischen sowie die Reproduktion von Muscheln vermindert würde. Da Kalk mit zunehmender Versauerung nicht mehr gebildet werden kann und vorhan-

dener Kalk sich in einem solchen chemischen Milieu auflösen beginnt, die Mehrzahl der marinen Fauna aber Kalkskelette aufweist, zöge die anhaltende Versauerung der Meere ein Artensterben nach sich.

Funktion der Meere

Zweifelsohne stehen die Ozeane angesichts dieser massiven Belastungen, zu denen noch die überbordende Bebauung vieler Küstenabschnitte mitsamt ihrer negativen kleinräumigen Auswirkungen hinzukommt, unter Stress; unter Umständen sind sie gar in ihrer Existenz als uns vertrautes Ökosystem bedroht. Dabei dürfen die Ozeane nicht als isoliertes Element des Öko-

Funktionen und Nutzung	Funktion und Nutzungsbeispiele	
	Ozeane	Küstengewässer
Regulationsfunktion		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Regulation der lokalen Energie- und Stoffbilanz ▪ Regulation der chemischen Zusammensetzung von Meerwasser ▪ Regulation des Wasseraustauschs zwischen Land und Meer ▪ Speicherung bzw. Verteilung von Nährstoffen und organischer Substanz ▪ Regulation der biotischen Nahrungsgesetze ▪ Nähr- und Schadstofffilterung ▪ Erhaltung von Lebens- und Aufwuchsräumen ▪ Erhaltung der Artenvielfalt 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wärmetransport durch Meeresströmungen ▪ Ablagerung von Karbonaten und Salzen auf dem Meeresboden ▪ Meeresverdunstung als Motor des globalen Wasserkreislaufs ▪ Ablagerung großer Mengen biogener Sedimente in Tiefseebecken ▪ Vorhandensein spezieller Laichgebiete ▪ Sedimentation von Schwermetallen und Plankton ▪ Regionale Vielfalt thermischer, chemischer u. a. Bedingungen ▪ Freie Fluktuation von Arten horizontal und vertikal 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sedimentablagerung am Kontinentalschelf ▪ Eintrag von Süßwasser an Flussmündungen, Ablagerung von biogenem Schlack und Sediment ▪ Oszillation der Salz-Süßwassergrenze ▪ Bindung von festländischen Nährstoffen an Sedimentpartikeln ▪ Verzahnung von Laich- und Aufwuchsräumen ▪ Existenz flacher Flutsäume ▪ Großräumige Ökosysteme ▪ Entwicklung raumspezifischer Artenvielfalt
Produktions- und Nutzungsfunktion		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Produktion von Trink- und Brauchwasser ▪ Nahrungsproduktion ▪ Produktion von Rohstoffen, Baumaterial, usw. ▪ Produktion biologisch-genetischer Ressourcen ▪ Raum- und Ressourcenangebot für Menschen ▪ Energienutzung ▪ Transport ▪ Tourismus und Erholung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Meerwasserentsalzung ▪ Hochseefischerei, Großalgenernte ▪ Manganknollen, Öl, Gas, Gashydrat ▪ langzeitliches Überleben von Arten ▪ Förderplattform ▪ Vertikaler Wärmeaustausch in Warmwassergebieten ▪ Seeverkehr ▪ Kreuzfahrten 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Meerwasserentsalzung in Ballungs- und Trockengebieten ▪ Küstenfischerei ▪ Aquakultur ▪ Sand, Korallenkalk, Mangrovenhölzer ▪ Ausprägung vielfältiger Artenspezifizierungen ▪ Küsten- und Inselnsiedlungen, Subsistenzwirtschaft, Häfen ▪ Gezeitenkraftwerke, Onshore- und Offshore-Windkraftanlagen ▪ Küstenschifffahrt ▪ Feriencentren, Segeln, Surfen

Abb. 5: Funktion und Nutzung der Meere

Verändert nach: Horst Stern u. a.: Weltmeere und Küsten im Wandel des Klimas. In: Petermanns Geographische Mitteilungen, Pilotheft 2000, Gotha, Klett-Perthes 1999, S. 27



Abb. 6: Intaktes tropisches Korallenriff

systems Erde gesehen werden. Vielmehr sind sie ein vitaler Teil dieses Systems selbst und zu einem großen Teil unser Lebenserhaltungssystem. Denn die Ozeane liefern große Anteile des Sauerstoffs und der Nahrung und sind – neben vielen anderen Funktionen – ein elementarer Baustein des globalen Klimasystems. Der Erhalt der Ozeane muss folglich im ureigensten Interesse der Menschheit selbst liegen.

Was tun?

Die Lösungsstrategien zum Schutz und zur Bewahrung der Ozeane müssen der Vielfältigkeit ihrer Belastungen und Bedrohungen entsprechen und integrativ aufeinander abgestimmte Teilstrategien umfassen.

So werden zur Eindämmung der Vermüllung der Meere primär Vermeidungsstrategien diskutiert: Im einzelnen sind das Produktions- und Gebrauchsverbot von Plastiktüten, die Herstellung von biologisch abbaubaren Bioplastikprodukten, die strikte Kontrolle von Müllbilanzen aller Schiffe, die kostenfreie Entsorgung von Müll in allen Häfen, der Aufkauf

von im Meer gefundenem Müll sowie die drastische Reduktion weiterer Müllentsorgung ins Meer.

Hinsichtlich der Übernutzung der Meere müssen umgehend nachhaltige Methoden der Fischereiwirtschaft sowie der mineralischen Rohstoffgewinnung im Meer verpflichtend umgesetzt werden. Diese reichen von der Verkleinerung der Fangflotten, der Begrenzung der Fangzeiten und -mengen, dem Verbot von selektiven Fangzügen und Bodenschleppnetzen über das totale Fangverbot bedrohter Arten, der Einrichtung von Regenerationsphasen und -räumen, der Vergabe von Umweltsiegeln, der Entwicklung geeigneter Fangnetze bis hin zur Verwendung aller gefangenen Fische, also auch des „Beifangs“.

Die drohende Versauerung der Meere ist im Kontext des Klimawandels zu sehen. Folglich kann nur durch die drastische Reduktion von Treibhausgasemissionen im Allgemeinen und die CO₂-Emissionen im Besonderen sowohl die weitere Erwärmung der Meere als auch die Verschiebung des chemischen Milieus der Ozeane vom leicht alkalischen in Richtung des sauren Milieus vermieden werden.



Abb. 7: Zerstörtes tropisches Korallenriff

Der Autor: Dr. Thomas Hoffmann, StD
Lehrbeauftragter für Geographie am Staatlichen Seminar für Didaktik und Lehrerbildung (Gymnasien), Karlsruhe

Literaturhinweise

- Rahmstorf, Stefan und Katherine Richardson: Wie bedroht sind die Ozeane? Biologische und physikalische Aspekte. Frankfurt/Main 2007
- Rodenberg, Hans-Peter: See in Not. Die größte Nahrungsquelle des Planeten. Hamburg 2004
- UNEP: Marine Litter: A Global Challenge. Nairobi 2009
- WBGU: Die Zukunft der Meere – zu warm, zu hoch, zu sauer. Berlin 2006
- WWF: Unsere Ozeane: geplündert, verschmutzt und zerstört. Hamburg 2007

Hinweis:

Ab 15.10.2009 steht ein weiterer interessanter Beitrag zum Thema "Galapagos – Weltnaturerbe in Gefahr" von Herrn E. Brodungeier zum Download zur Verfügung.

Teste dein Wissen zu den Weltmeeren

Die Ozeane bedecken etwa 70 Prozent der Erdoberfläche. Dennoch birgt dieser riesige Lebensraum noch immer eine Fülle von Geheimnissen und ist erst in Ansätzen erforscht. Teste dein eigenes Wissen über die Meere, ihre Bedeutung für das System Erde und damit letztlich für uns Menschen. Kreuze die richtigen Aussagen an.

- Das Kaspische Meer und das Tote Meer sind Seen.
- Der Indische Ozean ist etwa doppelt so groß wie der Atlantische Ozean.
- Das Rote Meer, das Schwarze Meer und das Gelbe Meer haben ihren Namen aufgrund der jeweils vorherrschenden Färbung des Meerwassers durch lokale Algenarten.

- Die größten Meerestiefen erreichen mehr als 11 000 Meter.
- Die größten Meerestiefen finden sich entlang von tektonisch verursachten Tiefseegräben.
- Die größten Meerestiefen liegen jeweils im Zentrum der Ozeane.

- Der Salzgehalt der Ozeane ist überall gleich.
- Es bestehen regional große Unterschiede hinsichtlich des Salzgehaltes der Meere.
- Der Salzgehalt steigt mit der Meerestemperatur an.

- Der Fischreichtum der Ozeane ist unerschöpflich.
- Die Fischbestände der Meere erholen sich in dem Maß, in dem sie von der Fischereiwirtschaft befischt werden.
- Die Überfischung der Meere ist eine der globalen Herausforderungen unserer Zeit.

- Weltweit leben mehr Menschen an Küsten als im Binnenland.
- Weltweit leben mehr Menschen im Binnenland als an Küsten.
- Weltweit leben etwa gleich viele Menschen an Küsten bzw. in Binnenregionen.

- Die Ozeane sind angesichts ihrer Größe und Tiefen eine optimal geeignete Mülldeponie.
- Die Entsorgung von Müll jeglicher Art in die Ozeane ist strikt untersagt.
- Die Entsorgung von Müll in die Meere hat im Nordostpazifik einen "Müllstrudel" in der Größe Mitteleuropas entstehen lassen.

- Der Klimawandel führt allein durch die Erwärmung der Meere zum Anstieg des Meeresspiegels.
- Der Klimawandel führt zur Entstehung eines weiteren Ozeans.
- Der Klimawandel hat ausschließlich Auswirkungen auf die tropischen Regionen der Erde.

- Die Ozeane nehmen große Mengen von Kohlenstoffdioxid auf und stabilisieren so das Weltklima.
- Die Ozeane haben keinerlei Funktion im Klimasystem der Erde.
- Die Ozeane sind neben den Waldregionen die größten Sauerstoffproduzenten des Ökosystems Erde.

- Die Meeresfischerei ist von existenzieller Bedeutung für die ausgeglichene Ernährung vieler Gesellschaften.
- Die Meeresfischerei deckt im Vergleich zur Süßwasserfischerei nur etwa 37 Prozent des weltweiten Bedarfs an Fisch.
- Die Meeresfischerei ist mit Abstand bedeutender als die Süßwasser- oder Binnenfischerei.

- Es ist unmöglich, dass wir Menschen die chemischen Verhältnisse der Weltmeere verändern können.
- Wir Menschen können durch unsere Lebensweise sogar den Chemismus der Weltmeere verändern.
- Aufgrund unserer Lebensweise haben wir das leicht alkalische Milieu der Weltmeere bereits um mehr als eine pH-Wert-Dezimale in Richtung des sauren Milieus verändert.

Name: _____

Klasse: _____

Datum: _____



© Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart 2009. | www.klett.de
 Alle Rechte vorbehalten. Von dieser Druckvorlage ist die Vervielfältigung für den eigenen Unterrichtsgebrauch gestattet. Die Kopiergebühren sind abgegolten.
 Für Veränderungen durch Dritte übernimmt der Verlag keine Verantwortung.

Arbeitsblatt

Der Test auf diesem Arbeitsblatt kann auch interaktiv bearbeitet werden!

Die Lösungen und die interaktive Version des Arbeitsblattes finden Sie online unter den Online-Link 999191-0001.