

Die Ozeane werden sauer

Eine weitere Auswirkung des anthropogenen Kohlenstoffdioxidausstoßes

Alina Majcen

Vor allem seit der Industrialisierung beeinflusst der Mensch in erheblichem Maße die Umwelt und das Klima. Besonders durch die Verbrennung fossiler Energieträger hat sich die Konzentration des Treibhausgases Kohlenstoffdioxid in der Atmosphäre massiv erhöht. Messungen zeigen einen kontinuierlichen Anstieg des Kohlenstoffdioxidanteils in der Atmosphäre seit Beginn der Aufzeichnungen 1958 von 313 ppm auf 411 ppm (Stand Oktober 2020) (*Trends in Atmospheric Carbon Dioxide*, 2020). Dieser Anstieg führt jedoch nicht nur zu einer globalen Erwärmung. Eine andere massive Auswirkung ist die Versauerung unserer Ozeane. Dieser Artikel beschäftigt sich damit, wie das Gas aus der Atmosphäre in unsere Ozeane gelangt, welche Auswirkungen das hat und inwiefern dies uns Menschen betrifft.

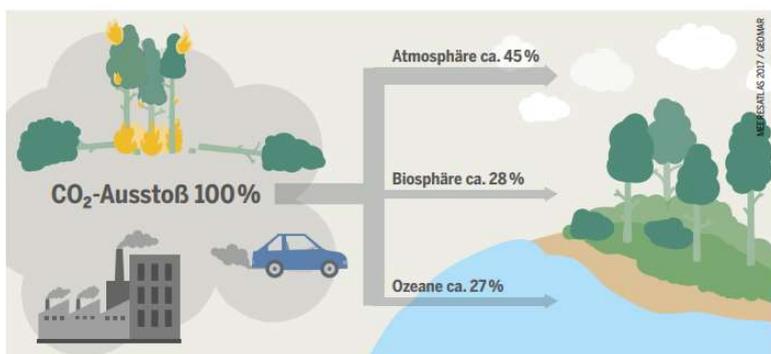


Abbildung 2: Die Verteilung des anthropogen ausgestoßenem Kohlenstoffdioxids. Quelle: Meeresatlas (2017)

Das anthropogen ausgestoßene Kohlenstoffdioxid (CO_2) verbleibt mit einem Anteil von ca. 45 % in der Atmosphäre. 28 % der CO_2 -Emissionen werden von der Biosphäre aufgenommen, wobei hier Pflanzen den wesentlichsten Beitrag zur Fixierung leisten. Die restlichen 27 % gelangen in die Ozeane (siehe Abbildung 1). Somit bremsen unsere Ozeane den anthropogenen Klimawandel, da sie rund ein Viertel das Treibhausgas CO_2 der Atmosphäre entziehen - und das bereits

seit der industriellen Revolution. Der Grund hierfür ist das Konzentrationsgefälle zwischen Wasser und Luft. Steigt der Kohlenstoffdioxidgehalt in der Luft, so nehmen auch die Ozeane mehr Kohlenstoffdioxid auf, um wieder ein Gleichgewicht herzustellen. Da dieser Prozess umso effektiver verläuft, je kälter das Wasser ist, befinden sich die großen „ CO_2 -Senken“ in den nördlichen Polarregionen, nämlich in der Labrador- und Grönlandsee, sowie in den südlichen Polarregionen im Rossmeer und Weddelmeer. Dort sinkt mit CO_2

angereichertes Oberflächenwasser in die Tiefsee ab und wird durch die großen Meeresströmungen langsam in Richtung der Tropen transportiert. („Der Ozean bremst den Klimawandel“, 2017).

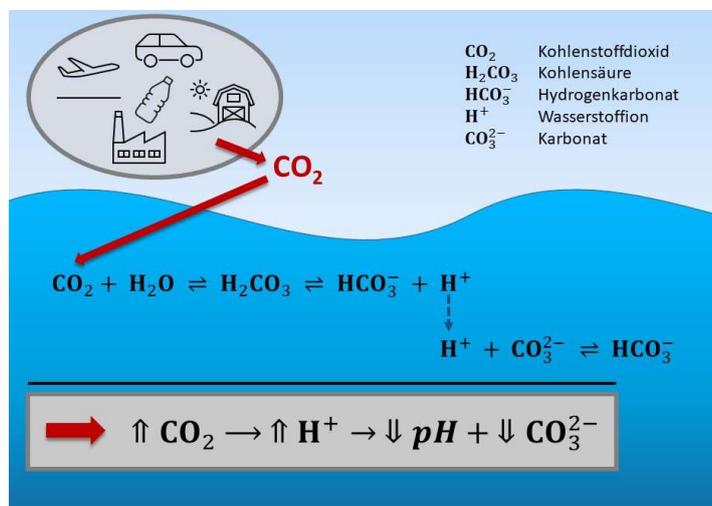


Abbildung 1: Die Gleichgewichtsreaktionen von Kohlenstoffdioxid in Wasser und die Auswirkungen des anthropogenen CO_2 -Anstiegs.

Das CO_2 verbleibt aber nicht als solches in den Ozeanen, sondern reagiert zu einem Teil mit Wasser zu Kohlensäure. Diese dissoziiert im Wasser zu einem Teil zu Hydrogenkarbonat und Wasserstoffionen. Letztere reagieren zu einem gewissen Grad mit den im Wasser gelösten Karbonationen zu Hydrogenkarbonat (siehe Abbildung 2). Das hat eine Abnahme von pH-Wert und gelöstem Karbonat zur Folge. Letzteres wird jedoch von einigen Meeresorganismen für den Aufbau ihrer Schalen und Skelette benötigt. Beispiele für

diese sogenannten Kalkbildner sind Kalkalgen, Stachelhäuter, Muscheln, Schnecken, Korallen und einige Plankton-Organismen. Aufgrund der geringeren Konzentration an Karbonationen in CO₂ angereicherten Gewässern benötigen Kalkbildner nun mehr Energie für die Ausbildung ihrer Schalen und Skelette, was mit einer Abnahme der Reproduktions- und Wachstumsraten korreliert.

Eine andere Auswirkung ist die Verringerung des pH-Wertes. Dieser ist seit der industriellen Revolution im Mittel bereits von 8,2 auf 8,1 gesunken. Was auf den ersten Blick marginal erscheinen mag, bedeutet effektiv eine Zunahme des Säuregehaltes um 26 % (Gohla et al., 2020). Die Auswirkungen von Säuren auf Kalk können im Alltag beim Entkalken des Wasserkochers beobachtet werden. Ebendiese Wirkung hat der ansteigende Säuregehalt im Meerwasser auf kalkbildende Organismen. So ist es nicht verwunderlich, dass viele dieser Arten zu den „Verlierern“ der Ozeanversauerung zählen.

Daneben werden auch einige Vertreter der Krustentiere und Fische, vor allem die Eier und Larvenstadien, von der Versauerung negativ beeinflusst (siehe Abbildung 3). Im Vergleich dazu zählen nur wenige Arten zu den Profiteuren der Ozeanversauerung („Die Zukunft wird sauer“, 2017). Ein Beispiel hierfür sind Dinoflagellaten, die den Hauptbestandteil des pflanzlichen Planktons darstellen und deren Wachstum u.a. durch die pH-Wert Senkung gefördert wird. Diese Massentwicklungen sind auch unter dem Begriff toxische Algenblüte bekannt, die teilweise ganze Meeresgebiete rötlich färben. Die abgegebenen Gifte dieser Algen können über die Nahrungskette oder über feine Aerosole zum Menschen gelangen (Sandra Bracun, 2020).

Von der Versauerung besonders betroffen sind die vier großen Auftriebsgebiete an den Westküsten Amerikas und Afrikas. Dort steigt das nährstoffreiche Tiefenwasser an die lichtdurchflutete Oberfläche auf und bietet somit ideale Lebensbedingungen für Phytoplankton-Organismen, die die Grundlage der marinen Nahrungsnetze bilden. So ist es nicht verwunderlich, dass diese Gebiete besonders reiche Fischfanggründe darstellen, in denen 7 % der ozeanischen Biomasseproduktion stattfinden. In Bezug auf den globalen Fischereiertrag leisten diese Gebiete mit einem Betrag von 25 % auch eine bedeutende Lebensgrundlage für Millionen von Menschen.

Doch die Versauerung zeigt auch in diesen Gebieten schon ihre ersten negativen Folgen. Aufgrund der Säurebelastung starben im Jahre 2005 sämtliche Austernlarven für die Austernfarmen im Auftriebsgebiet des

Kalifornienstroms ab. Da sich auch in den folgenden Jahren kein Nachwuchs bilden konnte, brach die gesamte Austernindustrie, inkl. tausender Jobs, an der Westküste Kaliforniens zusammen („Die Zukunft wird sauer“, 2017).

Neben der Versauerung setzen auch Klimaerwärmung, Sauerstoffverlust, Überfischung, Müll und Tourismus unsere Ozeane unter Druck, wobei sich die genauen Auswirkungen nur schwer vorhersagen lassen. Aus diesem Grund sollten wir all diese Belastungen nicht noch weiter verstärken, sondern einen bewussten, nachhaltigen Umgang mit den Ressourcen des Meeres pflegen und der Natur mit der ihr gebührenden Wertschätzung begegnen.

Versauerung: Manche Arten kommen klar – andere nicht

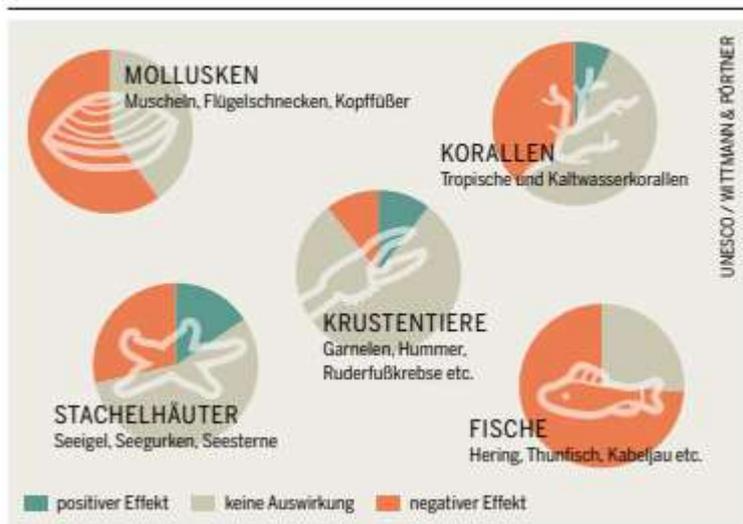


Abbildung 3: Die „Gewinner und Verlierer“ der Ozeanversauerung. Quelle: Meeresatlas (2017).

Literaturverzeichnis

- Der Ozean bremst den Klimawandel. (2017). *Meeresatlas*. Ein Kooperationsprojekt der Heinrich-Böll-Stiftung, Kieler Exzellenzcluster „Ozean der Zukunft“, Le Monde diplomatique
- Die Zukunft wird sauer. (2017). *Meeresatlas*. Ein Kooperationsprojekt der Heinrich-Böll-Stiftung, Kieler Exzellenzcluster „Ozean der Zukunft“, Le Monde diplomatique
- Gohla, J., Hofrichter, R., & Voll, C. (2020). Ozeanversauerung: das andere CO₂-Problem. In *Das Mittelmeer-Geschichte und Zukunft eines ökologisch sensiblen Raums*. Springer-Verlag.
- Sandra Bracun. (2020). Eutrophierung (Überdüngung) und Hypoxie (Sauerstoffmangel) der Schelfmeere. In *Das Mittelmeer- Geschichte und Zukunft eines ökologisch sensiblen Raums*. Springer-Verlag.
- Trends in Atmospheric Carbon Dioxide*. (2020). Abgerufen am 05.11.2020 von <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>