

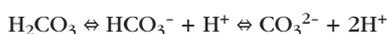
KLIMAWANDEL

Dramatische pH-Änderung der Ozeane

Die Weltmeere haben bisher einen mildernden Einfluss auf den Klimawandel durch von Menschen freigesetztes Kohlendioxid ausgeübt. Schätzungsweise ein Drittel des seit Beginn der Industrialisierung erzeugten CO₂-Überschusses hat sich im Meer gelöst und trägt damit vorerst nicht zum Treibhauseffekt bei. Erst vor einigen Jahren haben Experten bemerkt, dass dieser scheinbar positive Effekt katastrophale Nebenwirkungen mit sich bringt.

Die Aufnahme von Kohlendioxid in gigantischen Mengen hat den pH-Wert der Ozeane, der in vorindustrieller Zeit im Mittel bei etwa 8,2 lag, bereits messbar gesenkt. Erst Anfang dieses Jahrzehnts, als man über Methoden nachdachte, der Atmosphäre Kohlendioxid zu entziehen, wurden Wissenschaftler auf die Versauerung und die dadurch ausgelösten Probleme aufmerksam.

Das Problem liegt in der ganz fundamentalen Säure-Base-Chemie. Kohlendioxid macht die Lösung saurer, und die zusätzlichen Wasserstoffionen verschieben das Gleichgewicht:



nach links, und es liegt demnach weniger Carbonat in Lösung vor. (Mehr als 99% des CO₂ liegen sowieso als Hydrat vor und nicht als Kohlensäure.) Viele Meeresorganismen (z.B. Muscheln, Korallen) benutzen jedoch Carbonat zum Aufbau von Schalen und sind davon abhängig, dass das Meerwasser mit diesem Anion gesättigt ist. Verschiebt sich das Gleichgewicht zu weit nach links, so könnten sich deren Schalen gar auflösen. Da viele solche Arten als Nahrungsquelle für weit verzweigte Nahrungsnetze dienen, würden die Folgen das gesamte Ökosystem der Meere durcheinanderwirbeln.

In Sachen Klimawandel würde vermutlich eine paradoxe Konsequenz eintreten: wenn die Ozeane mehr Kohlendioxid aufnehmen, können sie weniger davon sequestrieren. Bisher hat die Sedimentierung von Kalkschalen große Mengen an Carbonat dauerhaft aus dem Verkehr gezo-

gen. Ganze Gebirge bestehen aus diesem Material. Wenn dieser Mechanismus wegfällt, kann es zu einem Rückkopplungseffekt kommen, der den Meeresbewohnern und dem Klima gleichzeitig schadet.

Zwei neue Forschungsarbeiten weisen nun darauf hin, dass die Versauerung der Meere rascher stattfindet als bisher vermutet wurde, und dass katastrophale Auswirkungen sich bereits vor der Mitte dieses Jahrhunderts einstellen können.

Ben McNeil und Richard Matear an der University of New South Wales in Sydney untersuchten pH-Werte und Kohlendioxid-Konzentrationen in den Ozeanen rund um Antarctica und kamen zu der Schlussfolgerung, dass kritische Carbonat-Konzentrationen bereits zwischen 2030 und 2038 unterschritten werden können [1].

Die Arbeitsgruppe von Timothy Wootton an der Universität von Chicago verfolgte pH-Schwankungen im Wasser des Pazifik vor der Küste des US-Bundesstaats Washington über einen Zeitraum von acht Jahren. Die Forscher beobachteten ausgeprägte Schwankungen, die von den Jahreszeiten und der Wetterlage abhängen, konnten aber aus ihren Daten einen statistisch abgesicherten Trend ermitteln, der eine erschreckend schnell fortschreitende Versauerung zeigt [2].

Nach diesen Ergebnissen sinkt der pH-Wert pro Jahr um etwa 0,045 Einheiten. Falls sich dieser Trend fortsetzt, verringert er sich also in nur 20–25 Jahren um eine ganze Einheit. Es ist offensichtlich, dass eine so dramatische und rasche Veränderung dramatische Auswirkungen auf die Mee-



Abb. Durch die Aufnahme von Kohlendioxid sinkt der pH-Wert der Ozeane. Dies hat Auswirkungen auf die Meereslebewesen. Besonders betroffen davon werden wohl von Carbonat abhängige Arten wie die Korallen sein.

reslebewesen haben wird. Wie genau die Folgen aussehen werden, ist noch nicht abzusehen.

Wootton und seine Mitarbeiter benutzten Computersimulationen der Wechselwirkungen zwischen ausgewählten Arten, um eine Prognose zu erstellen. In ihrem Modell zeigte sich, dass es Gewinner und Verlierer geben wird. Das Verschwinden bestimmter, von Carbonat abhängigen Arten, wird voraussichtlich deren Konkurrenten Auftrieb geben. Das gesamte Nahrungsnetzwerk der Weltmeere würde in nur wenigen Jahren umgestürzt werden. Am stärksten bedroht sind vermutlich die Korallen, da diese sowohl unter der langsam steigenden Wassertemperatur, als auch unter dem sinkenden pH-Wert leiden.

Wann genau die Kohlendioxid-Katastrophe im Meer kommt, und wie sie ablaufen wird, kann man aufgrund dieser wenigen Stichproben nicht mit Sicherheit sagen, und die Experten betonen übereinstimmend, dass bessere und weitreichendere Untersuchungen dringend nötig sind. Doch nach den neuesten Erkenntnissen zu schließen, bleibt für diese eingehendere Erforschung des Phänomens nicht mehr viel Zeit.

[1] B. I. McNeil and R. J. Matear, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **2008**, *105*, 18860–64.

[2] J. T. Wootton et al., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **2008**, *105*, 18848–53.

Michael Groß