

Einfluss der Erwärmung und der Versauerung auf das Ökosystem Ostsee

>> Einführung

Das Ökosystem Ostsee ist wie andere Meere den Folgen des anthropogenen Klimawandels ausgesetzt. Neben Umweltproblemen wie der Eutrophierung, dem Sauerstoffmangel oder der Wasserverschmutzung durch Müll leidet die Ostsee unter ihrer Erwärmung und ihrer Versauerung, mit deren Ursachen und Auswirkungen ich mich in dieser Arbeit beschäftigt habe.

>> Erwärmung der Ostsee

Die Ostsee sowie die Ozeane sind wegen des gegenwärtigen Klimawandels von einer Erhöhung ihrer Durchschnittstemperaturen betroffen. Die Ostsee erwärmt sich um rund 0,4° C pro Jahrzehnt^[1], allerdings erfolgt dies rasanter als bei den Ozeanen, die sich in den letzten 30 Jahren um lediglich 0,5° C erwärmt haben, verglichen zur Ostsee mit einer Erwärmung von 1,5° C (s. Abb. 1)^[2], weswegen sie auch als „Zeitmaschine“ bezeichnet wird, da hier die Auswirkungen des Klimawandels intensiver sind als bei anderen Meeren.^[2]

Die schnellere Erwärmung lässt sich auf die geringere Größe der Ostsee zurückführen.^[3] Es wird prognostiziert, dass die Ostsee bis 2100 um 2° C bis 4° C je nach Region wärmer wird. Im Norden wird die Erwärmung deutlicher zu spüren sein, da dort das Eis weiterhin schmilzt und somit nach und nach Albedo-Fläche, die Sonnenstrahlen reflektieren, verloren wird.^[3]

Temperaturrentwicklung in der Ostsee seit 1900
(Messtiefe: 0-10 m)

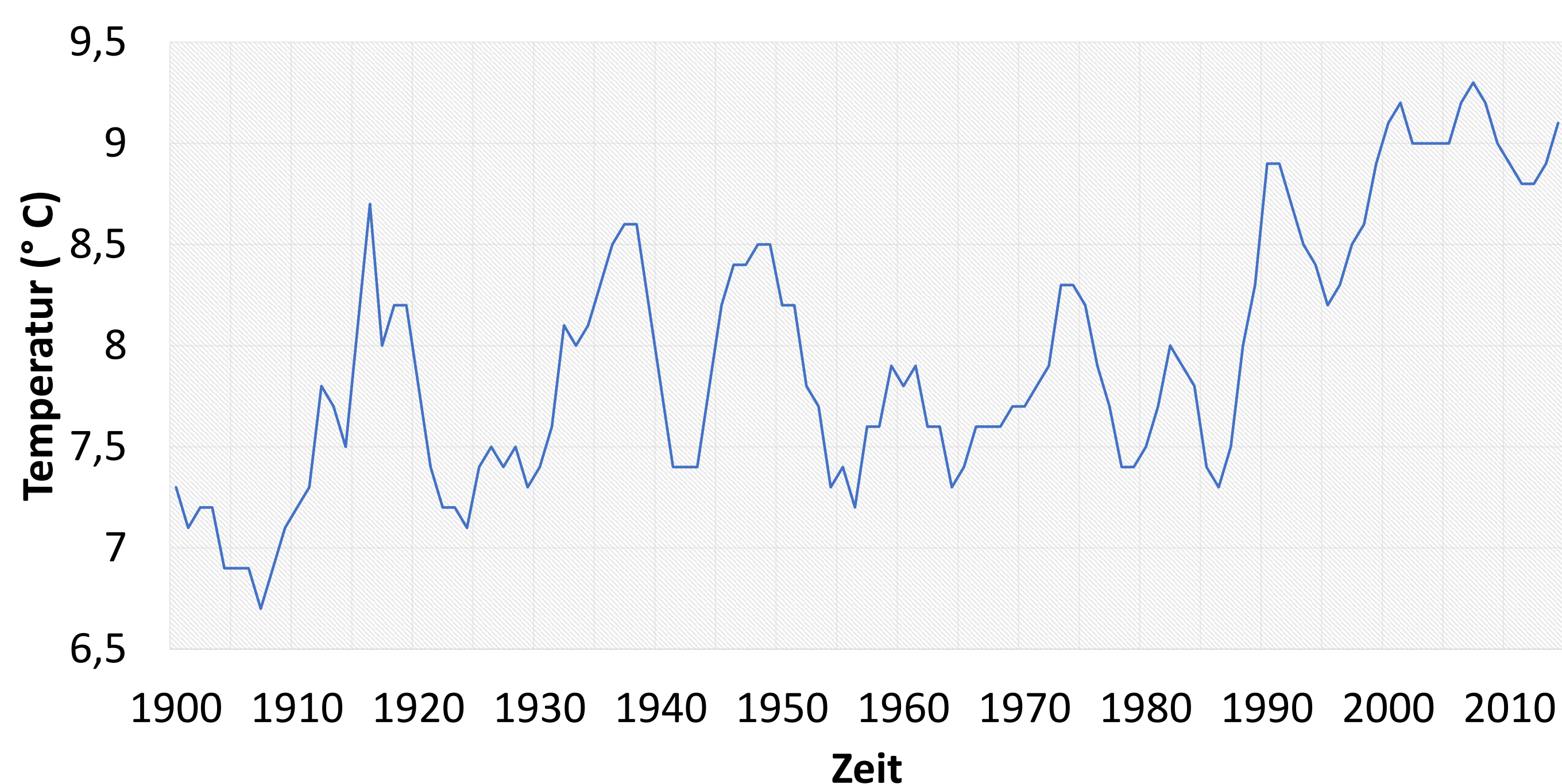


Abb. 1 ^[2]: Daten aus „The Baltic Sea as a time machine for the future coastal ocean“ (2018)

Die Erwärmung der Ostsee stellt ein großes Umweltproblem dar. Zum einen steigt der Meeresspiegel kontinuierlich an, was für anliegende Küstenregionen nachteilig sein kann. Dies hängt damit zusammen, dass das Eis im Norden weiter abschmilzt und dass Wasser wie viele andere Körper sich bei wärmeren Temperaturen ausdehnt.^[4]

Des Weiteren verändern sich durch die Erwärmung die Ökosysteme. Beispielsweise ziehen der Hering und der Kabeljau entsprechend weiter nördlich in kältere Regionen, was die Lage sowohl für die Ökosysteme als auch für die örtliche Küstenfischerei erschwert.^[5]

Hingegen nimmt die Algenblüte zu, darunter auch die toxischen Blaualgen.^{[5][6]}

Eine weitere Problemstellung der sich erwärmenden Ostsee ist der intensivere Abbau von Biomasse am Bodengrund durch die Destruenten, welche viel Sauerstoff verbrauchen und dafür viel Kohlenstoffdioxid abgeben, was den bereits existenten Sauerstoffmangel noch erhöht.^[1] Das sauerstofffreie Gebiet in der Ostsee, in denen ausschließlich anaerobe Organismen vorkommen, habe sich dadurch im vergangenen Jahrhundert verzehnfacht.^[2]

>> Versauerung der Ostsee

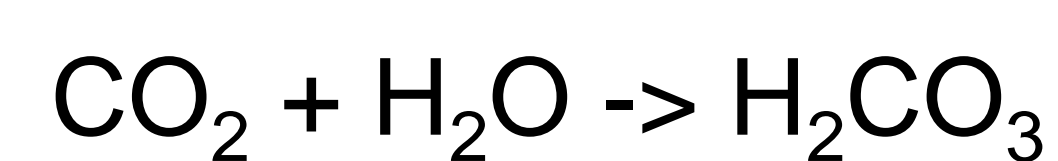
Nicht nur erwärmt sich die Ostsee stetig, sondern sie wird auch immer saurer. Der pH-Wert der Ostsee sei genauso niedrig wie der von tiefen Ozeanen erst im nächsten Jahrhundert.^[2]

Grund dafür ist, dass die Meere und Ozeane, darunter auch die Ostsee, einen großen Anteil an Treibhausgasen wie Kohlenstoffdioxid des anthropogenen Klimawandels in der Atmosphäre aufnehmen.^[2]

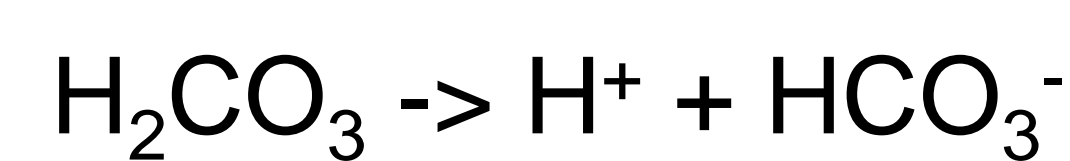
Kohlenstoffdioxid in der Atmosphäre ist chemisch inaktiv, während es im Meerwasser viele Reaktionen durchläuft (s. Abb. 2)^[7].

In Folge dessen nimmt der Anteil an Kohlensäure, Wasserstoff-Ionen und Hydrogencarbonat-Ionen in der Ostsee zu und an Karbonat-Ionen ab.^[7]

1. Kohlenstoffdioxid bildet mit Wasser Kohlensäure (H₂CO₃)



2. Kohlensäure spaltet sich in Wasserstoff- und Hydrogencarbonat-Ionen



3. Wasserstoff- und Karbonat-Ionen reagieren zu Hydrogencarbonat-Ionen

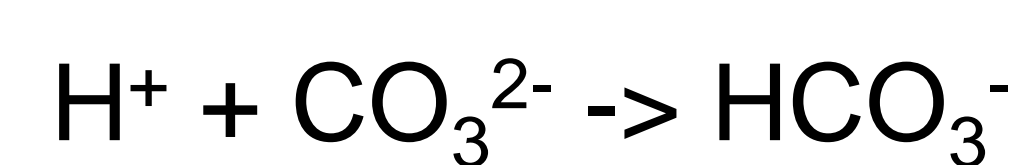


Abb. 2 ^[7]: Versauerungsprozess im Meer

Eine Senkung der Karbonat-Ionen-Konzentration in der Ostsee hat einen direkten negativen Einfluss auf kalkbildende Organismen wie Muscheln oder Krebse, zumal Karbonat-Ionen das Grundbaumittel von Kalkskeletten sind.^[7] Die Versauerung greift demgemäß die kalkhaltigen Schalen an und beeinträchtigen ihren Aufbau. Auch betroffen sind Plankton und Fische im Jugendstadium.^[6] Bei Untersuchungen zeigte sich, dass nur die Hälfte der Dorschlarven unter einer erhöhten Kohlenstoffdioxid-Aussetzung überlebten.^[6]

Dies sorgt für einen Verlust an Artenvielfalt, eine Veränderung der Nahrungsbeziehungen und allgemein für weniger Nahrung aus dem Meer für eine weiter anwachsende Weltbevölkerung.^[6]

Von der höheren Konzentration an Kohlenstoffdioxid profitieren andererseits Organismen, die Fotosynthese betreiben, wie die vorhin erwähnten toxischen Blaualgen bzw. Cyanobakterien oder wie gewöhnliche Algen.^[6] Folglich gibt es mehr Biomasse, die wiederum von den Destruenten aufgrund der Erwärmung der Ostsee effizienter zersetzt werden, was abermals zu einem höheren Sauerstoffmangel führt.

>> Lösungen

Weitreichend kann der Mensch nicht viel tun, um die Erwärmung und die Versauerung der Ostsee anzuhalten, außer die Treibhausgasemissionen zu verringern, da diese Umweltprobleme durch den globalen Klimawandel verursacht werden.

Trotzdem beschäftigen sich Menschen mit Geo-Engineering, wo man mit technischen Mitteln beabsichtigt in die Umwelt eingreift, um die dort herrschenden Probleme zu lösen.^[8] In diesem Fall hatte man die Idee, das Meer zu düngen, um den Algenwachstum zu fördern, die das Kohlenstoffdioxid verwerten, doch dies wird scharf kritisiert, zumal das Problem des Sauerstoffmangels sich weiter verschärfen könnte.^[8]

Spezifisch in der Ostsee kann man den Schiffsverkehr, welcher besonders vom Tourismus geprägt ist, reduzieren, um örtlichen Ausstoß von Kohlenstoffdioxid zu vermeiden und die Wasserqualität zu sichern.

[1] Ostsee: Klimawandel unterläuft Schutzmaßnahmen. (2014, 1. Dezember). Geomar. <https://www.geomar.de/news/article/ostsee-klimawandel-unterlaeuft-schutzmassnahmen> (letzter Aufruf: 17.12.2020)

[2] Lambernd, S. (2019, 25. April). Ostsee: Das Brackwassermeer heizt sich auf. NDR. <https://www.ndr.de/ratgeber/klimawandel/Ostsee-Das-Brackwassermeer-heizt-sich-auf,ostsee672.html> (letzter Aufruf: 17.12.2020)

[3] Erwärmung. (o. D.). Ostsee der Zukunft. <https://ostsee-der-zukunft.experience-science.de/hintergruende/einflussfaktoren/erwaermung.html> (letzter Aufruf: 17.12.2020)

[4] Meeresspiegel der Zukunft. (2020, 7. Februar). Bildungserver-Wiki. https://wiki.bildungserver.de/klimawandel/index.php/Meeresspiegel_der_Zukunft (letzter Aufruf: 17.12.2020)

[5] Nord- und Ostsee haben sich deutlich erwärmt. (2020, 8. Juli). ZEIT ONLINE. <https://www.zeit.de/wissen/umwelt/2020-07/temperaturanstieg-ostsee-nordsee-erwaermung-oberflaechentemperatur-klimaschutz> (letzter Aufruf: 17.12.2020)

[6] „Das Meer wird allmählich versauern“. (2017, 8. November). Bundesministerium für Bildung und Forschung. <https://www.bmbf.de/de/das-meer-wird-allmaehlich-versauern-5105.html> (letzter Aufruf: 17.12.2020)

[7] Ozeanversauerung. (2020, 19. September). Bildungserver-Wiki. <https://wiki.bildungserver.de/klimawandel/index.php/Ozeanversauerung> (letzter Aufruf: 17.12.2020)

[8] Klimawandel der Meere. (2019, 19. März). Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/gewaesser/meere/nutzung-belastungen/klimawandel-der-meere#geo-engineering> (letzter Aufruf: 17.12.2020)