

Aus den Augen, aus dem Sinn? Die (Langzeit)-Trends der Nährstoffeinträge und ihre Konsequenzen für die Ostsee

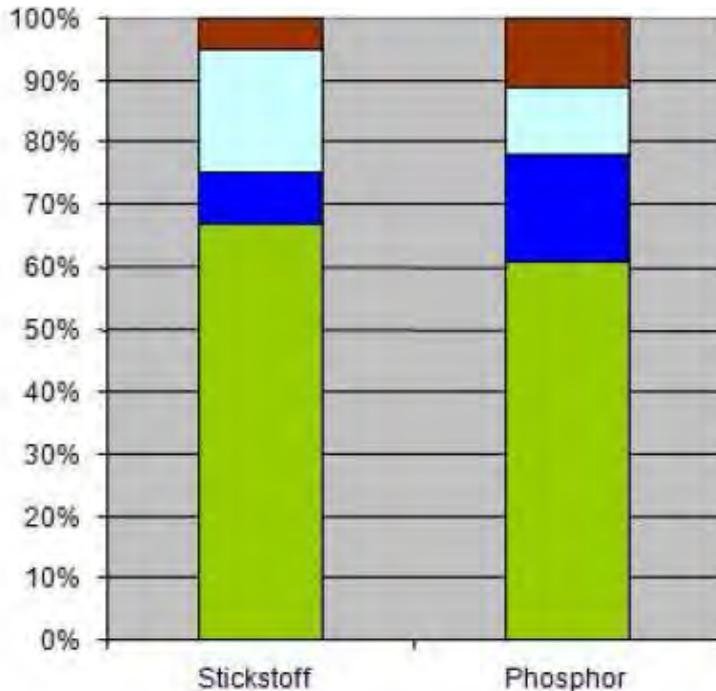
Maren Voss

Leibniz Institut für Ostseeforschung



ca. 60kg Stickstoffdünger pro Hektar in der EU,
ca. 100 kg sind es in Deutschland

- Geogener Hintergrund
- Atmosphärische Deposition
- Siedlungswasserwirtschaft
- Landbewirtschaftung



Hohe Anteile von N
und P aus der
Landwirtschaft:
>65% des Stickstoffs
60% des Phosphors

hier im EZG Warnow/Peene

Abb. 1: Stickstoff- und Phosphoremissionen aus dem Einzugsgebiet Warnow/Peene (Quelle: UBA 2009, modifiziert durch aktuelle Angaben des LUNG)

Messnetz des Landesamtes für Umwelt und Natur

Mecklenburger
Küsten

Nordvorpom.
Küsten

Nordvorpom.
Küsten

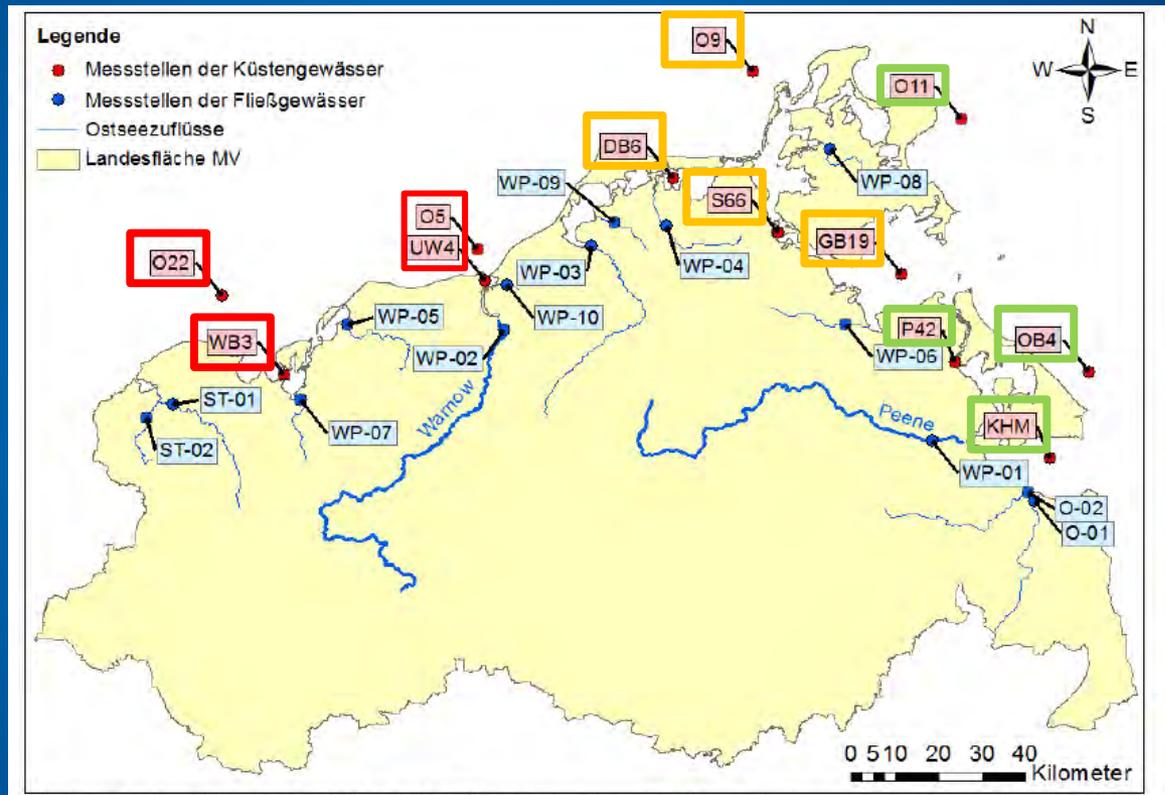
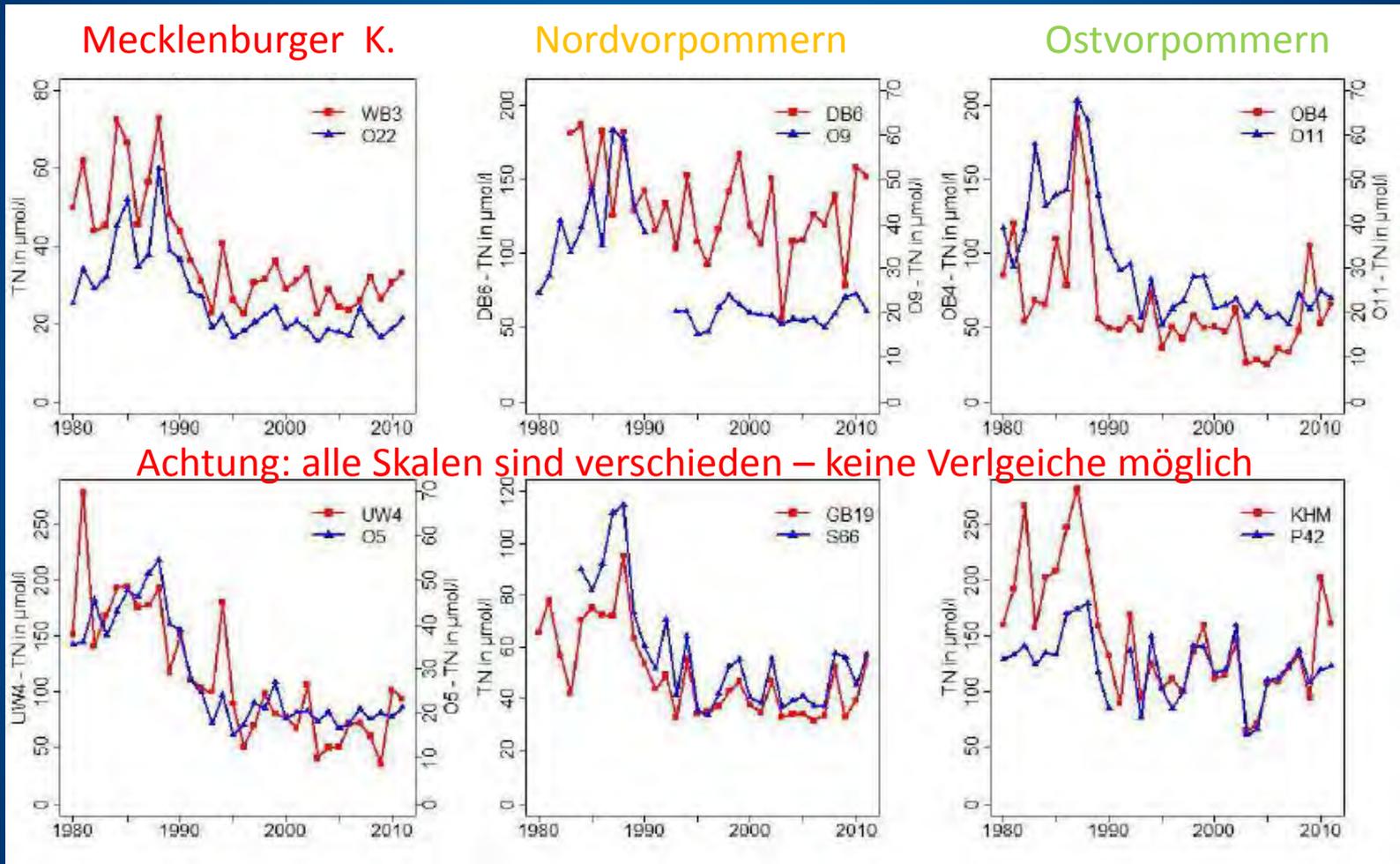


Abb. 5: Trendmessstellen des LUNG in den Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommerns zur Erfassung zeitlicher Veränderungen der Nährstoffkonzentrationen und zur Ermittlung der landseitigen Einträge durch die einmündenden Fließgewässer (Erläuterungen dazu im Text)

LUNG (2013): Zur Entwicklung und zum Stand der Nährstoffbelastung der Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommerns. Berichte zur Gewässergüte, herausgegeben vom Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG), Güstrow

Deutliche Abnahme seit dem Ende der 80er Jahre

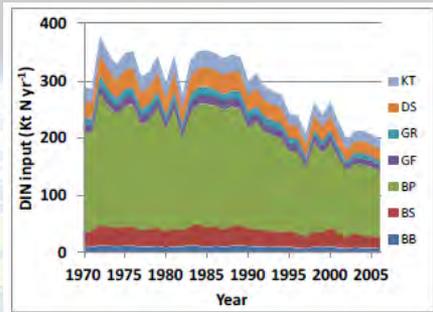


LUNG (2013): Zur Entwicklung und zum Stand der Nährstoffbelastung der Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommerns. Berichte zur Gewässergüte, herausgegeben vom Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG), Güstrow

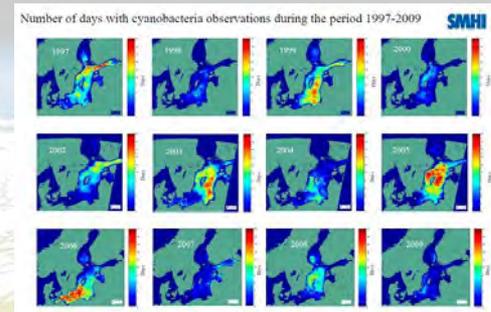
Konzentration im Vergleich



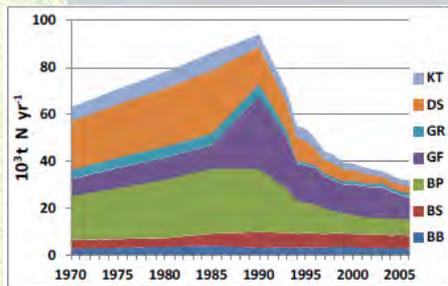
Einträge von Stickstoff in die Ostsee



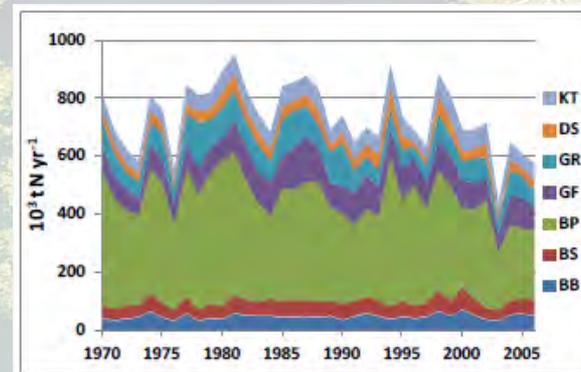
Niederschläge
198 kt y⁻¹



N -Fixierung
434 kt y⁻¹



Direkte Emissionen
39 kt y



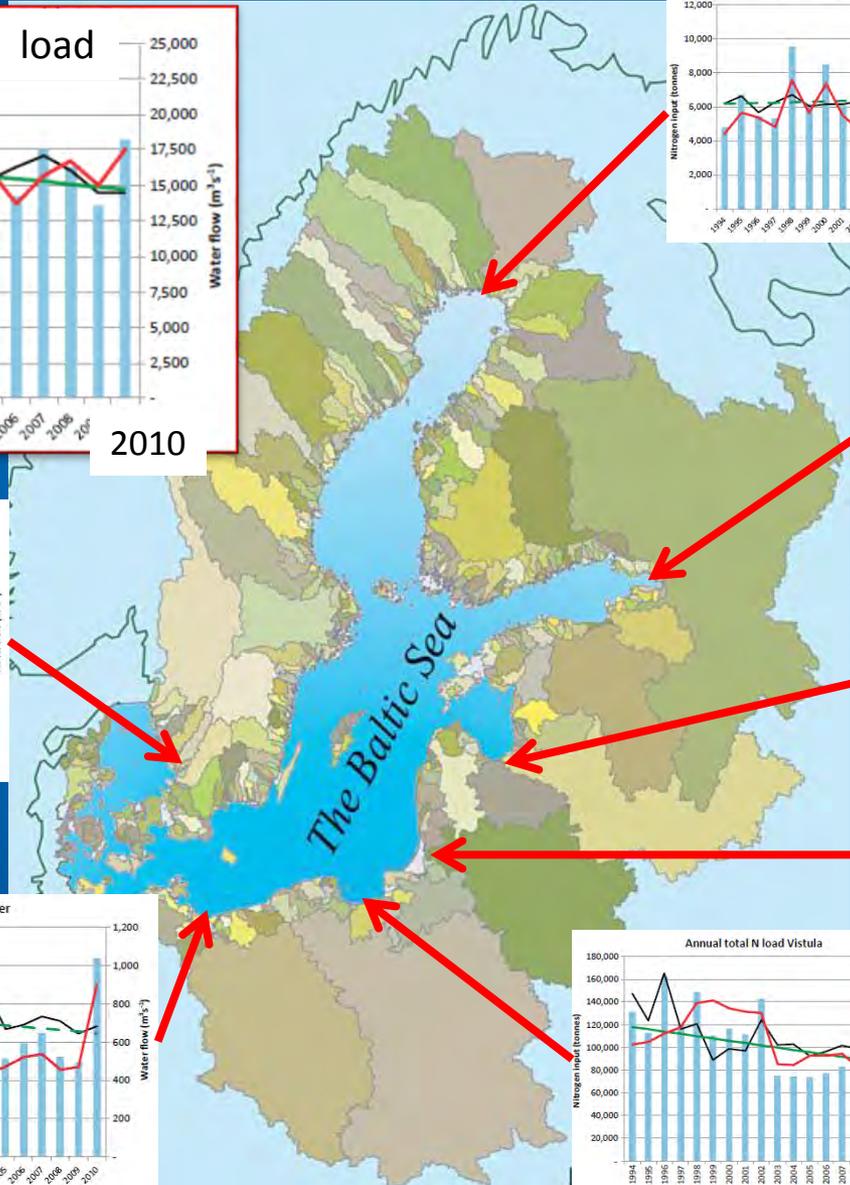
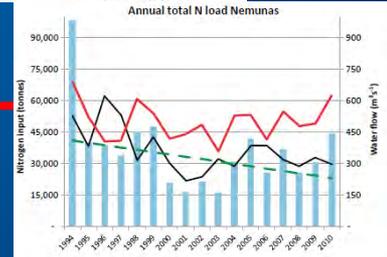
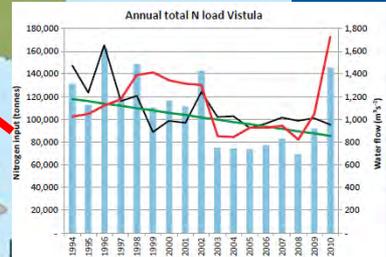
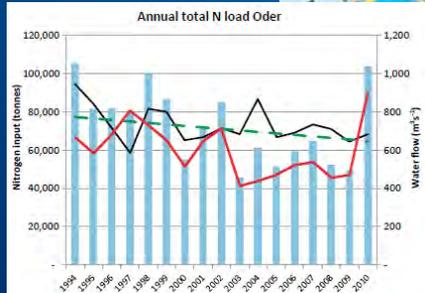
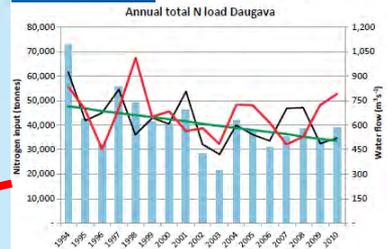
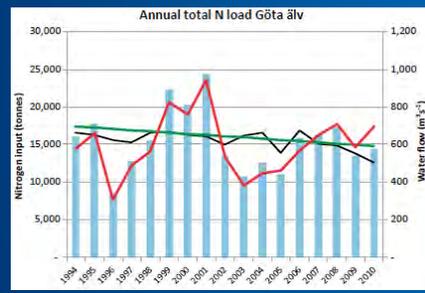
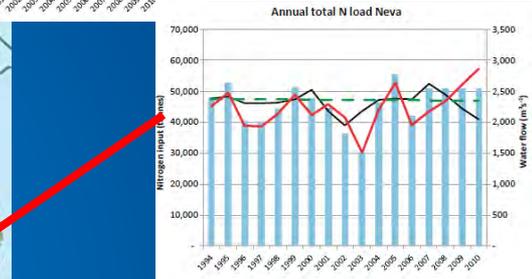
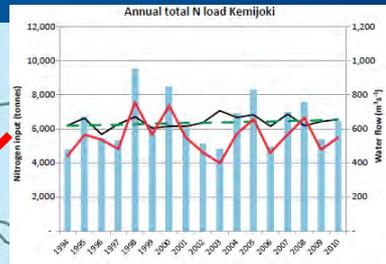
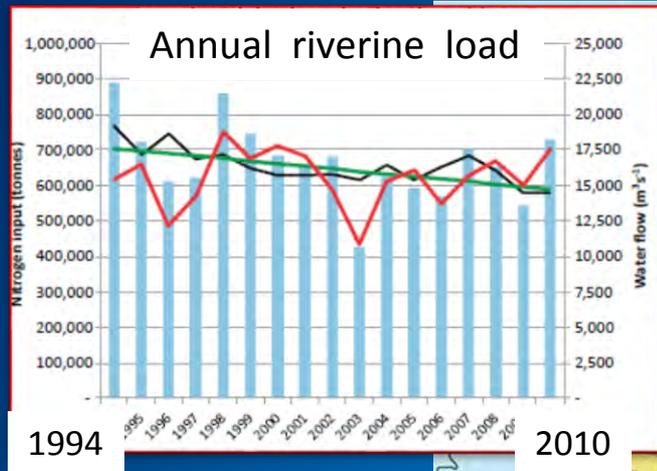
Flüsse (landwirtschaftliche
Quellen), 641 kt y

numbers from BACC
Wasmund et al. 2005

Figures, Techn Rep 5 Savchuk et al. 2012

SMHI fact sheet 2016

Nährstofffrachten großer Zuflüsse



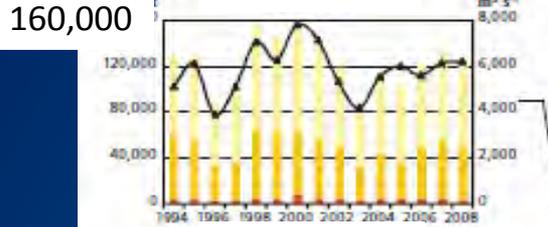
Map: Hannerz and Destouni 2006
River data: BSEP 145

TN — TN-norm — TN-trend — TN-trend — Water flow

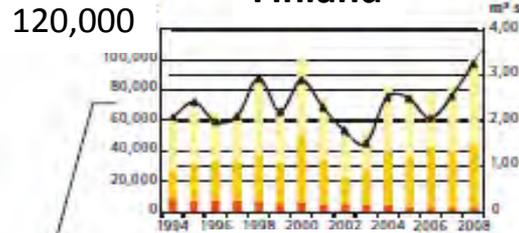
Nährstofffrachten der Länder

- Große Unterschiede in den Frachten pro Jahr in den Anrainerstaaten
- Kleine Länder und EZG -> kleinere Frachten

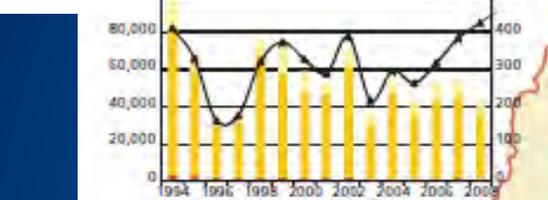
Schweden



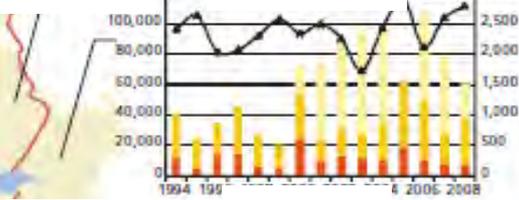
Finland



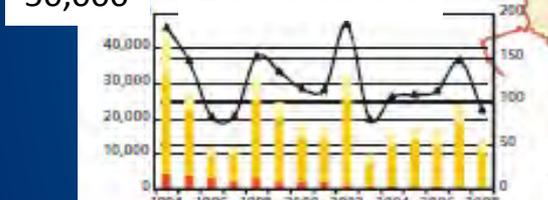
Dänemark



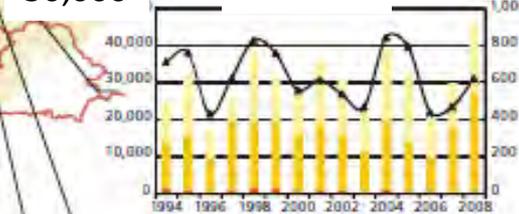
Russland



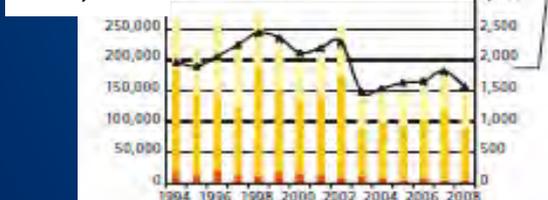
Deutschland



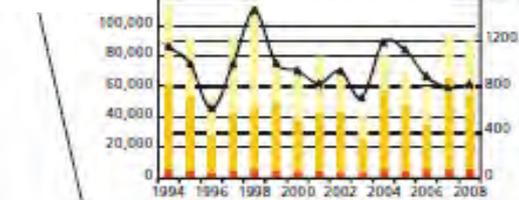
Estland



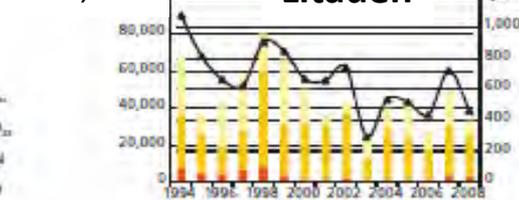
Polen



Letland



Litauen



© National Land Survey of Finland
144/MYY/07
Data source: HELCOM
Finnish Environment Institute
SYKE, FINLAND 201

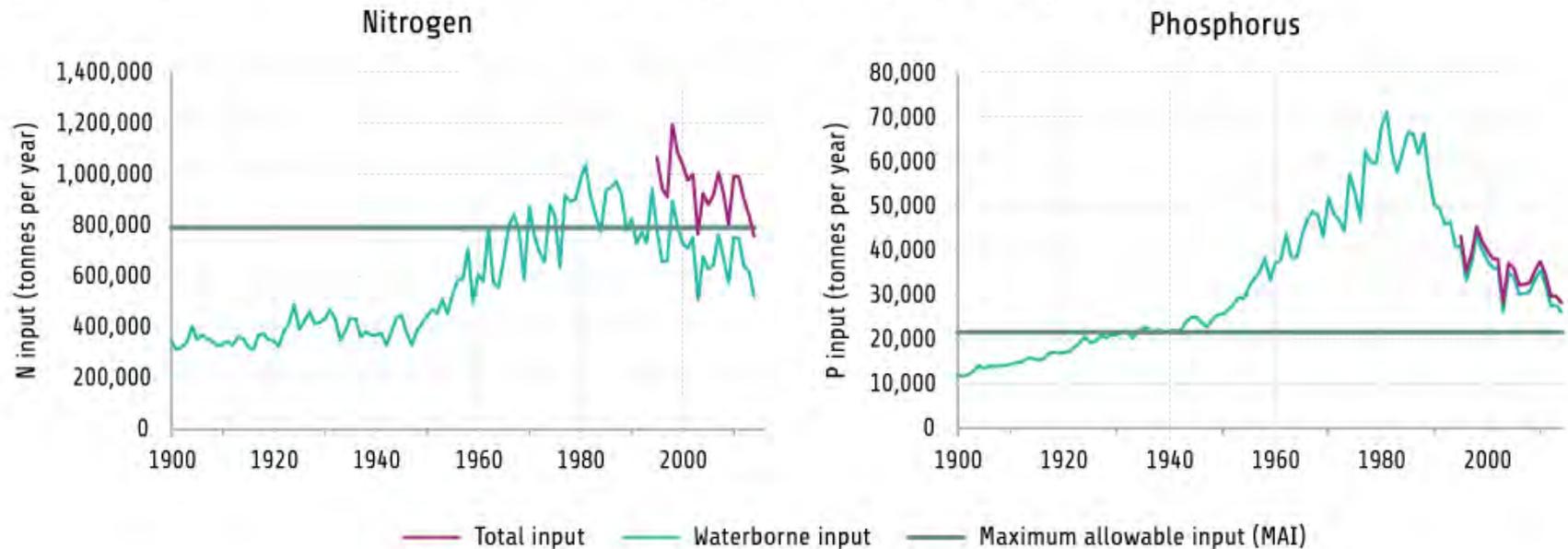
■ N_{org}
■ N-NO₃
■ NH₄-N
— FLOW

■ Organischer Stickstoff
■ Nitrat/Nitrit
■ Ammonium
— Fluss (m³ s⁻¹)

Abnahme der Nährstoffbelastung in der zentralen Ostsee seit Mitte der 80er Jahre

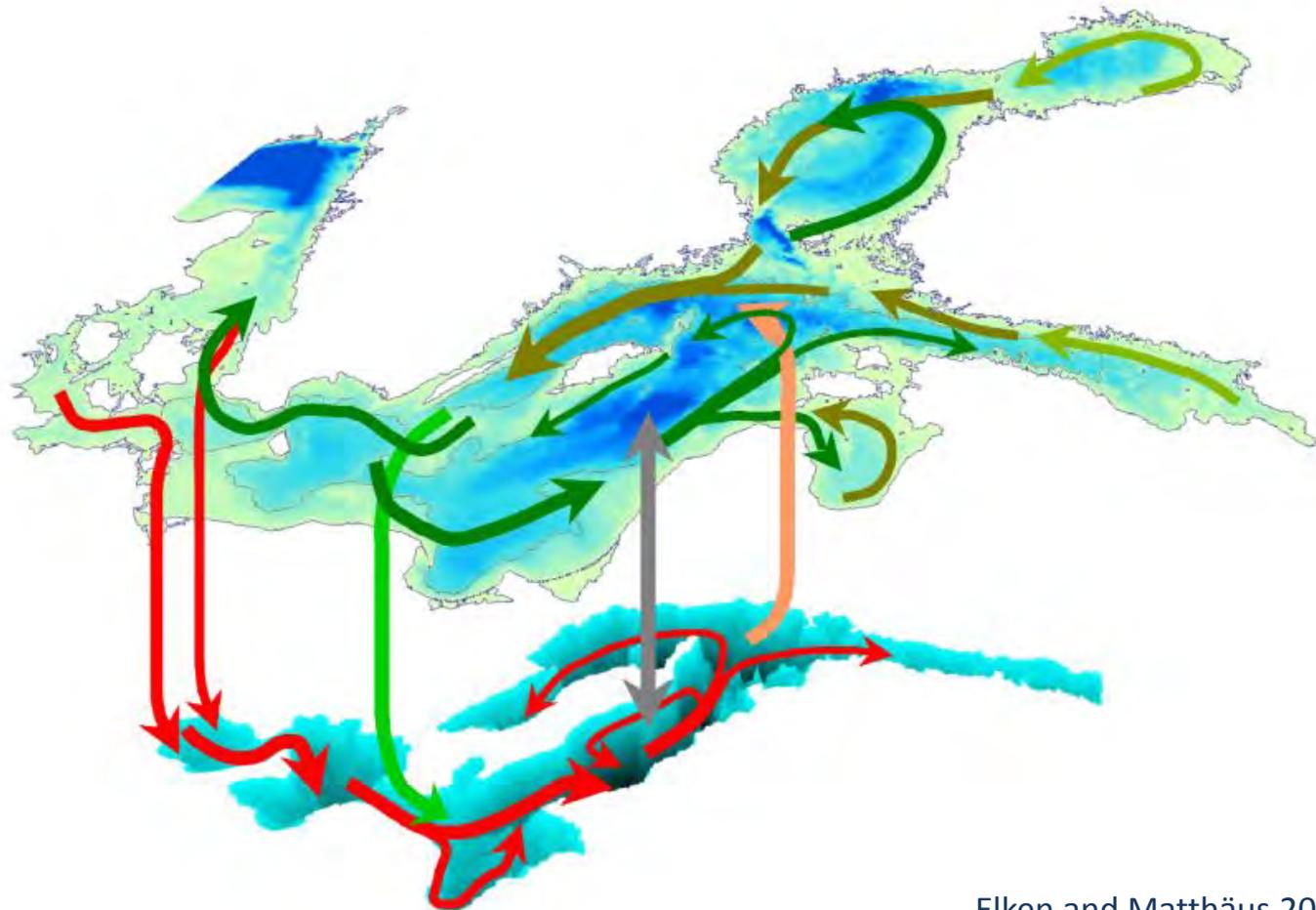


Waterborne and total nutrient inputs



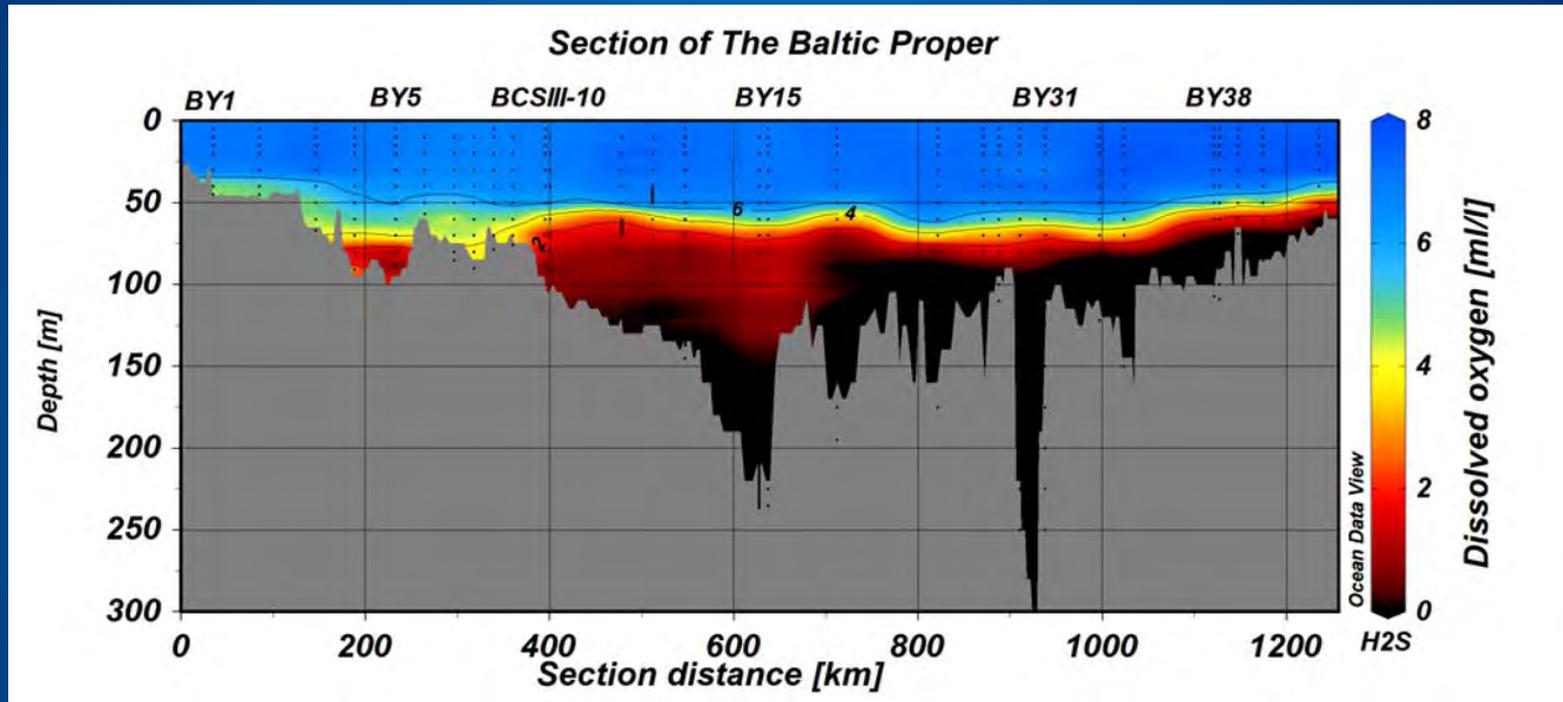
Das Strömungssystem der Ostsee

mittlere Verweilzeit des Wassers von ca. 30 Jahren



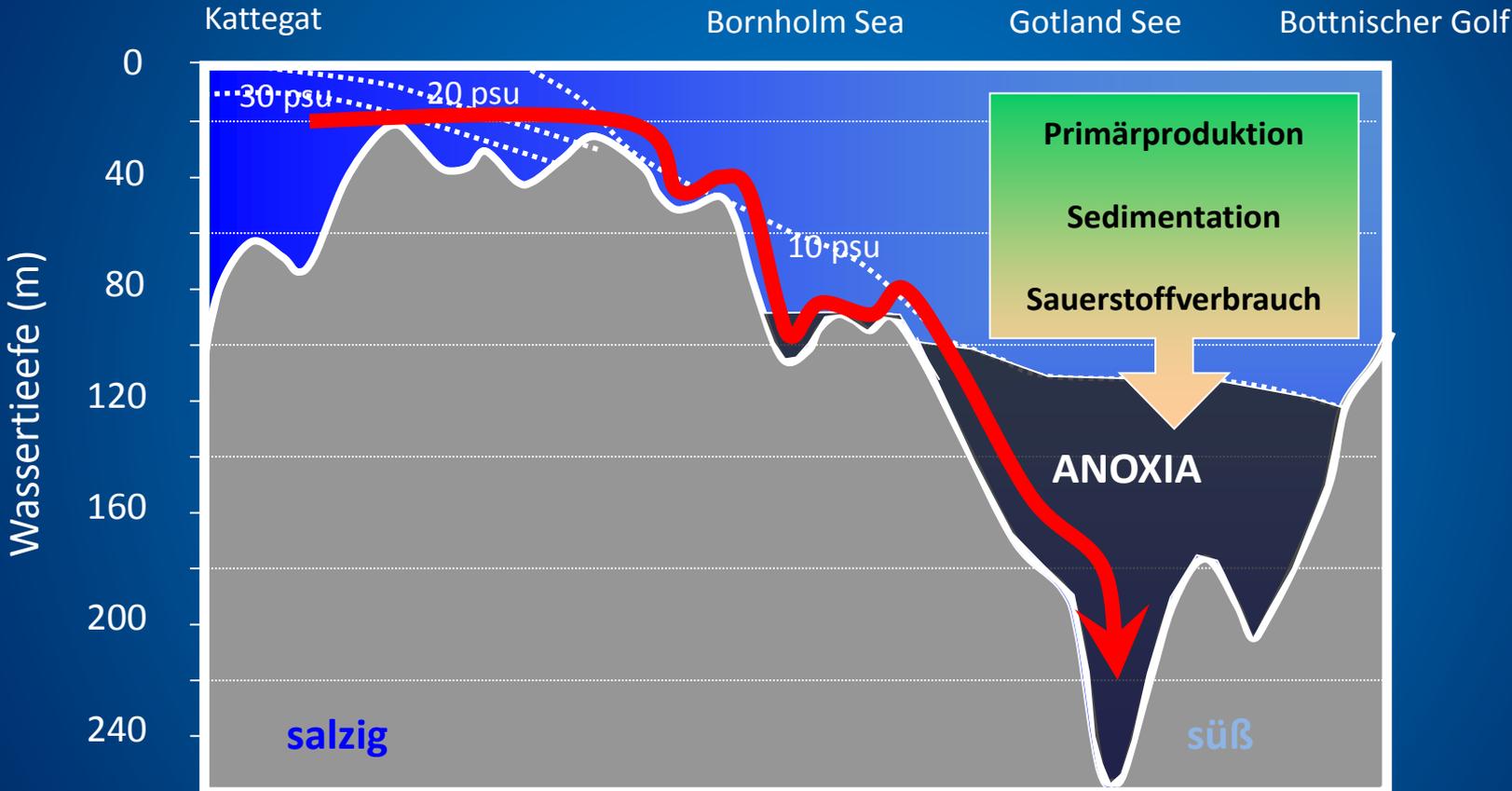
Elken and Matthäus 2006

Wie funktioniert die Ostsee? Sprungschicht in den Becken

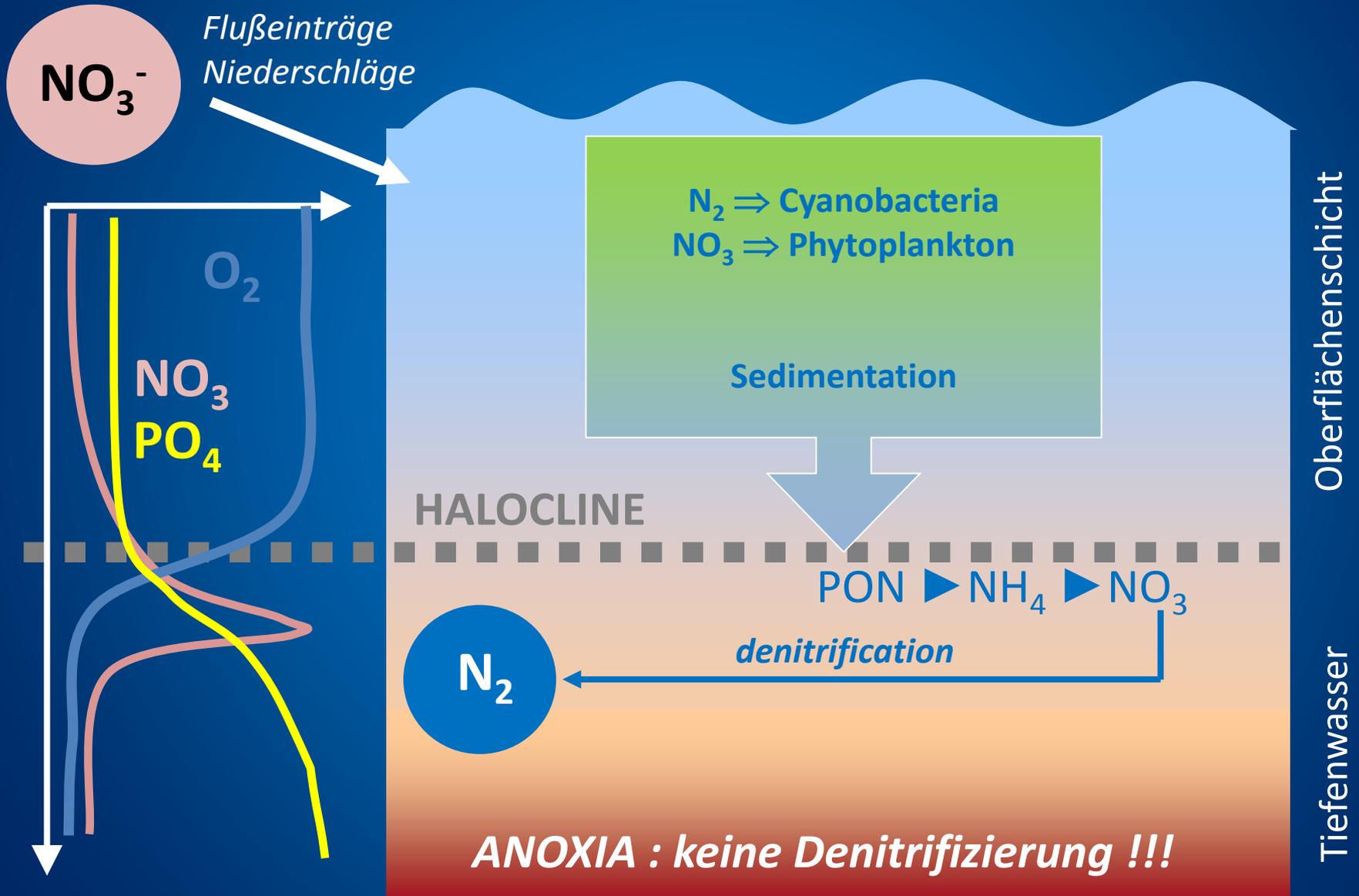


- Eine Sprungschicht, bestimmt von einer starken Zunahme des Salzgehaltes, trennt die Oberfläche vom Tiefenwasser.
- Das Tiefenwasser ist sauerstofffrei und Schwefelwasserstoff (H₂S) haltig.
- Im Dez 2014 gab es eines der größten Einstromereignisse der Ostsee -> sauerstoffhaltiges Wasser drang bis in die Gotlandsee vor.

Einstromereignisse und Sauerstoffzehrung

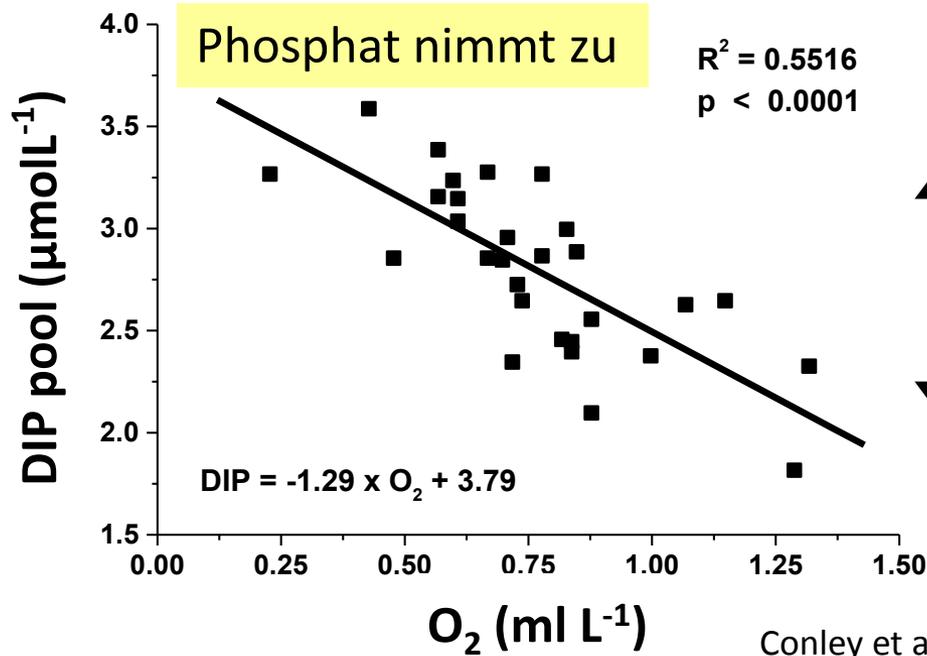


Mikrobieller Umsatz von Stickstoff in der Ostsee

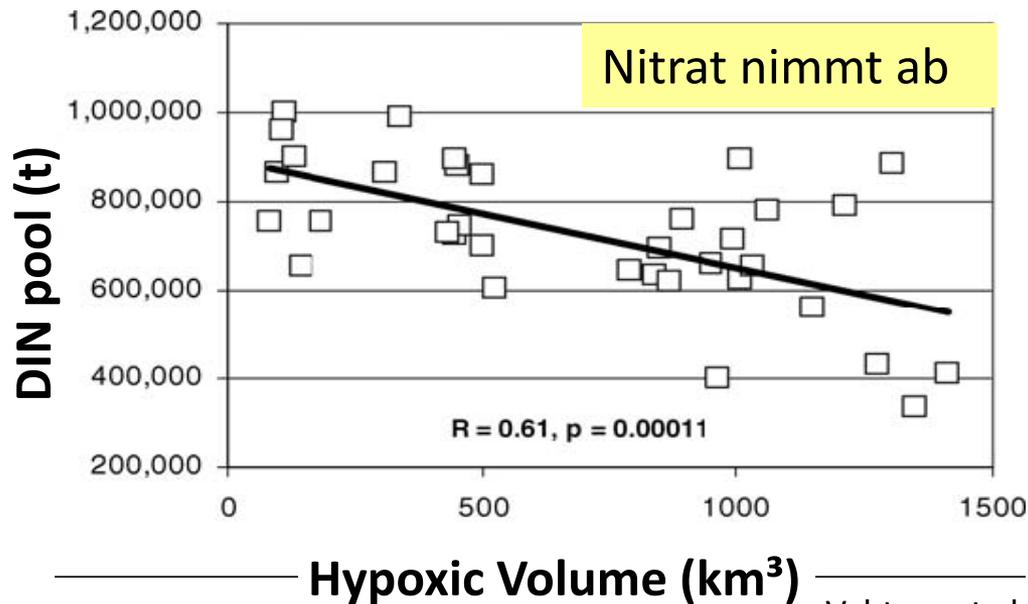


Was wir uns merken müssen

- Die Nährstoffe werden in der lichtdurchfluteten Deckschicht vom Plankton verbraucht.
- Die absinkende Biomasse zehrt den Sauerstoff und es entsteht Ammonium (NH_4^+).
- Solange noch Spuren von Sauerstoff vorhanden sind entsteht Nitrat.
- Dieses Nitrat kann von Bakterien in N_2 verwandelt werden (kein Nährstoff).
- **Fazit: Wichtige Prozesse finden unterhalb der Wasseroberfläche statt**



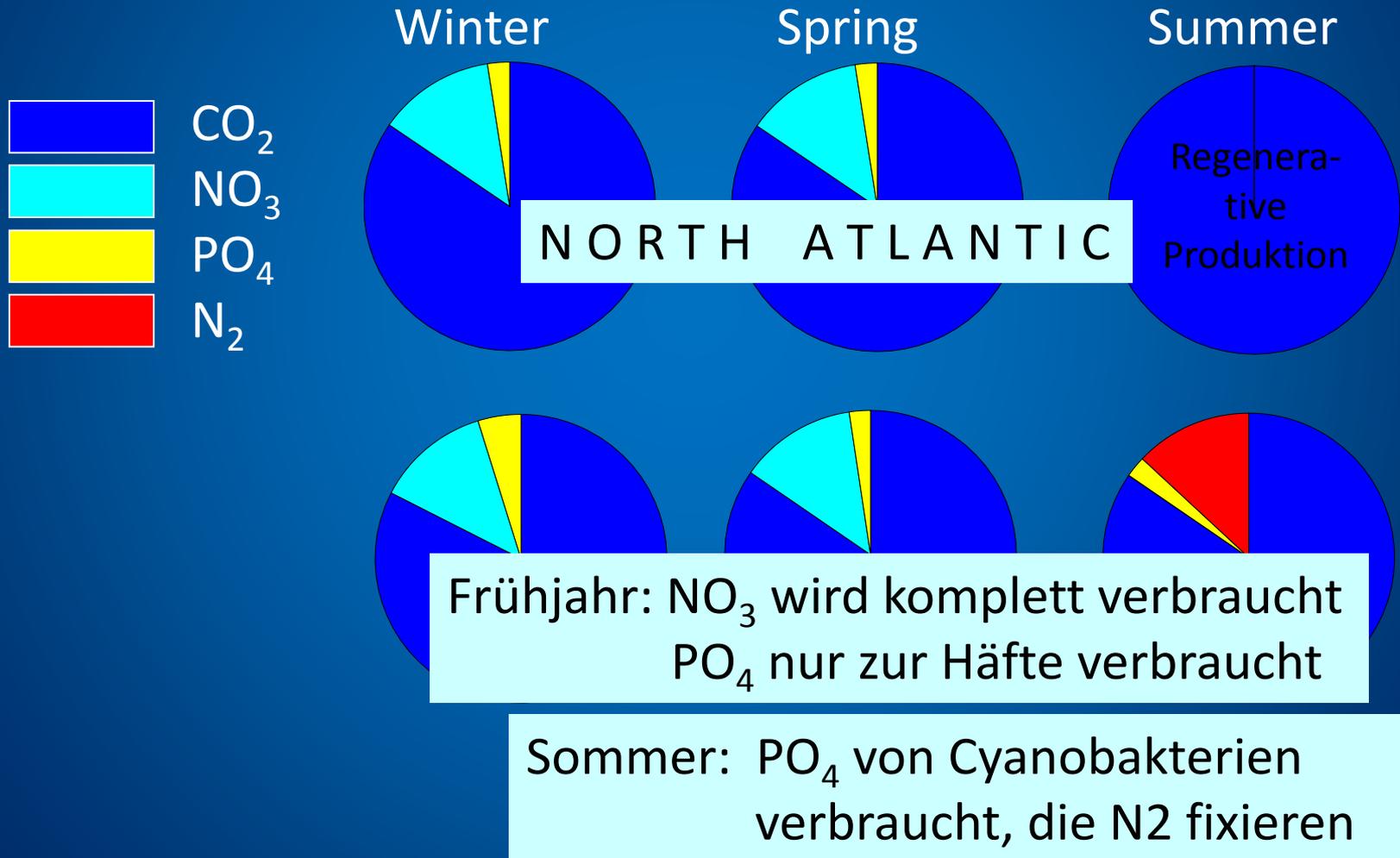
Conley et al. 2002



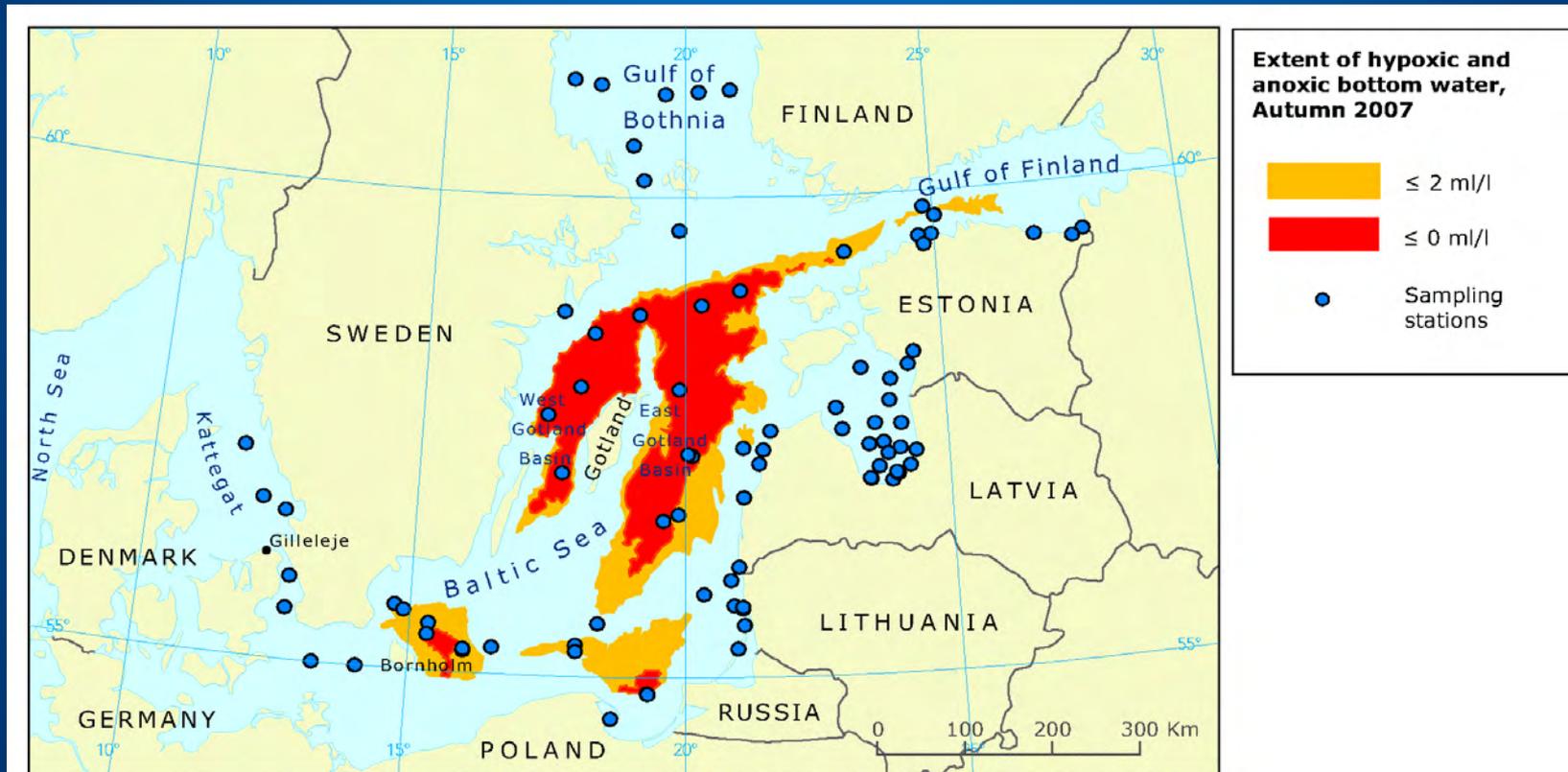
Vahtera et al. 2007

Sowohl die Phosphat- als auch Nitrat und Ammonium-Konzentrationen hängen mit dem Sauerstoff zusammen

Nährstoffkonzentrationen und Verbrauch im Jahresgang – die Ostsee ist anders



Sauerstoffmangel am Meeresboden

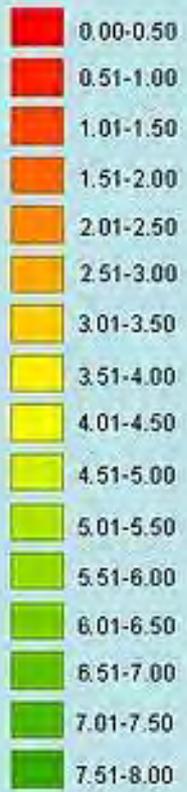


Sauerstofffreie Bedingungen auf 17% des Meeresbodens und in ca. 28% des Wasservolumens

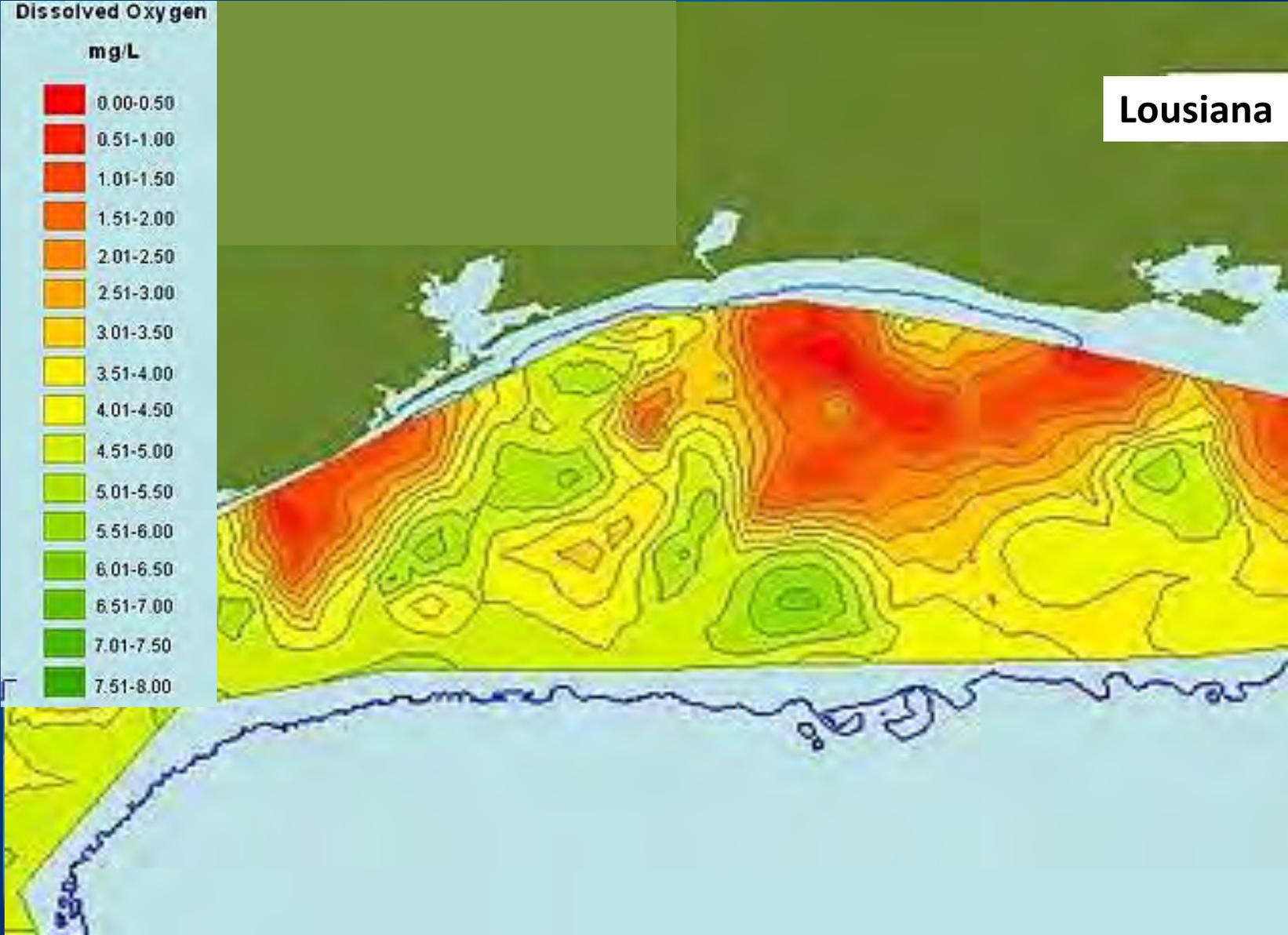


- Der Einstrom von Sauerstoff hat keine nachhaltige Erholung zur Folge
- Der Sauerstoff wird umgehend aufgezehrt, weil die Sedimente sehr viel organischen Material enthalten

Dissolved Oxygen
mg/L



Louisiana



Fazit

Die Probleme mit dem zunehmenden Sauerstoffmangel sind für uns unsichtbar und werden mit der Zeit eher gravierender

Einträge und Verluste (kt y⁻¹)

- 200 Niederschläge
- 430 Stickstoffixierung
- 40 direkte Einträge
- 640 Flüsse
- 400-600 Denitrifi. Wasser
- 200 Denitrifi. Sediment

- Σ 1310

- Σ 600-800

Einträge und Verluste (kt y⁻¹)

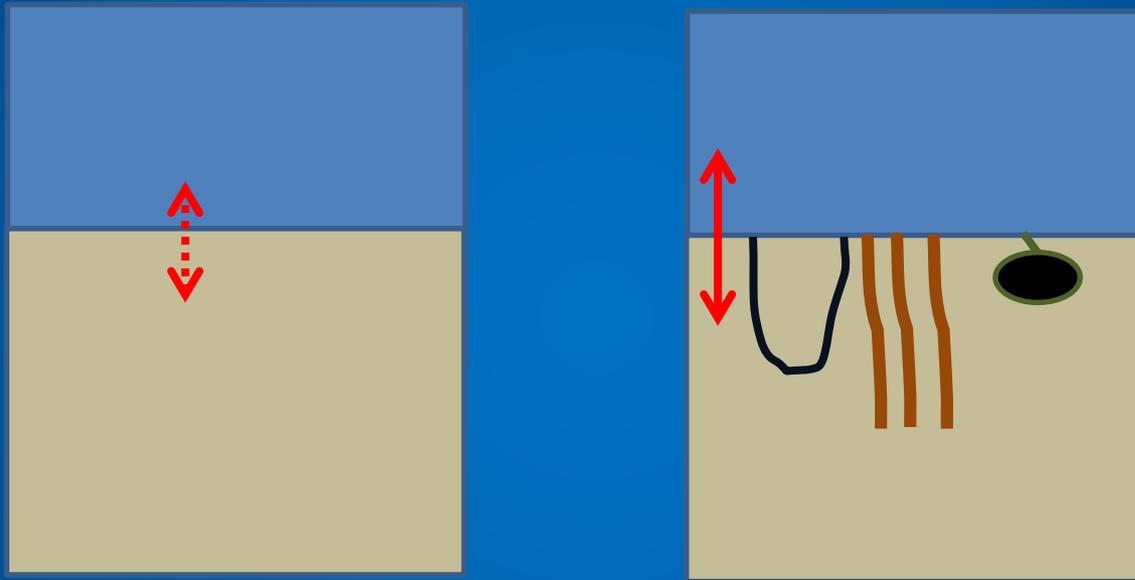
- 200 Niederschläge
- 430 Stickstoffixierung
- 40 direkte Einträge
- 640 Flüsse
- 400-600 Denitrifi. Wasser
- 200 Denitrifi. Sediment

• Σ 1310

• Σ 600-800

Und was ist mit den Flusseinträgen?

Enge Verknüpfung vom Wasser mit den Sedimenten

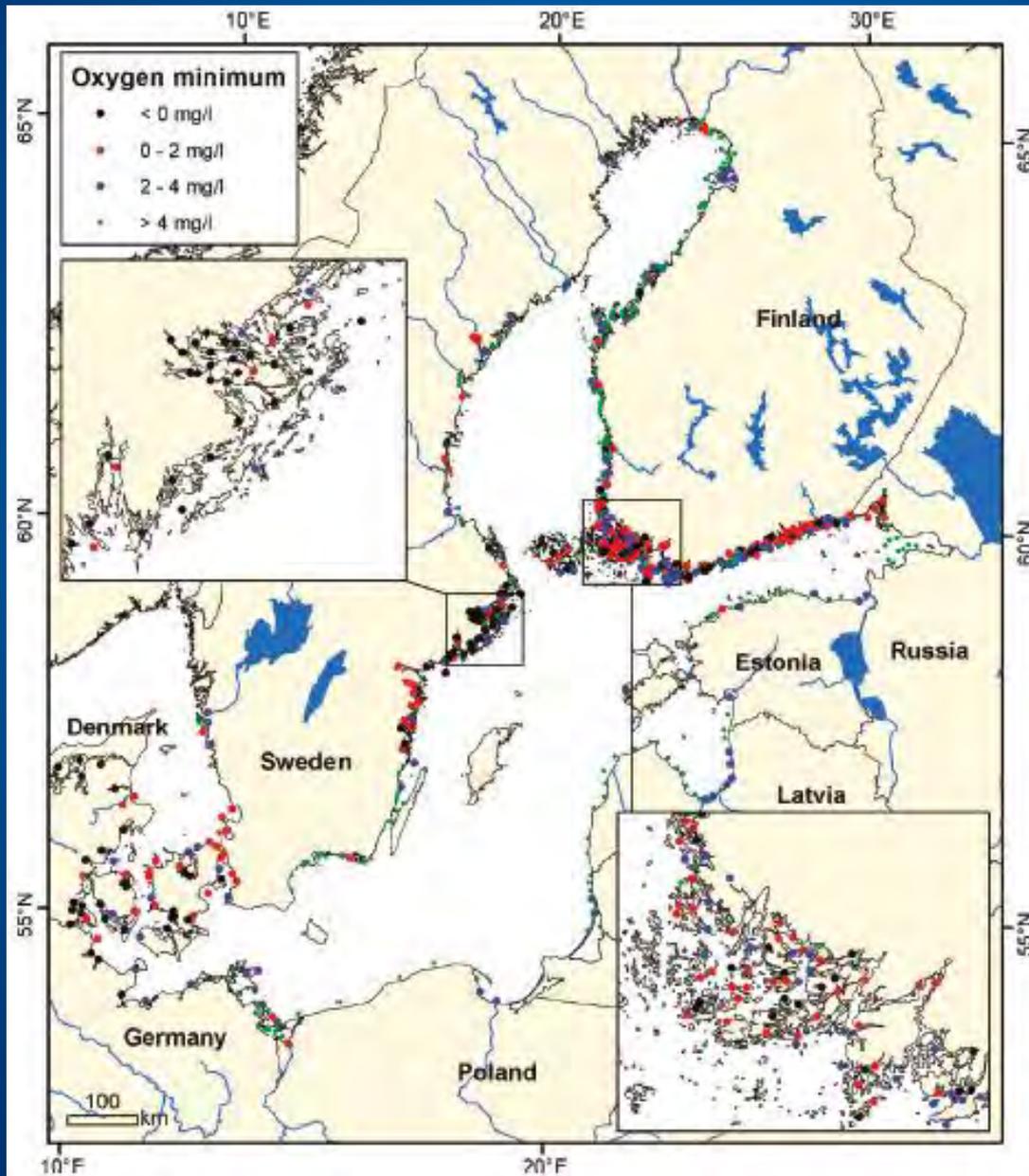


Ohne Tiere ist der Austausch von Nährstoffen wesentlich geringer und nur von Diffusion getrieben



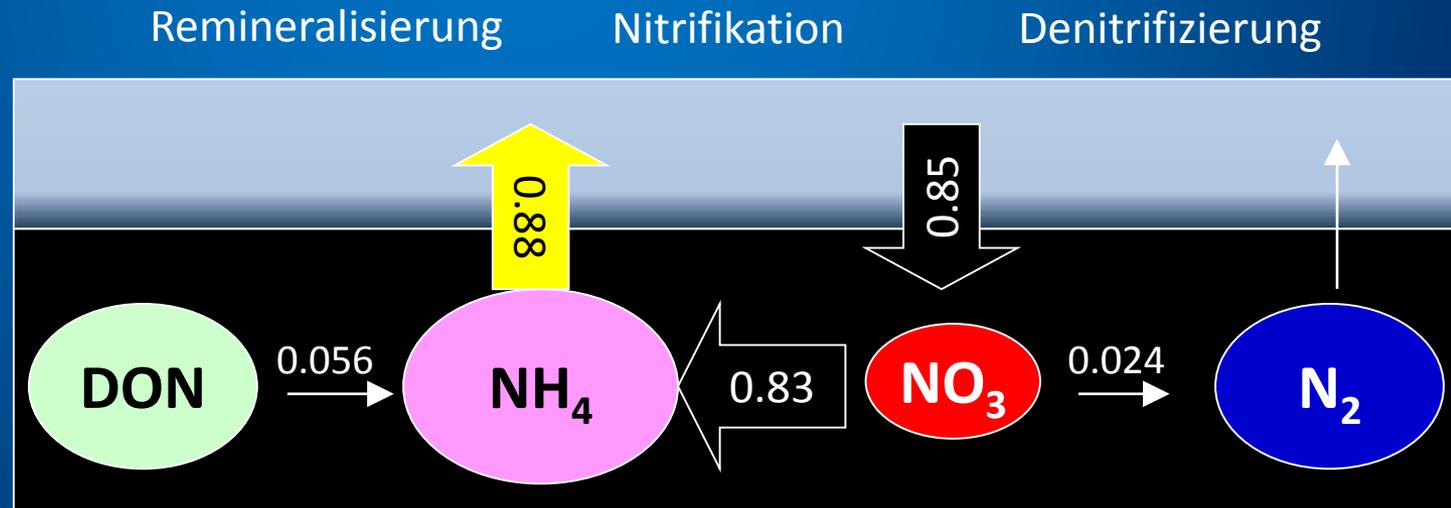
F. Thoms

Küsten der Ostsee leiden auch unter O₂-Mangel



Benthostiere sind wichtig für die Belüftung der Sedimente

Küstensedimente müssen vor Störungen, die den Lebensraum des Benthos gefährden geschützt werden.
Sauerstoffmangel an Küsten hätte fatale Folgen für die Reduktion des Nitrats, da keine Denitrifizierung mehr stattfinden kann.



Fazit

Die Küstengebiet spielen eine wichtige Rolle bei der Entfernung von Stickstoff aus Flussfrachten - aber eben nur wenn genug Sauerstoff vorhanden ist.

Die Zukunft der Ostsee

- Klimawandel führt zu:
 - Einer Erwärmung des Wassers (schon jetzt ist es bis zu 4 Grad wärmer als früher)
 - Veränderung der Niederschlagsmuster und mehr Regen im Winter
- Die Einträge von Nährstoffen nehmen zwar ab, aber die Erwärmung braucht quasi diesen Effekt reduzierter Zehrung wieder auf.