

Hintergrundinformationen des Deutschen Klima-Konsortiums
und des Konsortiums Deutsche Meeresforschung

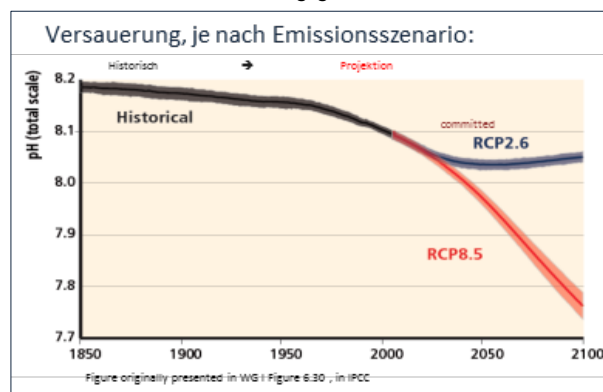
Ozeanversauerung - das andere CO₂-Problem

Prof. Dr. Hans-Otto Pörtner, Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung
Prof. Dr. Ulf Riebesell, GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel

Die Bedeutung der Ozeane für die Menschheit ist fundamental. Sie sind zentrale Komponenten im globalen Klimageschehen und fungieren als Senke für Kohlenstoffdioxid (CO₂). Täglich entziehen die Ozeane der Atmosphäre 24 Millionen Tonnen CO₂ und haben seit Beginn der Industrialisierung etwa 30 % des anthropogen erzeugten CO₂ aufgenommen. Dadurch mildern Ozeane den Klimawandel ab. Dieser auf den ersten Blick vorteilhafte Effekt hat eine Kehrseite: **die Ozeane versauern**. Im Wasser gelöst, reagiert das CO₂ zu Kohlensäure, wodurch der Säuregehalt des Meerwassers allmählich steigt. „Versauerung“ beschreibt die Abnahme des pH-Wertes als Maß für den Säuregehalt auf einer logarithmischen Skala. Die bisherige Versauerung des Ozeans von einem pH-Wert von 8,2 auf 8,1 erfolgte im Vergleich zu vorindustrieller Zeit um ca. 30 %.

Erdgeschichtlich einzigartig ist das **Maß der Veränderung**: Die derzeitige Versauerung ist auf erdgeschichtlichen Zeitskalen ein ungewöhnlich schneller Prozess. Sie ist eine zentrale Komponente der globalen Klimaveränderungen im Ozean; und der vom Menschen verursachte Klimawandel ist Teil vielfältiger menschengemachter Veränderungen in der globalen und regionalen Meeresumwelt. Abhängig vom Ausmaß des CO₂-Anstiegs in der Atmosphäre ergeben sich im Zusammenwirken von Erwärmung und Versauerung gesteigerte Risiken.

Bei weiterhin ungebremsten CO₂-Emissionen (Szenario *RCP8.5* der Grafik 1) würde die Versauerung bis zum Ende dieses Jahrhunderts um einen Faktor von mehr als 2 erfolgen, das heißt der pH-Wert der Ozeane würde voraussichtlich um weitere 0,3 bis 0,4 Einheiten abnehmen. Nur mit **ambitionierter Reduktion der CO₂-Emissionen** könnte dieser Trend eingedämmt werden.



(1) Grad der Versauerung unterschiedlicher Emissionsszenarien, H.-O. Pörtner 2015, nach IPCC (2014)

Welche Auswirkungen sind zu erwarten?

Der höhere Säuregrad des Meerwassers hat einen negativen Einfluss auf zahlreiche Arten, insbesondere die Kalkschalenträger. Bei Feldexperimenten in Norwegen zählten vor allem die Flügelschnecken und Kalkalgen zu den Verlierern. Betroffen sind auch Mollusken (Weichtiere) wie Schnecken, Muscheln und Kopffüßer, aber auch Crustaceen (Krebstiere) wie Krabben, Krill oder Ruderfußkrebse, oder die frühen Lebensstadien einiger Fische. Viele Arten sind sensibel für kleine Veränderungen des Säuregrades, generell besonders in frühen Stadien ihrer Entwicklung. An ihnen lässt sich die verminderte Fähigkeit beobachten, Schalen oder Skelette zu bilden oder sie zu erhalten. Eingeschränktes Wachstum, reduzierte Überlebensfähigkeit bis hin zu lokalen Bestandsverlusten können die Folgen sein.

Die kontinuierliche Erwärmung der Weltmeere bewirkt zudem **großräumige Verschiebungen** in der biogeographischen Verbreitung vieler Organismengruppen, auch in den fischereilich genutzten Beständen. Tropische Korallenriffe und Meereisgebiete der Arktis gelten als die im Klimawandel verwundbarsten Ökosysteme. Ihr Flächenverlust bedeutet den Verlust von Lebensraum für eine große Zahl von Arten. Hinzu kommt eine zukünftige Abschwächung der Pufferfunktion für CO₂: je stärker die Ozeane versauern, desto weniger zusätzliches CO₂ können sie der Atmosphäre entziehen - mit dem Effekt, dass umso mehr in der Atmosphäre verbleibt.

Die Folgen für Mensch und Natur sind komplex und noch wenig verstanden.

Schon scheinbar geringfügige Verschiebungen im Nahrungsnetz können umfangreiche Auswirkungen auf Ökosystem-Dienstleistungen aus dem Meer haben. Ein denkbares Szenario: Kleinstes Phytoplankton ist ein

Gewinner der Versauerung und wächst bevorzugt. Dies entzieht größeren Planktonarten lebenswichtige Nährstoffe und verschiebt das Gleichgewicht im Nahrungsnetz. Die Folgen für das Ökosystem sind bisher unzureichend erforscht, es sind jedoch Effekte bis hin zu den Fischen zu vermuten. Nicht nur über das Nahrungsnetz, sondern auch durch direkte Effekte auf die Tiere können die **kommerziell genutzte Fischbestände**, aber auch die Mollusken- und Crustaceenfischerei und die Aquakultur beeinträchtigt werden. Sie stellen für 1 Milliarde Menschen, vor allen in Entwicklungsländern, eine wichtige Proteinquelle dar. Die jährlichen Verluste durch Produktionsrückgänge bis zum Jahr 2100 werden auf bis zu 130 Milliarden US-Dollar geschätzt.

Mit dem **Rückgang tropischer Korallen** wird nicht nur der Tourismus, sondern auch der Küstenschutz erheblich beeinträchtigt. Als vorgelagerte Riffe tropischer Küsten schützen sie das Festland vor Erosionen durch



(2) Von Erwärmung und Versauerung betroffene Steinkorallenart *Acropora*, Foto: G. M. Schmidt

Stürme oder Fluten. Korallenriffe gehören zudem zu den Lebensräumen mit der höchsten Biodiversität, so dass mit dem Verschwinden zahlreicher Arten gerechnet werden muss. Dies hat wiederum negative Rückkopplungen auf das marine Nahrungsnetz mit möglichen Folgen für die Ernährungssicherheit der Menschen.

Schon heute ist ein **negativer Effekt der globalen Erwärmung** auf Korallenriffe zu verzeichnen. Zwar sind derzeit die Risiken noch moderat, aber schon bei einer durchschnittlichen globalen Erwärmung von 1,5 °C werden nicht mehr beherrschbare Risiken erwartet. Für die Ozeane gilt deshalb: Sollte die globale Erwärmung nicht auf durchschnittlich 1,2 Grad Celsius begrenzt werden, ist mit einem Verlust von 50 % der Korallenbestände zu rechnen. Hierin sind die Risiken der Versauerung noch nicht einmal berücksichtigt. Festzuhalten ist: dieser Wert liegt weit unter dem klimapolitisch angestrebten 2°C- Ziel!

Allein die Folgen der Ozeanversauerung für Korallen und Muscheln werden zum Ende des Jahrhunderts 1000 Milliarden US Dollar jährlich betragen, so die Abschätzung eines UN-Reports¹. **Ökonomische Einbußen** sind vor allen in Entwicklungsländern und kleineren Inselstaaten zu erwarten. Insgesamt werden die Risiken negativer Auswirkungen auf bedrohte Systeme („begründete Klimasorgen“) heute höher bewertet als noch im 3. Sachstandsbericht 2001 des IPCC².

Ausblick

Die Artenvielfalt wird durch die Versauerung abnehmen. Ein Grund hierfür ist die Tatsache, dass die Versauerung schneller voranschreitet, als viele Arten per Evolution folgen können. Zusammen mit anderen Klimafaktoren wie Erwärmung und Sauerstoffverlust oder weiteren Veränderungen wie Vermüllung oder Überfischung der Meere, stellt die Versauerung eine **Herausforderung für marine Ökosysteme** dar. Über viele Wechselwirkungen dieser Stressoren untereinander bestehen noch große Unsicherheiten.

Als **junge Wissenschaft** steht die Erforschung der Ozeanversauerung vor besonderen Herausforderungen. Es ist nötig, die verschiedenen Ebenen der Veränderung - Umweltfaktoren, Interaktionen zwischen den Organismen des Nahrungsnetzes und die Anpassung auf längeren Zeitskalen - zusammenzuführen und das Augenmerk auf die **gesellschaftlich relevanten Aspekte** zu legen. Das sind vor allem die Fischerei, die Aquakultur, der Tourismus und der Küstenschutz. Diese Themen müssen verstärkt behandelt werden, um die notwendigen Handlungsoptionen für politische Entscheidungen und Management-Strategien zu entwickeln. Vor dem Hintergrund laufender Veränderungen greifen heutige Entscheidungen erst in etwa 20 Jahren und müssen somit jetzt gefällt werden.

In der Reihe „Klimafrühstück“, einem regelmäßigen Angebot an die Medien, fand am 29.10.15 das DKK-KDM-Klimafrühstück zur Ozeanversauerung statt. Dieses Fact Sheet fasst die zentralen Botschaften zusammen.

Kontakt:

DKK Deutsches Klima-Konsortium e.V.
Marie-Luise Beck
Markgrafenstr. 37, 10117 Berlin
E-Mail: info@klima-konsortium.de
www.klima-konsortium.de

KDM Konsortium Deutsche Meeresforschung e.V.
Dr. Rolf Peinert
Markgrafenstr. 37, 10117 Berlin
E-Mail: info@deutsche-meeresforschung.de
www.deutsche-meeresforschung.de

¹ Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2014): *An Updated Synthesis of the Impacts of Ocean Acidification on Marine Biodiversity*.

² IPCC, 2014: Summary for policymakers. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*.