



Felix Aping
Lehrer für Englisch und Geographie am
Marion Dönhoff Gymnasium in Hamburg

Salzwassereinbrüche in die Ostsee – Leben für die Todeszone?

Immer wieder liest oder hört man in den Medien von sogenannten Todeszonen in der Ostsee, in denen der Sauerstoffgehalt so gering ist, dass kaum Leben möglich ist. Eher seltener werden Salzwassereinbrüche erwähnt, bei denen sauerstoffreiches Salzwasser aus der Nordsee in die Ostsee gelangt – eine natürliche Lösung für das Problem der Todeszonen.

Ausgehend von einer Karte im Diercke Weltatlas liefert das Eintauchen in die Ostsee dazu interessante Fakten und Zusammenhänge, die die Schüler zum Nach- und Weiterdenken anregen können.

Die Ostsee ist im Unterschied zur Nordsee ein flaches Binnenmeer und unterliegt durch ihr charakteristisches Relief und das im Vergleich zur Wasserfläche große Einzugsgebiet Einflussfaktoren, die sie insgesamt zu einem der am meisten belasteten Gewässer weltweit machen. Denn die natürliche Regenerationsfähigkeit der Ostsee kann nur bedingt mit den Herausforderungen mithalten, die durch menschliche Aktivitäten an sie gestellt werden. Von den in der Karte [Diercke Weltatlas, S. 121.2](#) aufgeführten Umweltbelastungen wird in diesem Unterrichtsbeispiel der Sauerstoffmangel am Boden der Ostsee besonders betrachtet. Hinter dieser Signatur offenbart sich eine Eigenschaft der Ostsee, die dieses Binnenmeer durch die Kombination aus naturgeographischer Veranlagung und anthropogener Beeinflussung zu einem exemplarischen Aspekt des Mensch-Umwelt-Systems im Geographieunterricht werden lässt.

Kennzeichnend für die Ostsee sind zum einen die gegliederte Beckenstruktur sowie deren Trennung durch flache Schwelen. In Kombination mit der positiven Wasserbilanz ergibt sich daraus der geringe Salzgehalt des Ostseewassers. In den tiefen Becken kommt es aufgrund des geringen Wasseraustausches und der Schichtung des Wasserkörpers teilweise zu natürlich auftretendem Sauerstoffmangel. Eine im 20. Jahrhundert ein-

setzende Zunahme von land-, fluss- und luftseitig eingetragenen Nährstoffen (Nitrate und Phosphate) hat zum anthropogen verstärkten Prozess der Eutrophierung geführt, dessen Ausmaß sich nicht zuletzt durch eine Vergrößerung der sauerstoffarmen Zonen im Bodenwasser, Algentepiche, Fischsterben und zurückgehende Fischbestände erkennen lässt. Unter geographischen Gesichtspunkten sind länderspezifische Unterschiede dieser Immissionswerte nach Küstenlänge, Bevölkerungsdichte sowie Abflussregime und Eintragsweg zu differenzieren. Aufgrund des kleinen Ostseeinzugsgebietes beträgt der Anteil Deutschlands an den gesamten Nährstoffeinträgen in die Ostsee nur etwa 2–3 %, während beispielsweise Polen mit einem weitaus größeren Einzugsgebiet etwa 25–31 % der Einträge verzeichnet. (Umweltbundesamt 2020) Die Einträge in die Ostsee gehen zwar insgesamt zurück, sind aber immer noch hoch. Laut der zwischenstaatlichen Helsinki Kommission (HELCOM), die für den Schutz der Meeresumwelt im Ostseeraum zuständig ist, ist das gesamte Ökosystem daher weiterhin vom Erreichen eines guten Zustands weit entfernt (HELCOM 2018). Größere Salzwassereinbrüche aus der Nordsee, welche eine Linderung der Eutrophierungsfolgen durch Wasseraustausch und Zuführen von sauerstoffreichem Wasser hervorrufen, treten derzeit

seltener auf und vermögen nicht, den Überdüngungsgrad der Ostsee entscheidend zu reduzieren (vgl. M5, M6, IOW 2021).

Die im Geographieunterricht so wichtige Lösungsfindung für regionale und globale Probleme mag bei diesem Thema auf den ersten Blick zwar an naheliegenden Konzepten des Gewässerschutzes ansetzen, bei näherer Betrachtung offenbart sich allerdings eine größere Dimension. So schlägt beispielsweise das Umweltbundesamt im Mai 2021 einen integrativen Ansatz zur Lösung des Stickstoffproblems vor:

„Da Stickstoffemissionen nicht an Landesgrenzen halt machen und die anthropogene Beeinflussung der Stickstoffströme europa- und weltweit ein gravierendes Problem darstellen, sind einzelsektorale oder nationale Lösungsansätze nicht ausreichend. Landschafts- und Gewässerschutz. Es gilt, langfristig die Gesamtmenge an reaktivem Stickstoff aus dem Kreislauf zu entfernen, was durch ein breites Problembewusstsein und durch Transformationsprozesse in den Bereichen Ernährung, Mobilität und Energienutzung einhergeht.“ (Geupel u. a. 2017, S. 17) Somit sind mit dieser Unterrichtseinheit auch ein Transfer zur Lebenswelt der Schüler und eine Reflexion über das eigene Handeln möglich.

Literatur

Brühne, Thomas/Harnischmacher, Stefan (Hrsg.): Concept Mapping. Braunschweig 2018.

HELCOM. 2018. (<http://stateofthebalticsea.helcom.fi/>)

Geupel, Markus/Richter, Simone/Schlesinger, Lisa: Stickstoff – Element mit Wirkung. Ein integrierter Zielwert setzt einen neuen Rahmen. Umweltbundesamt 2021. (<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/stickstoff-element-wirkung>)

Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW): IOW-Pressemitteilung vom 15. Juli 2021. Neue Ergebnisse: Salzwassereinbrüche können den Überdüngungsgrad der Ostsee nur wenig und nur vorübergehend verbessern. (https://www.io-warnemuende.de/mitteilung/items/neue-ergebnisse-salzwassereinbrueche-koennen-den-ueberduengungsgrad-der-ostsee-nur-wenig-und-nur-voruebergehend-verbessern.html?file=tl_files/news/presse/2021/20210715_presse_Salzwassereinbruch_2014_Ueberduengung_Dellwig_de.pdf)

Umweltbundesamt (Hrsg.): Nährstoffeinträge über Flüsse und Direkteinleiter in die Ostsee. 2020. (<https://www.umweltbundesamt.de/daten/wasser/ostsee/naehrstofffeintraege-ueber-fluesse-direkteinleiter#zustandsbewertung-der-ostsee>)

Raschke, Nicole: Concept Maps. Systematisierung und Visualisierung systemischen Denkens. In: Praxis Geographie, Heft 7–8/2018, S. 48–52.

Das Thema im Unterricht

Zeitbedarf: 4–6 Unterrichtsstunden

Der vorliegende Unterrichtsentwurf erweitert die detaillierte Karte zur Nord- und Ostsee [Diercke Weltatlas, S. 121.2](#) im Bereich Fachwissen um eine genauere Erläuterung der Zusammenhänge rund um die Entstehung der in der Karte dargestellten sauerstoffarmen Zonen.

Das Unterrichtsbeispiel eignet sich ab Klasse 10 in einer Reihe zu den Meeren oder kann auch exemplarisch für ein Mensch-Umwelt-Problem behandelt werden. In Kombination mit dem Fach Biologie bietet sich eine fächerübergreifende Kooperation zum Stickstoffkreislauf oder Ökosystem See an. Methodisch eignet sich die Concept Map zur Visualisierung multikausaler Prozesse

und ermöglicht neben einem konkreten Verorten von Lösungsvorschlägen auch den regionalen oder globalen Transfer im Sinne eines Syndromkonzepts zum Thema „Todeszonen“.

Unterrichtsverlauf

Eine Zusammenstellung von Nachrichtenmeldungen (M1) soll die Schüler neugierig auf das Thema machen. Begriffe wie „Todeszone“, „Fischsterben“ sowie die bequeme Aussicht auf eine scheinbar natürliche Lösung laden zur Bildung von Hypothesen und Leitfragen ein.

Zunächst sollen mithilfe der Karte [Diercke Weltatlas, S. 121.2](#) die in der Ostsee vorliegenden natürlichen Bedingungen erfasst und dargestellt werden. Treten dabei Rückfragen z. B.

zum unterschiedlichen Dichteverhältnis von Süß- und Salzwasser oder zur Sprungschicht auf, kann die Lehrkraft durch Erklärungen, Versuche oder Videos gezielt nachsteuern. Die Erstellung der Concept Map kann v. a. mit digitalen Tools wie <https://app.diagrams.net/> oder <https://www.yworks.com/yed-live/> methodisch gewinnbringend eingesetzt werden. Zur Binnendifferenzierung können eine Vorstrukturierung der Concept Maps oder Methodenkarten hilfreich sein, wie sie z. B. in Brühne/Harnischmacher (2019) oder Raschke (2018) vorgestellt werden. Die Phase der Präsentation und Vorstellung der an die Concept Maps angebotenen Lösungsansätze lädt zur Metakognition über die gewählte Visualisierungsmethode ein.

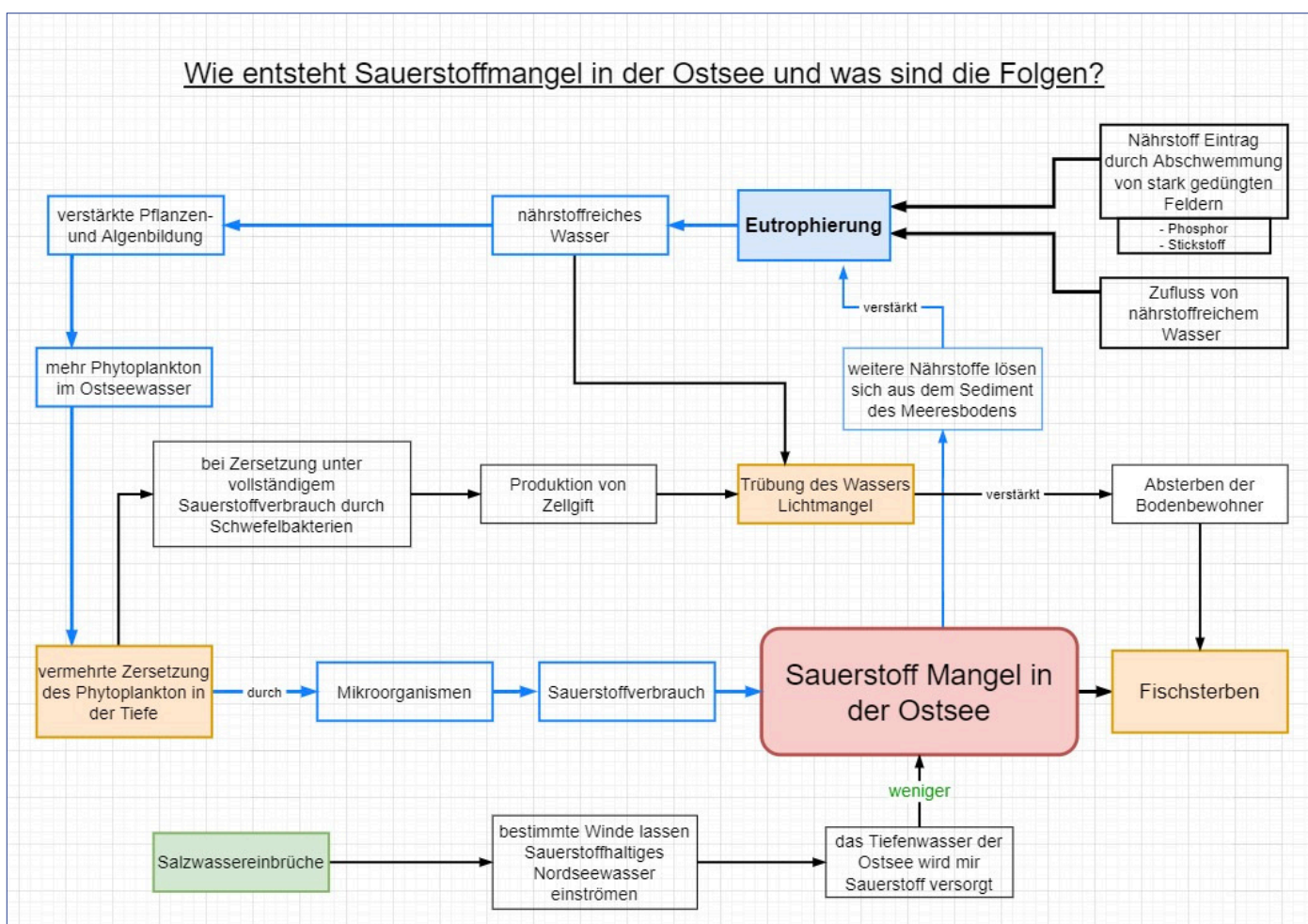


Abb. 1 Beispiel für eine Schülerlösung: Concept Map

Erstellung: Jonas Angerer, Hamburg