



4.2.6 pH-Werte in der Deutschen Bucht 1990-2017

<·> Sieglinde Weigelt-Krenz

Ein großer Teil (ca. 30%) des durch menschliche Aktivitäten (Industrie, Verkehr, Schifffahrt) und durch natürliche Prozesse entstehenden Kohlendioxids gelangt in die Ozeane und erhöht dadurch die Konzentration an gelöstem CO_2 im Meerwasser.

Seit Beginn der Industrialisierung stieg die Konzentration von CO_2 in der Atmosphäre von 280 auf ca. 390 ppm an. Die atmosphärische Konzentration von CO_2 ist heute höher als während der letzten 15 Mio. Jahre (LaRiviere et al., 2012) und es wird befürchtet, dass sie bis Ende des Jahrhunderts bis auf 1000 ppm ansteigen wird (Caldeira and Wickett, 2003). Folgen dieses Anstiegs sind sowohl eine Temperaturzunahme der Atmosphäre als auch der Ozeane (Belkin, 2009; Reid and Beaugrand, 2012). Eine weitere direkte Auswirkung dieses CO_2 -Anstiegs ist die Versauerung der Meere, verursacht durch die chemische Reaktion des Kohlendioxids mit Wasser, wodurch Hydrogencarbonat-Ionen, Carbonat-Ionen und H^+ -Ionen entstehen, die den pH-Wert im Meerwasser senken (Caldera, 2007).

Neben der Überwachung der Nährstoffe wird daher auch der pH-Wert regelmäßig in der deutschen AWZ (Ausschließliche Wirtschaftszone) untersucht. Der pH-Wert spiegelt einerseits das biologische Produktions- und Abbauprozesse wider, andererseits können Gewässerverunreinigungen erkannt und Auswirkungen des Klimawandels identifiziert werden.

4.2.6.1 Verteilungsstrukturen der pH-Werte in der Deutschen Bucht

Exemplarisch werden die Verteilungsstrukturen der pH-Werte im Jahr 2015 betrachtet (Abb. 1). Die pH-Werte liegen im Januar 2015 zwischen 8,07 und 8,15. Dieser Bereich spiegelt die zu dieser Zeit noch ablaufenden Remineralisierungsprozesse im bodennahen Wasser wider. Im März 2015 werden in der südwestlichen Deutschen Bucht pH-Werte bis 8,33 gemessen. Höhere pH-Werte sind ein Hinweis für Planktonvorkommen, da durch Photosynthese CO_2 aus der Wassersäule aufgenommen wird und dadurch die pH-Werte ansteigen. In den Sommermonaten schwanken die pH-Werte zwischen 8,09 und 8,25 in küstennahen Bereichen, in denen das Nährstoffangebot höher als in der offenen See ist und dadurch Planktonblüten entstehen.

pH-Werte in der Deutschen Bucht

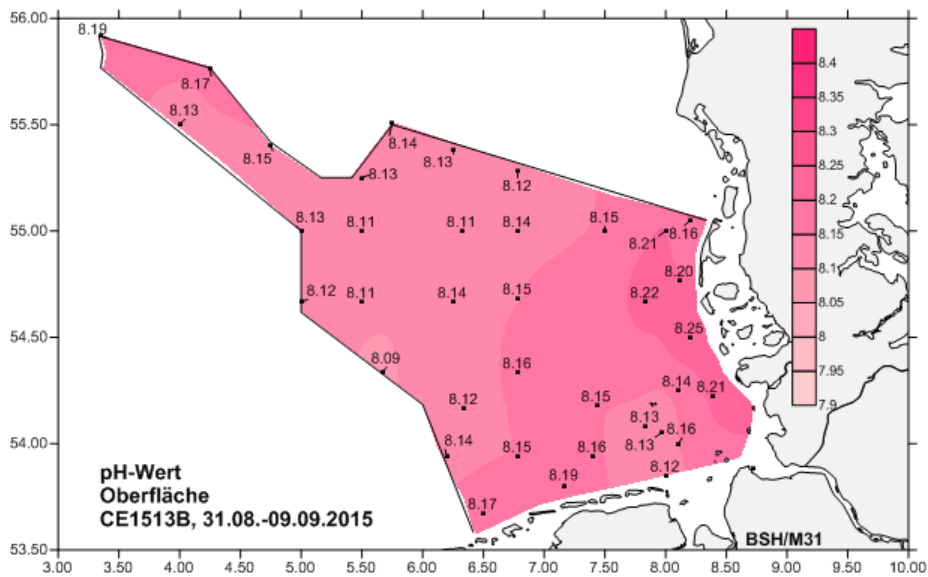
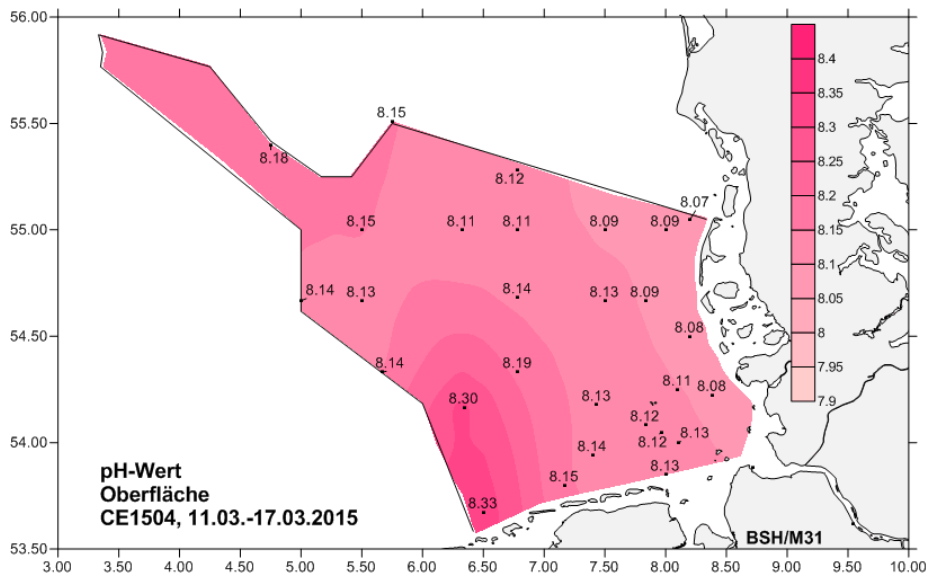
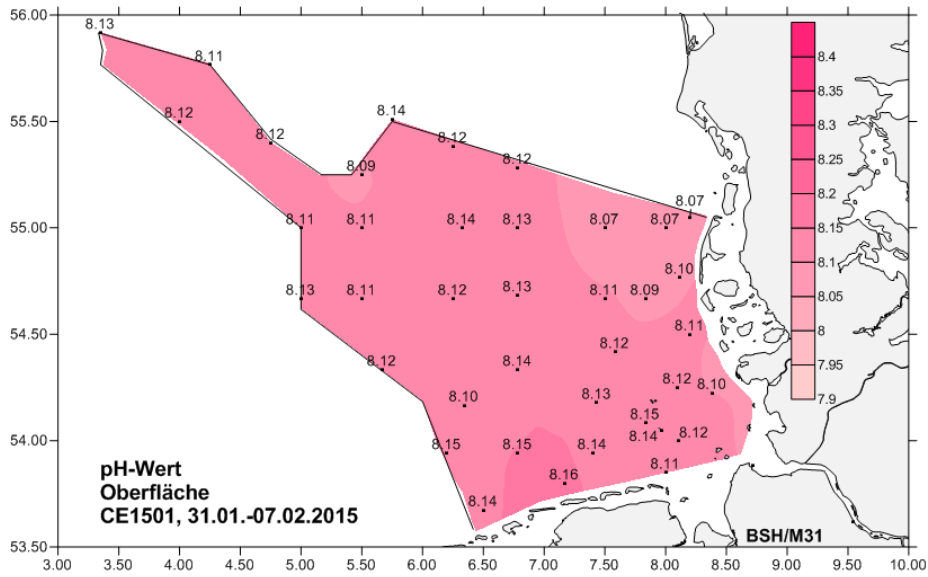


Abbildung 1: Verteilungsstrukturen der pH-Werte in der Deutschen Bucht im Januar, März und September 2015.

Figure 1: Geographical distributions of pH-data in the German Bight in January, March and September 2015.

4.2.6.2 Langzeitliche Entwicklung der pH-Werte in der Deutschen Bucht

Der jahreszeitliche Verlauf der pH-Werte, dargestellt in Abbildung 2, zeigt u.a. die Veränderung des pH-Werts durch biologische Einflüsse. So steigen die pH-Werte während der Planktonentwicklung vor allem im Frühjahr an und nehmen während der Remineralisierungsprozesse wieder ab. Auch steigende Wassertemperaturen können sich auf die Höhe des pH-Wertes auswirken, da bei höheren Temperaturen weniger CO₂ aufgenommen wird.

Trotz jahreszeitlicher Schwankungen und interannualer Unterschiede zeichnet sich ein abnehmender Trend bei der pH-Wert Entwicklung in der Deutschen Bucht ab. Die ständig steigende Kohlendioxidbelastung führt zum Sinken der pH-Werte im Meerwasser. Auswirkungen auf die Meeresumwelt, wie z. B. negative Einflüsse auf das Korallen- und Diatomeenwachstum sind die Folge. Folge der Abnahme des pH-Wertes im Meerwasser ist eine Verschiebung der Dissoziationsgleichgewichte von anorganischen Verbindungen, auch intrazellulär. Die Kalkbildung z.B. von Coccolithophoriden, Foraminiferen, Korallen und Muscheln wird dadurch reduziert oder verhindert und gleichzeitig die Lösung von Kalkstrukturen verstärkt (Riebesell, 2004; Riebesell et al., 2011; Beare et al., 2013; Byrne et al., 2013; Koch et al., 2013). Besonders empfindlich reagieren Larven mit nur partiell ausgebildeten Kalziumkristall-Strukturen. Küstennahe Biota (wie z.B. Seegrass, Kelp) sind aber auch in der Lage sich an die sinkenden pH-Werte anzupassen (Hendriks et al., 2015).

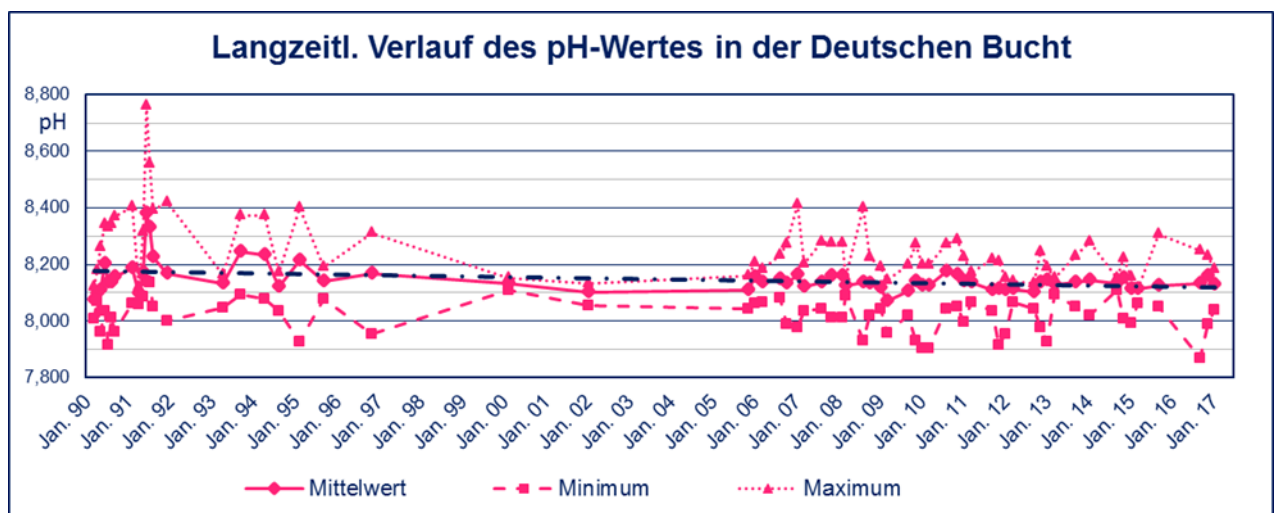


Abbildung 2: Jahreszeitlicher Verlauf der pH-Werte in der Deutschen Bucht zwischen Januar 1990 und Januar 2017.

Figure 2: Seasonal pH-data in the German Bight from January 1990 to January 2017.

Literatur

Beare, D., A. McQuatters-Gollop, T. van der Hammen, M. Machiels, S.J. Teoh and J.M. Hall-Spencer (2013): Long-Term Trends in Calcifying Plankton and pH in the North Sea. PLOS ONE, Volume 8, Issue 5, e61175. www.plosone.org.

Belkin, I. M. (2009): Rapid warming of large marine ecosystems. *Prog. Oceanogr.* 81, 207-213.

Byrne, M. and Przeslawski, R. (2013): Multistressor impacts of warming and acidification of the ocean on marine invertebrates' life histories. *Integrative Comparative Biology*, 53: 582-596. Doi:10.1093/icb/ict049.

Caldeira, K., Wickett, M.E. (2003): Anthropogenic carbon and ocean pH. *Nature* 425, 365.

Caldeira, K. (2007): What corals are dying to tell us about CO₂ and ocean acidification. *Oceanography* 20, 188-195.

Hendriks, I.E., C.M. Duarte, Y.S. Olsen, A. Steckbauer, L. Ramajo, T.S. Moore, J.A. Trotter, M.McCulloch (2015): Biological mechanisms supporting adaptation to ocean acidification in coastal ecosystems. *Estuarine, coastal and Shelf Science*, 152.

Koch, M., Bowes, G., Ross, C. and Zhang, X.-H. (2013): Climate change and ocean acidification effects on seagrasses and marine macroalgae. *Global Change Biology*, 19: 103-132. Doi: 10.1111/j.1365-2486.201202791.x.

LaRiviere, J.P., Ravelo, A.C., Crimmins, A. et al. (2012): Late Miocene decoupling of oceanic warmth and atmospheric carbon dioxide forcing. *Nature* 486, 97-100.

Reid, P.C., Beaufrand, G. (2012): Global synchrony of an accelerating rise in the sea surface temperature. *J. Mar. Biol. Assoc. UK* 92, 1435-1450.

Riebesell, U. (2004): Effects of CO₂ enrichment on marine phytoplankton. *Journal of Oceanography* 60. 719-729.

Riebesell, U. and Tortell, P.D. (2011): Chapter 6. Effects of ocean acidification on pelagic organisms and ecosystems. Pp. 99-121. In: Gattuso, J.-P., and L. Hansson (Eds.). *Ocean Acidification*. Oxford University Press.

Wenn Sie noch Fragen oder Datenanforderungen haben, wenden Sie sich bitte an Dr. Sieglinde Weigelt-Krenz, Telefon 040 3190-3310; sieglinde.weigelt@bsh.de