

DER OZEAN BREMST DEN KLIMAWANDEL

Ohne den Ozean würde der Klimawandel deutlich schneller und radikaler verlaufen. Seine Wassermassen beeinflussen die Veränderungen in unserer Atmosphäre erheblich.

Der Klimawandel, die globale Erwärmung, wird hauptsächlich durch das CO₂ verursacht, das wir Menschen durch die Verbrennung fossiler Energieträger wie Kohle und Erdöl in die Atmosphäre schicken. Seit dem Beginn der Industrialisierung im neunzehnten Jahrhundert ist der CO₂-Gehalt der Atmosphäre um 40 Prozent gestiegen. Das Treibhausgas würde die Temperaturen sogar noch höher treiben, als die Thermometer ohnehin zeigen – wenn es den Ozean nicht gäbe.

Er nimmt derzeit ein Viertel des in die Luft freigesetzten CO₂ wieder auf. Ursache dafür ist ein Konzentrationsgefälle zwischen Luft und Meer: Steigt der Kohlendioxidgehalt in der Luft, zieht der Ozean gewissermaßen nach und nimmt ebenfalls größere Mengen des Gases auf, um das Gleichgewicht wiederherzustellen. Je kälter das Wasser ist, umso effektiver verläuft dieser Prozess. In der Labrador- und Grönlandsee wie auch in den südlichen Polarregionen sinken große Mengen Oberflächenwasser in die Tiefsee ab, wo das CO₂ für lange Zeit gespeichert wird. Der Löwenanteil des CO₂, das auf diese Weise seit Beginn der industriellen Revolution gespeichert wurde, wird wohl erst in Jahrhunderten wieder die Oberfläche erreichen. Ein Teil wird sogar dauerhaft im Sediment des Meeresbodens abgelagert. So verlangsamt der Ozean den Klimawandel deutlich.

Die Fähigkeit des Ozeans, CO₂ zu speichern, ist allerdings nicht unbegrenzt und schwankt. Während zum Bei-

spiel in den Jahren zwischen 1980 und 2000 die CO₂-Aufnahme im Südpolarmeer zurückging, wurde danach wieder eine Zunahme gemessen.

Der Ozean nimmt uns nicht nur einen beträchtlichen Teil des CO₂ ab – auch die zusätzliche Wärme, die durch den menschengemachten Treibhauseffekt entsteht, wird fast komplett vom Ozean aufgenommen. Nämlich erstaunliche 93 Prozent während der letzten 40 Jahre – die Erwärmung der Luft geht auf nur drei Prozent dieser zusätzlichen Wärmeenergie zurück. Die Wärme ist im Ozean sozusagen geparkt und breitet sich langsam in den tiefen Schichten aus. Wegen dieser enormen Wärmeaufnahme der Ozeane entwickelt sich der Temperaturanstieg an der Oberfläche nur im Zeitlupentempo.

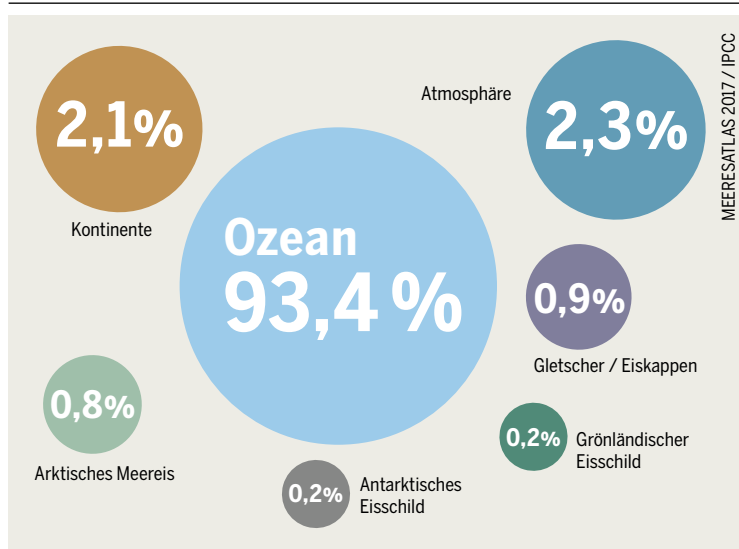
Doch alles hat seinen Preis. Die Aufnahme des CO₂ führt zu einer fortschreitenden Versauerung der Meere, die Wärmeaufnahme zieht den Anstieg des Meeresspiegels und starke Veränderungen innerhalb der marinen Ökosysteme nach sich.

Und die Erwärmung des Ozeans birgt ein weiteres Risiko: sogenannte positive Rückkopplungen. Zum Beispiel erhöht sich die Verdunstung an der Meeresoberfläche. Mehr Wasserdampf steigt auf. Und Wasserdampf ist Treibhausgas, das die Atmosphäre wiederum erwärmt – sogar sehr viel wirksamer als CO₂. Das ist eigentlich gut. Denn etwa zwei Drittel des natürlichen Treibhauseffekts, der seit Jahrmillionen die Erde bewohnbar macht, werden vom Wasserdampf verursacht, nur ein Viertel vom CO₂. Doch entlassen wir nun zu viel zusätzliches CO₂ in die Atmosphäre, wird das Gas zum Auslöser einer sich selbst verstärkenden Aufwärtsspirale: Der Wasserdampf verdoppelt den Erwärmungseffekt des CO₂, wodurch die Temperatur weiter steigt und wieder mehr Wasser zu Wasserdampf verdunstet. So wird die ursprüngliche Wirkung des CO₂ vervielfacht.

Eine andere positive Rückkopplung wird durch das wärmebedingte Schmelzen des Meereises ausgelöst. Denn das Meereis der Arktis und Antarktis wirkt wie ein Schutzschild – es reflektiert bis zu 90 Prozent der Sonneneinstrahlung. Doch durch die fortschreitende Erwärmung nimmt das Meereis immer weiter ab. Und wo kein Eis ist, ist Wasser – und das ist dunkel, absorbiert bis zu 90 Prozent des Sonnenlichts und heizt sich entsprechend auf. Die Folge: Noch mehr Eis schmilzt ab.

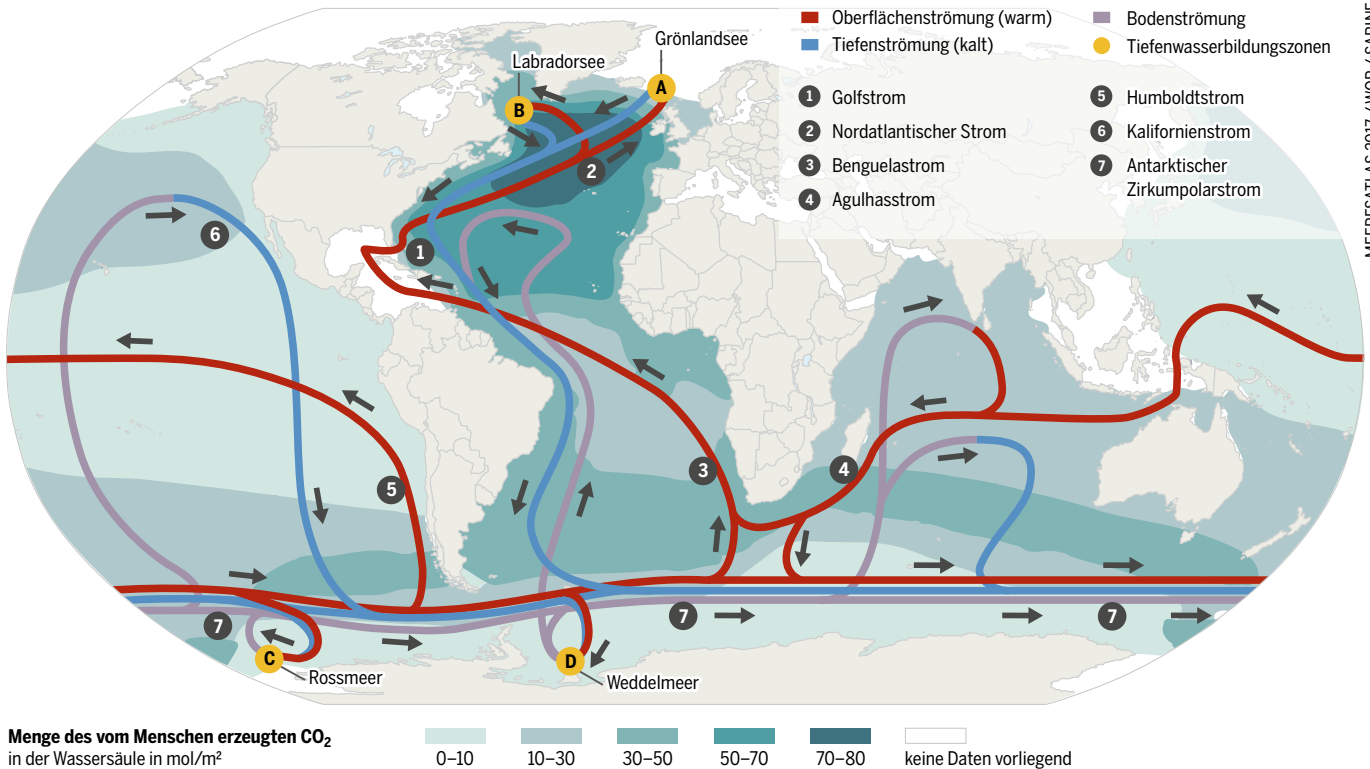
Diese positiven Rückkopplungen können die Klimaerwärmung in schwer vorhersehbarer Weise beschleunigen – ein Grund mehr, das System Ozean nicht noch weiter zu belasten. Die Einhaltung des auf der Weltklimakonferenz von Paris beschlossenen Ziels, die Erderwärmung auf unter 2 Grad zu begrenzen, ist hierzu unerlässlich. ●

Wo geht die Wärme hin?



Der Löwenanteil der Wärme, die zusätzlich zum natürlichen Treibhauseffekt durch den menschlichen CO₂-Ausstoß entsteht, wird vom Ozean aufgenommen.

Das globale Förderband – wie die Ozeane das CO₂ speichern

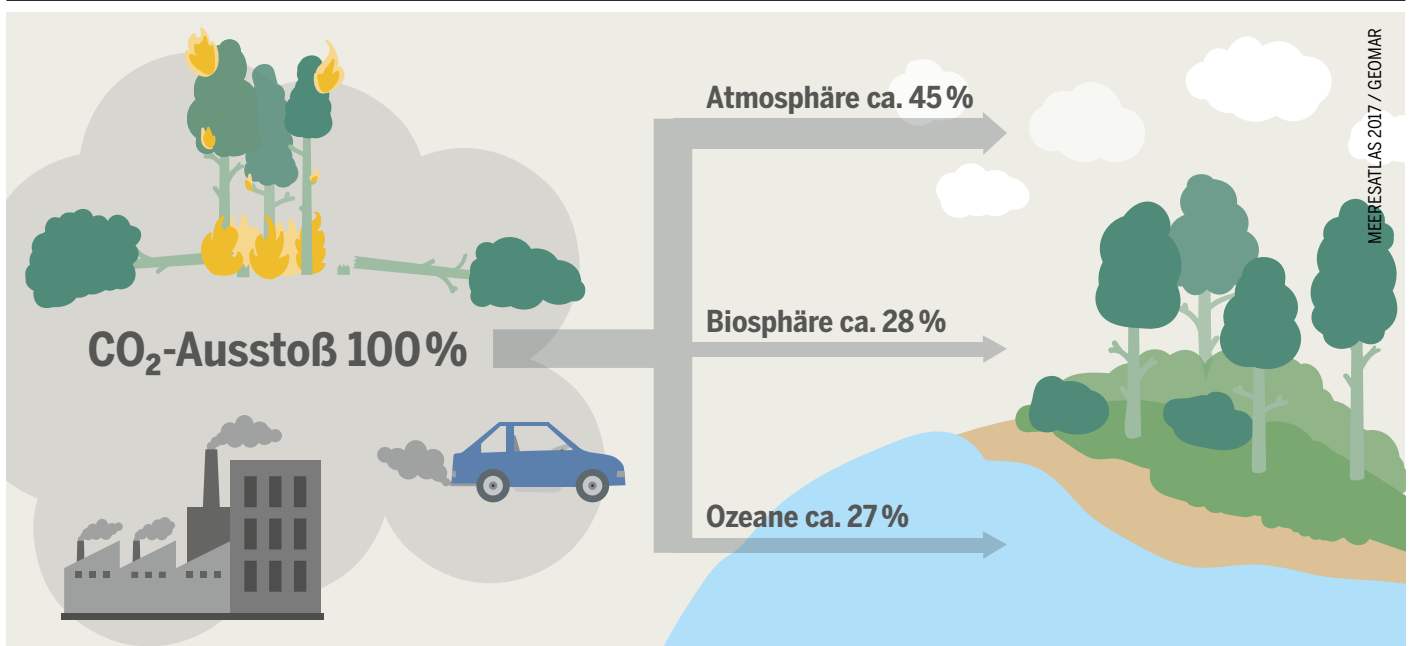


MEERESATLAS 2017 / WOR / SABINE

Die CO₂-Speicherung wird durch die großen Meeresströmungen möglich gemacht: Wie Transportbänder führen sie warmes Wasser an der Meeresoberfläche aus den Tropen in Richtung der Pole. Auf seinem Weg fort vom Äquator kühlt sich das Wasser langsam ab und wird durch Verdunstung salzhaltiger. Wasser ist umso schwerer, je salziger und kälter es ist – im Nordatlantik in der Grönlandsee **A** und der Labradorsee **B** und in

der Antarktis im Rossmeer **C** und im Weddelmeer **D** erhöht sich durch die Eisbildung der Salzgehalt des umgebenden Wassers. Dieses schwere Oberflächenwasser sinkt in die Tiefsee hinab – und mit ihm das CO₂. Dort unten strömt das CO₂-reiche Wasser dann wieder in Richtung der Tropen. Auf dem Weg durch die Tiefsee vermischen sich die kalten Wassermassen langsam mit darüberliegenden wärmeren Schichten und steigen – sehr langsam – wieder auf.

Wo bleibt das CO₂?



MEERESATLAS 2017 / GEOMAR

Das vom Menschen derzeit jährlich zusätzlich zum natürlichen Ausstoß erzeugte CO₂ verteilt sich wie abgebildet.