

## ■ V Riffe – sterbende Königreiche der Korallen? Einleitung

Klimaschutz ist ein zentrales Thema vieler Jugendlicher. Sie machen sich gravierende Sorgen um ihre Zukunft. Ihr Engagement wird u.a. öffentlich durch die „fridays for future“-Bewegung. Dabei geht es oft um das sogenannte 2-Grad-Ziel. Die Erdatmosphäre sollte sich um nicht mehr als 2 °C erwärmen, damit das Schlimmste vermieden wird: der Kollaps des Ökosystems Erde. Um unter dieser Marke zu bleiben, müssen zeitnah die Klimagas-Emissionen, die vor allem auf die Nutzung fossiler Brennstoffe zurückgehen, erheblich gedrosselt werden.

Die riesigen Kohlenstoffdioxidmengen entweichen nicht ausschließlich in die Luft und erwärmen die Atmosphäre. Auch die Meere nehmen das Gas auf, jeden Tag etwa 29 Millionen Tonnen. Diese Menge entspricht etwa einem Drittel der 90 Millionen Tonnen Kohlenstoffdioxid, die durch menschliche Aktivitäten täglich in die Atmosphäre abgegeben werden. Die Belastung der Meere bezeichnen Wissenschaftler als das zweite bzw. andere CO<sub>2</sub>-Problem. Dabei geht es um die Veränderungen in den Meeren durch die Aufnahme/Absorption von CO<sub>2</sub>. Die Reduktion des CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre führt zu einer Anreicherung im Meerwasser. Wie viel CO<sub>2</sub> kann das Meer aufnehmen? Welche Folgen hat die Absorption von CO<sub>2</sub> im Meerwasser? Das CO<sub>2</sub>-Problem für das ‚Treibhaus Erde‘ ist seit langem im Fokus. Dagegen blieb das zweite CO<sub>2</sub>-Problem lange unbeachtet. Neben der Erwärmung sind die Folgen für den chemischen Haushalt der Ozeane von zentraler Bedeutung. Wie ändert sich der Säuregehalt der Meere, ihr pH-Wert? Was bedeutet dies für die Meereslebewesen?

Gelangt viel CO<sub>2</sub> ins Wasser, verändert sich etwas. Dies wird in den unterschiedlichen Experimenten ermittelt und sichtbar gemacht. Veränderungen des Säuregehaltes lassen sich mit einem Universalindikator durch Farbwechsel deutlich machen (hier: McCrumb-Indikator). Chemisch sieht das so aus: Kohlenstoffdioxid-Gas ist zu einem Teil gut löslich in Wasser. Ein Teil des gelösten CO<sub>2</sub> reagiert mit Wasser zu Kohlensäure.



Ein Teil der Kohlensäure (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) zerfällt leicht in Wasserstoff-Ionen (H<sup>+</sup>) und Carbonat-Ionen (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>), die zu Hydrogencarbonat-Ionen (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) weiterreagieren können. Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>), Hydrogencarbonat- (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) und Carbonat-Ionen(CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) befinden sich miteinander in einem Gleichgewicht. Von der Bewahrung dieses Gleichgewichtes sind Kleinstlebewesen ebenso wie große Beutegreifer abhängig. Die zunehmende Aufnahme von CO<sub>2</sub> bedeutet, der Gehalt an Kohlenstoffdioxid, Hydrogencarbonat und Wasserstoff-Ionen steigt, während der Gehalt an Carbonat sinkt. Die Veränderung des Gleichgewichtes verschiebt den Säuregehalt in Richtung eines niedrigeren pH-Werts, der im Experiment mit dem Indikator sichtbar gemacht werden kann. In den Ozeanen ist der Säuregehalt bei durchschnittlich pH 8,1 statt 8,2 angekommen, eine Senkung um 0,1. Das klingt nicht dramatisch, ist es aber. Der pH-Wert ist eine logarithmische Skala. Ein Unterschied von eins auf der pH-Skala bedeutet eine Veränderung der Wasserstoff-Ionen-Konzentration um den Faktor 10. Eine Abnahme um 0,1 bedeutet konkret eine Wasserstoff-Ionen-Zunahme von 26 Prozent.

Ein niedrigerer pH-Wert bedeutet: Die Ozeane werden saurer. Wobei der Wert an der Oberfläche schneller steigt als in der Tiefsee. Es dauert, bis Wasser von der Oberfläche in die Tiefe absinkt. Die ständige und zunehmende Absorption von CO<sub>2</sub> im Meerwasser führt zu einer schleichenden Versauerung. Dies hat Folgen für die marinen Ökosysteme. Die Liste der betroffenen Lebewesen ist lang. Viele besitzen einen Schutzpanzer aus Kalk (Kalziumkarbonat/ CaCO<sub>3</sub>). Dies gilt u.a. für Kieselalgen, Kalmare, Muscheln; Krebse, Meeresschnecken und deren Fressfeinde. Exemplarisch werden im Experiment die Folgen der Versauerung für riffbildende Korallen und die Rolle der Erwärmung von Atmosphäre und Meerwasser für die Arktis untersucht.

### Herstellung von Meerwasser

Meerwasser enthält im Durchschnitt 3,5 Prozent Salz. Das bedeutet, dass in einem Liter ungefähr 35 Gramm Salz gelöst sind.

Meerwasser lässt sich herstellen, indem man reines Meersalz (kein Kochsalz\*!) in destilliertem Wasser löst. \*Kochsalz ist wegen der enthaltenen Rieselhilfe nicht geeignet.

Beim Experimentieren: Weisen Sie Ihre Schüler\*innen auf die geltenden Sicherheitsbestimmungen hin!

Die vorgestellten Experimente sind mehrfach erprobt. Sie eignen sich für Experimentiertage oder als experimentellen Schwerpunkt zum Thema Klimawandel im Rahmen von Projekttagen. Das Zeitfenster für die reine Durchführung der Experimente V1 bis V5 beträgt ca. 90 Minuten. Die Experimente V6 und V7 dauern etwa 50 Minuten. Anregungen entstammen den nachfolgend genannten Quellen; sie wurden auf Anregung unserer Schüler\*innen weiterentwickelt.

[https://www.bioacid.de/wp-content/uploads/2017/04/BIOACID\\_Experimente\\_de.pdf](https://www.bioacid.de/wp-content/uploads/2017/04/BIOACID_Experimente_de.pdf)  
<http://www.schulbiologiezentrum.info/AH%2019.71%20Versauerung%20der%20Meere.pdf>