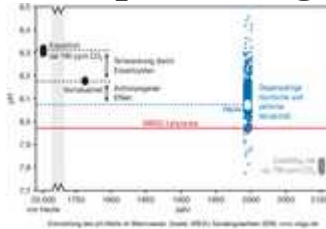


Werden die Ozeane immer saurer?

Das Kohlendioxid als Treibhausgas wirkt und das Erdklima anheizt, wissen die Forscher seit Jahrzehnten. Relativ neu hingegen ist eine andere Erkenntnis: Die erhöhte CO₂-Konzentration in der Atmosphäre hat zur Folge, dass die Weltmeere immer saurer werden. Welche Konsequenzen das für Meeresbewohner wie Fische und Muscheln hat, untersucht am Alfred-Wegener-Institut das Team um Prof. Hans-Otto Pörtner, Leiter der Sektion integrative Ökophysiologie.

Warum werden Ozeane saurer, wenn der Kohlendioxidgehalt der Atmosphäre steigt?



Grafik: WBGU Sondergutachten 2006

Das CO₂ verbleibt nicht in der Atmosphäre, sondern gelangt in die oberflächennahen Schichten der Meere. Dort wird es gelöst und verbindet sich mit dem Wasser zu Kohlensäure, wie wir sie – allerdings in stärkeren Konzentrationen – auch vom Mineralwasser kennen. Die Kohlensäure zerfällt, und genau dadurch wird das Meerwasser saurer. Es kommt zu einer

Verschiebung des Säuregrades im Wasser, der als pH-Wert gemessen wird. Diese Verschiebung hat seit vorindustrieller Zeit bereits einen Betrag von 0,1 bis 0,15 pH-Einheiten erreicht. Dieser Wert mag nicht hoch erscheinen. Aber der Säuregrad des Wassers wird auf einer logarithmischen Skala gemessen. Und eine Verschiebung um 0,1 bis 0,15 pH-Einheiten bedeutet, dass die Säuremenge im Meerwasser um etwa 30 Prozent zugenommen hat.

Welche Folgen für die maritime Tier- und die Pflanzenwelt hat das bereits heute?



Foto: AG Schröder

Ein vielschichtiges Problem. Zum einen wird es für Kalkbildner wie Muscheln schwerer, Kalziumkarbonat für ihre Schalenbildung anzureichern und einzulagern. Manche Organismen reagieren da besonders empfindlich. Sie sind nicht in der Lage, den CO₂-Anstieg im Meerwasser über eine körpereigene Säure-Basen-Regulation auszugleichen. Hierbei gibt es große Unterschiede

zwischen den Organismen: Bei den niederen Tieren ist die Fähigkeit geringer als bei den Fischen. Zum anderen kann die Versauerung die Stoffwechselrate von Körpergeweben beeinflussen, was dann die Leistungsfähigkeit der Tiere spürbar einschränken kann.

Welche Tiere und Pflanzen sind besonders betroffen? Muscheln, deren Schalen dünner werden? Korallen, die kein Gerüst mehr bilden können?

Foto: J. Gutt, AWI / marum

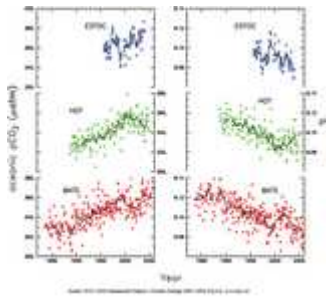


Zu den empfindlichsten Gruppen gehören zum Beispiel Seeigel und Seegurken, aber auch Muscheln. Bei ihnen wurde zum Teil schon beobachtet, dass die Kalkbildungsraten abgenommen haben. Ein prominentes Beispiel sind die tropischen Korallenriffe, bei denen man ebenfalls eine Abnahme der Kalkbildungsrate sieht. Bei den Korallen tritt auch deutlich zu Tage, dass wir die Ozeanversauerung immer im Zusammenhang mit der

Ozeanerwärmung sehen müssen. Die Organismen werden durch die Erwärmung an die

Grenzen ihrer Temperaturfenster gebracht. Kommt dann noch die Versauerung als zusätzlicher Stressfaktor dazu, potenziert sich das Ganze und führt zu einer deutlichen Verminderung ihrer Leistungsfähigkeit.

Bei den Korallen beobachten wir seit den frühen 80er Jahren, dass sie wiederholt ausbleichen. Der Grund: Die Korallen leben in Symbiose mit bestimmten Algen, die zu 90 Prozent für die Energiegewinnung der Korallen verantwortlich sind. Diese Symbionten werden bei Extremtemperaturen abgestoßen, wodurch die Korallen dann ausbleichen. Mit der globalen Klimaerwärmung werden diese extremen Temperaturen immer häufiger erreicht. Infolgedessen können sich die Korallenriffe von den Ausbleichereignissen nicht so schnell erholen, und in einigen Gebieten hat die Bedeckung mit lebenden Korallen schon deutlich abgenommen. Kommt dann noch die Versauerung hinzu und damit die Verlangsamung der Kalkbildung, kann die Leistungsfähigkeit der Organismen nicht mehr ausreichen, um natürliche Prozesse wie die Erosion, wie sie in Korallenriffen stattfindet, auszugleichen. Hier wird dann ein ganzes Ökosystem an den Rand seiner Existenzgrundlage gebracht. Und bedenkt man, dass rund 25 Prozent aller Fischarten auf diesem Planeten in Ökosystemen leben, die durch Korallen gebildet werden, wäre das schon ein hoher Verlust an Biodiversität.



Grafik: IPCC Fourth Assessment Report, Climate Change 2007, 5.9

Angenommen wir schaffen es, die CO₂-Emission in den nächsten Jahren gewaltig zu drücken – wäre das Problem der Versauerung dann gelöst?

Das würde ich nur mit Einschränkungen so sehen. Zwar wäre es sicherlich gemildert. Doch es gibt momentan keine Grenzwerte, bei denen wir sagen können, dass die Situation bis dahin unkritisch ist. Eine Schranke, die vom wissenschaftlichen Beirat der Bundesregierung genannt wird, ist ein Wert von 0,2 pH-Einheiten. Dieser Wert wurde eher aus einem Bauchgefühl definiert, kann aber nicht als gesicherte Risikogrenze gelten. Wir haben bereits Veränderungen ausgelöst, und diese Veränderungen werden sich selbst bei eingeschränkter CO₂-Emission noch verstärken.

Was passiert, wenn wir es nicht schaffen, die CO₂-Emissionen in den nächsten Jahrzehnten rapide zu senken? Wird dann der Ozean so richtig sauer?



Foto: J. Gutt, AWI/MARUM

Er wird sicherlich nicht so richtig sauer, aber die Verschiebung würde natürlich sehr viel stärker ausfallen. Bestimmten Prognosen zufolge könnten wir im Jahr 2100 eine Verschiebung von 0,45 pH-Einheiten bekommen, bis 2300 dann sogar 0,77 pH-Einheiten. Das entspräche etwa einer Zunahme der Säuremenge um den Faktor 6. Dann würden wir sicherlich andere Ozeane als heute vorfinden, in denen sich die Gleichgewichte drastisch auf die Seite der unempfindlicheren Organismen verschoben haben. In manchen Regionen könnten empfindliche Tierarten wie Korallen sogar aussterben. Besonders betroffen sein werden die Polarmeere. Erste Forschungsergebnisse deuten an, dass dort die Fähigkeit einzelner Muschelarten, die Störung im Säure-Basen-Haushalt zu kompensieren, sehr gering ist. Aber auch die Tropen mit ihren Korallenriffen könnten besonders in Mitleidenschaft gezogen werden, weil dort die schädigenden Auswirkungen von Erwärmung und Versauerung besonders deutlich zusammenkommen.

Drohen auch Folgen für die Fischerei?



Foto: Olaf Goemann

Wir beobachten schon jetzt, dass Fischbestände ihren Verbreitungsschwerpunkt verlagern. Ein prominentes Beispiel ist der Kabeljau, der dabei ist, die südliche Nordsee zu verlassen und sein Verbreitungsgebiet in den Norden zu verlagern. Wir wissen aber noch nicht, inwieweit die Temperaturtoleranz des Kabeljau durch die Versauerung des Wassers beeinflusst wird. Betroffen sein könnten auch Muschelarten, die in Kultur gehalten werden. Wir sehen bereits heute, dass große Miesmuschel-Kulturen im nördlichen Mittelmeer in den Sommermonaten vom Erwärmungstrend betroffen sind. Man merkt, dass diese Art hier an ihre Grenzen kommt.