



---

## Aktueller Begriff

### Ozeanversauerung

---

Seit Bestehen der Erde hat sich ihr Klima kontinuierlich entwickelt und durch komplexe Wechselwirkungen einen Gleichgewichtszustand hergestellt, um den sich auch Klimaschwankungen ausbilden. Der Ozean ist Teil dieses globalen Klimasystems und verändert sich: Durch den Anstieg von Kohlendioxid in der Atmosphäre nehmen Ozeane und Meere zunehmend Kohlendioxid auf. Damit verbunden ist ein fortschreitender Anstieg des Säuregrads des Wassers. Forscher sprechen von **Ozeanversauerung**.

Ein Beispiel für die Folgen der Ozeanversauerung ist das **Korallensterben**. Meeresbewohner, wie Korallen, Miesmuscheln oder Seeigel, die ihre Schalen oder Skelette aus Kalziumkarbonat (Kalk) aufbauen, reagieren auf die Veränderung des Säuregrads. Je saurer das Wasser, desto instabiler ist das Kalkskelett.

Ab dem Jahr 2007 gab es für das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) genügend Beweise für eine Gefährdung des marinen Ökosystems durch die Ozeanversauerung. Ende 2008 haben die **Vereinten Nationen** (VN) den 8. Juni zum „**World Oceans Day**“ ausgerufen. Vier Jahre später hat die Weltkonferenz für Nachhaltige Entwicklung der VN (RIO+20) die Ozeanversauerung als Bedrohung für ökonomisch und ökologisch wichtige Ökosysteme und menschliches Wohlbefinden anerkannt. Internationale Regelungen zur Schadensminderung gibt es noch nicht. Wegen des hohen Handlungsbedarfs haben die VN im Jahr 2012 die Initiative „**Pakt für die Meere – Gesunde Meere für Wohlstand**“ gegründet. Der Fokus der diesjährigen **Ocean Conference** der VN vom 5. bis 9. Juni liegt auf dem Erhalt und der Nutzung der Ozeane, der Meere und der Meeresressourcen für eine nachhaltige Entwicklung. Die Ozeanversauerung, oft auch als Meeresversauerung bezeichnet, ist ein Teilthema dieser Konferenz.

Dass die Meere Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) aufnehmen, hilft zwar, das Treibhausgas aus **der Erdatmosphäre im Meer zu binden**. Es ist jedoch irreführend, in Anbetracht der Größe der Meere an einen Riesenspeicher für das Treibhausgas zur Lösung akuter Probleme zu denken. Die Meere haben bisher etwa ein Drittel der anthropogenen Kohlendioxid-Emissionen aufgenommen. Dies hat bereits zu einer deutlichen Versauerung der Meere geführt. Steigt die Kohlendioxid-Konzentration in der Atmosphäre an, nimmt das Meer so viel Kohlendioxid auf, bis sich wieder ein Gleichgewicht eingestellt hat. Das Kohlendioxid löst sich im Meer und bildet mit dem Wasser eine schwache Säure, die Kohlensäure. Der pH-Wert sinkt und der Säuregrad nimmt zu. Das Wasser wird allerdings nicht „sauer“, sondern bleibt basisch. Die Wissenschaftler sprechen von einer Versauerung, weil der Säuregrad zunimmt. Der pH-Wert gibt die Anzahl der Wasserstoff-Ionen im Wasser an. Der Anstieg der Versauerung beträgt seit der Industrialisierung etwa 0,1 Einheiten des pH-Werts. Dies erscheint wenig, bedeutet aber wegen der logarithmischen Skala des pH-Werts eine Zunahme des Säuregehalts von fast 30 Prozent. Schätzungen extrapolieren einen Anstieg von den prä-industriellen Werten um mindestens das Doppelte im Jahr 2100.

Es gibt verschiedene chemische Prozesse, die nach der Aufnahme des Kohlendioxids mit dem Wasser stattfinden können. Einerseits verbindet sich das gelöste Kohlendioxid mit dem Wasser zu Kohlensäure. Die Kohlensäure gibt Wasserstoff-Ionen ab und es entsteht Bikarbonat. Durch weitere Abgabe der Wasserstoff-Ionen entstehen Karbonat-Ionen. Steigt die Konzentration der Wasserstoff-Ionen, steigt der Säuregrad.

Andererseits sind immer Karbonat-Ionen im Meer vorhanden. Sie stammen aus der Verwitterung von Gesteinen an Land oder aus den Sedimenten der verstorbenen und abgesunkenen Schalentiere. Das Kohlendioxid reagiert im Wasser mit den Karbonat-Ionen. Die Konzentration der Karbonat-Ionen, die kalkbildende Organismen als Baustein benötigen, sinkt. Dieser Prozess hat eine puffernde Wirkung. Die Pufferung verhindert ein Sauerwerden der Meere.

**Durch die puffernde Wirkung der Tiefsee und die Durchmischung des Ozeans könnte das Meer etwa 90 % der anthropogenen Kohlendioxid-Emissionen aufnehmen.** Aber diese Prozesse dauern sehr lange. Nach Schätzungen der Forscher benötigt die **Durchmischung Jahrhunderte und die Pufferung Jahrtausende.** Das ist zu lange, um die Versauerung der Meere durch anthropogenes Kohlendioxid aus der Atmosphäre aufzuheben.

Auch die Temperatur des Wassers spielt bei der Kohlendioxid-Aufnahme eine Rolle. Erwärmt sich das Oberflächenwasser der Meere um zwei Grad, sinkt die Kohlenstoffaufnahme um 10 Prozent. Forscher sprechen auch von **Evil Twins, den bösen Zwillingen Erderwärmung und Ozeanversauerung.** Das **Süßwasser**, das z.B. durch das **Abschmelzen der Polkappen** bei der Erderwärmung entstehen würde, führt zu einem Anstieg des pH-Werts. Aber das Meer steht nun nicht mehr im Gleichgewicht mit der Atmosphäre. Das Meer stellt das Gleichgewicht wieder her, in dem es mehr Kohlendioxid aufnimmt. Der pH-Wert würde sinken.

Seit Bestehen der Erde hat es immer Veränderungen, auch Klimaänderungen gegeben, aber auf erd-geschichtlich betrachtet rasante Änderungen können nicht alle Organismen rechtzeitig reagieren. Auf die Veränderung des Meerwassers reagieren Meeresorganismen sehr unterschiedlich. Für einige stellt die Versauerung einen zusätzlichen Stressfaktor dar. Andere, wie beispielsweise Seegräser, profitieren davon.

Die Forschungsthemen der Ozeanversauerung sind komplex und die Auswirkungen noch nicht alle vollständig verstanden. Die Ozeanversauerung selbst ist jedoch durch weltweite Untersuchungen gut dokumentiert. Seit etwa 2004 befasst sich die Wissenschaft umfassend mit dem Thema. **Zahlreiche Initiativen und Programme**, wie das amerikanische Ocean Carbon and Biogeochemistry (OCB) Programm, das European Project on Ocean Acidification (EPOCA), das britische UK Ocean Acidification Research Programme und das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 2009 gestartete Projekt BIOACID, zeigen die Bedeutung der Ozeanversauerung für uns und zukünftige Generationen.

#### Quellen

- Alfred-Wegener-Institut (2016) „[Fakten zur Ozeanversauerung](#)“
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) Forschungsprojekt [BIOACID](#)
- [Symposium on the Ocean in a High-CO2-World](#) (2013)
- Vereinte Nationen (2017) „[The Ocean Conference](#)“
- Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) (2013) „[Welt im Wandel - Menschheitserbe Meer](#)“