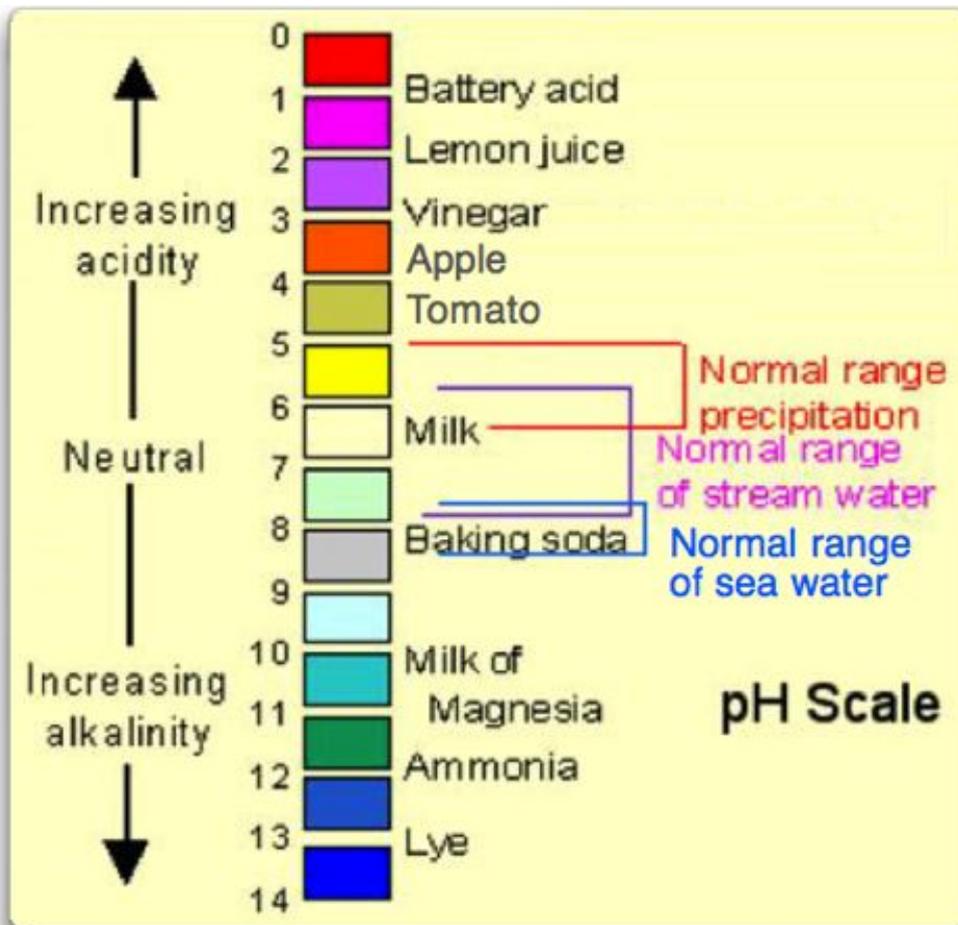
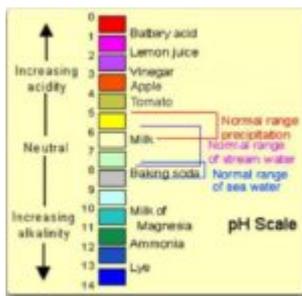


# Der Ozean versauert nicht!



**Abbildung 1** PH-Wert-Bandbreite mit einigen Beispielen.

Das Erste, was man hinsichtlich des PH-Wertes beachten muss, ist, dass sich Alkalinität auf lebende Dinge stärker auswirkt als leichte Versauerung. Beide wirken korrosiv auf Gewebe, aber Alkalinität hat die stärkere Auswirkung. Es erscheint nicht eingängig, aber es stimmt. Zum Beispiel ist nahezu unsere gesamte Nahrung sauer. Wir essen Dinge mit einem PH-Wert von 2, fünf Einheiten unter dem neutralen Wert 7... aber nichts mit dem korrespondierenden Wert 12, fünf Einheiten über dem neutralen Wert. Die am meisten alkalischen Nahrungsmittel sind Eier (PH-Wert bis 8) sowie Datteln und Cracker (PH-Wert bis zu 8,5). Aber was soll's, unsere Magensäure hat einen PH-Wert von 1,5 bis 3,0, und unseren Körpern macht das überhaupt nichts aus... aber man versuche nicht, Drano zu trinken, die Lauge würde den Bauch zerstören.

Dies ist der Grund, warum man Lauge und nicht Säure auf einen unbequemen Körper schüttet, wenn man ihn loswerden will. Es ist auch der Grund, warum Fische oftmals eine dicke Schleimschicht auf ihrem Körper haben, nämlich um sie vor der Alkalinität zu schützen. Im Gegensatz zu Alkalinität ist Versauerung kein Problem für das Leben.

Als nächstes kommt eine Frage der Terminologie. Wenn eine Base mit Säure kombiniert wird, zum Beispiel wenn man Backnatron auf eine ausgelaufene Autobatterie schüttet, bedeutet das eine „Neutralisierung“ der Säure, und zwar weil sich das Ganze hin zum Neutralen bewegt. Ja, der PH-Wert nimmt zu, aber trotzdem wird es „neutralisieren“ genannt und nicht „alkalisieren“.

Die gleiche Terminologie gilt bei der Messung des PH-Wertes. In einem Prozess mit dem Namen „Titration“ misst man, wie viel Säure man braucht, um eine unbekannte basische Lösung zu neutralisieren. Fügt man zu viel Säure hinzu, fällt der PH-Wert unter 7,0 und die Mixtur versauert. Fügt man zu wenig Säure hinzu, bleibt die Mixtur alkalisch. Das Ziel der Titration ist es, gerade genug Säure hinzuzufügen, um die basische Lösung zu neutralisieren.

Ganz ähnlich sieht es aus, wenn Regenwasser (leicht sauer) in den Ozean fällt (leicht basisch). Dann kommt es zu einem neutralisierenden Effekt des leicht alkalischen Ozeans. Regenwasser lässt den PH-Wert des Ozeans leicht abnehmen. Dennoch sagen wir normalerweise nicht, dass Regenwasser den Ozean „versauert“. Stattdessen sagen wir, weil sich der Ozean in Richtung neutral bewegt, dass es den Ozean neutralisiert.

Das Problem bei Verwendung des Ausdrucks „versauern“ bei dem, was das Regenwasser im Ozean macht, besteht darin, dass die Leute den Vorgang nicht verstehen. Sicher könnte ein aus festem Holz geschnitzter Wissenschaftler beim Hören des Wortes „versauern“ an „abnehmenden PH“ denken. Aber die meisten Leute glauben: „Oooh, Säure, schlecht, das verbrennt die Haut“. Das führt dazu, dass die Leute Dinge wie das folgende Kleinod sagen, das mir gerade gestern vor Augen gekommen ist:

*Rasche Zunahme des CO<sub>2</sub> (wie es heute der Fall ist) überfrachten das System und führen dazu, dass Ozeanwasser korrosiv wird.*

In Wirklichkeit ist es genau umgekehrt. Das zunehmende CO<sub>2</sub> macht den Ozean nicht korrosiver, sondern **neutraler**. Da sowohl Alkalinität als auch Säure korrosiv wirken, lautet die einfache Wahrheit, dass Regenwasser (oder mehr CO<sub>2</sub>) den Ozean etwas **weniger korrosiv** macht, indem die leichte Alkalinität neutralisiert wird. Das ist das Problem mit dem Term „Versauerung“, und es ist der Grund, warum ich darauf bestehe, den genaueren Term „neutralisieren“ zu benutzen. Der Begriff „versauern“ ist sowohl alarmistisch als auch inkorrekt. **Der Ozean wird nicht sauer durch zusätzliches CO<sub>2</sub>. Er wird neutralisiert durch zusätzliches CO<sub>2</sub>.**

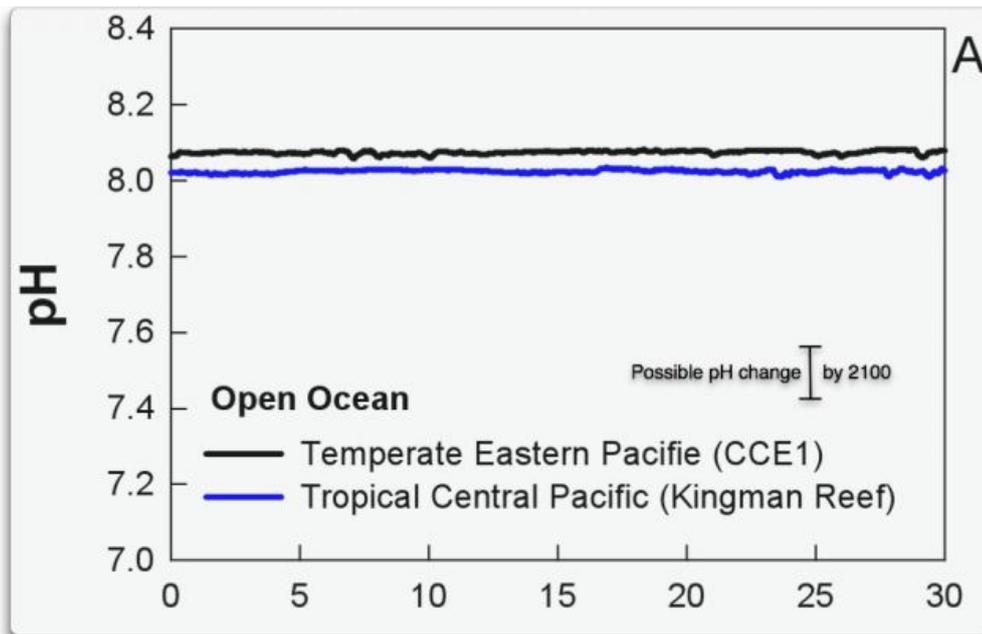
Mit diesem Prolog möchte ich mich nun der Studie zum ozeanischen PH-Wert zuwenden.

Die Studie trägt den Titel [“High-Frequency Dynamics of Ocean pH: A Multi-Ecosystem Comparison”](#) (hiernach als pH2011 bezeichnet). Wie der Titel schon

verrät, betrachteten die Autoren die aktuellen Veränderungen des PH-Wertes an verschiedenen Stellen des Ozeans. Sie zeigen „Schnappschüsse“ über 30 Tage von einer ganzen Palette von Ökosystemen. Die Autoren merken an:

*Diese organismusspezifischen PH-Signaturen zeigen die gegenwärtigen Niveaus sowohl hoher als auch geringer Auflösung von CO<sub>2</sub> auf. Sie demonstrieren oft, dass heimische Organismen schon jetzt einem PH-Regime ausgesetzt sind, das den Vorhersagen zufolge nicht vor 2100 eintreten sollte.*

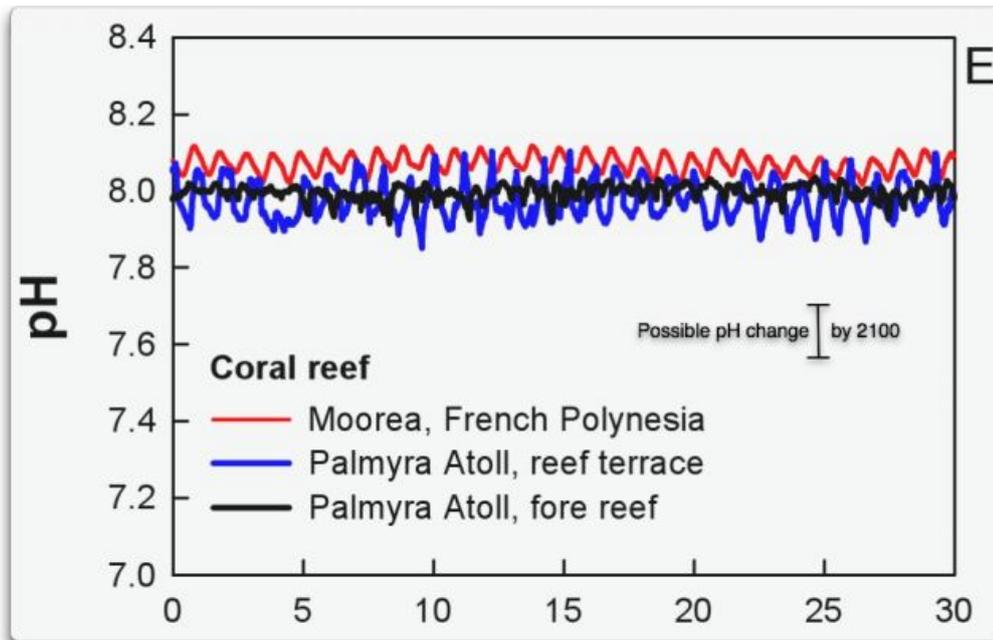
Zuerst zeigen sie einen 30-Tage-Schnappschuss sowohl vom offenen Ozean als auch von einem Riff im Ozean:



**Abbildung 2.** Ununterbrochene 30 Tage lange Messungen des PH-Wertes im offenen Ozean und an einem Unterwasserriff. Die x-Achse zeigt die Tage, die y-Achse die Größe der möglichen Änderung des PH-Wertes bis 2100, wie sie in der pH2011-Studie abgeschätzt worden ist.

Ich erkenne, dass der PH-Wert nicht einmal im offenen Ozean konstant ist, sondern über die 30 Tage etwas variiert. Diese Änderungen sind ziemlich kurz und stehen wahrscheinlich im Zusammenhang mit Regenereignissen während des Monats. Wie oben erwähnt, neutralisieren diese Regenfälle die Oberfläche des Ozeans leicht (und vorübergehend). Mit der Zeit mischt sich das in tiefere Wasserschichten. Über dem Kingman-Riff gibt es länger andauernde kleine Schwingungen.

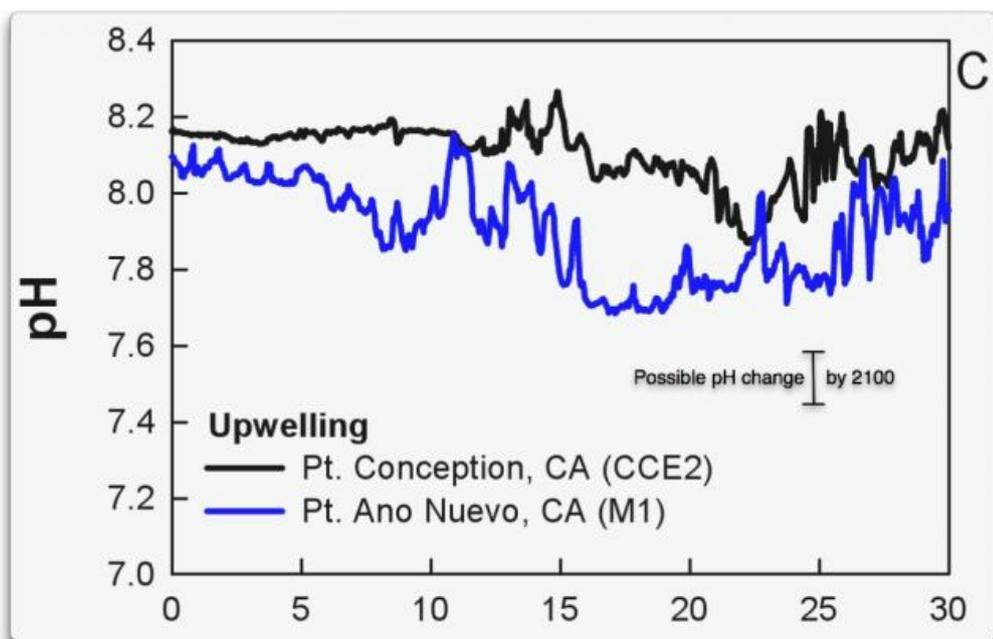
Man vergleiche die beiden in Abbildung 1 gezeigten Regionen mit einigen anderen „Schnappschüssen“ von Korallenriffen mit dreißig Tage langen PH-Wert-Messungen.



**Abbildung 3** Dreißig-Tage-„Schnappschüsse“ der Variation des PH-Wertes an zwei tropischen Korallenriffen. Auf der x-Achse sind die Tage aufgetragen.

Ein paar Dinge sind in Abbildung 3 bemerkenswert. Erstens, die Variation des PH-Wertes zwischen Tag und Nacht stammt von dem CO<sub>2</sub>, dass durch das Riffleben als ganzes gebildet wird. Auch beträgt die Schwingung von Tag zu Nacht im Palmyra-Riff etwa ein Viertel einer PH-Wert-Einheit... was bereits um 60% höher liegt als die projizierte Änderung durch CO<sub>2</sub> bis zum Jahr 2100.

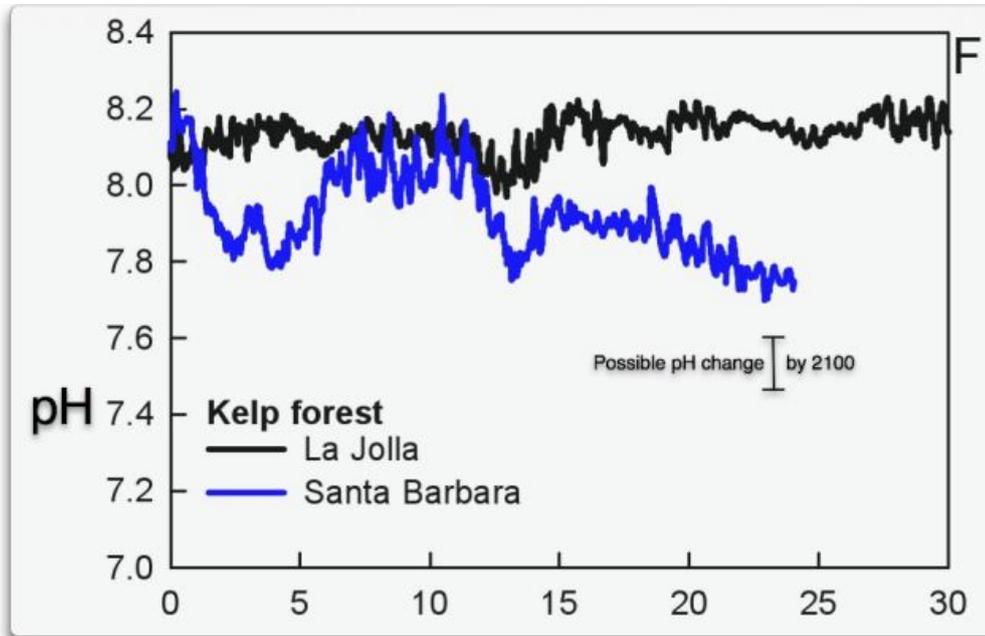
Des Weiteren gibt es vor der kalifornischen Küste ein paar Gebiete mit aufsteigendem Wasser:



**Abbildung 4** Dreißig Tage lange Aufzeichnungen des PH-Wertes in Gebieten mit aufsteigendem Wasser. Dieses Aufwallen findet unter anderem entlang der Ostküsten der Kontinente statt.

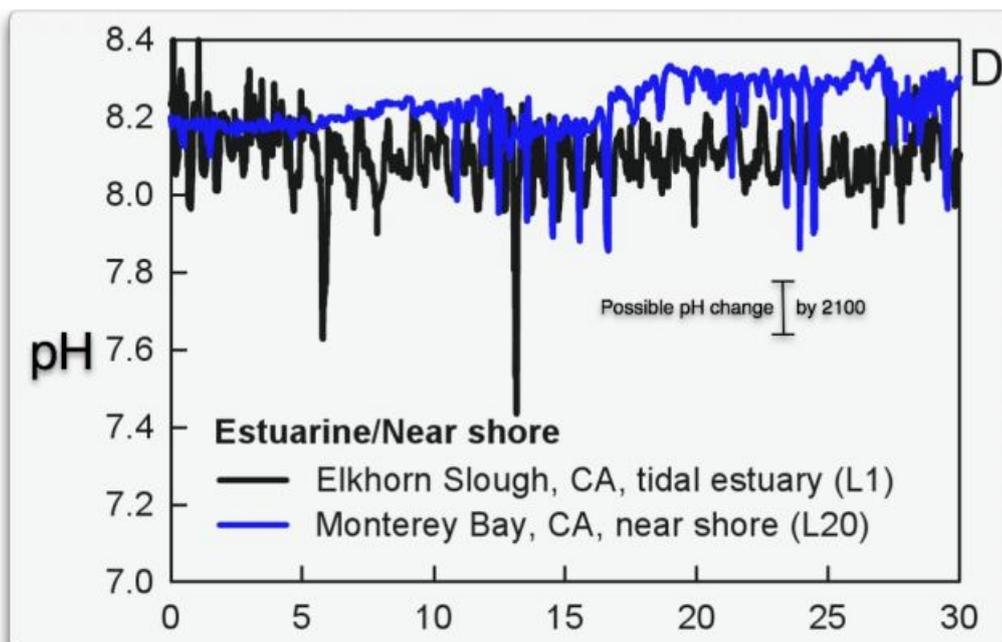
Hier sehen wir sogar noch größere Schwingungen des PH-Wertes, viel größer als die vorhergesagte Änderung durch CO<sub>2</sub>. Man erinnere sich, dass hier nur eine Periode von einem Monat betrachtet worden ist, so dass es sehr gut auch einen Jahresgang geben könnte.

Abbildung 5 zeigt die Vorgänge in den Tangwäldern:



**Abbildung 5** PH-Wert-Aufzeichnungen in Tangwäldern.

Wieder erkennt man eine ganze Palette von Schwingungen des PH-Wertes, sowohl lang- als auch kurzfristig. An Land finden sich sogar noch größere Schwingungen, wie aus Abbildung 6 ersichtlich wird:



**Abbildung 6** Zwei PH-Wert-Aufzeichnungen von einer küstennahen Umgebung und in einem Flussmündungssystem.

Wieder erkennt man große Änderungen des PH-Wertes in sehr kurzen Zeiträumen, sowohl in Flussmündungsgebieten als auch in küstennahen Gebieten.

### **Meine Schlussfolgerungen aus all dem?**

Erstens, es gibt eine ganze Reihe von Stellen im Ozean, an denen die PH-Schwankungen sowohl schnell vonstatten gehen und auch ein großes Ausmaß haben. Das Leben in diesen Teilen des Ozeans scheint weder von der Größenordnung noch von der Geschwindigkeit dieser Änderungen beeinflusst zu werden.

Zweitens, die mögliche Änderung des PH-Wertes bis zum Jahr 2100 ist im Vergleich zu diesen natürlichen Schwingungen nicht groß.

Drittens, infolge einer ganzen Reihe von abfedernden Mechanismen im Ozean könnte die Änderung des PH-Wertes bis 2100 kleiner sein, aber höchstwahrscheinlich nicht größer als die Schätzung der oben gezeigten Vorhersage.

Viertens, ich wäre sehr überrascht, wenn wir in neunzig Jahren immer noch fossile Treibstoffe verbrennen würden. Möglich, aber sehr zweifelhaft. Also kann auch aufgrund dieses Effektes die Änderung des ozeanischen PH-Wertes kleiner sein als oben gezeigt.

Fünftens, wie die Autoren schon angemerkt haben, in einigen Gebieten des Ozeans herrschen schon jetzt Bedingungen, die vor dem Jahr 2100 gar nicht auftreten sollten... und dies ohne negative Folgen.

Im Endergebnis mache ich mir also keine allzu großen Sorgen über eine kleine Änderung des PH-Wertes im Ozean aufgrund der Änderung des atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Gehaltes. Der Ozean wird sich anpassen, die Verbreitungsgebiete mancher Spezies werden sich ein wenig ändern, einige andere Spezies werden leichte Vorteile, wieder andere leichte Nachteile haben. Aber der CO<sub>2</sub>-Gehalt war schon vorher hoch. Alles in allem, wenn man den Ozean ein wenig neutraler macht, wird es wahrscheinlich dem Leben gut tun, welches Alkalinität nicht mag, dem Versauerung aber nichts ausmacht.

Zum Schluss möchte ich sagen, dass ich wissenschaftliche Studien dieser Art mag, die tatsächlich reale Beobachtungen nutzen anstatt von Theorien und Modellen abhängig zu sein. Schon seit einiger Zeit habe ich darauf hingewiesen, dass der ozeanische PH-Wert nicht konstant ist... aber bis zum Erscheinen dieser Studie habe ich nicht gewusst, wie variabel er tatsächlich ist. Es ist ein Maß für die „Elfenbeinturm“-Natur in weiten Bereichen der Klimawissenschaft, dass die Hysterie über die sog. „Versauerung“ schon seit so langer Zeit im Gange ist, ohne dass man die tatsächlichen Verhältnisse im Ozean betrachtet hat. Dann hätte man sehen können, welchen Unterschied eine kleine Änderung hin zu mehr Neutralität wirklich ausmacht.

**BEMERKUNG:** Für jene aus festem Holz geschnitzte Wissenschaftler, die immer noch das Hinzufügen einer kleinen Menge Säure zu einer basischen Lösung „Versauerung“ nennen und die behaupten, dass dies die korrekte „wissenschaftliche Terminologie“ ist, verlange ich, dass sie auf die

wissenschaftliche Terminologie der Titration schauen und sich daran anpassen. Diese Terminologie wird benutzt, wenn PH-Werte im Labor gemessen werden. In dieser Terminologie nennt man es „Neutralisierung“, wenn man sich hin zum neutralen PH-Wert 7 bewegt.

Willis Eschenbach

Link:

<http://wattsupwiththat.com/2011/12/27/the-ocean-is-not-getting-acidified/>

Übersetzt von Chris Frey für EIKE