

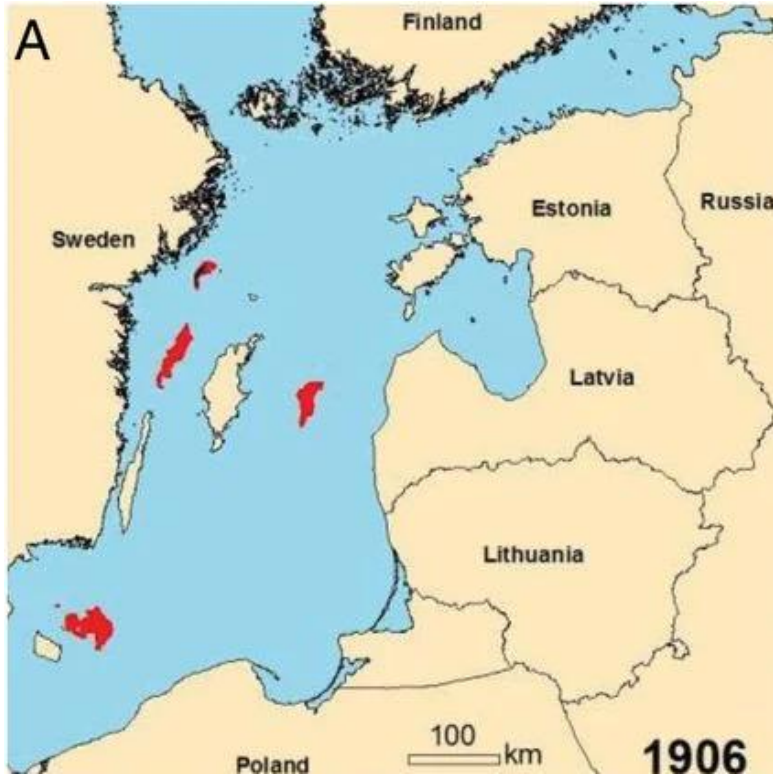
# Todeszonen in der Ostsee – wenn es zu wenig Sauerstoff zum Leben gibt

Dr. Lev Naumov

Leibniz-Institut für Ostseeforschung (IOW)

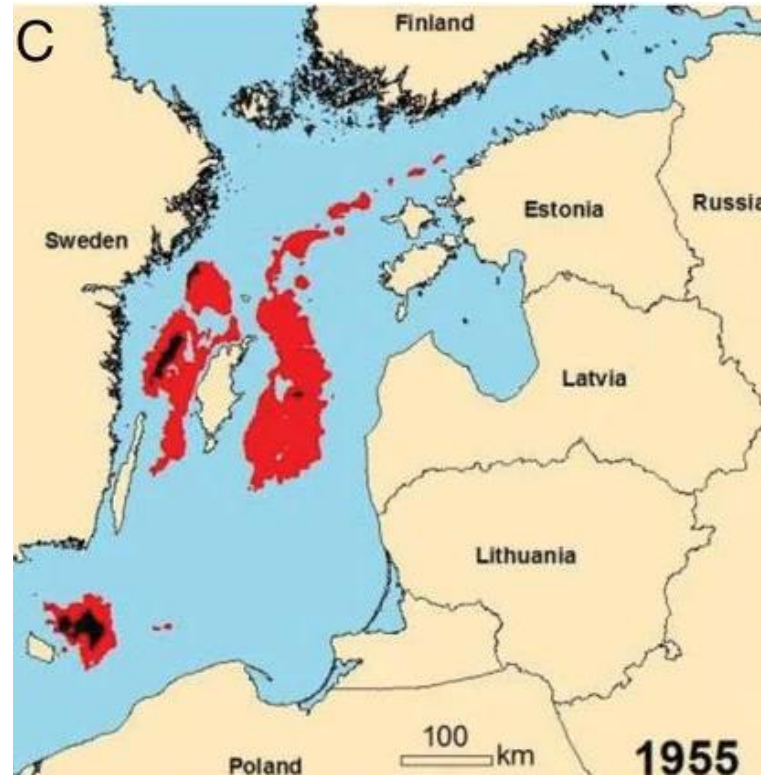
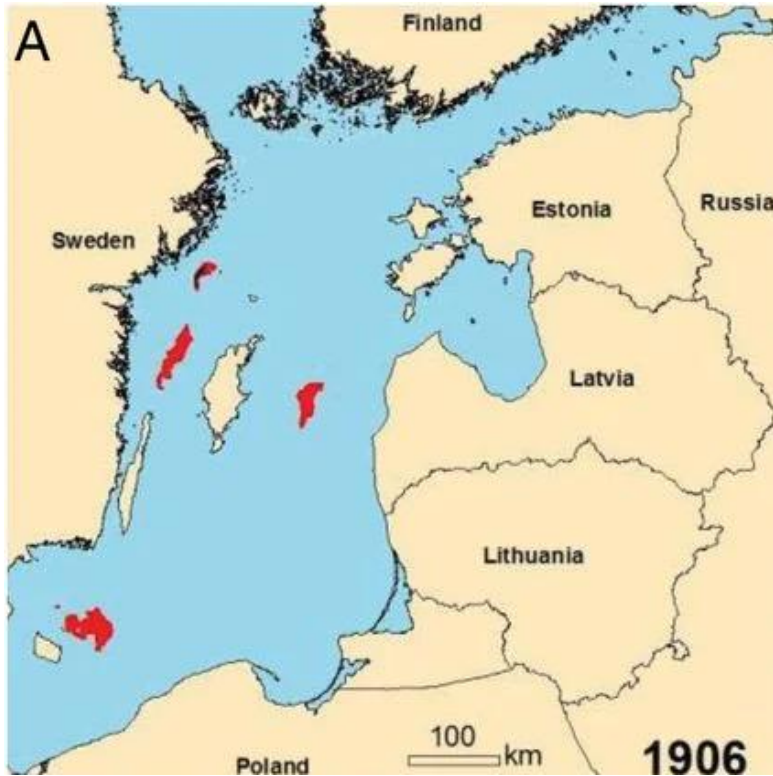


# Todeszonen in der Ostsee: die Entwicklung



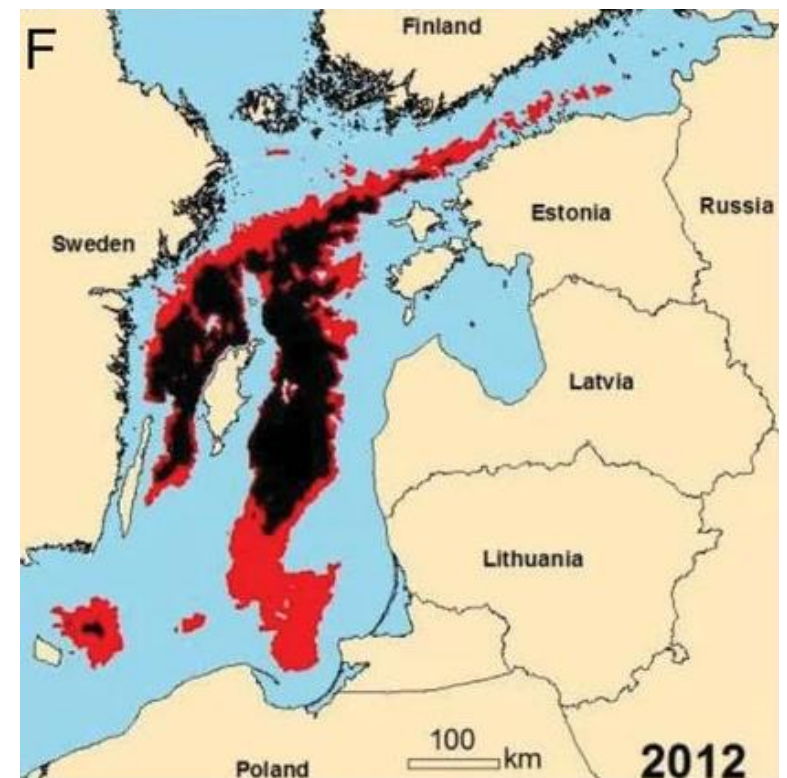
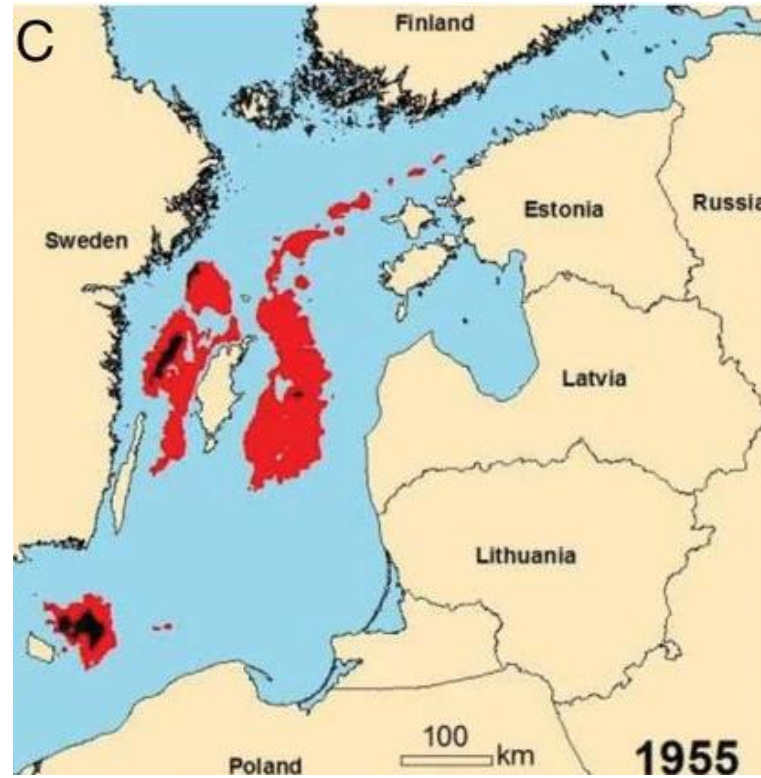
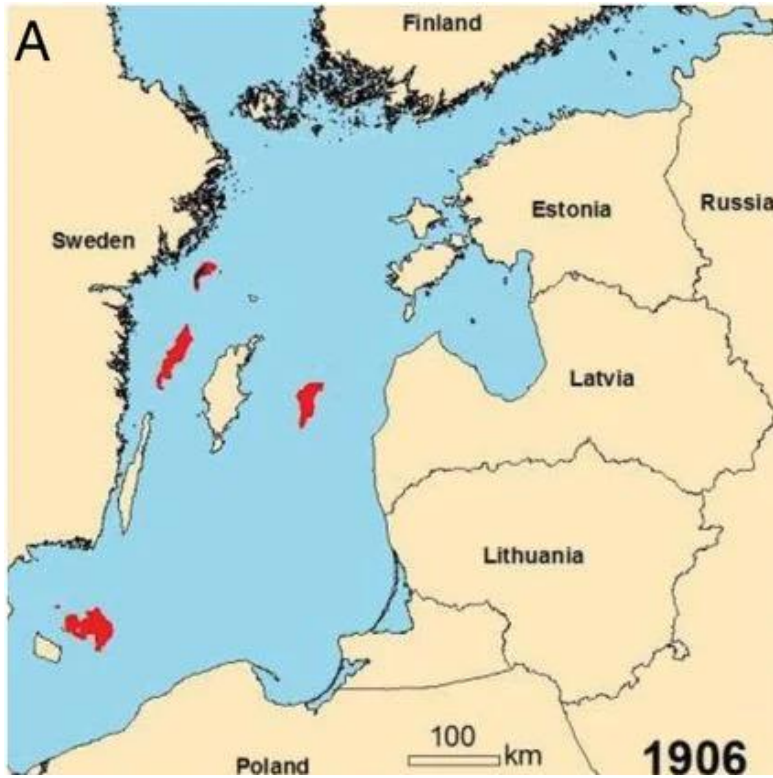
(Carstensen et al., 2014)

# Todeszonen in der Ostsee: die Entwicklung



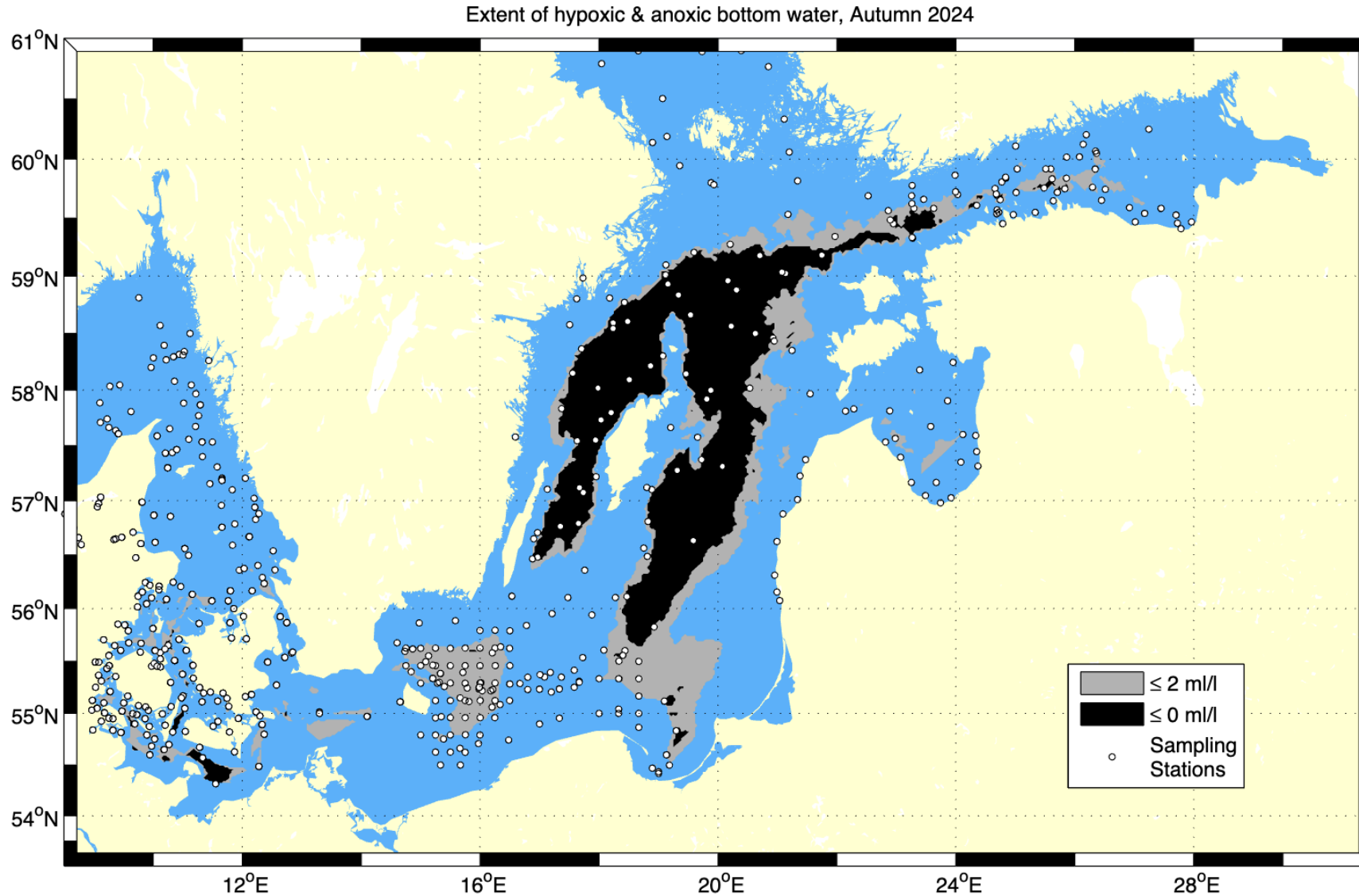
(Carstensen et al., 2014)

# Todeszonen in der Ostsee: die Entwicklung



(Carstensen et al., 2014)

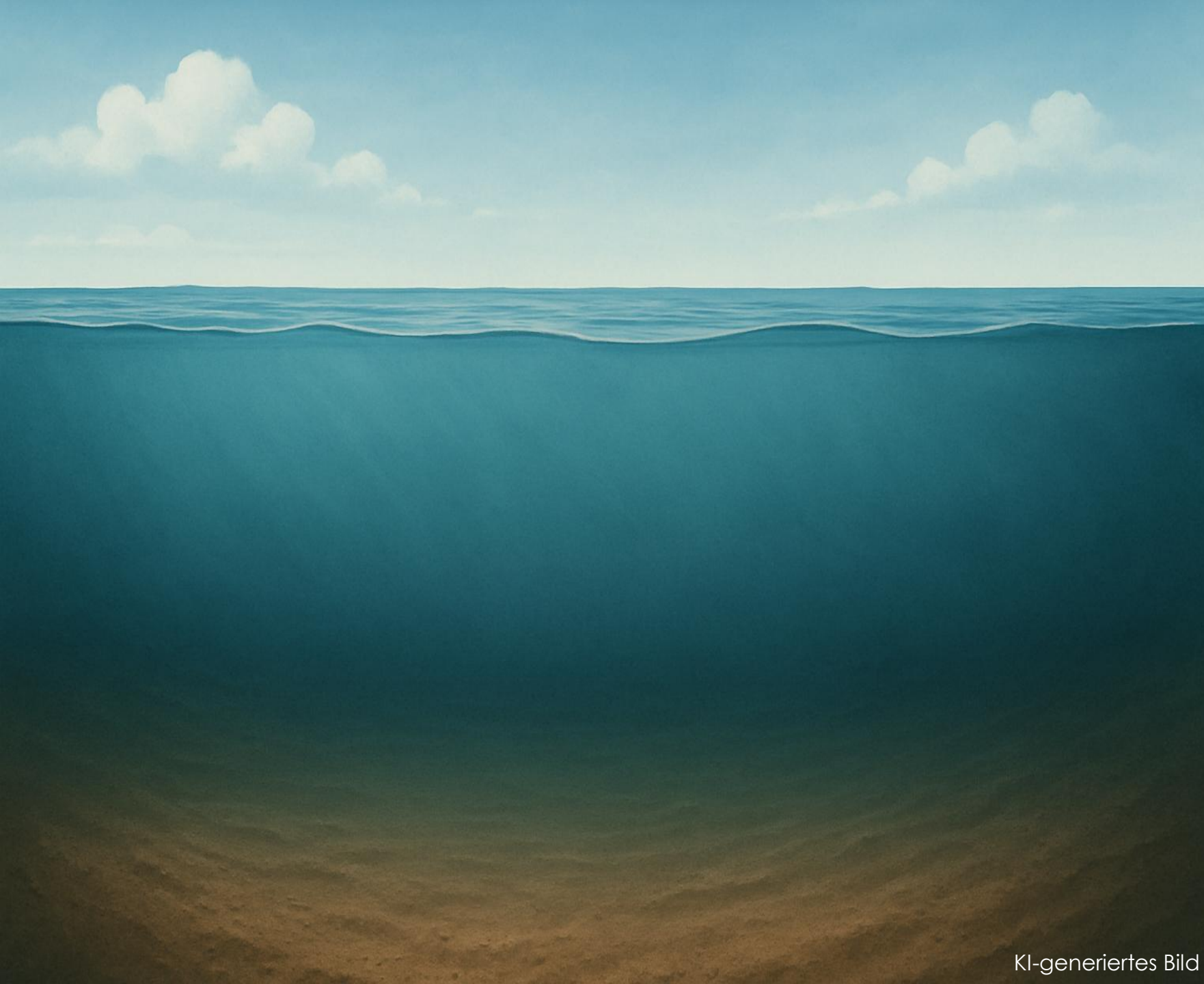
# Todeszonen in der Ostsee: heutiger Zustand



(Hansson & Viktorsson, 2025)

Todeszonen  
haben sich seit  
dem Anfang des  
20. Jahrhunderts  
verzehnfacht.

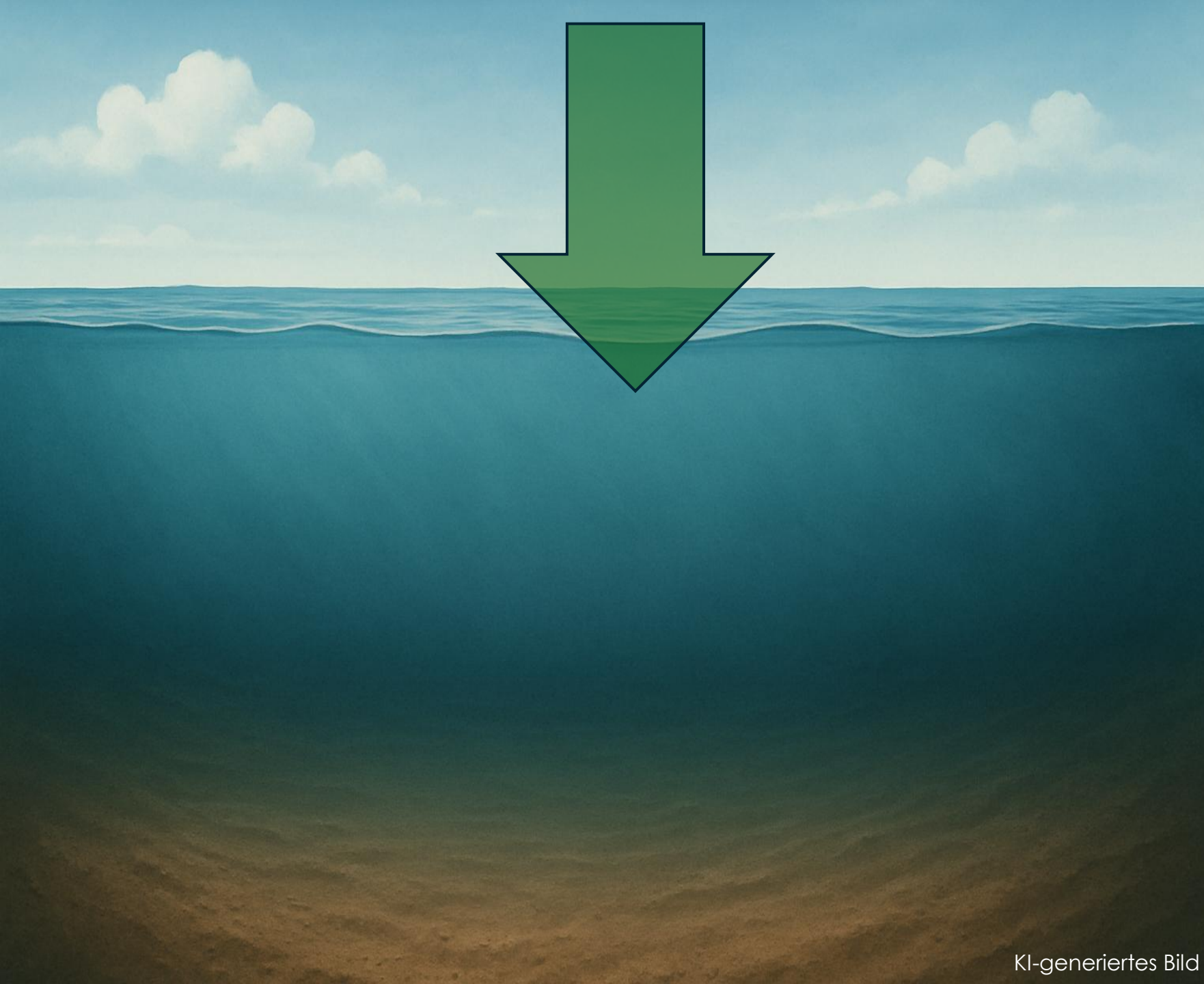




# Wo kommt Sauerstoff im Meer her und wo geht er hin?

 (Sauerstoffquelle)

 (Sauerstoffverbrauch)



# Wo kommt Sauerstoff im Meer her und wo geht er hin?

**+** (Sauerstoffquelle)

- Atmosphäre

**—** (Sauerstoffverbrauch)

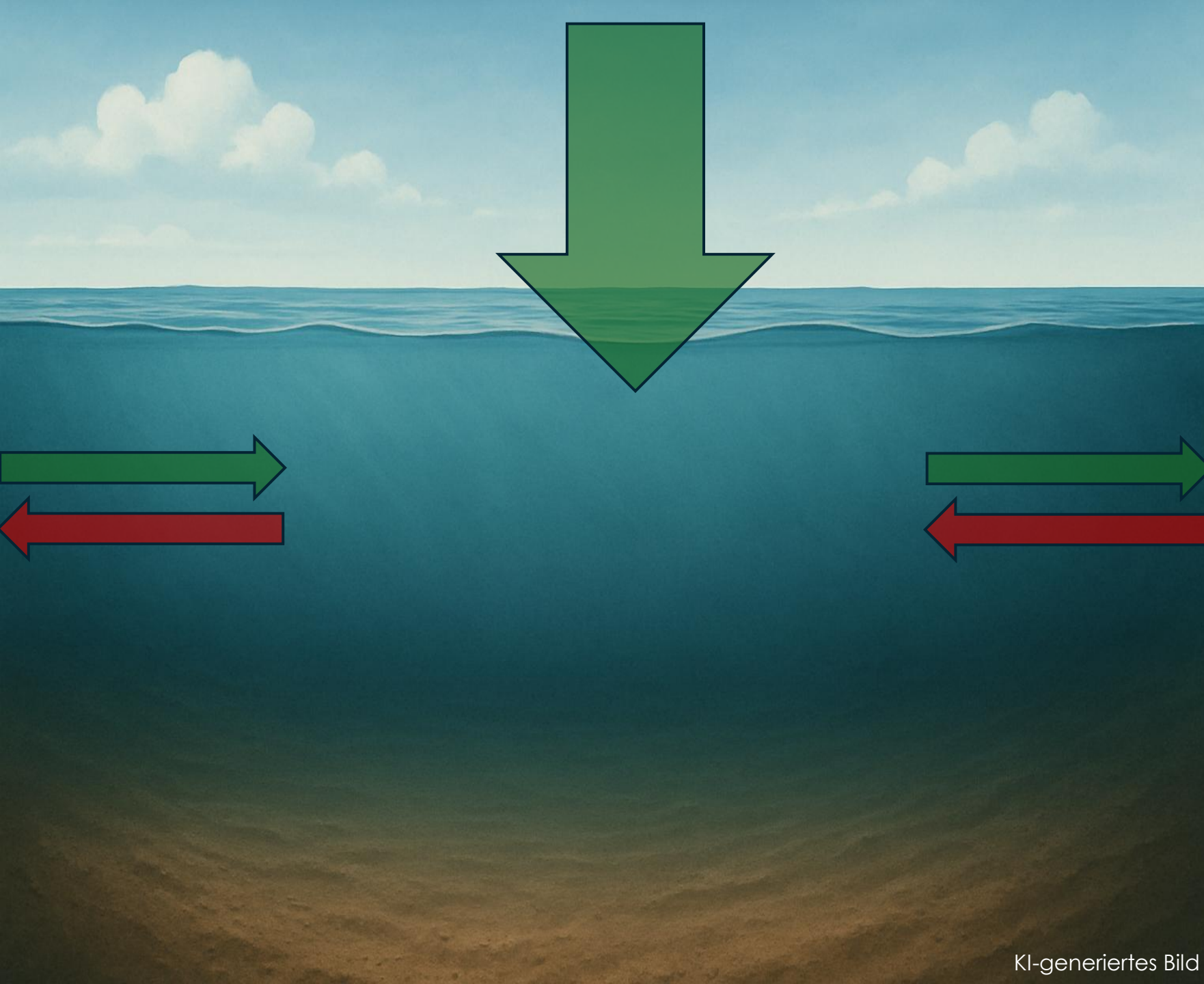
# Wo kommt Sauerstoff im Meer her und wo geht er hin?

**+** (Sauerstoffquelle)

- Atmosphäre
- Austausch mit benachbarten Gebieten

**-** (Sauerstoffverbrauch)

- Austausch mit benachbarten Gebieten





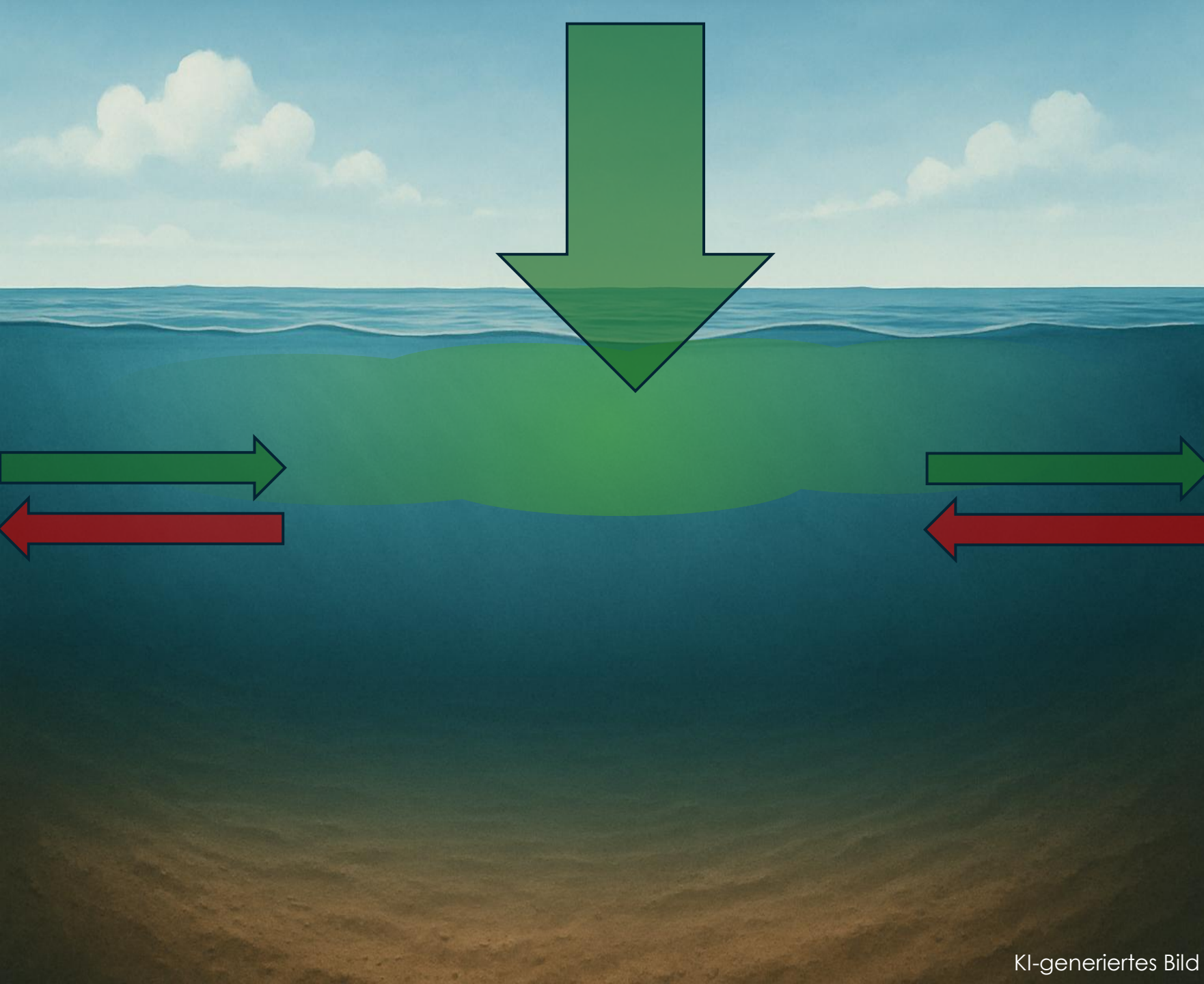
# Wo kommt Sauerstoff im Meer her und wo geht er hin?

**+** (Sauerstoffquelle)

- Atmosphäre
- Austausch mit benachbarten Gebieten
- Photosynthese

**-** (Sauerstoffverbrauch)

- Austausch mit benachbarten Gebieten



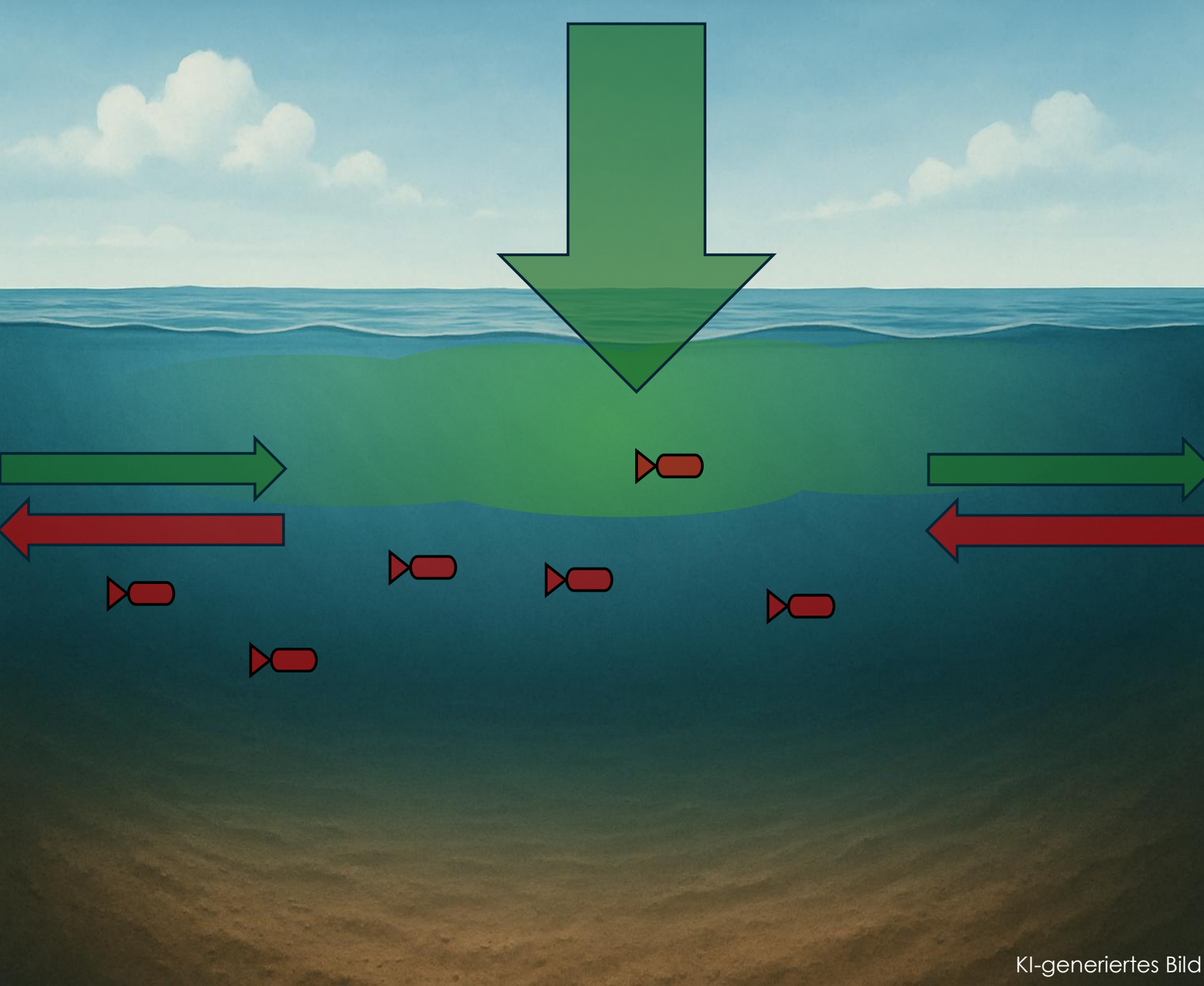
# Wo kommt Sauerstoff im Meer her und wo geht er hin?

**+** (Sauerstoffquelle)

- Atmosphäre
- Austausch mit benachbarten Gebieten
- Photosynthese

**—** (Sauerstoffverbrauch)

- Austausch mit benachbarten Gebieten
- Atmung von Meeresorganismen





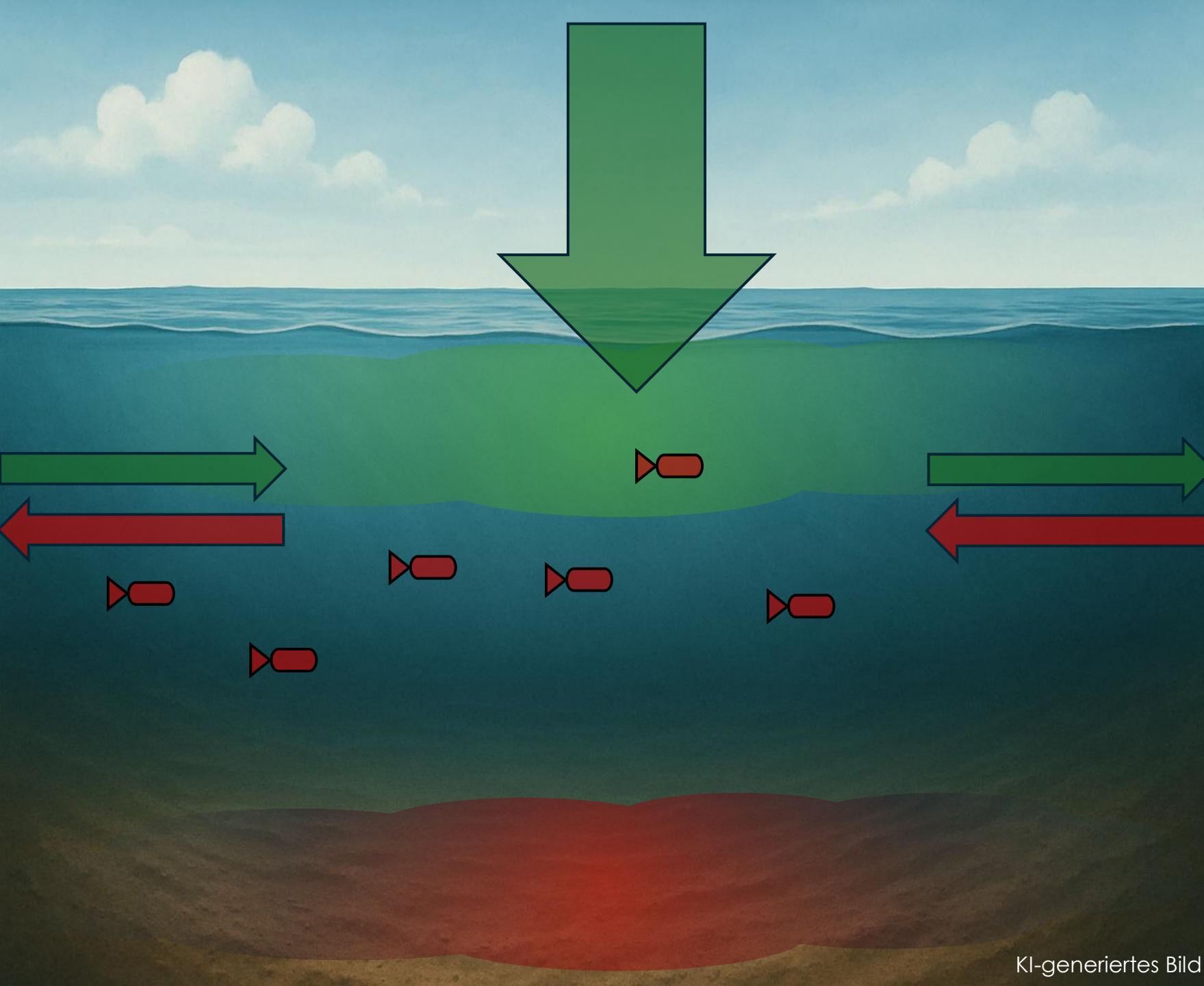
# Wo kommt Sauerstoff im Meer her und wo geht er hin?

**+** (Sauerstoffquelle)

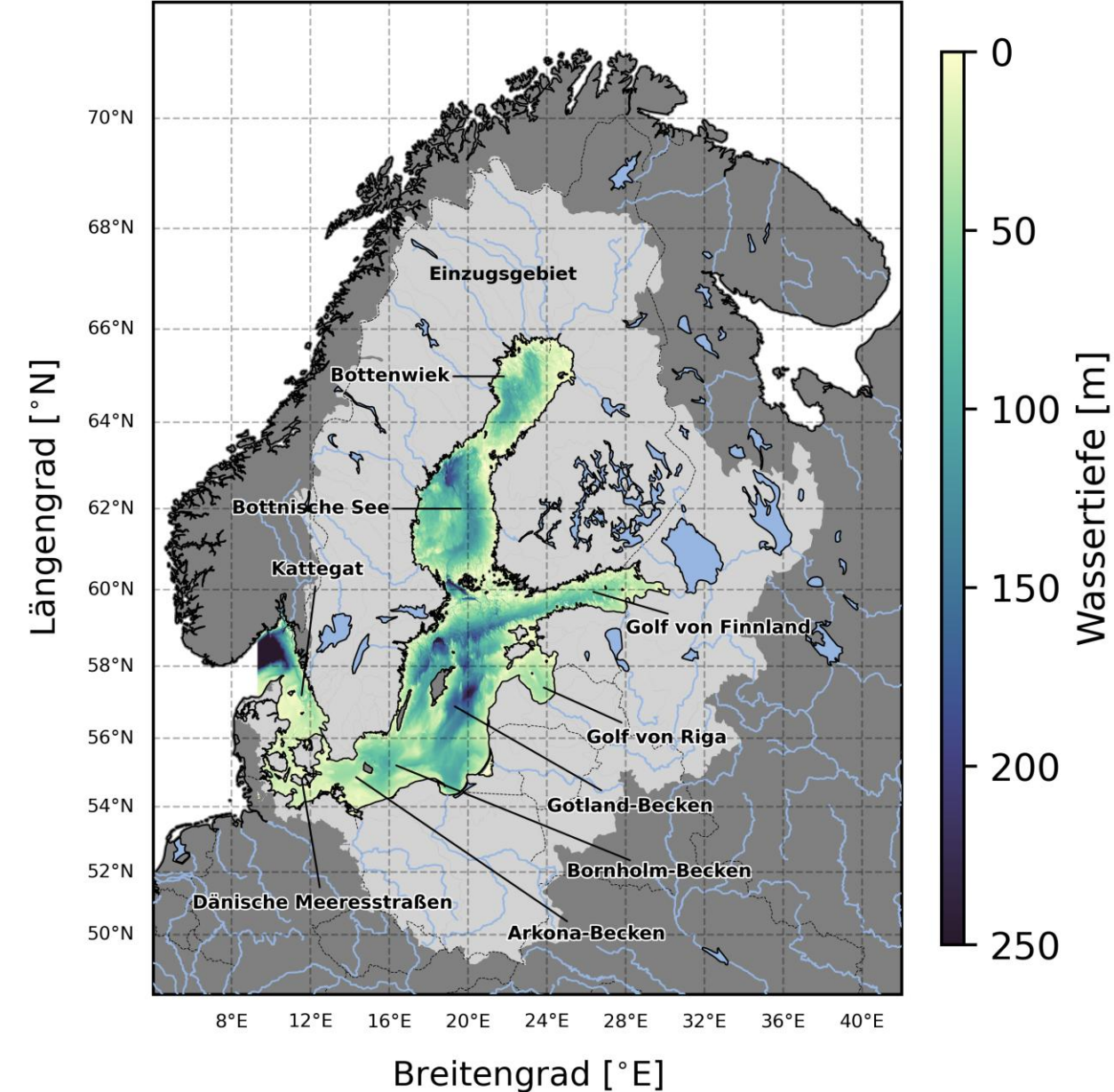
- Atmosphäre
- Austausch mit benachbarten Gebieten
- Photosynthese

**■** (Sauerstoffverbrauch)

- Austausch mit benachbarten Gebieten
- Atmung von Meeresorganismen
- Zersetzung von organischem Material

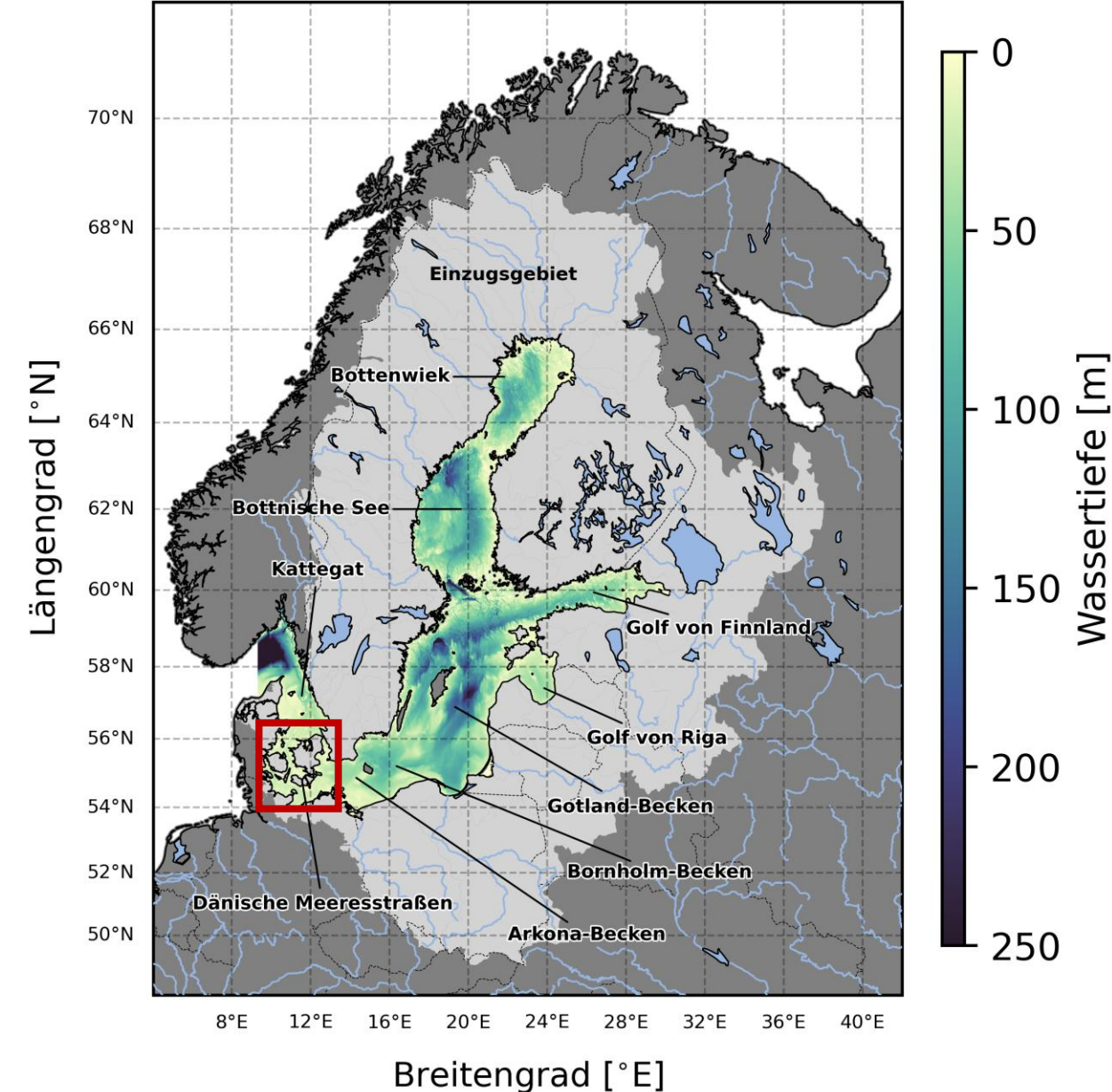


# Warum ist die Ostsee so besonders? Geografie





# Warum ist die Ostsee so besonders? Geografie



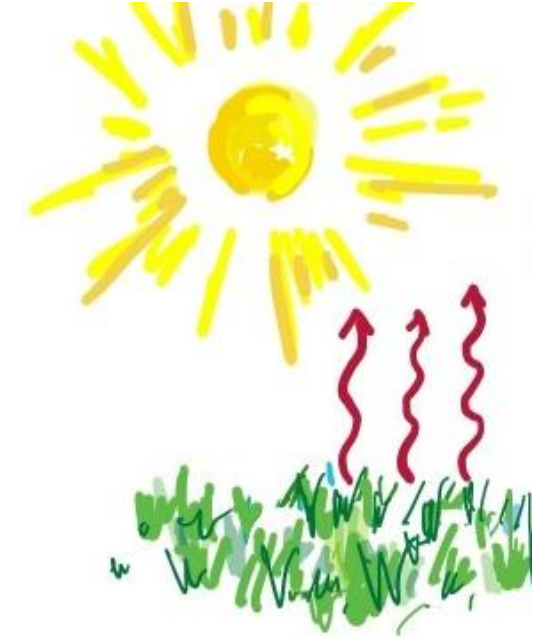
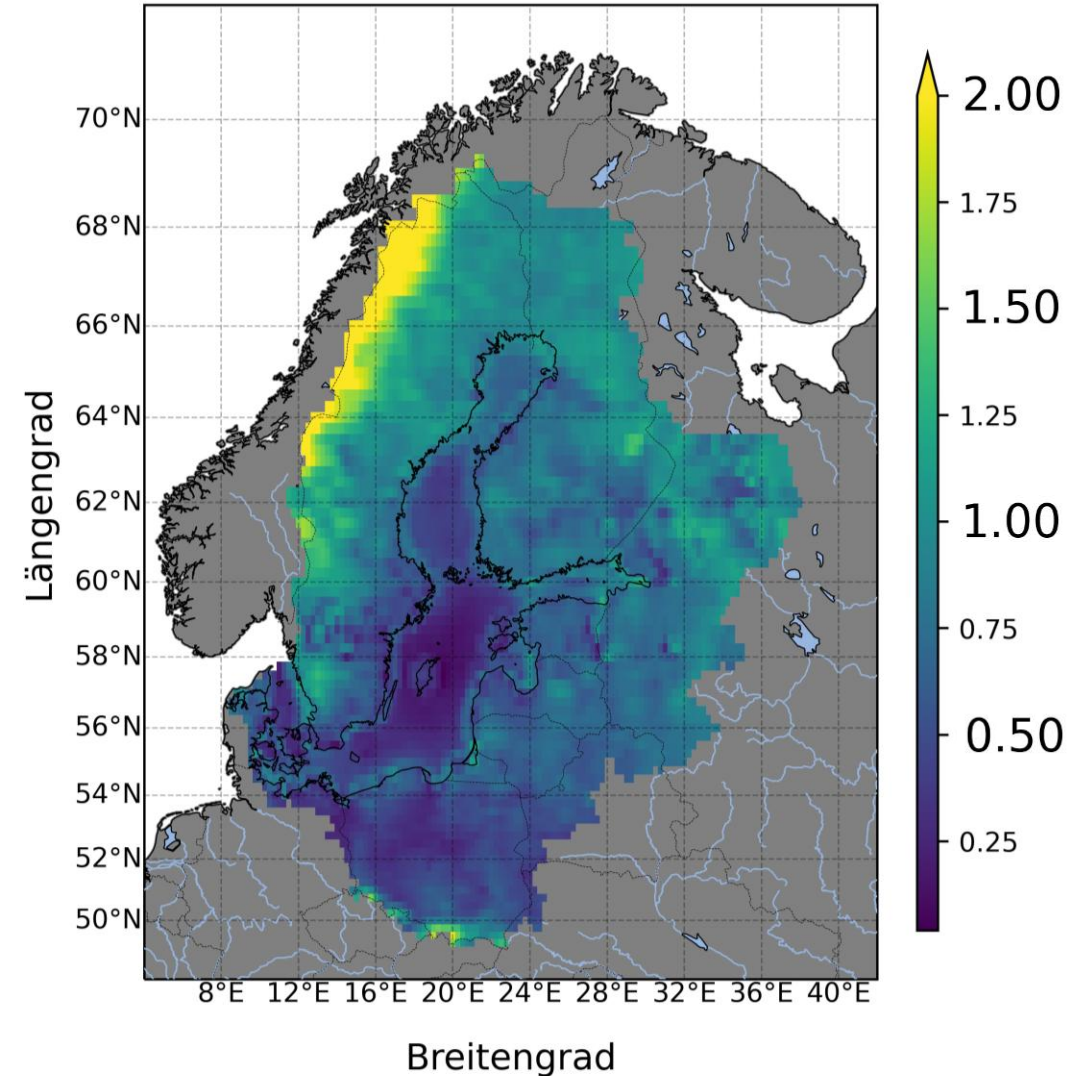
**Dänische Meeresstraßen:**  
Tiefe – 14 Meter (durchschnittlich)

**Die Ostsee:**  
Tiefe – 55 Meter (durchschnittlich)

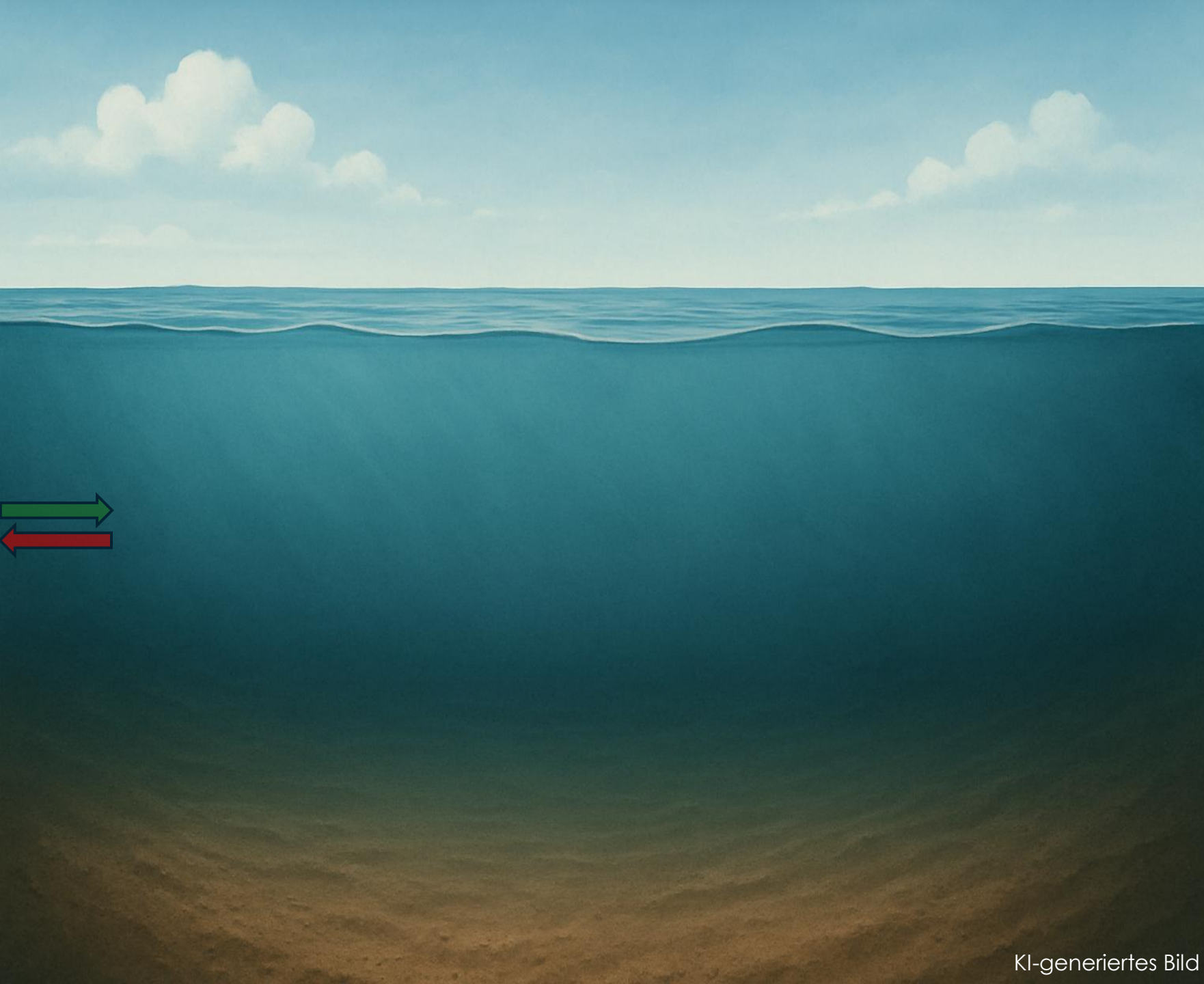
# Warum ist die Ostsee so besonders?

## Wasserbilanz

Niederschlag - Verdunstung [mm pro Tag]

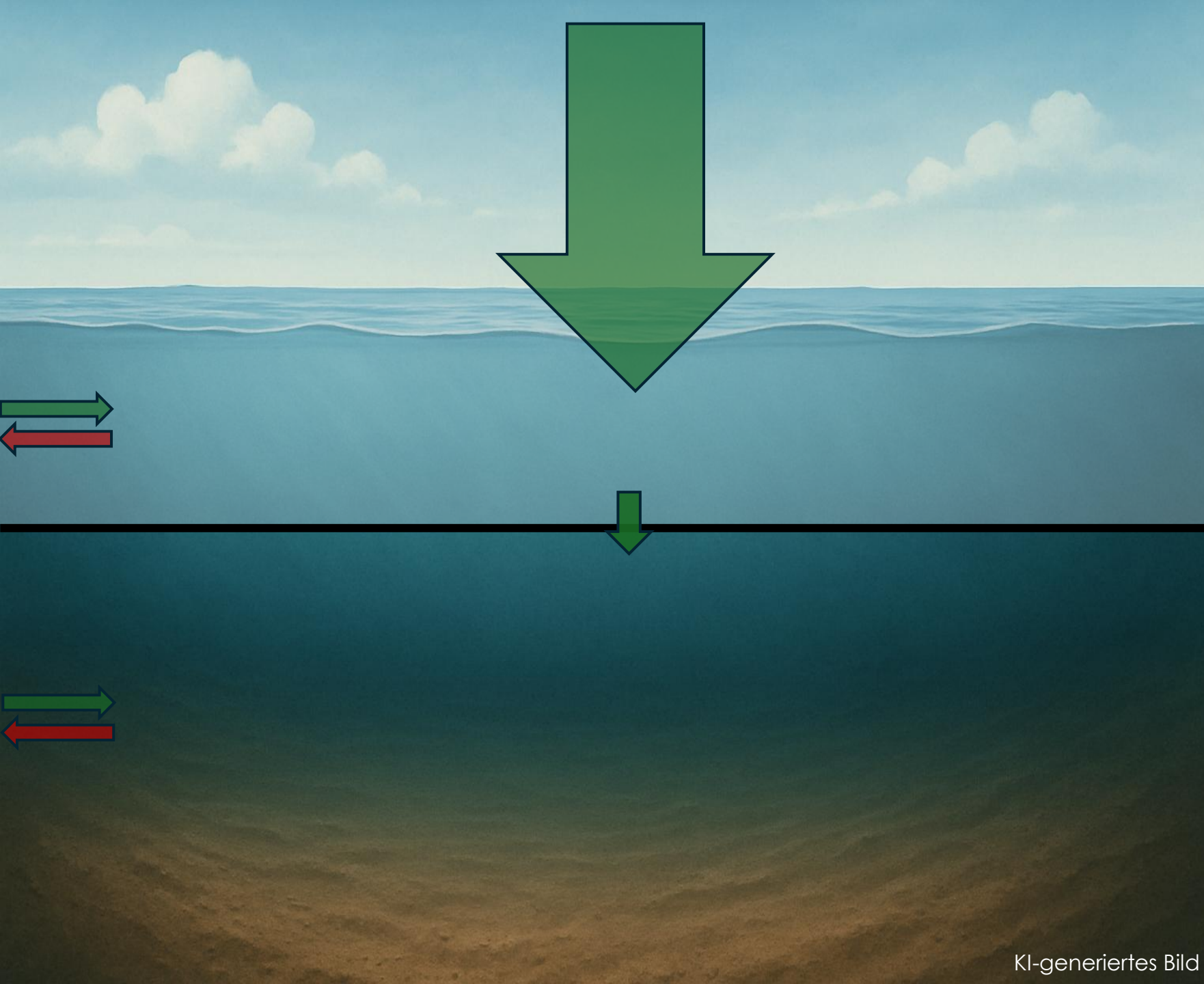






## Warum ist die Ostsee so besonders?

- Die Ostsee ist fast „der Ostsee“ (weniger Austausch mit dem Weltozean)



## Warum ist die Ostsee so besonders?

- Die Ostsee ist fast „der Ostsee“ (weniger Austausch mit dem Weltozean)
- Zwei Schichten mit unterschiedlichem Salzgehalt

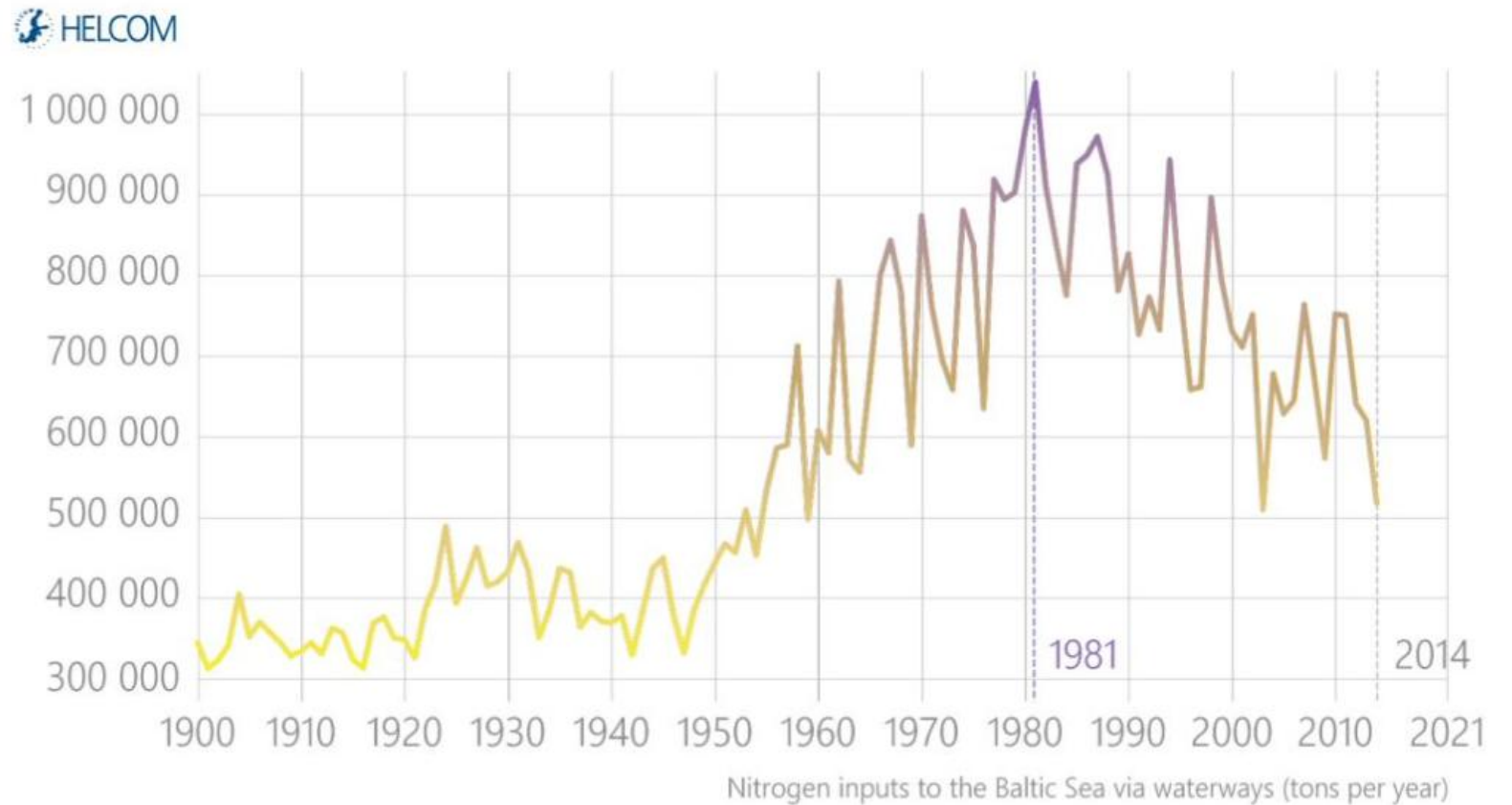


# Warum ist die Ostsee so besonders?

## Landwirtschaft

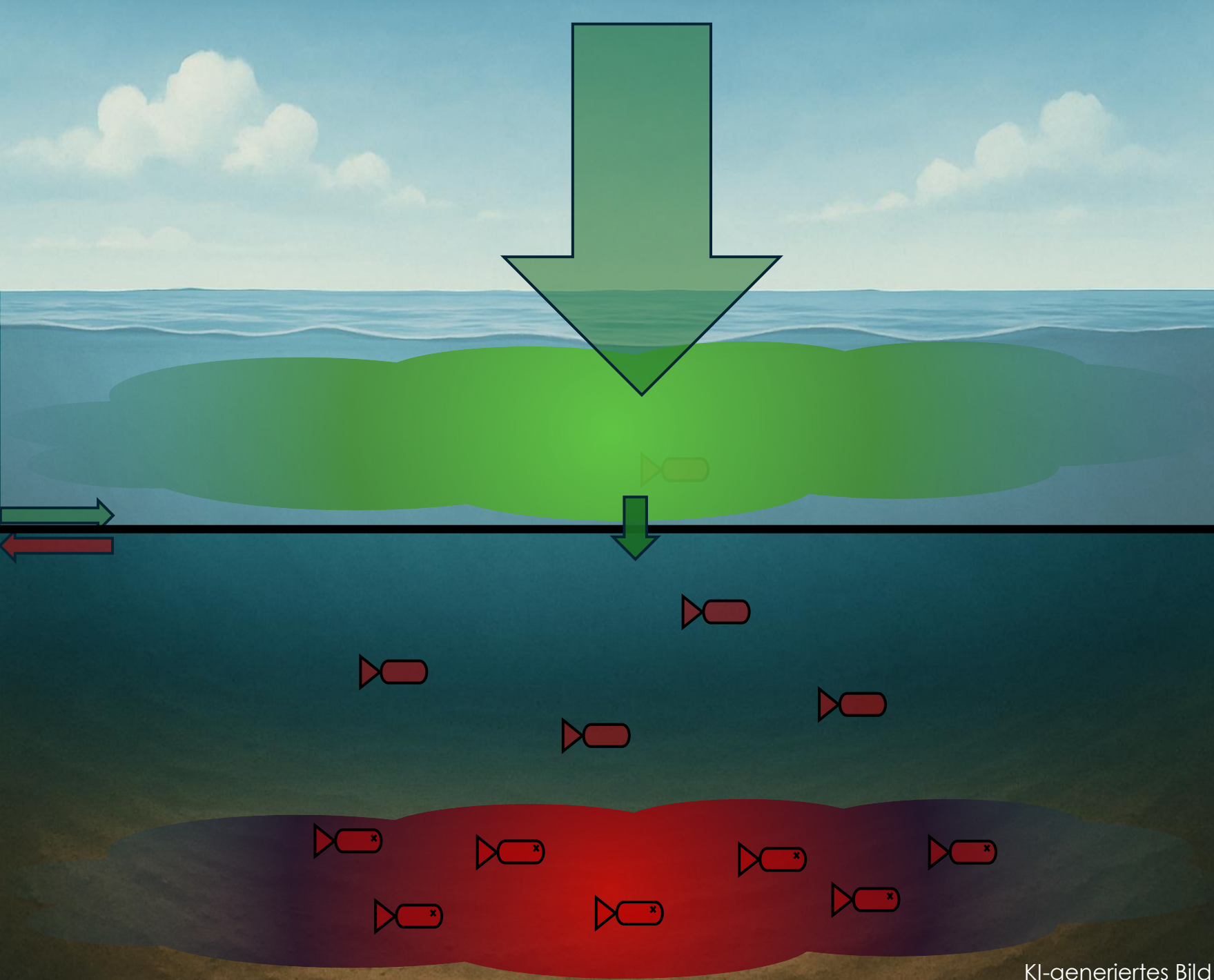


Foto: Bildagentur Zoonar/Shutterstock



Stickstoffzufuhr in die Ostsee [Ton / Jahr]

Quelle: HELCOM (<https://helcom.fi>)

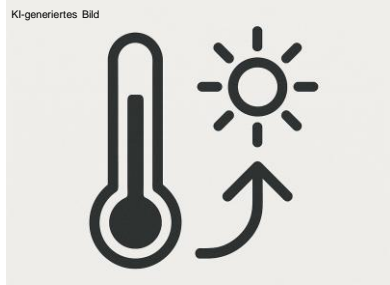


## Warum ist die Ostsee so besonders?

- Die Ostsee ist fast „der Ostsee“ (weniger Austausch mit dem Weltozean)
- Zwei Schichten mit unterschiedlichem Salzgehalt
- Überdüngung



# Wie beeinflusst der Klimawandel die Hypoxie?

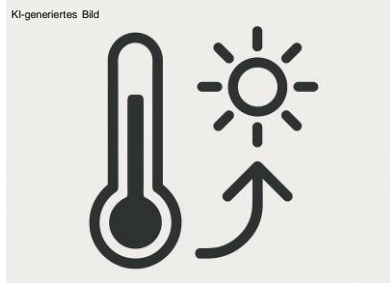


**Klimawandel**

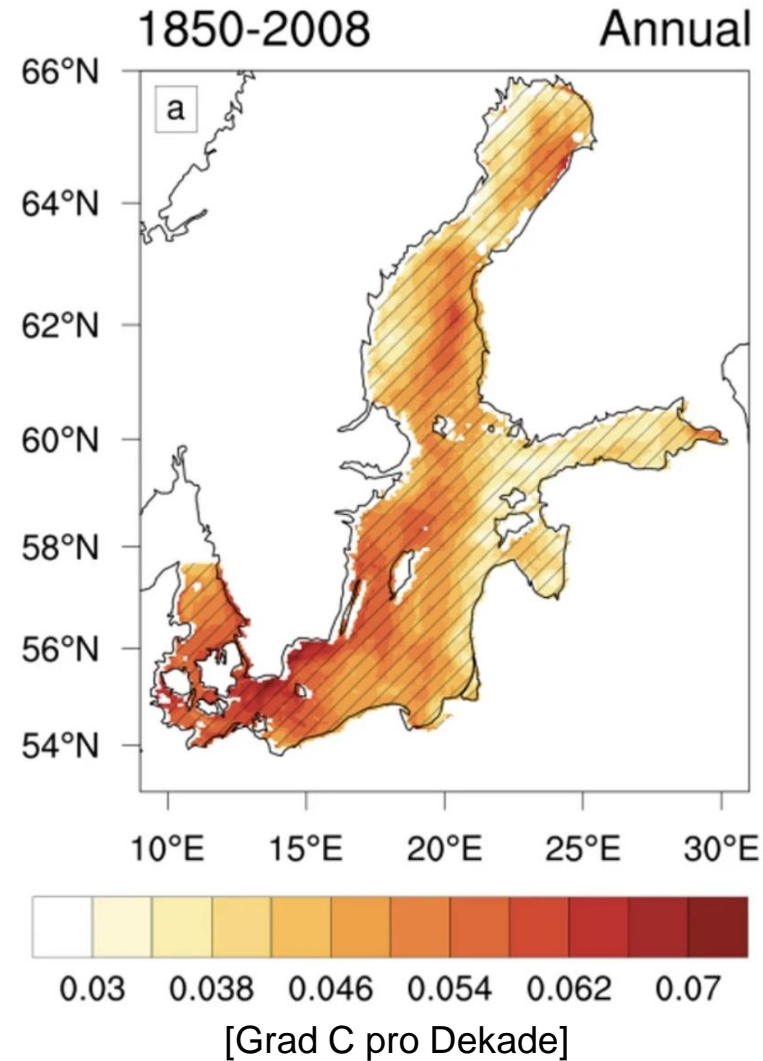


Steigende Temperaturen

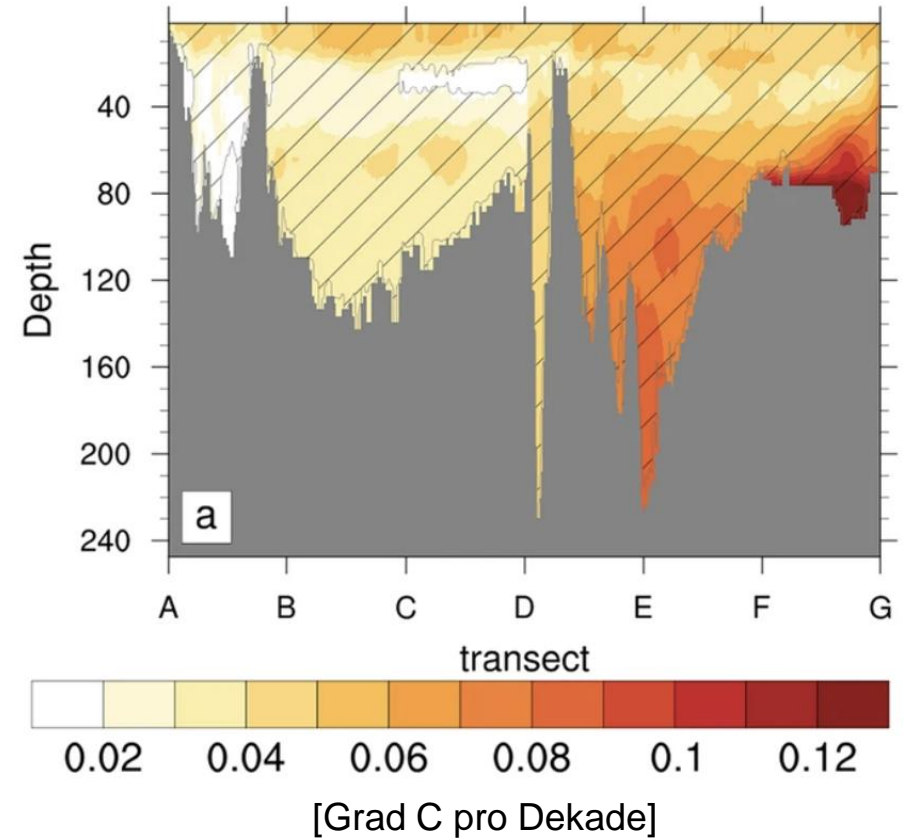
# Wie beeinflusst der Klimawandel die Sauerstoffarmut?



## Trend der Oberflächentemperaturen



## Trend in der Wassersäule

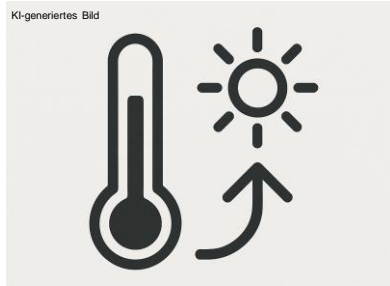


(Dutheil et al., 2022; Dutheil et al., 2023)

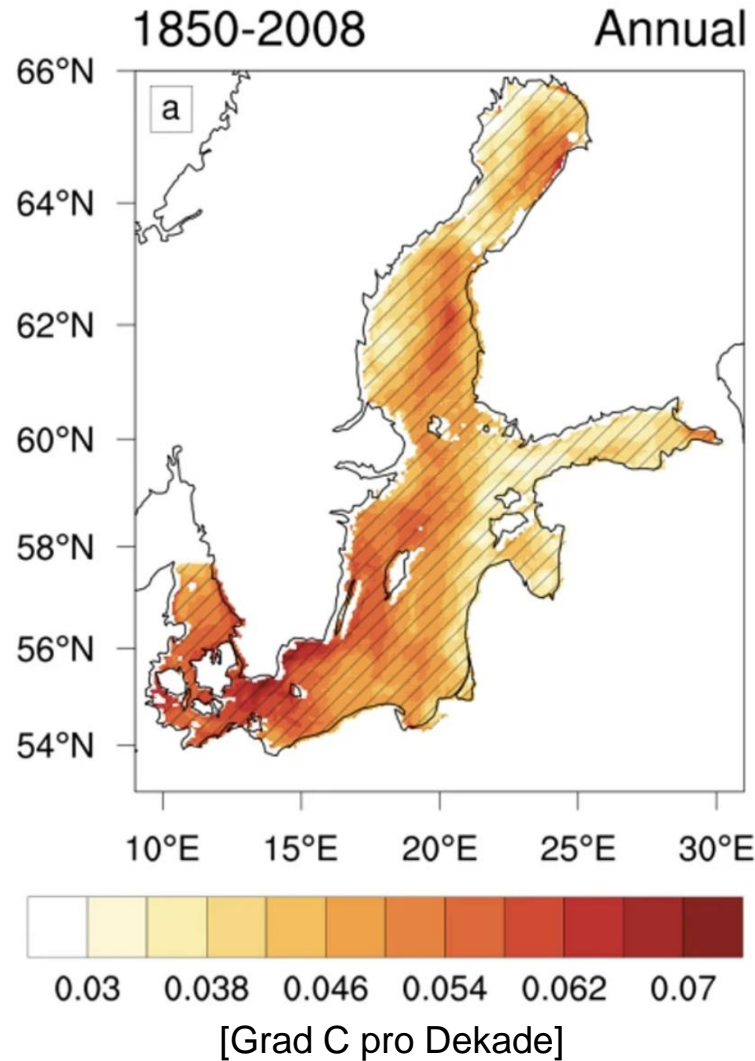


# Wie beeinflusst der Klimawandel die Sauerstoffarmut?

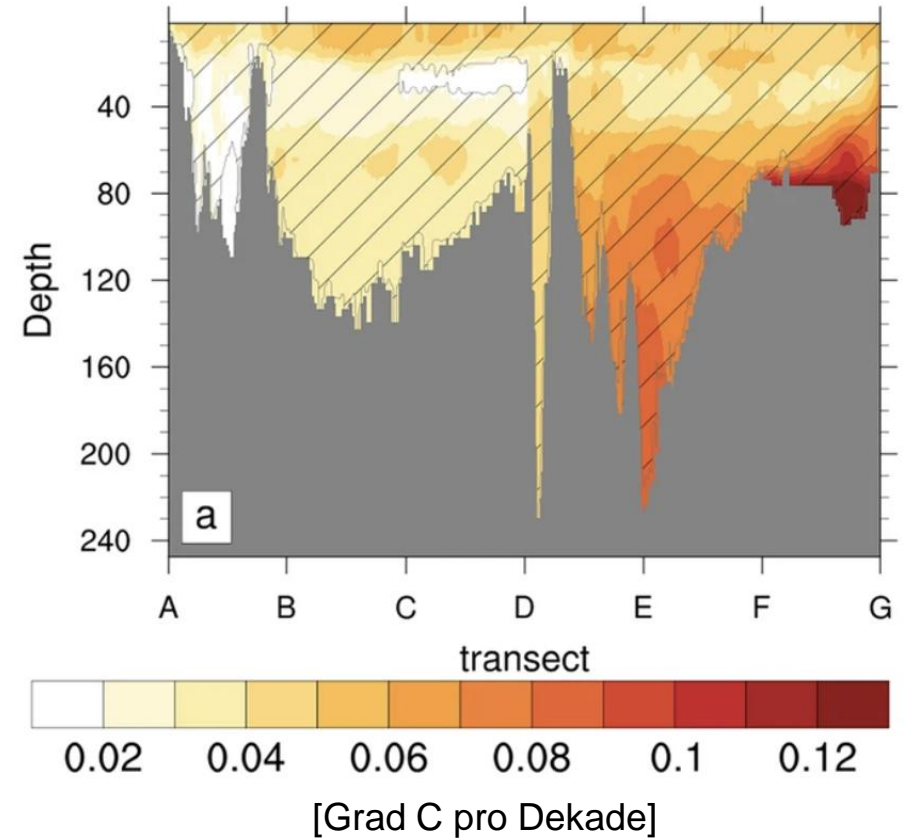
## Trend der Oberflächentemperaturen



Weniger Sauerstoff  
kann im Wasser  
gelöst werden

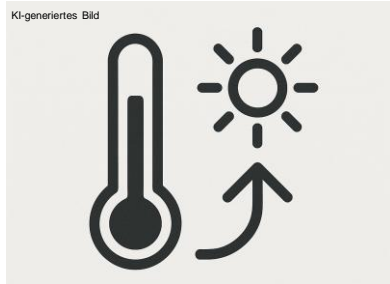


## Trend in der Wassersäule



(Dutheil et al., 2022; Dutheil et al., 2023)

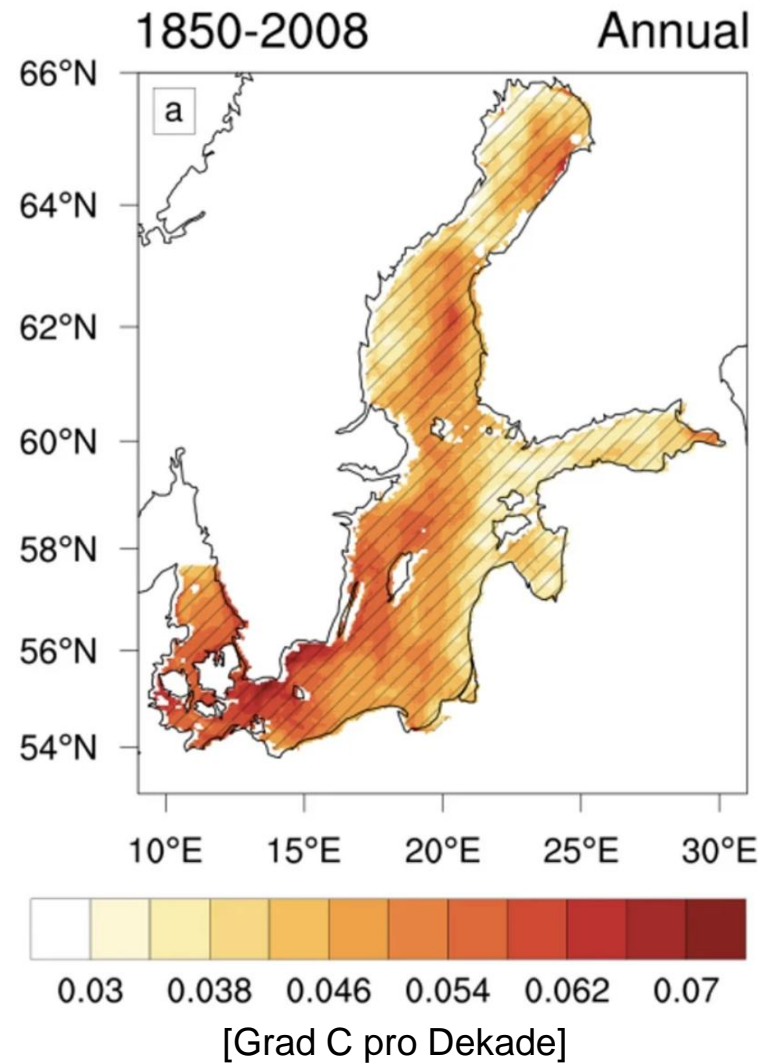
# Wie beeinflusst der Klimawandel die Sauerstoffarmut?



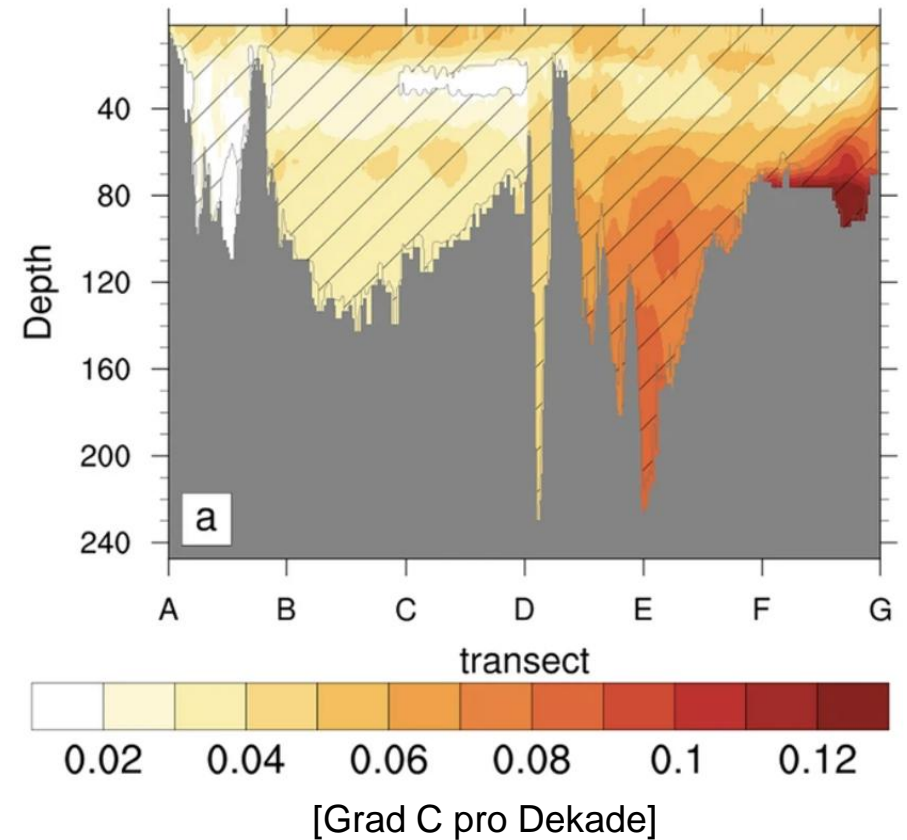
Weniger Sauerstoff  
kann im Wasser  
gelöst werden

Stärkere  
Schichtung

## Trend der Oberflächentemperaturen



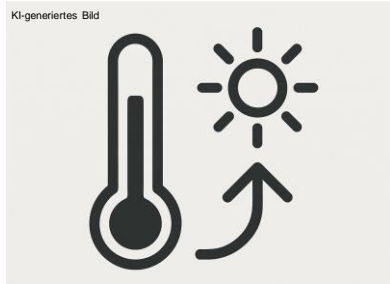
## Trend in der Wassersäule



(Dutheil et al., 2022; Dutheil et al., 2023)



# Wie beeinflusst der Klimawandel die Sauerstoffarmut?

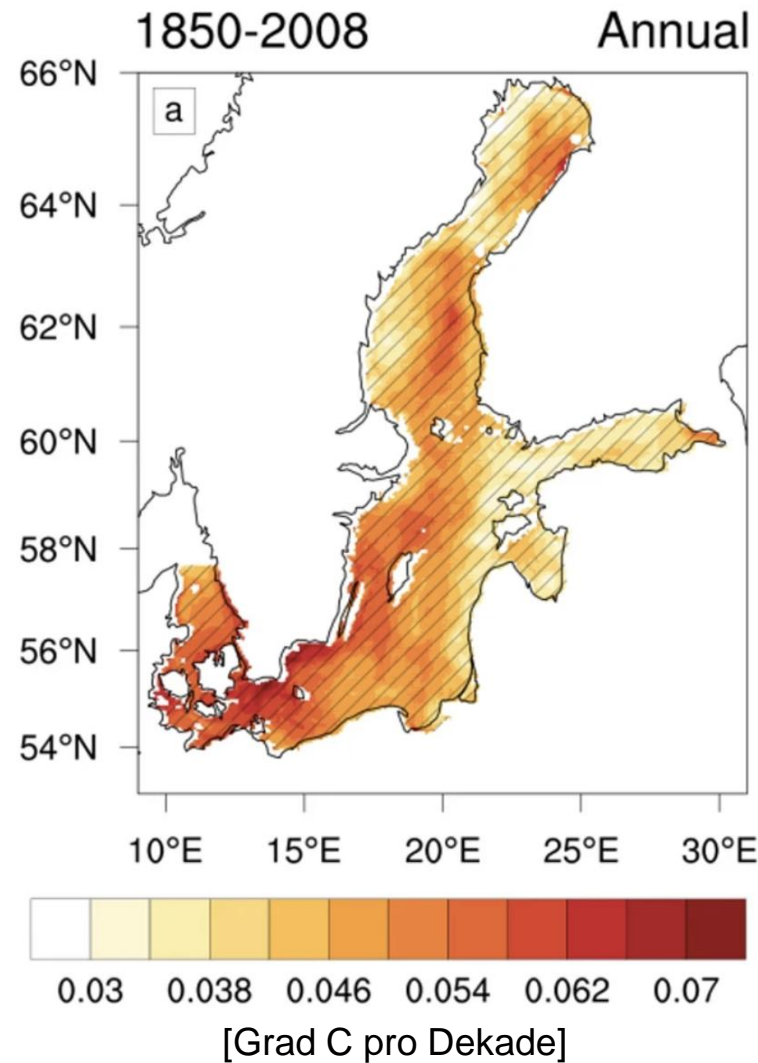


Weniger Sauerstoff  
kann im Wasser  
gelöst werden

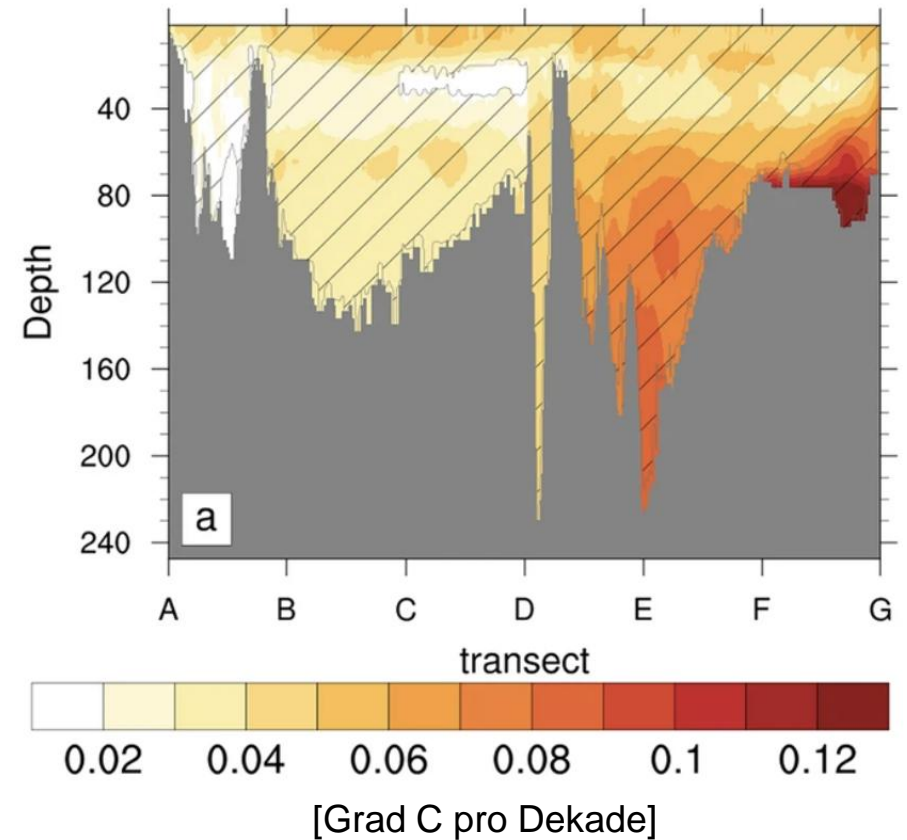
Stärkere  
Schichtung

Chemische  
Reaktionen laufen  
schneller

## Trend der Oberflächentemperaturen



## Trend in der Wassersäule



(Dutheil et al., 2022; Dutheil et al., 2023)

# Wie beeinflusst der Klimawandel die Sauerstoffarmut?



**Klimawandel**



Steigende Niederschläge  
im Ostseeraum



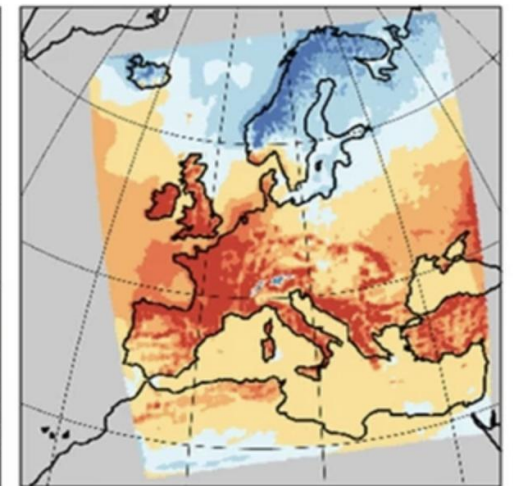
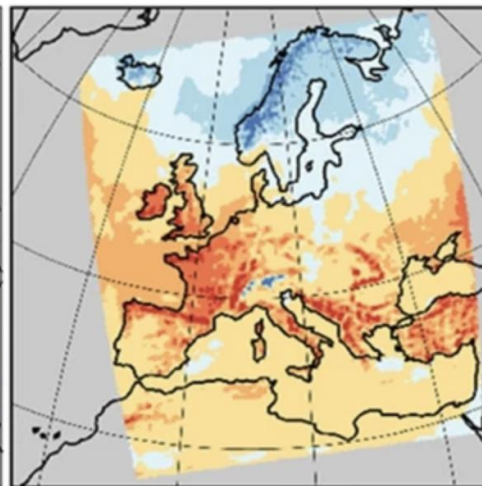
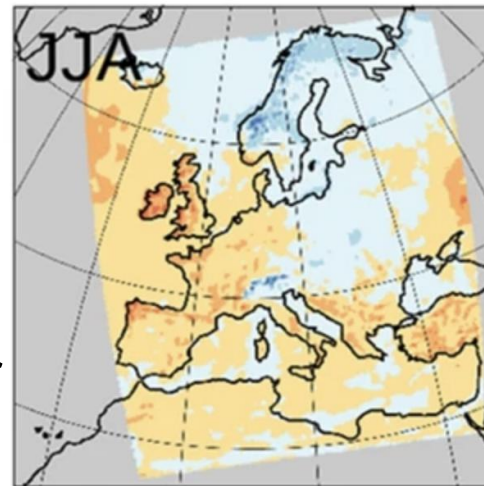
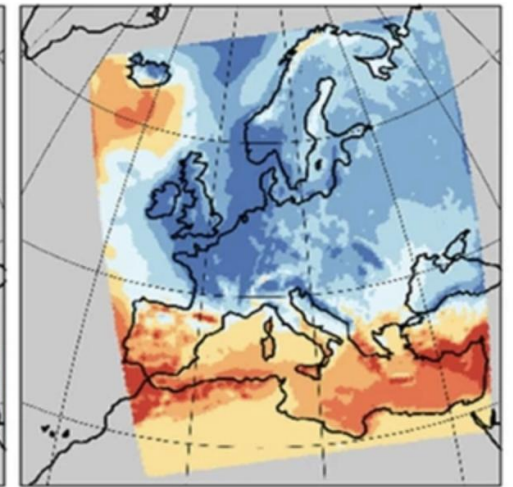
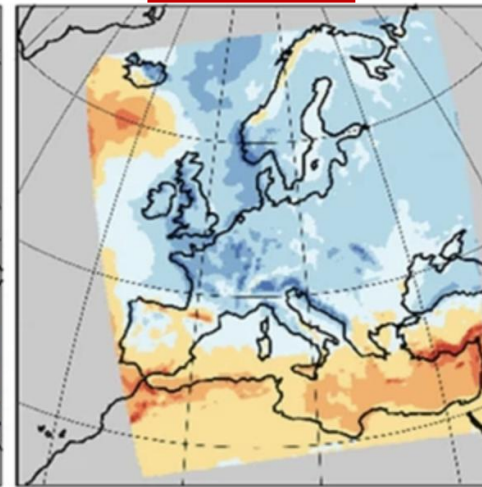
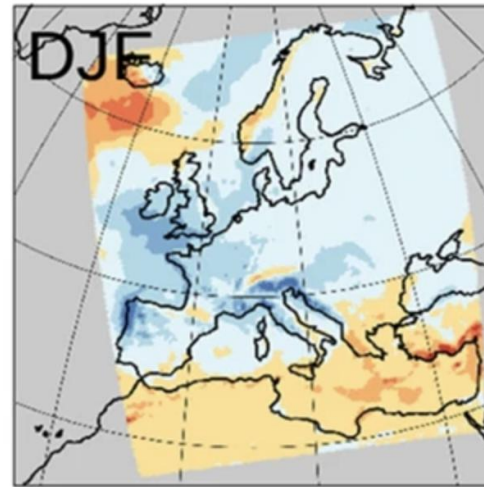
# Wie beeinflusst der Klimawandel die Sauerstoffarmut?



Winter



Sommer



Niederschlag [mm/day]

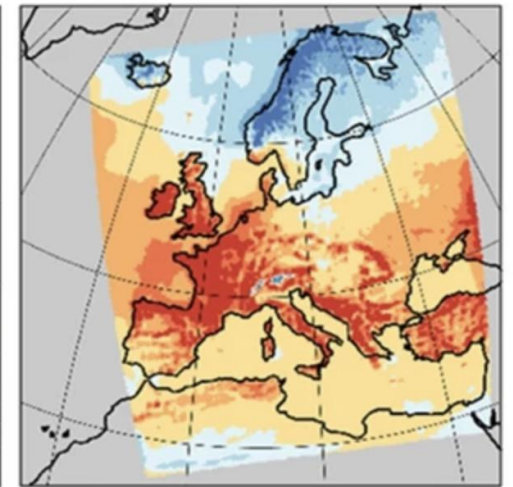
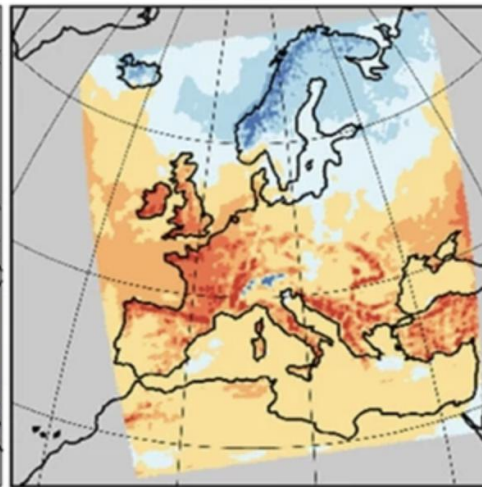
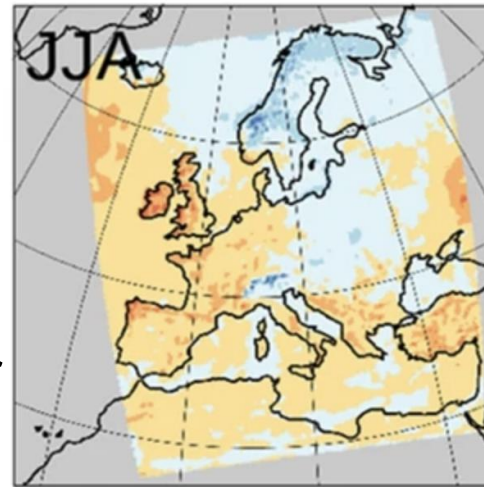
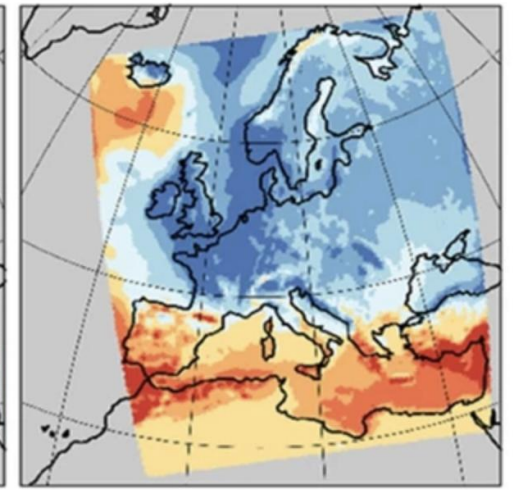
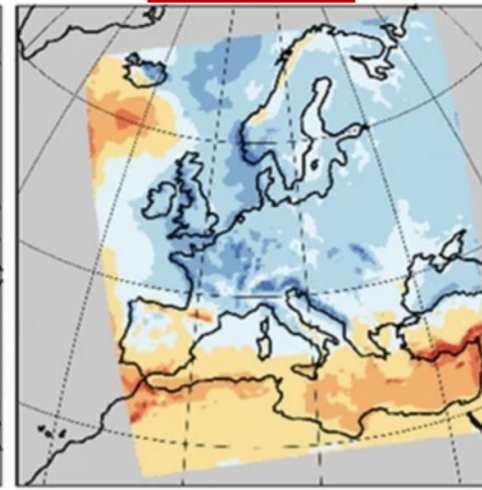
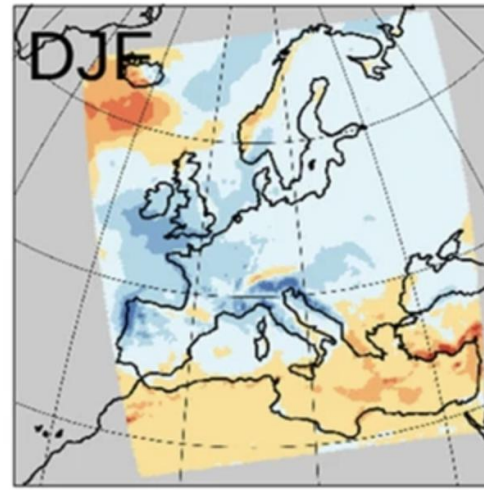


(Gröger et al., 2021)

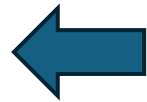
# Wie beeinflusst der Klimawandel die Sauerstoffarmut?



Winter



Mehr Zufluss in die Ostsee



Sommer

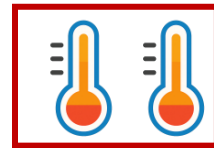
Niederschlag [mm/day]



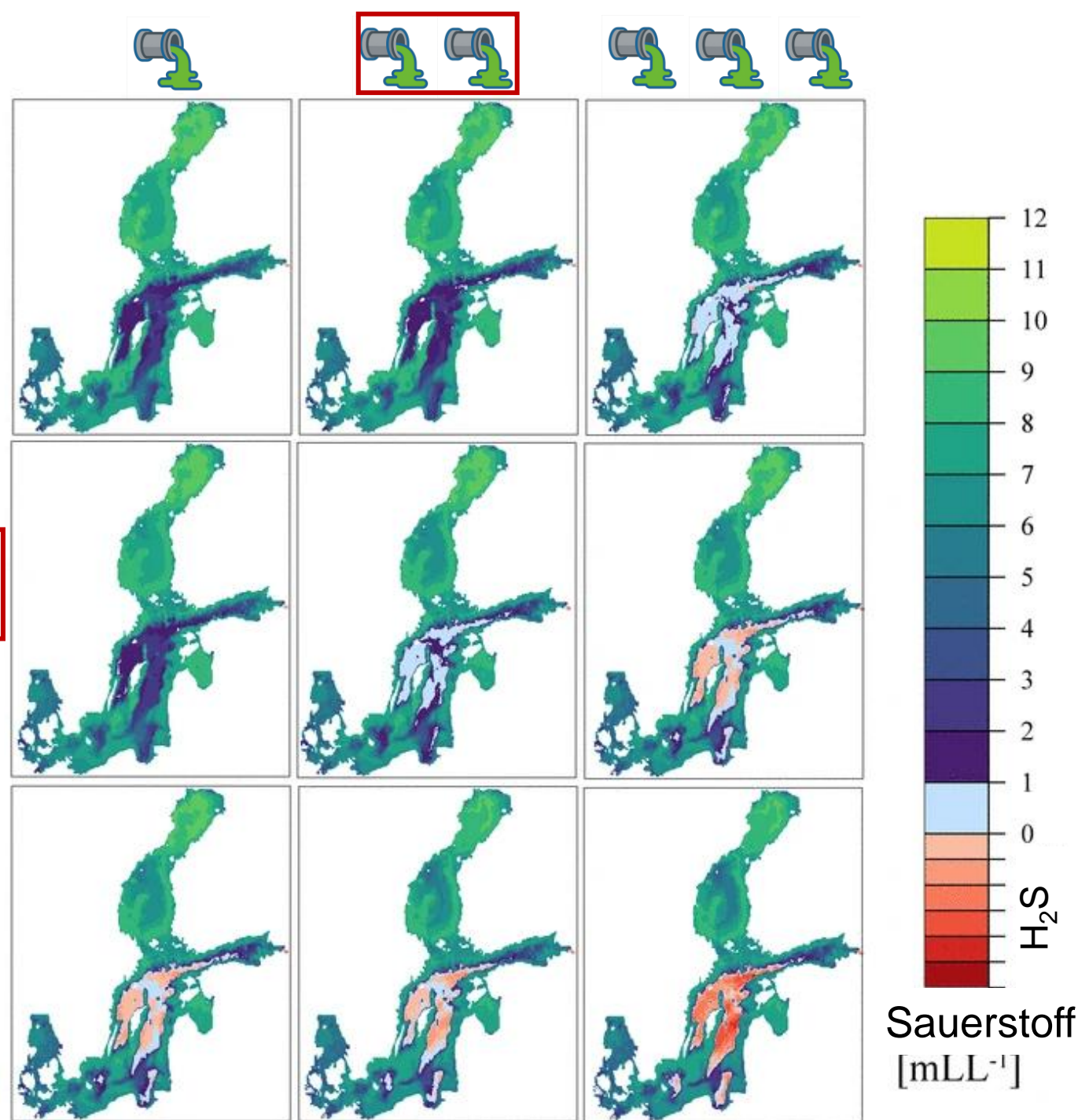
(Gröger et al., 2021)



# Klimawandel, Überdüngung und Sauerstoffarmut



(Saraiva et al., 2019)





# Take-home messages

- Die Ostsee ist von Natur aus anfällig für Sauerstoffarmut.



# Take-home messages

- Die Ostsee ist von Natur aus anfällig für Sauerstoffarmut.
- Der Klimawandel trägt zur Ausbreitung von Todeszonen bei.



# Take-home messages

- Die Ostsee ist von Natur aus anfällig für Sauerstoffarmut.
- Der Klimawandel trägt zur Ausbreitung von Todeszonen bei.
- Eine mögliche Gegenmaßnahme: die Nährstoffzufuhr weiter zu reduzieren.



The background is a dark blue underwater scene. At the top, a large, light blue 'CO2' is visible. Below it, a world map is shown in a dark teal color, with several landmasses highlighted in a vibrant red. Silhouettes of various fish are scattered throughout the scene, including some near the surface and others deeper down. The overall atmosphere is somber and environmental.

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt: [lev.naumov@io-warnemuende.de](mailto:lev.naumov@io-warnemuende.de)



# Climate Change in the Baltic Sea 2024 Fact Sheet



Climate change



Baltic Sea Environment Proceedings n°198



## V2021 (De)

<https://doi.io-warnemuende.de/doi/2022/misc-2022-0003/misc-2022-0003.pdf>



## V2024 (En)

[https://helcom.fi/wp-content/uploads/2024/10/Baltic-Sea-Climate-Change-Fact-Sheet\\_2024.pdf](https://helcom.fi/wp-content/uploads/2024/10/Baltic-Sea-Climate-Change-Fact-Sheet_2024.pdf)

