

River biogeochemistry and source identification of nitrate by means of isotopic tracers in the Baltic Sea catchments

Maren Voß

Barbara Deutsch¹, Ragnar Elmgren², Christoph Humborg³, Pirju Kuuppo⁴, Iris Liskow¹, Marianna Pastuszek⁵, Carl Rolff² and Ulrike Schulte⁶

1 Baltic Sea Research Institute, Germany

2 University of Stockholm, Department of System Ecology, Sweden

3 University of Stockholm, Department of Applied Environmental Science, Sweden

4 Finnish Environment Institute, Finland

5 Sea Fisheries Institute, Poland

6 Ruhr Universität Bochum, Germany



Gliederung

- Die Ostsee
- Isotopensignaturen in Flüssen – qualitative und quantitative Ansätze
- Isotopenbilanz für die gesamte Ostsee
- Zusammenfassung

Fakten zur Ostsee

Oberfläche: 415.266 km²

Einzugsgebiet: 1.720.270 km²

Bothnischer Golf: 480.000 km²

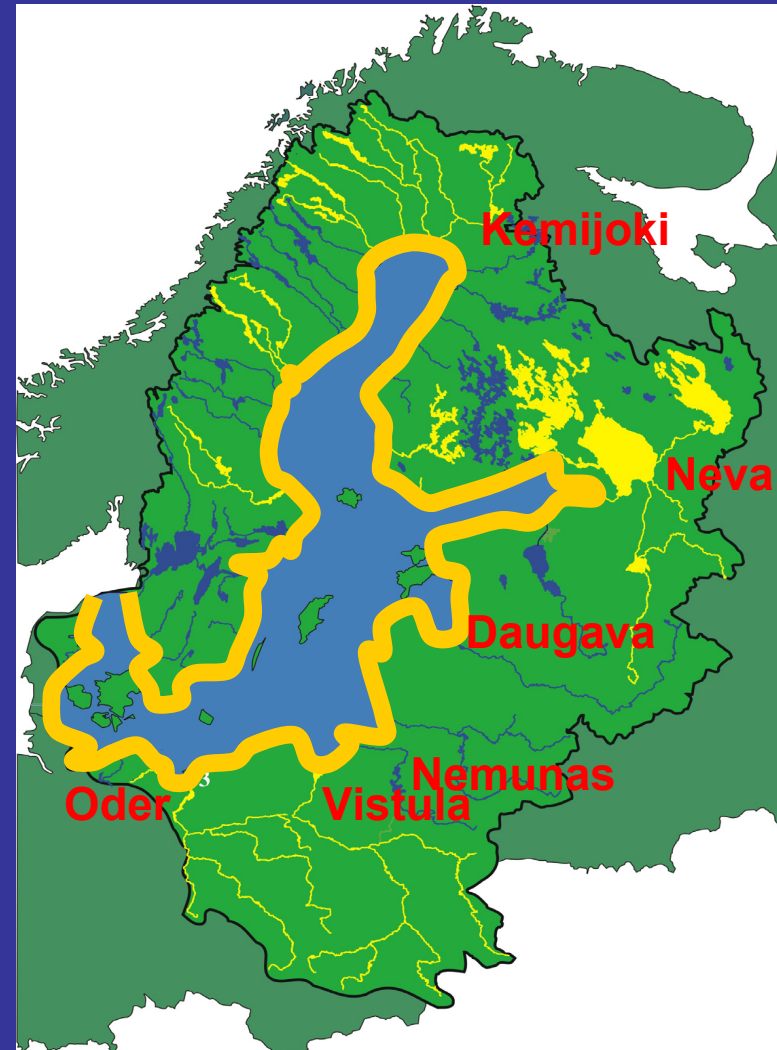
Baltic Proper: 496.000 km²

Bevölkerung: 85 million

innerhalb 10 km: 15 million

Süßwasser: 15.190 m³ s⁻¹

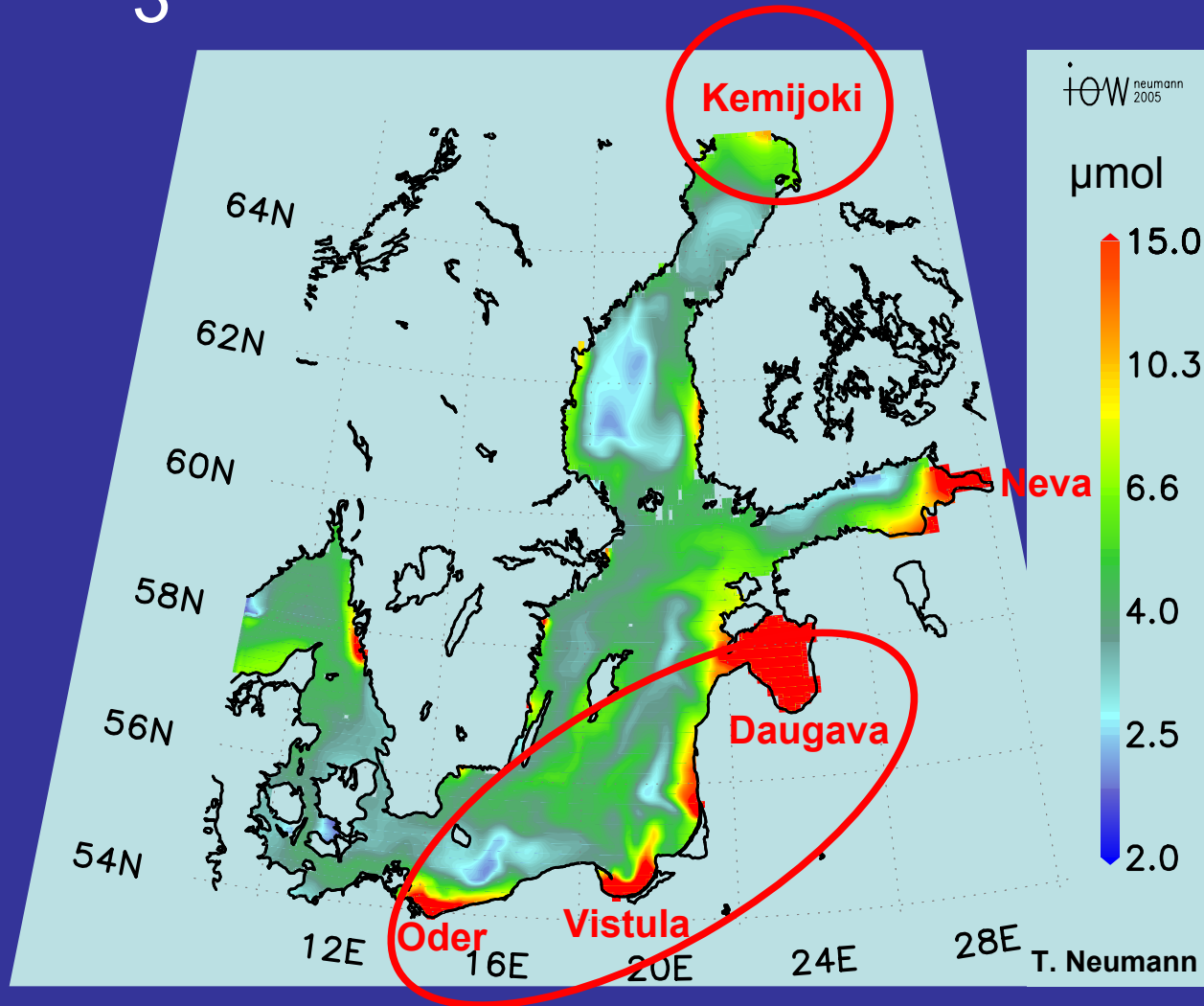
6 größte Flüsse: 6.565 m³ s⁻¹



N-Fracht in die Ostsee

| N- Quelle | Gesamt N [10 ³ t N yr ⁻¹] | DIN [10 ³ t N yr ⁻¹] |
|---------------------------|---|--|
| Flüsse | 270- 980 | 417 (6 größte Flüsse: 184) |
| Niederschläge | 220- 630 | ± 630 (DON zu vernachlässigen) |
| N ₂ -Fixierung | 370-920 | |
| Gesamt | 860-2530 | |

NO₃⁻ im Winter in der Ostsee

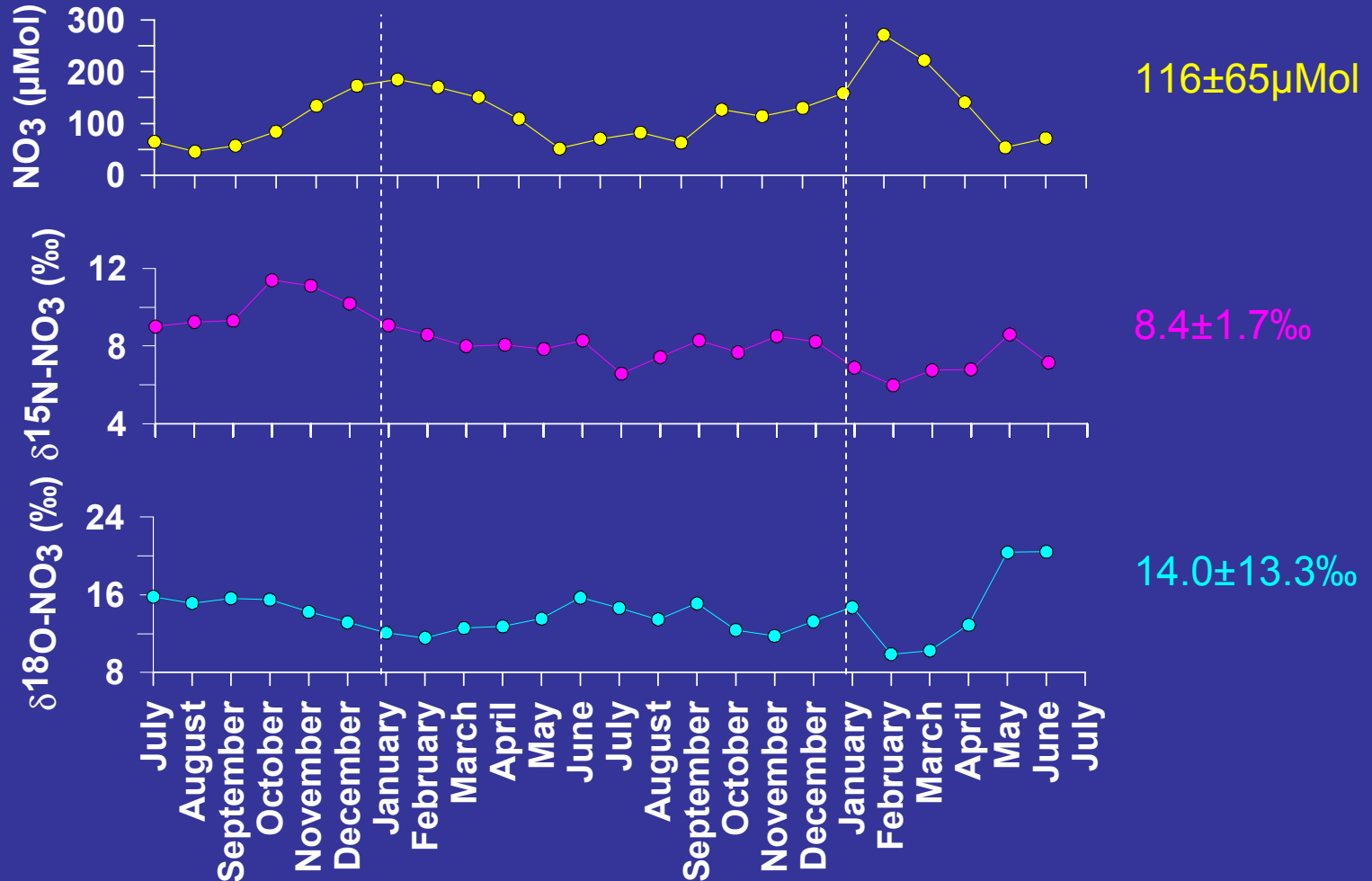


2 Einw. km⁻²

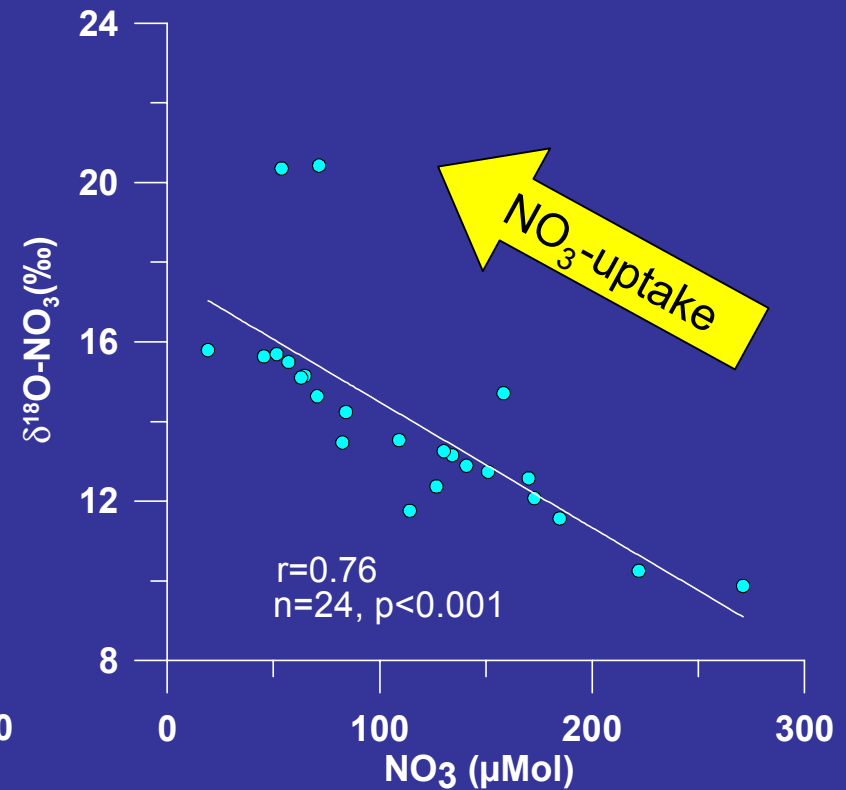
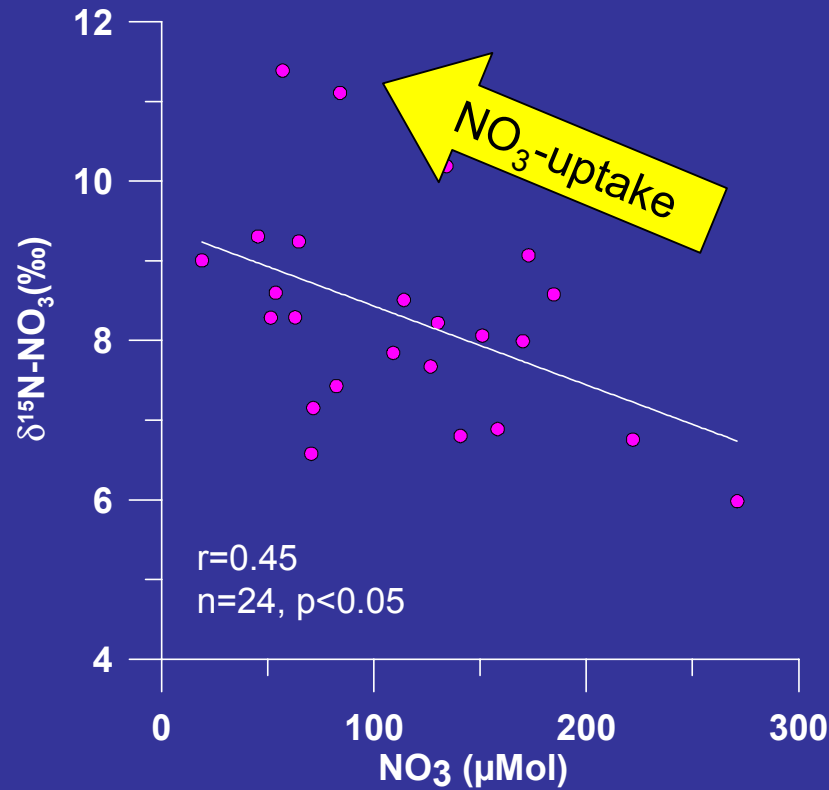
Bis zu 130
Einw. km⁻²

Jahresgang der Weichsel

Vistula monthly mean nitrate (7/2000 - 7/2002) Annual means



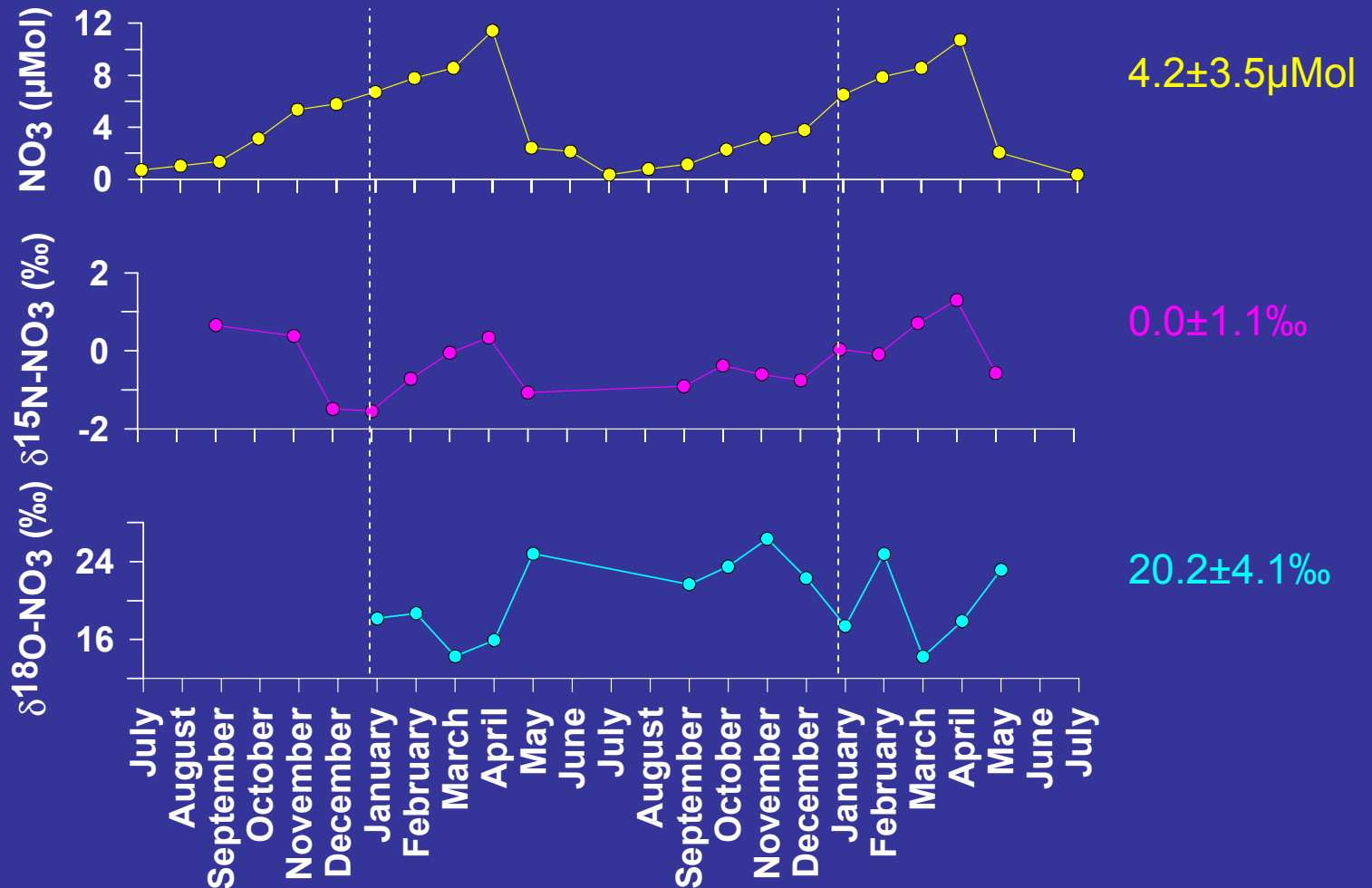
Fraktionierungsprozesse und Quellen in der Weichsel



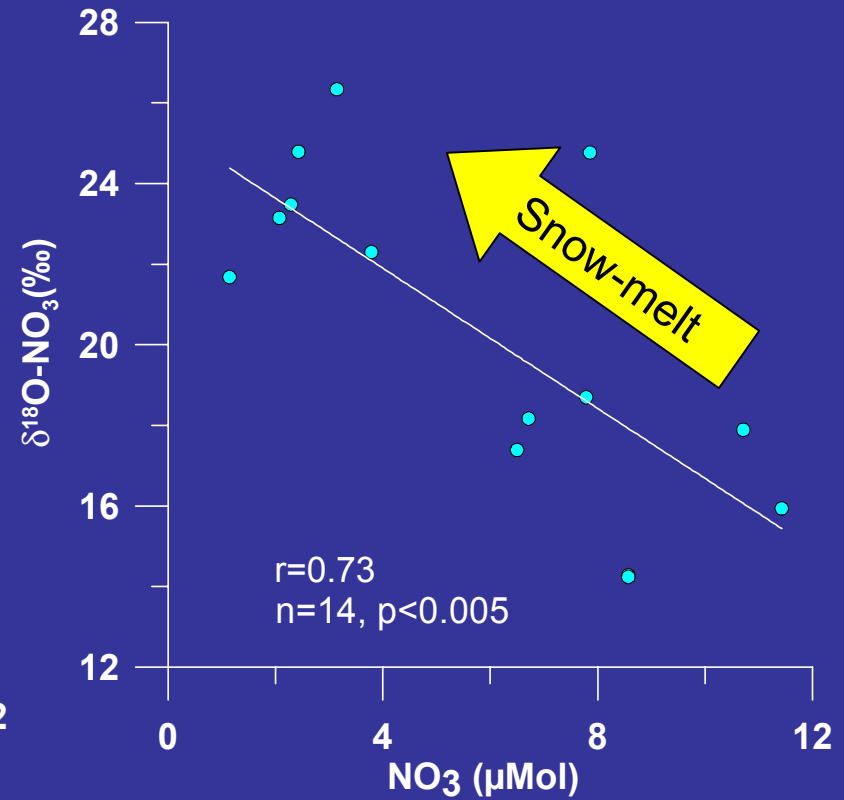
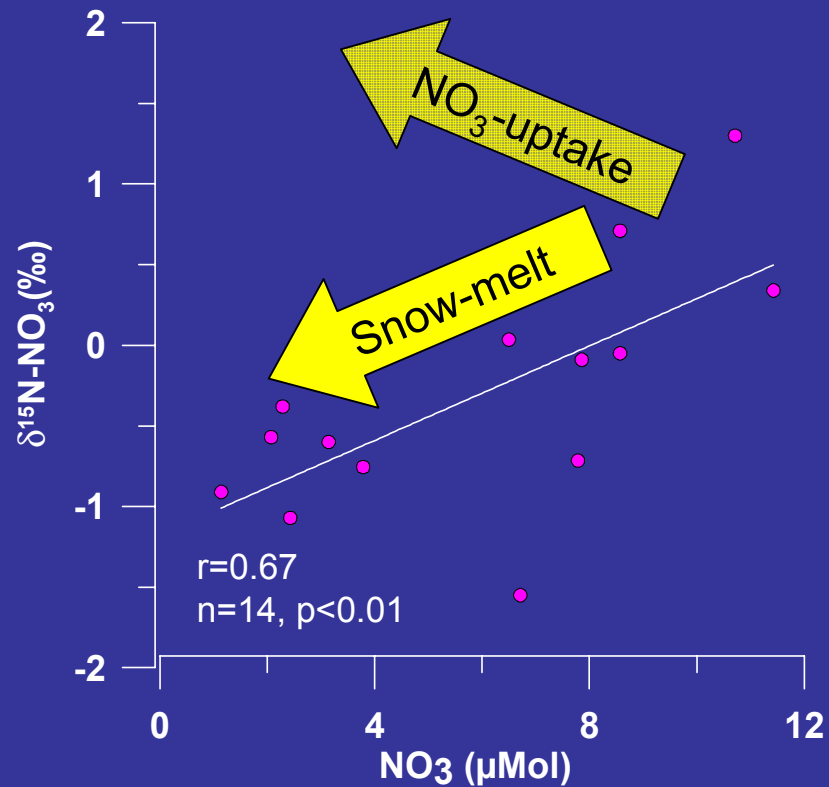
Jahresgang des Kemijoki

Kemijoki monthly means (7/2000 - 7/2002)

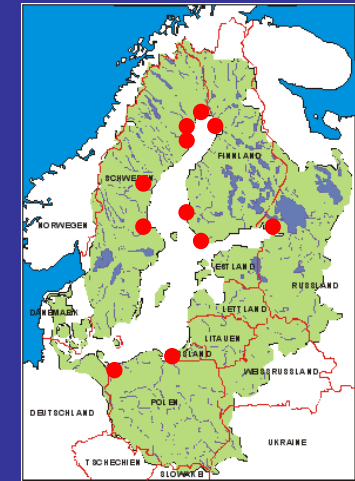
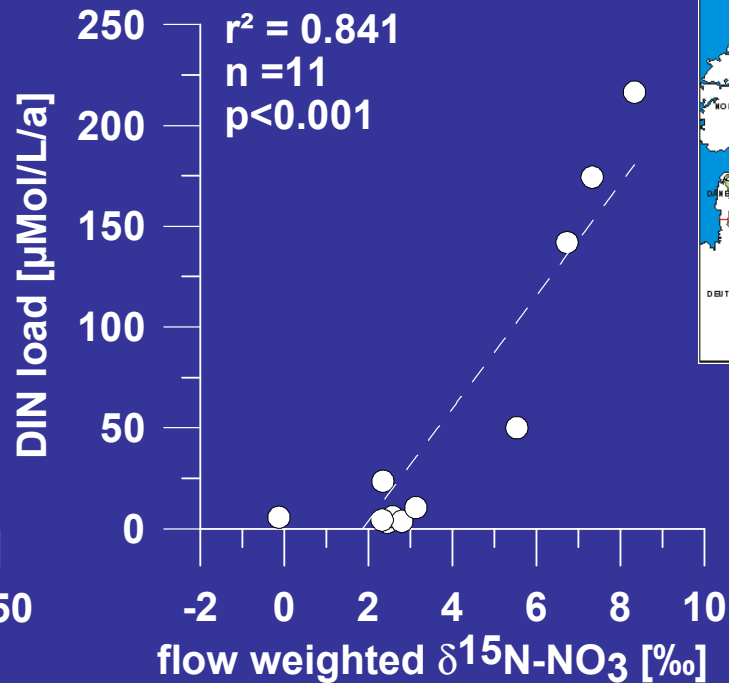
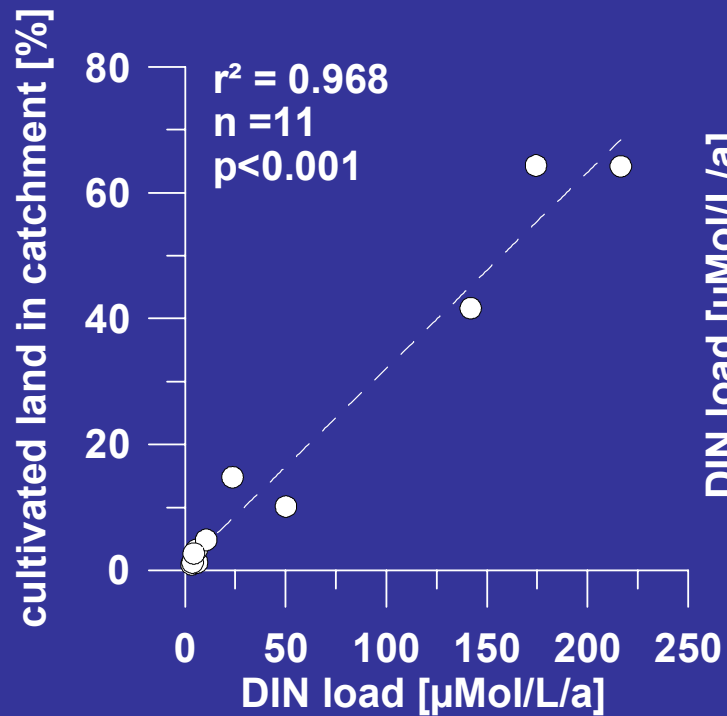
Annual means



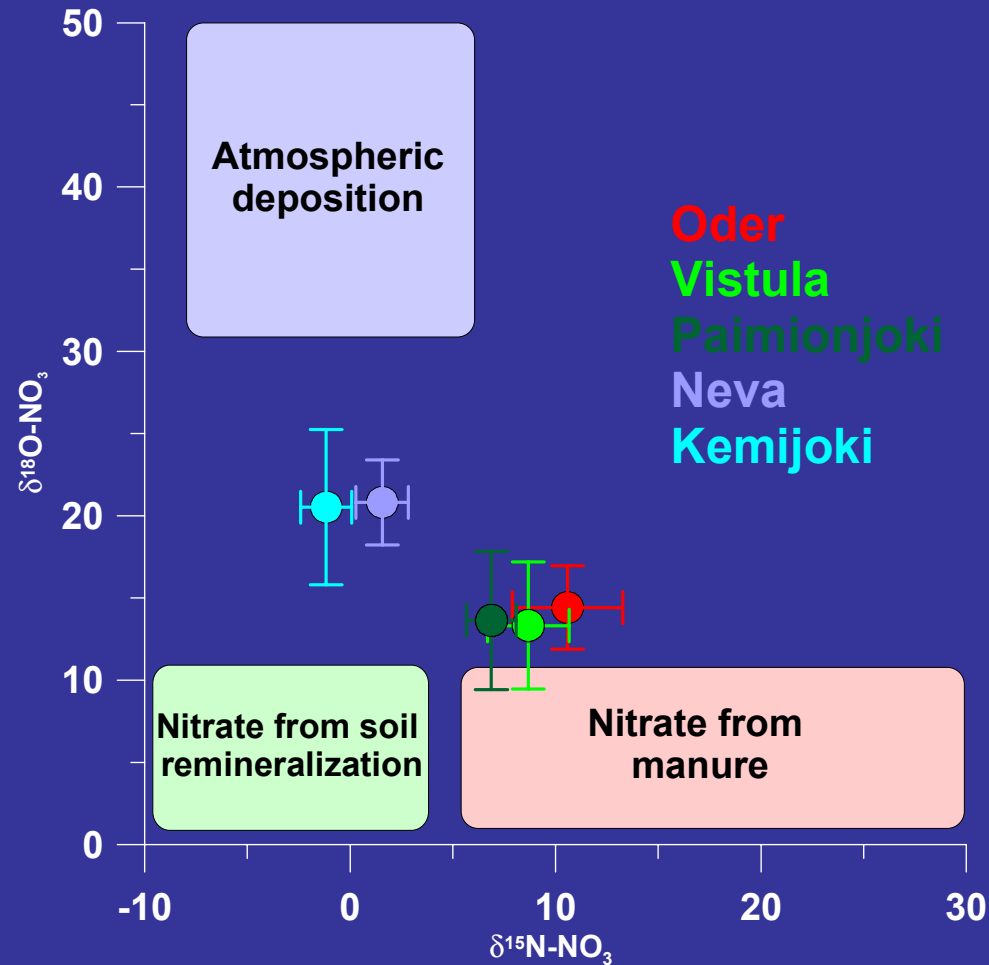
Fraktionierungsprozesse und Quellen im Kemijoki



Beziehung zwischen DIN Fracht, Landnutzung und $\delta^{15}\text{N-NO}_3$



Quellenindikatoren: $\delta^{15}\text{N}$ - und $\delta^{18}\text{O}$ im Nitrat



Mischungsmodell

(nach Philipps and Koch, 2002)

$$\delta^{15}\text{N}_W = f_D \delta^{15}\text{N}_D + f_G \delta^{15}\text{N}_G + f_A \delta^{15}\text{N}_A$$

$$\delta^{18}\text{O}_W = f_D \delta^{18}\text{O}_D + f_G \delta^{18}\text{O}_G + f_A \delta^{18}\text{O}_A$$

$$1 = f_D + f_G + f_A$$

Konzentrationsgewichtete Mittelwerte (PhD, B. Deutsch)

Verschiedene Flüsse:

$$\delta^{15}\text{N}_W = -0,6 \text{ bis } 9,2 \text{ ‰}$$

$$\delta^{18}\text{O}_W = 6,0 \text{ bis } 20,8 \text{ ‰}$$

Grundwasser:

$$\delta^{15}\text{N}_G = 0,6 \text{ ‰}$$

$$\delta^{18}\text{O}_G = 1,4 \text{ ‰}$$

Bodenablauf:

$$\delta^{15}\text{N}_D = 11,4 \text{ ‰}$$

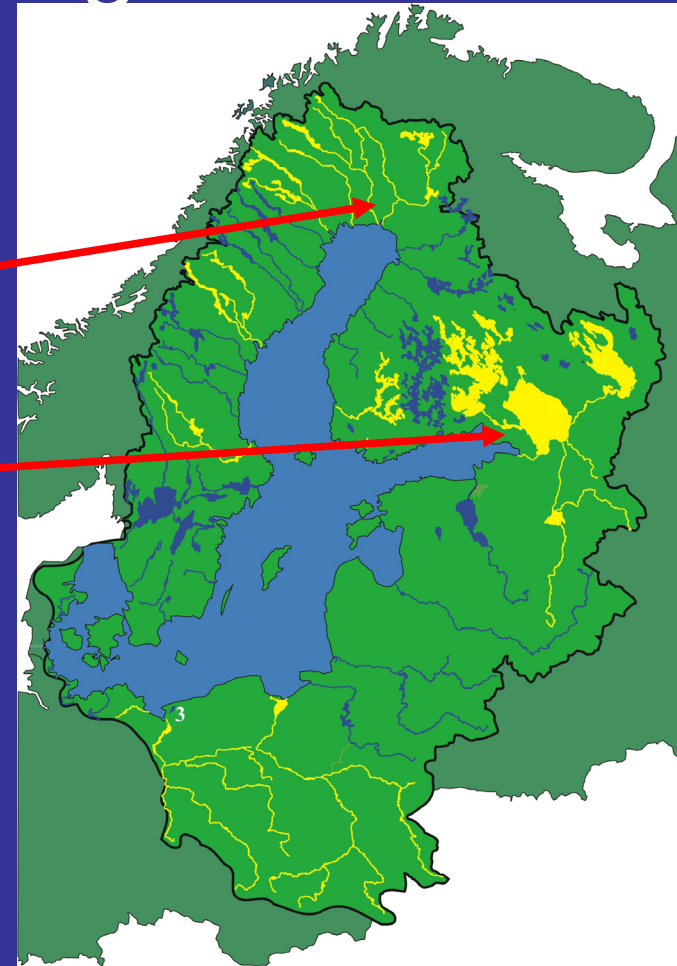
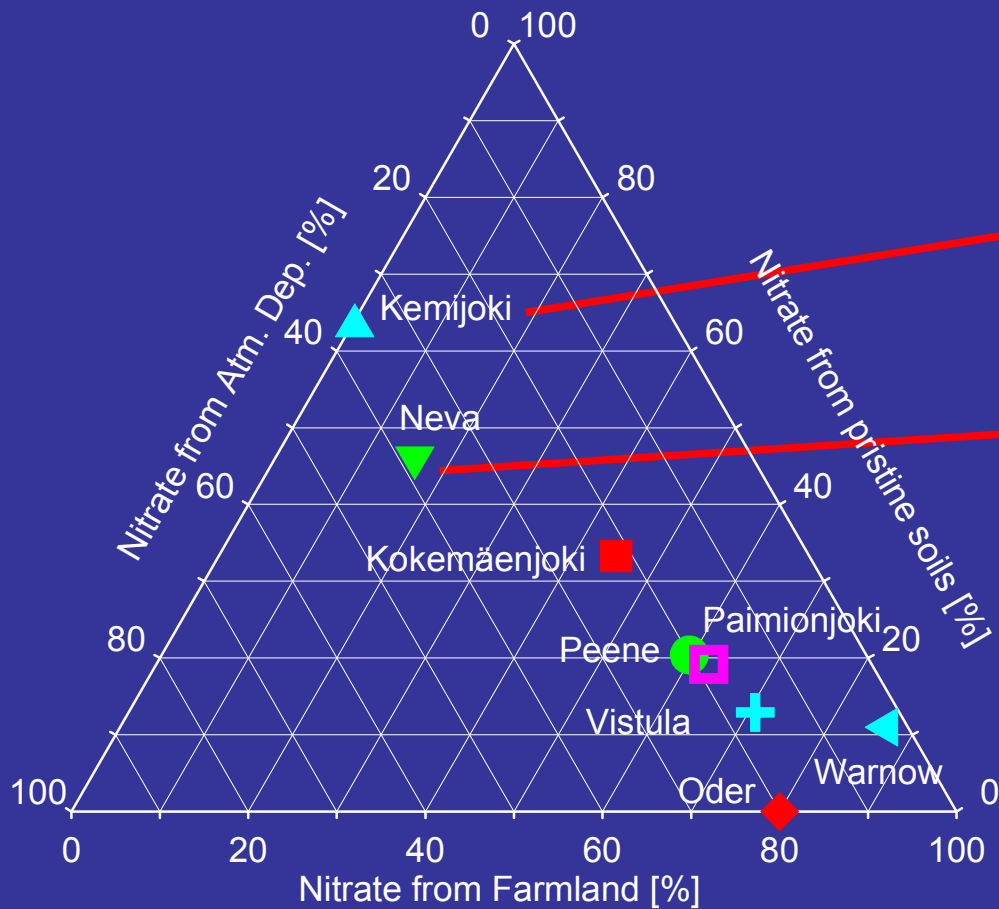
$$\delta^{18}\text{O}_D = 5,3 \text{ ‰}$$

Niederschläge (Kemijoki):

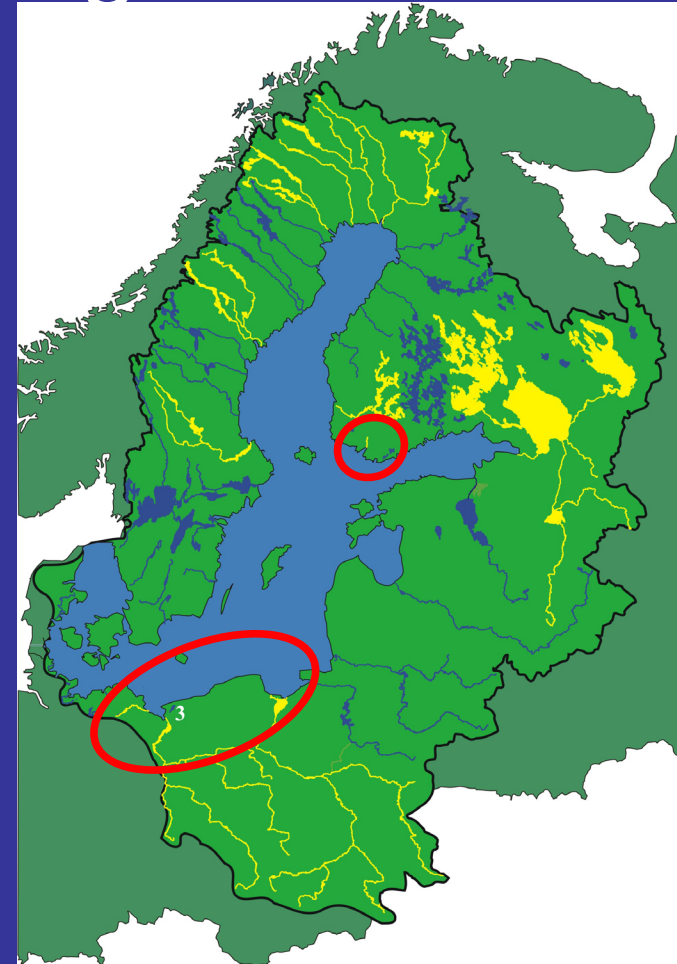
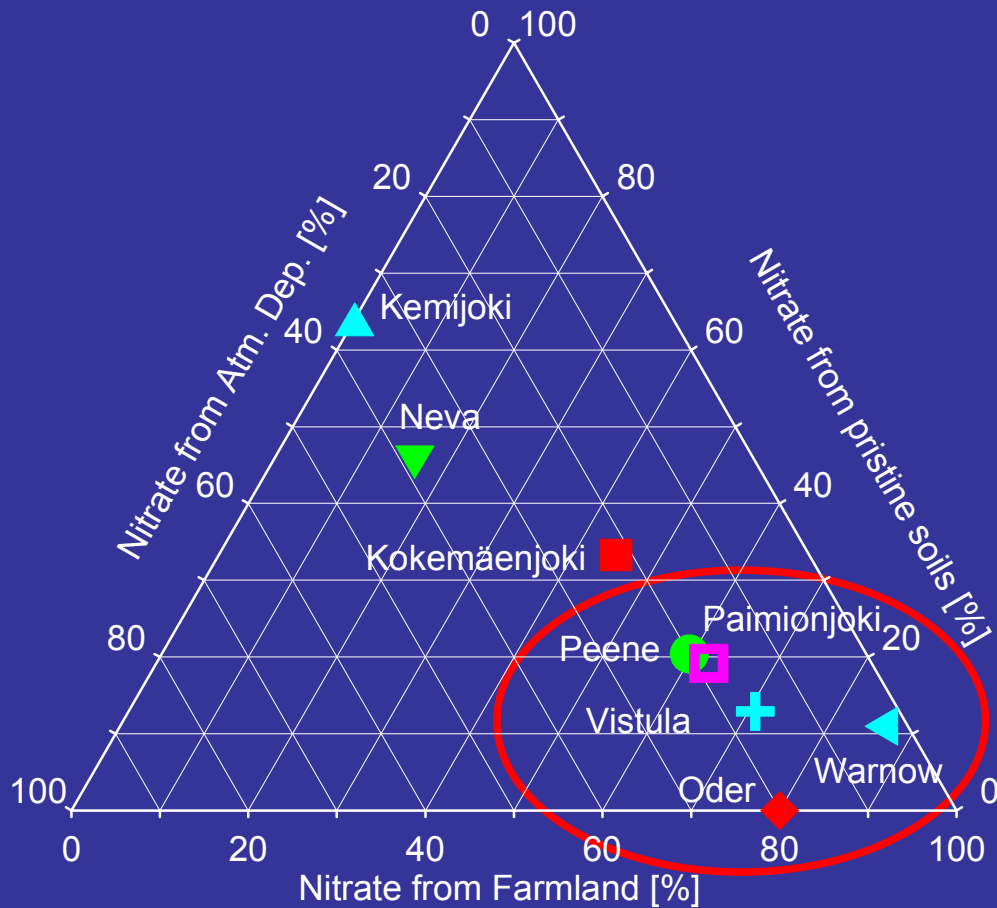
$$\delta^{15}\text{N}_A = -0,19 \text{ ‰ (0.1)}$$

$$\delta^{18}\text{O}_A = 53,1 \text{ ‰ (51.7)}$$

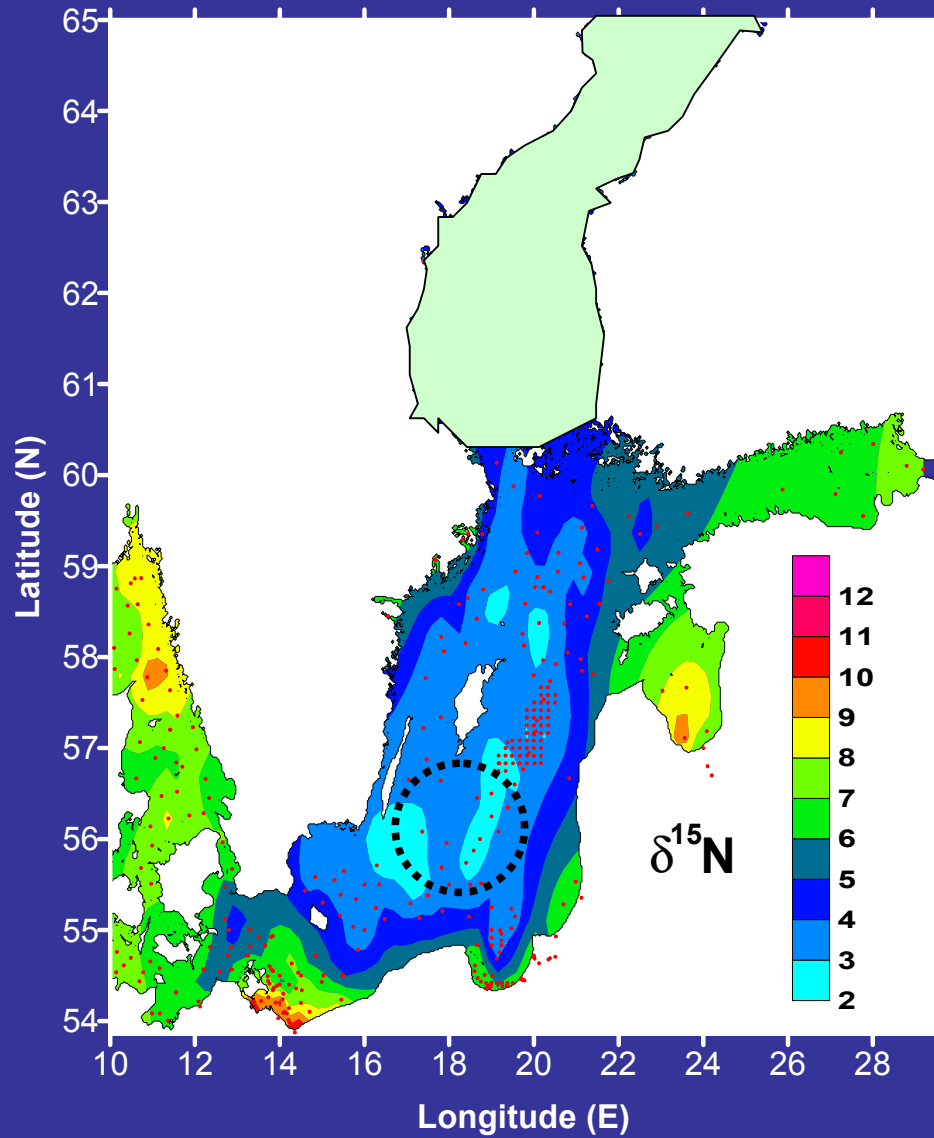
Isotopensignaturen in Flüssen und Landnutzung



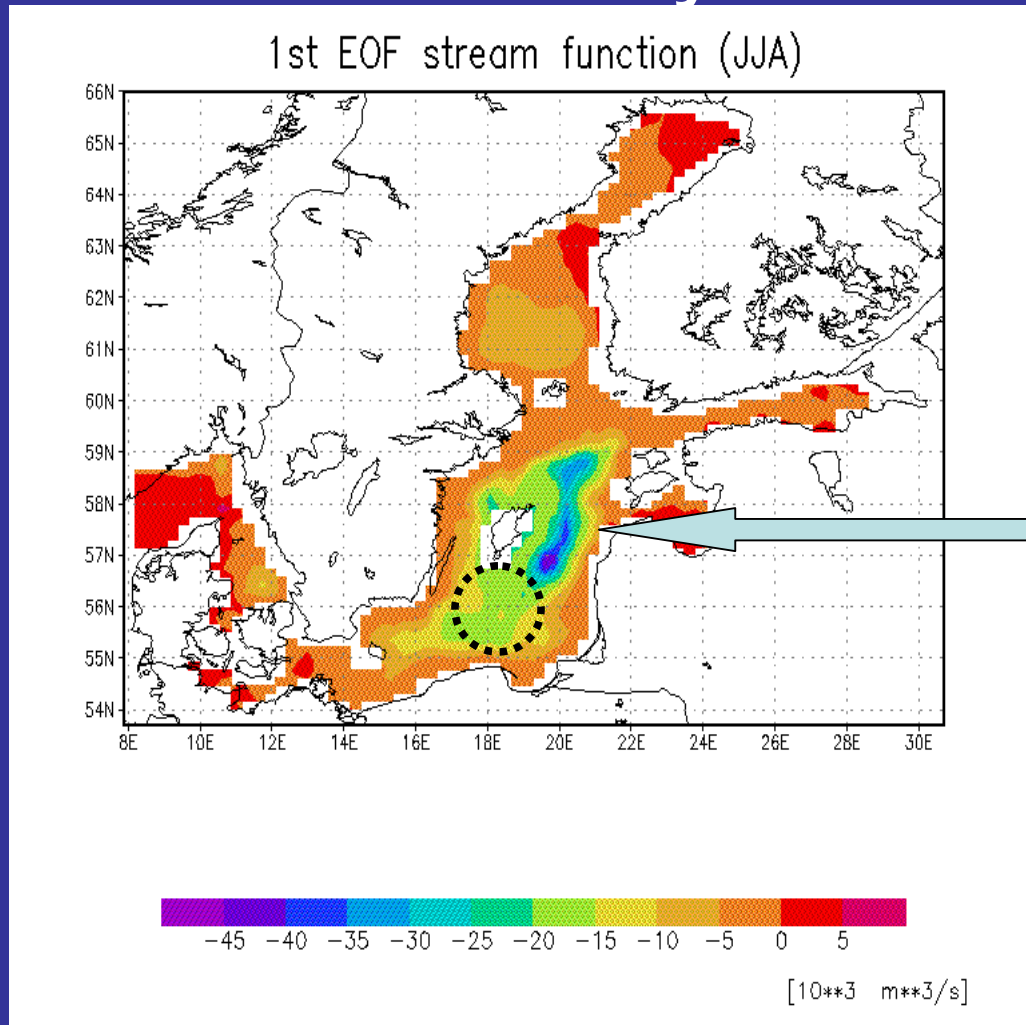
Isotopensignaturen in Flüssen und Landnutzung



$\delta^{15}\text{N}$ - „Isotope Mapping“



Stromfunktionen berechnet aus einem Ökosystemmodell



Geschlossene
Zirkulationszelle
in der offenen
Ostsee im JJA

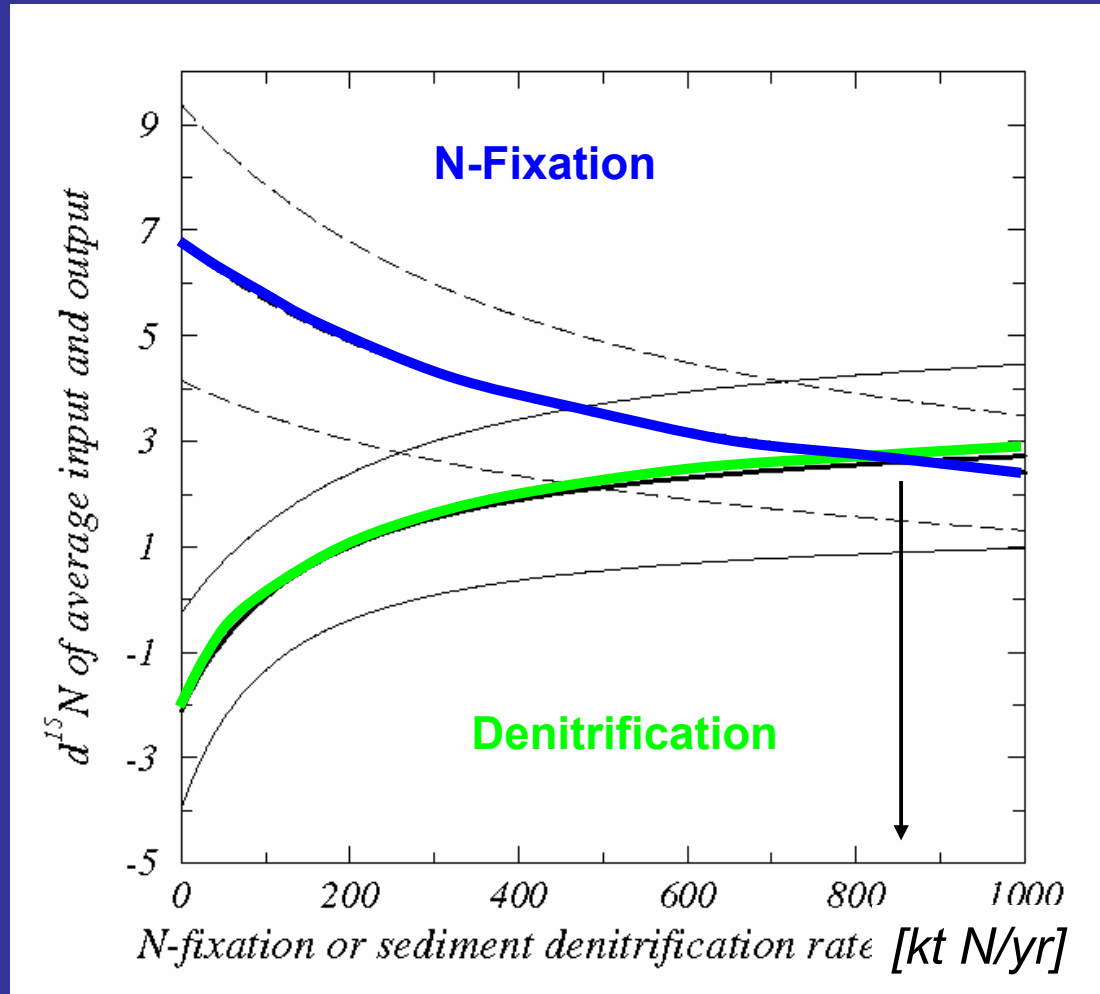
Die Berechnung

$$R_{\text{(sources)}} = \frac{[R_{\text{rivers}} F_{\text{rivers}} + R_{\text{rain}} F_{\text{rain}} + R_{\text{fix}} F_{\text{fix}}]}{[F_{\text{river}} + F_{\text{rain}} + F_{\text{fix}}]}$$

$$R_{\text{(sinks)}} = \frac{[R_{\text{sed.den.}} F_{\text{sed.den.}} + R_{\text{wat.den.}} F_{\text{wat.den.}} + R_{\text{burial}} F_{\text{burial}}]}{[F_{\text{sed.den.}} + F_{\text{wat.den.}} + F_{\text{burial}}]}$$

$$R = {}^{15}\text{N}/{}^{14}\text{N}, \quad F = \text{Flux}$$

Quantitativer Ansatz für die Bilanzierung von Quellen und Senken



modelliert
nach
Brandes
und Devol
(2002)

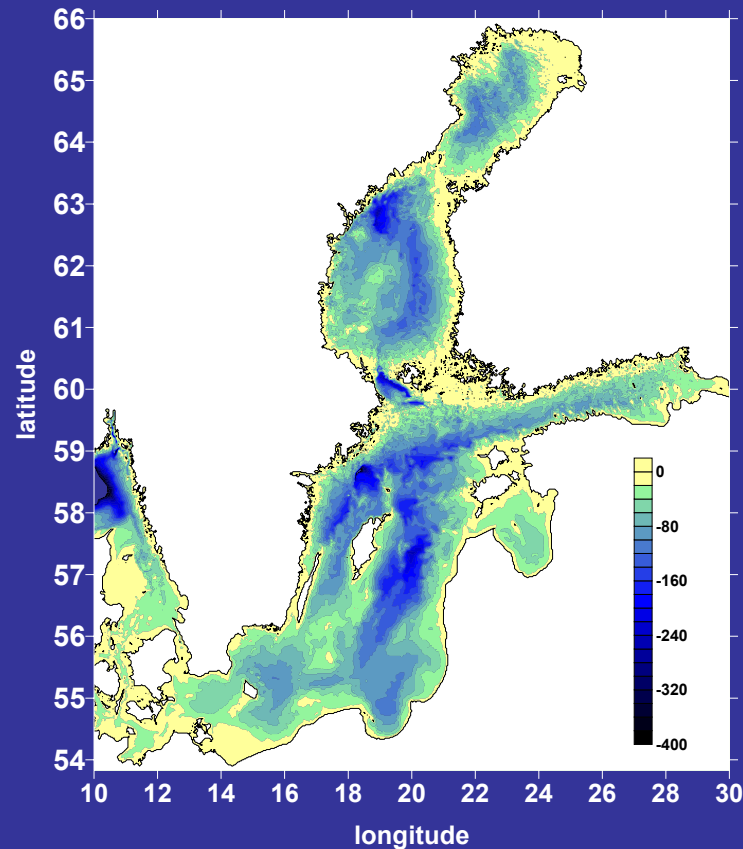
Quellen und Senken von N in der Ostsee

| | N ₂ -Fixierung (ktN a ⁻¹) | Denitrifizierung (ktN a ⁻¹) |
|----------------|--|--|
| Literatur | 370-920 (Wasmund et al. 2001, Schneider et al. 2003) | 490 (Shaffer and Rönner, 1984) |
| Isotopenbudget | 855 (Voß et al. 2005) | 855 (Voß et al. 2005) |

Zusammenfassung

- Die stabilen Isotope von N und O im Nitrat lassen eine Quellenidentifizierung zu.
- Zudem kann man das Nitrat aus diesen Quellen quantifizieren.
- Dieser Ansatz kann auch auf komplexe Systeme wie die gesamte Ostsee angewandt werden, um Eintragsquellen und - Senken abzuschätzen.

Denitrification

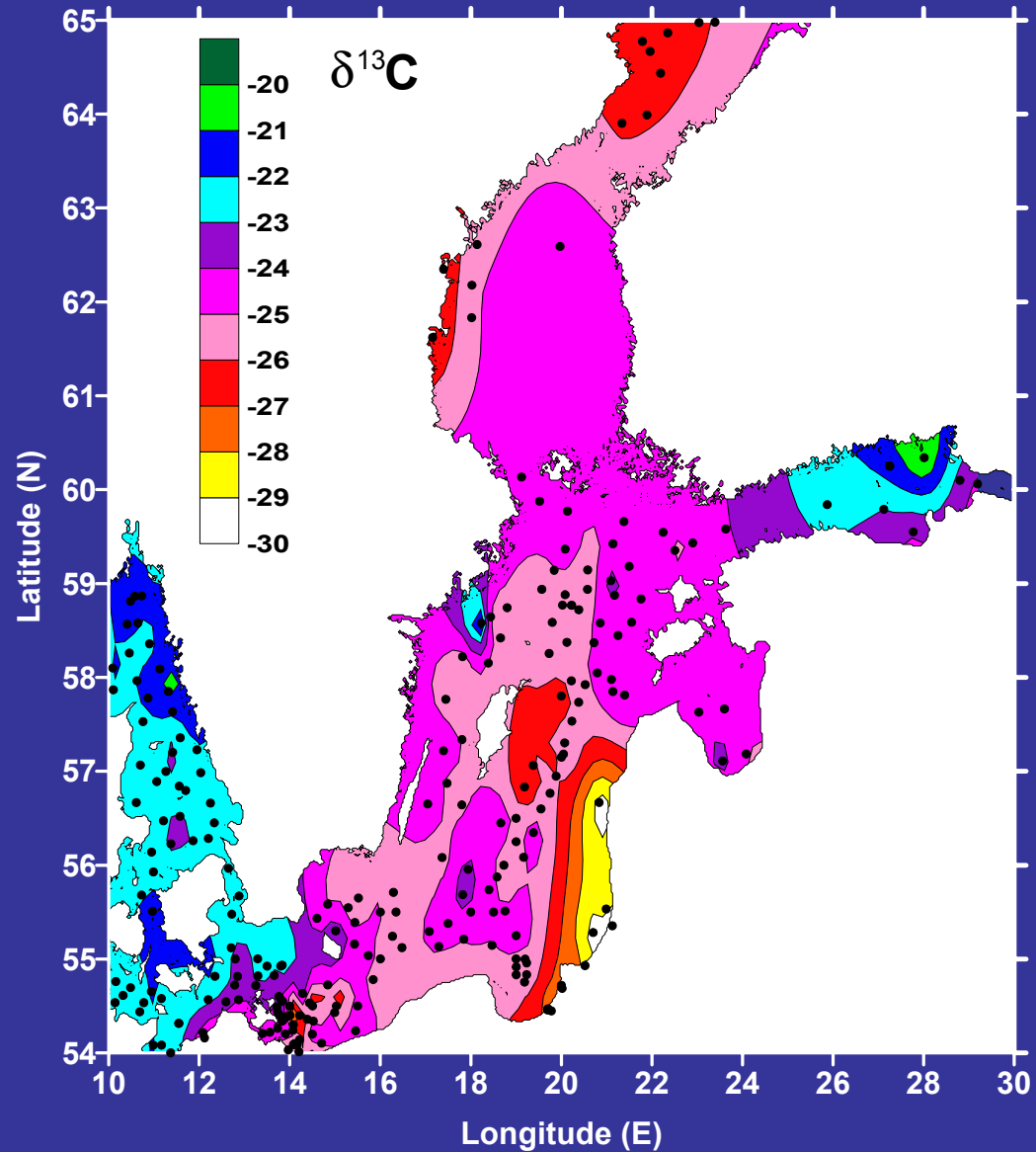


855 ktons riverine DIN yr^{-1} converted to denitrification rates for the coastal areas shallower than 20m (yellow area) gives $881 \mu\text{mol N m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$.

$700 \mu\text{mol N m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ was measured in the Gulf of Finland (Touminen et al. 1998).

$\delta^{13}\text{C}$ Isotope Mapping

Ambiguous results:
- North Sea water and
Neva similar $\delta^{13}\text{C}$
signals
- $\delta^{13}\text{C}$ does not mirror
the salinity change and
terrigenous material



Source indicators: $\delta^{15}\text{N-NO}_3$ and $\delta^{13}\text{C-DIC}$

