



Versauerung der Ozeane? Geo-chemisch unmöglich!

Voraussetzung: Zusammensetzung des Magmas, der Gesteine, der Sedimente

Die Befürworter eines angeblich durch die anthropogenen Emissionen von CO₂ verursachten Klimawandels bekräftigen ihr Modell (Projekt), das schon auf falschen Annahmen beruht, zusätzlich mit einer Versauerung der Ozeane. Das Argument hat Karriere machen können, weil ihren Benutzern entweder die geo-chemischen Grundkenntnisse fehlen oder ihr Zweck ihre Mittel heiligt. Die Fakten beweisen jedoch, dass eine Versauerung der Ozeane durch den Eintrag von CO₂ aus der Atmosphäre grundsätzlich nicht möglich ist – die geo-chemischen Voraussetzungen sorgen für ein Übergewicht der basischen Komponenten, denn 96,1% der Gesteine der Erdkruste bestehen aus den folgenden acht Elementen, mit Natrium und Kalium als Alkali- und Kalzium und Magnesium als Erdalkali-Metalle (Anteile in Gewichtsprozent):

49,4%	Sauerstoff (O)
25,8%	Silizium (Si)
7,5%	Aluminium (Al)
4,7%	Eisen (Fe)
3,4%	Kalzium (Ca)
2,6%	Natrium (Na)
2,4%	Kalium (K)
2,0%	Magnesium (Mg)

Diese Zusammensetzung lässt erkennen, dass die Gesteine überwiegend aus Silikaten bestehen. Je nach den verfügbaren Elementen haben sich mehrere Gruppen von Silikatmineralen gebildet. Sie bestehen aus ihrer negativ geladenen Anionenfamilie (Si_xO_y) und den positiv geladenen Kationen Al, Fe, Ca, Na, K und Mg. Ein Vertreter der Feldspate ist z.B. der Albit (Na₃AlSi₃O₈), ein Vertreter der Olivine ist der Fayalith (Ca₂SiO₄).

Etwa die Hälfte der Kationen gehört zu den Alkali- und Erdalkalimetallen, und beide Gruppen sind starke Basenbildner, besonders die Alkalimetalle Kalium und Natrium. Starke Säurebildner haben dagegen nur einen sehr kleinen Anteil – zum Beispiel beträgt er für Chlor nur 0,2%

Sobald Gesteine an der Oberfläche liegen, verwittern sie. Der dabei entstehende Gesteins-schutt wird über die Erosion der Flüsse als Kies oder Sand oder Ton in die Meere transportiert und dort abgelagert. Der Gesteinsschutt enthält auch lösliche Minerale. Vom Niederschlags-wasser werden sie aufgelöst und gelangen – oft mit Zwischenstationen im Grundwasser – schließlich über die Flüsse ebenfalls in die Meere.

Verwitterung, Erosion, Transport und Sedimentation sind kontinuierliche Prozesse. Jedes Jahr werden weltweit zig Milliarden Tonnen als Schwebfracht oder Geröll oder in gelöster Form flussabwärts transportiert. Allein beim Mississippi sind es jährlich 341 Mio. Tonnen Schwebfracht, 130 Tonnen Lösungsfracht und 40 Mio. Tonnen Sand und Geröll.

In den Ozeanen bilden sich je nach Stoffangebot neue Verbindungen, beispielsweise die Karbonate mit der aus CO_2 entstandenen Kohlensäure. Ob sie sedimentieren oder gelöst bleiben, richtet sich nach ihrer Löslichkeit:

- Die Löslichkeit von Kalziumkarbonat (CaCO_3 – Kalk) ist mit 0,014 g/l klein, so dass es als chemisches Sediment ausfällt. Deshalb ist in der geologischen Vergangenheit sehr viel Kalk entstanden.
- Die Löslichkeit von Natriumkarbonat (Na_2CO_3 – Soda) ist mit 217 g/l groß, so dass es bei dem durchschnittlichen Salzgehalt des Meerwassers von 35 g/l immer in Lösung bleibt. Die Lösung aus starker Natronlauge und schwacher Kohlensäure ist basisch, hat also einen $\text{pH}^*)$ -Wert > 7 .

^{*)} pH-Wert ist ein Maß für den sauren oder basischen Charakter einer wässrigen Lösung. pH-Werte 1 bis 7 kennzeichnen eine saure Lösung, pH-Werte 7 bis 14 eine basische.

pH-Wert der Ozeane

Der pH-Wert soll sich in den letzten Jahrzehnten von ca. 8,2 auf 8,1 erniedrigt haben. Diese Abnahme wird von den Befürwortern des Klimawandels als Zunahme der Versauerung verstanden. Das ist doppelt falsch, denn einmal setzt das voraus, dass schon vorher eine Versauerung vorgelegen hat, und zum anderen beginnt das saure Milieu erst bei $\text{pH} < 7$. Die Absenkung von 8,2 nach 8,1 zeigt lediglich eine geringe Abnahme der Alkalinität an, und damit außerdem die Tatsache, dass der pH-Wert der Meere nicht konstant ist sondern veränderbar.

Die zeitlichen und regionalen Schwankungen des pH-Wertes werden durch geogene Faktoren verursacht, die nicht beeinflussbar sind:

- Die Zusammensetzung und die Menge der von den Flüssen angelieferten Verwitterungsprodukte ändern sich, und damit auch die Menge der in Lösung angelieferten Alkali- und Erdalkali-Ionen.
- Mit den Eis- und Warmzeiten variieren die globalen Temperaturen – beide schaffen im Meerwasser jeweils eigene CO_2 -Konzentrationen.
- Die Biosphäre der Ozeane, die Meeresströmungen und der untermeerische Vulkanismus ändern sich ebenfalls.

Wegen der Vormacht der basischen Elemente bleibt das Meerwasser trotz der Änderungen zwangsläufig immer im alkalischen Bereich, also oberhalb von $\text{pH} = 7$. Die Änderungen erfolgen zeitlich und regional unterschiedlich. Keiner kann wissen, wie viel höher oder niedriger die örtlichen pH-Werte früher waren bzw. künftig sein werden.

CO₂ in der Atmosphäre

In der Politik und in der veröffentlichten Klimadiskussion wird dem CO₂ soviel Beachtung und Wichtigkeit zugemessen, dass der Laie annehmen muss, sein Anteil an der Luft sei groß; selbst Abiturienten schätzen ihn schon mal auf 20%. Das Gegenteil ist der Fall, denn sein Anteil ist winzig – CO₂ ist ein Spurengas. Die Luft besteht zu ca. 78% aus Stickstoff (N), ca. 21% aus Sauerstoff (O), 0,9% aus Argon (Ar), und einem Rest von 0,05%, aus Gasen, an denen CO₂ mit – gegenwärtig – 0,04% beteiligt ist. In Diskussionen zum Klimawandel wird sein Anteil meist in ‚ppm‘ angegeben, was ‚parts per million‘ bedeutet – 0,04% sind 400 ppm.

CO₂ im Meer

CO₂ ist im Wasser löslich. Die Löslichkeit wächst mit steigendem Druck und mit abnehmender Temperatur – sich erwärmendes Wasser gibt CO₂ an die Atmosphäre ab, sich abkühlendes Wasser nimmt CO₂ aus der Atmosphäre auf.. Je nach Wirksamkeit der korrigierenden Faktoren kann die im Wasser gelöste CO₂-Menge seinen pH-Wert in geringem Maße beeinflussen.

Eine kurze Modellrechnung zeigt, dass zumindest die anthropogenen Emissionen keine Veränderung des pH-Wertes in den Ozeanen bewirkt haben, wenn er sich denn wirklich um den angeblichen Betrag von 0,1 zur sauren Seite hin verschoben haben sollte. Das ist jedoch unsicher, denn die Strömungen im Meer und die dadurch verursachten Durchmischungen beeinträchtigen die Zuverlässigkeit der Messwerte. Es würde bedeuten, dass allein durch den letzten Anstieg des CO₂ in der Atmosphäre die H-Ionenkonzentration der Meere um ca. 30% zugenommen hätte. Diese Zahl ergibt sich durch die logarithmische Definition des pH-Wertes

Von den menschengemachten CO₂-Emissionen verbleiben vermutlich ca. 50% in der Atmosphäre, was pro Jahr zu einem Anstieg von knapp 2 ppm führt. Der Rest wird zu etwa gleichen Teilen von den Ozeanen und der Biosphäre aufgenommen. Es gelangt also jährlich nicht mehr als 1 ppm CO₂ in die Meere. Für die Auflösung des CO₂-Eintrages steht mit dem Volumen der Ozeane ein sehr großer Speicher zur Verfügung. Etwa das 50-fache der in der Luft befindlichen Menge soll sich z.Z. im Wasser befinden. Dies wären bei dem jetzigen CO₂-Gehalt der Luft von 400 ppm etwa 20000 ppm im Meer. Das ist noch nicht alles an CO₂, denn zusätzlich treten ständig neue CO₂-Mengen aus den CO₂-emittierenden Schloten am Boden der Ozeane hinzu. Umgekehrt verbrauchen Algen und alle anderen Arten des Phyto-Planktons große Mengen von CO₂ zu ihrer Ernährung, was die CO₂-Verfügbarkeit reduziert.

Auf der alkalischen Seite liefern die Flüsse große Mengen an alkali- und erdalkalireicher Lösungsfracht, und außerdem gibt es aus den unterseeischen Vulkanen die Ausflüsse von Magma, die ebenfalls geschmolzene Alkali- und Erdalkalimetalle enthalten. Es sind also in großer Menge starke Basenbildner vorhanden, die schließlich die im Meerwasser vorhandenen H-Ionen neutralisieren, und die wegen ihrer stärkeren Alkalinität die saueren Komponenten dominieren und pH-Werte >7 erzeugen.

Wer die biologischen, chemischen und physikalischen Grundlagen berücksichtigt, weiß, dass der zuvor genannte Eintrag von 1 ppm pro Jahr keine Versauerung verursachen kann. Oder kann sich irgend jemand vorstellen, dass in letzter Zeit der Eintrag von 1 ppm pro Jahr gegenüber der gewaltigen Menge an bereits vorhandenem CO₂ eine Zunahme der H-Ionenkonzentration um 30% bewirkt haben soll?

CO₂ als biogener Gesteinsbildner

Die wichtige Funktion des im Meerwasser gelösten CO₂ als Gesteinsbildner blieb hier unbeachtet, denn sie wurde bereits in früheren Berichten behandelt, die im EIKE-Archiv zu finden sind. Hier soll der Hinweis reichen, dass während der Hunderte von Millionen Jahren der CO₂-Gehalt der Atmosphäre phasenweise sehr viel höher war als heute, was auch immer einen höheren CO₂-Gehalt der Ozeane bedingt hat. Der Entwicklung der Biosphäre hat das genutzt, beispielsweise mit dem wiederholten Wachstum von gewaltigen Korallenriffen schon vor 400 bis 380 Millionen Jahren in den Meeren der Devon-Zeit; der CO₂-Gehalt der Atmosphäre betrug damals 2200 ppm – im Vergleich zu 400 ppm heute. Diese Riffe bilden die ‚Massenkalke‘, die vielerorts in den deutschen Mittelgebirgen vorhanden sind – und für die Gewinnung von Kalk abgebaut werden.

Zusammenfassung

Ausschlaggebend für die stabile Alkalinität des Meerwassers ist folglich die grundlegende Tatsache, dass das Magma und die dann daraus entstehenden gesteinsbildenden Minerale als Kationen der Silikate außer Eisen und Aluminium die stark basischen Alkali- und Erdalkali-Elemente enthalten. Auch sie gelangen in gelöster Form ständig über die Flüsse in die Ozeane. Die von ihnen bewirkte Alkalinität ist stärker als die Wirkung der im Meerwasser gelösten zumeist schwachen Säuren, so dass ein basischer pH-Wert resultiert. Sowohl die CO₂-Übertritte aus der Atmosphäre in die Ozeane als auch das aus den (Mini-Vulkan-)Schloten am Meeresboden aufsteigende CO₂ sind zu schwach, als dass sie gegen die Menge der starken Basenbildner eine Versauerung der Ozeane erreichen könnten. Die CO₂-Lieferanten der Meere haben aber eine intensiv wachsende Biosphäre ermöglicht, die auch große Kalkstein-Vorkommen und Kohlenwasserstoff-Lagerstätten entstehen ließ.

Das Modell einer Versauerung der Ozeane durch höhere CO₂-Konzentrationen der Atmosphäre widerspricht den naturgegebenen Fakten und sollte aufgegeben werden.