

## Ozeanversauerung – das andere CO<sub>2</sub> Problem

Stand: 19. November 2013

### Die Ozeanversauerung

Vielen Menschen ist der fortschreitende Klimawandel ein Begriff - das Ansteigen der Temperatur (des Meeres und der Luft), hervorgerufen durch Treibhausgase wie Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) und Methan, die z.B. beim Verbrennen von Kohle und Erdöl und durch Abgase frei werden. Wir wissen, dass ein Anstieg der Temperatur gravierende Folgen haben könnte. Das Eis der Pole schmilzt, der Meeresspiegel steigt, Klimazonen ändern sich, sogar Meeresströmungen könnten ihren Verlauf wechseln. Weniger bekannt ist hingegen die schleichende Versauerung unserer Meere, das sogenannte andere CO<sub>2</sub>-Problem („the other CO<sub>2</sub> problem“).

Auch hier ist das berüchtigte CO<sub>2</sub> verantwortlich. Es ist in diesem Fall sogar die alleinige Ursache. Der CO<sub>2</sub>-Gehalt in der Atmosphäre steigt und steigt und da der Ozean so lange CO<sub>2</sub> aufnimmt, bis er mit der Atmosphäre im Gleichgewicht steht, löst sich immer mehr CO<sub>2</sub> im Meer. Das verändert die gesamte Wasserchemie und hat zur Folge, dass unsere Meere saurer werden (mehr zur Chemie gibt es z.B. hier: [http://de.wikipedia.org/wiki/Ozeanversauerung#Chemischer\\_Prozess\\_der\\_Versauerung](http://de.wikipedia.org/wiki/Ozeanversauerung#Chemischer_Prozess_der_Versauerung)). Beschrieben wird der Säuregrad (bzw. der Basegrad) mittels pH-Wert: je niedriger dessen Wert, desto saurer eine Flüssigkeit. In den letzten Jahrzehnten ist der pH-Wert der Meere deutlich messbar gesunken. Vor der Industrialisierung hatte das Oberflächenwasser der Meere einen durchschnittlichen pH-Wert von etwa 8.16. Derzeit hat es einen pH-Wert von etwa 8.08. Zwar erscheint die durchschnittlich Abnahme von „nur“ knapp 0.1 zunächst eine sehr geringe Reduzierung, aber man muss berücksichtigen, dass die pH-Wert Skala eine logarithmische ist. Das bedeutet, dass eine Reduzierung um 0.1 des pH-Werts einer Verzehnfachung des Säuregehaltes des Meerwasser entspricht. In den nächsten 100 bis 200 Jahren soll der pH-Wert um weitere 0.1 – 0.3 Punkte fallen, vielleicht sogar mehr, je nach dem ob wir es schaffen, den CO<sub>2</sub> Ausstoß deutlich zu senken.

### Welchen Einfluss hat die Ozeanversauerung auf Meeresorganismen?

Unzählige Meeresorganismen bilden Strukturen aus Kalk (Kalziumkarbonat), die für sie überlebenswichtig sind. Muscheln und Schnecken bauen daraus ihre Schalen bzw. Häuser. Seeigel und Seepocken haben ein Kalk-Außenskelett, das ihnen Halt gibt. Viele Planktonorganismen – die Grundlage der Nahrungspyramide unserer Meere – bilden Kalkstrukturen, die sie schützen und stabilisieren.

Die möglichen Auswirkungen sind schwer abzusehen, und sogenannte „Feedback“ Mechanismen, also Rückkoppelungen oder Verstärkungen bestimmter chemischer Prozesse, machen eindeutige Aussagen und Prognosen nicht leichter. Die Bildung von Kalk durch Organismen kostet diese viel Energie. Ein erniedrigter pH-Wert führt ab einer bestimmten Schwelle zum Ansteigen des Energiebedarfes. Und Energie – also Nahrung – ist eine schwer umkämpfte Ressource. Kleine Kalkalgen, Bestandteil des Phytoplankton, also des Kleinstplanktons aus Pflanzen, könnten instabile Skelette oder Schwimmstrukturen bilden. Freischwimmende Larven von Seeigeln und anderer kalkbildender Bodenorganismen, die Bestandteil des Zooplanktons, des tierischen Planktons, sind, könnten in ihrer Entwicklung beeinträchtigt sein. Vor kurzem veröffentlichte Studien haben gezeigt, dass es bereits erste Anzeichen für diese Auswirkungen der Ozeanversauerung gibt.

### **Auswirkungen der Ozeanversauerung in der Tiefsee**

Das Wasser in den dunklen Tiefen der Ozeane besitzt einen deutlich niedrigeren pH-Wert als das Oberflächenwasser. Zum einen fehlt in der Tiefsee die Photosynthese der Algen, welche CO<sub>2</sub> aus dem Wasser zieht, und zum anderen wird CO<sub>2</sub> bei der Atmung und dem Abbau von organischem Material frei. Ab einem bestimmten pH-Wert geht Kalk wieder in Lösung. Das heißt, die Kalkstrukturen lösen sich auf. Wann das passiert, hängt von unterschiedlichen Faktoren ab, wie zum Beispiel von der Tiefe des Wassers, von seiner Temperatur - je niedriger Temperatur, je tiefer das Wasser, desto mehr CO<sub>2</sub> ist im Wasser gelöst - und von der Kristallstruktur des Kalks. Ist der jeweilige pH-Schwellenwert überschritten, fangen die Kalkstrukturen an, sich aufzulösen. Es ist bisher fraglich, ob und inwieweit die betroffenen Organismen diesem Auflösen durch die Neubildung von Kalk entgegenwirken können.

Besonders betroffen von der Ozeanversauerung könnten die tiefen Riffe der Nordsee sein. Kaltwasserkorallen und andere Organismen erhalten ihre Stabilität durch ein Kalkskelett. Sie bilden mit ihren Skeletten feste Strukturen in der kargen Unterwasserwelt der Tiefsee. Diese Strukturen sind Habitat-Oasen, welche Wohnraum und Nahrung für zahlreiche Tierarten bieten. Außerdem sind sie die Kinderstube vieler – auch kommerziell genutzter – Fischarten. Die tiefen Riffe sind schon jetzt durch die „deep-sea bottom trawls“, das Fischen mit Grundschieppnetzen in der Tiefsee, bedroht und gebietsweise stark geschädigt. Diese Art der Tiefseefischerei ist alles andere als nachhaltig und der Schaden den wir anrichten ist schwer abzuwägen. Das ist insofern beunruhigend, als die Regeneration in der Tiefsee nur langsam erfolgt, denn die kalten Temperaturen und das begrenzte Nahrungsangebot sorgen für ein generell langsames Wachstum. Mit der Ozeanversauerung kommt nun ein zusätzlicher Stressfaktor auf diese Lebensräume zu.

### **Fischerei und Nahrungsnetze**

Eine besondere Aufmerksamkeit der Wissenschaft (und der Ökonomen) gilt den sogenannten „upwelling“ Regionen. Dort kommt nährstoffreiches Tiefenwasser an den Küsten nach oben und sorgt für ein Nährstoffangebot, welches vielen kommerziellen Fischen als Nahrungsgrundlage dient. Solche fruchtbaren Auftriebsgebiete gibt es in unterschiedlicher Ausdehnung und sie finden sich auch in der Nord- und Ostsee. Generell ist das durch „upwelling“ nach oben getragene Tiefen-Wasser saurer als

das normale Oberflächenwasser (siehe oberer Abschnitt zu niedrigem pH-Wert in der Tiefe). Eine weitere Reduzierung des pH-Wert könnte hier Konsequenzen auf das Nahrungsangebot und somit auf das ganze Nahrungsnetz haben. Das wiederum würde sich auch ökonomisch auswirken.

Die Fischbestände unserer Meere sind in den letzten Jahrzehnten stark dezimiert worden. In der Ostsee sind zwei Drittel, in der Nordsee sogar drei Viertel der Fischbestände überfischt. Das heißt, es wird mehr Fisch gefangen als nachwachsen kann. Wenn sich nun das Nahrungsangebot in den bisher fruchtbaren Auftriebsgebieten verringert, kann das negative Folgen für die sowieso schon mageren Bestände haben. Außerdem kann sich das auf die Nahrungsnetze von Nord- und Ostsee auswirken. Das wiederum könnte Konsequenzen für die kleinste pflanzliche Alge bis hin zu der Spitze der Nahrungskette, den Großfischen (wie Makrele, Stör oder Heringshai) und Meeressäugern (wie Kegelrobbe oder Schweinswal), haben.

### **Auswirkungen der Ozeanversauerung auf die Küstenregionen**

Wie kann sich eine Versauerung der Ozean auf die Küstenregionen auswirken? Dort gibt es vom Strand bis ins tiefere Wasser unzählige kalkbildende Organismen wie Muscheln, Schnecken, Krebse, Seepocken, Kalkalgen und viele andere, die für ein funktionierendes Ökosystem wichtig sind. Kleinstorganismen, welche in den Sandzwischenräumen leben, sind oft auf ein Kalkgehäuse angewiesen. Auch kommerziell wichtige Arten wie Miesmuscheln oder Taschenkrebse könnten sich durch die Ansäuerung unserer Meere weniger zahlreich fortpflanzen oder in ihrem Wachstum gehemmt sein.

Andererseits wird es auch sogenannte 'Gewinner' des Klimawandels geben. Der erhöhte CO<sub>2</sub>-Gehalt des Wassers könnte Pflanzen einen Wachstumsschub verleihen. Entsprechende Untersuchungen gibt es schon zu Seegras. Wenn einige Arten im Vorteil sind und andere benachteiligt werden, ist es wiederum sehr wahrscheinlich, dass sich die Artenzusammensetzung ändern wird.

Da jede Art eine eigene Nische ausfüllt, also eine eigene Aufgabe im Ökosystem hat, wird eine Änderung der Artengemeinschaft unabsehbare Folgen haben. Dabei ist die Versauerung unserer Ozeane nicht der einzige Stress, mit dem vor allem Organismen in den Küstengebieten zu kämpfen haben. Der zu erwartende Temperaturanstieg wirkt sich im flachen Wasser besonders stark aus. Zudem sind die Organismen der Küstenregionen oft durch Verschmutzungen, Verlust des Lebensraumes (z.B. Küstenverbau, Anstieg des Meerwasserspiegels) und der Konkurrenz durch eingeschleppte Arten weiter gefährdet.

### **Was können wir tun?**

Die einzige Möglichkeit, eine zunehmende Versauerung der Meere zu vermindern ist eine Reduzierung des weltweiten CO<sub>2</sub>-Ausstoßes. Jeder einzelne kann dazu beitragen. Zusätzlich kann ein umfassendes Monitoring der Artengemeinschaften unserer Küsten frühzeitig eintretende Veränderungen erfassen. Da die Prozesse der Ozeanversauerung (wie auch Temperatur- und

Meeresspiegelanstieg), nicht überall gleichmäßig verlaufen, könnte es sinnvoll sein, Schutzgebiete – Refugien – in Gebieten einzurichten, in denen die Versauerung weniger schnell voranschreitet.

**Weitere Informationen zur Ozeanversauerung:**

Report of the International Panel on Climate Change (IPCC) Workshop on the Impacts of Ocean Acidification on Marine Biology and Ecosystems in Okinawa, Japan (17–19 January 2011, auf englisch):

<https://www.ipcc->

[wg1.unibe.ch/publications/supportingmaterial/OceanAcidification\\_WorkshopReport.pdf](https://www.ipcc-wg1.unibe.ch/publications/supportingmaterial/OceanAcidification_WorkshopReport.pdf)

**Links:**

„Upwelling“:

<http://en.wikipedia.org/wiki/Upwelling>

Nordsee:

[http://www.bund.net/themen\\_und\\_projekte/meeresschutz/nordsee/](http://www.bund.net/themen_und_projekte/meeresschutz/nordsee/)

[http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/meere/20100500\\_meere\\_einblick\\_nordsee\\_broschuere.pdf](http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/meere/20100500_meere_einblick_nordsee_broschuere.pdf)

Ostsee:

[http://www.bund.net/themen\\_und\\_projekte/meeresschutz/ostsee/](http://www.bund.net/themen_und_projekte/meeresschutz/ostsee/)

Meeresstrategie-rahmenrichtlinie:

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:164:0019:0040:de:PDF>

Positions-Papier MSRL (BUND)

[http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/meere/20120502\\_meeresschutz\\_umsetzung\\_msrl\\_position.pdf](http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/meere/20120502_meeresschutz_umsetzung_msrl_position.pdf)

**Literatur:**

Davies AJ, Roberts JM, Hall-Spencer J (2007) Preserving deep-sea natural heritage: Emerging issues in offshore conservation and management. *Biological Conservation* 138: 299-312

Dickson RR, Kelly PM, Colebrook JM, Wooster WS, Cushing DH (1988) North winds and production in the eastern North Atlantic. *Journal of Plankton Research* 10 (1): 151-169

Lehmann A, Myrberg K (2008) Upwelling in the Baltic Sea – a review. *Journal of Marine marine Systems*, 74: 3-12.

Hall-Spencer J, Allain V, Fossa JH (2002) Trawling damage to Northeast Atlantic ancient coral reefs. *Proceedings of the Royal Society London*, 269: 507-511

Roberts JM, Long D, Wilson JB, Mortensen PB, Gage JD (2003) The cold-water coral *Lophelia pertusa* (Scleractinia) and enigmatic seabed mounds along the north-east Atlantic margin: are they related? *Marine Pollution Bulletin*, 46(1): 7-20

**Kontakt und weitere Informationen:**

Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND)  
AG Klimaänderung und Küstennaturschutz

[AG-KliKueNa@bund.net](mailto:AG-KliKueNa@bund.net)

[http://www.bund.net/ueber\\_uns/arbeitskreise/meer\\_und\\_kueste/](http://www.bund.net/ueber_uns/arbeitskreise/meer_und_kueste/)