

# Des Guten zu viel? Böden und der Stickstoffkreislauf

Jakob Frommer  
Umweltbundesamt  
Abteilung Luft



# Einleitung: auf die Lerche gekommen...



D. Petterssen; Wikipedia

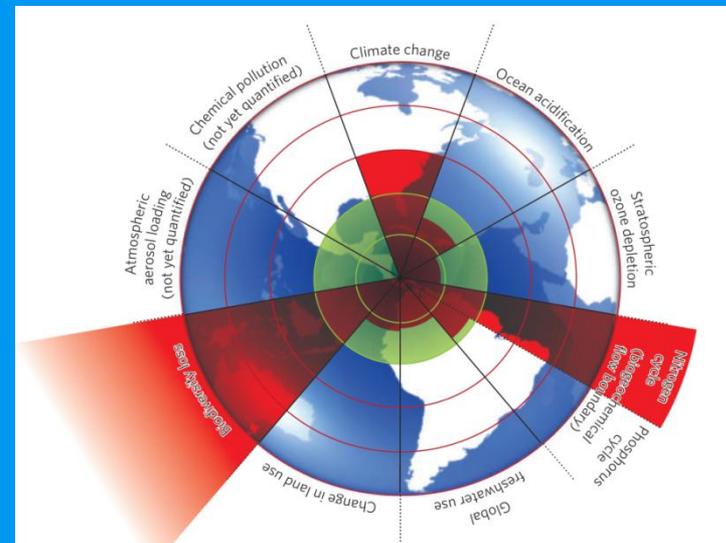
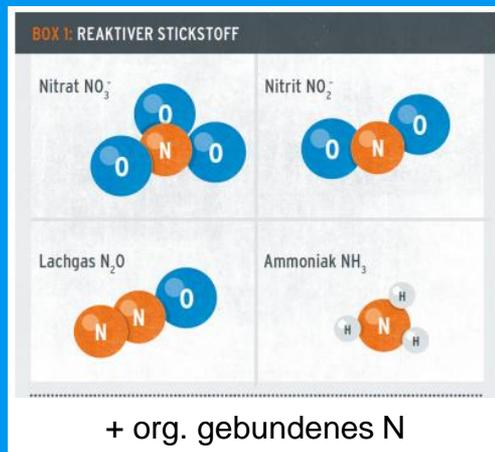


[www.leipzig.de](http://www.leipzig.de)

- **Anliegen**
- **„Doppel-H-Strategie“**
- **Wir haben die Wahl**

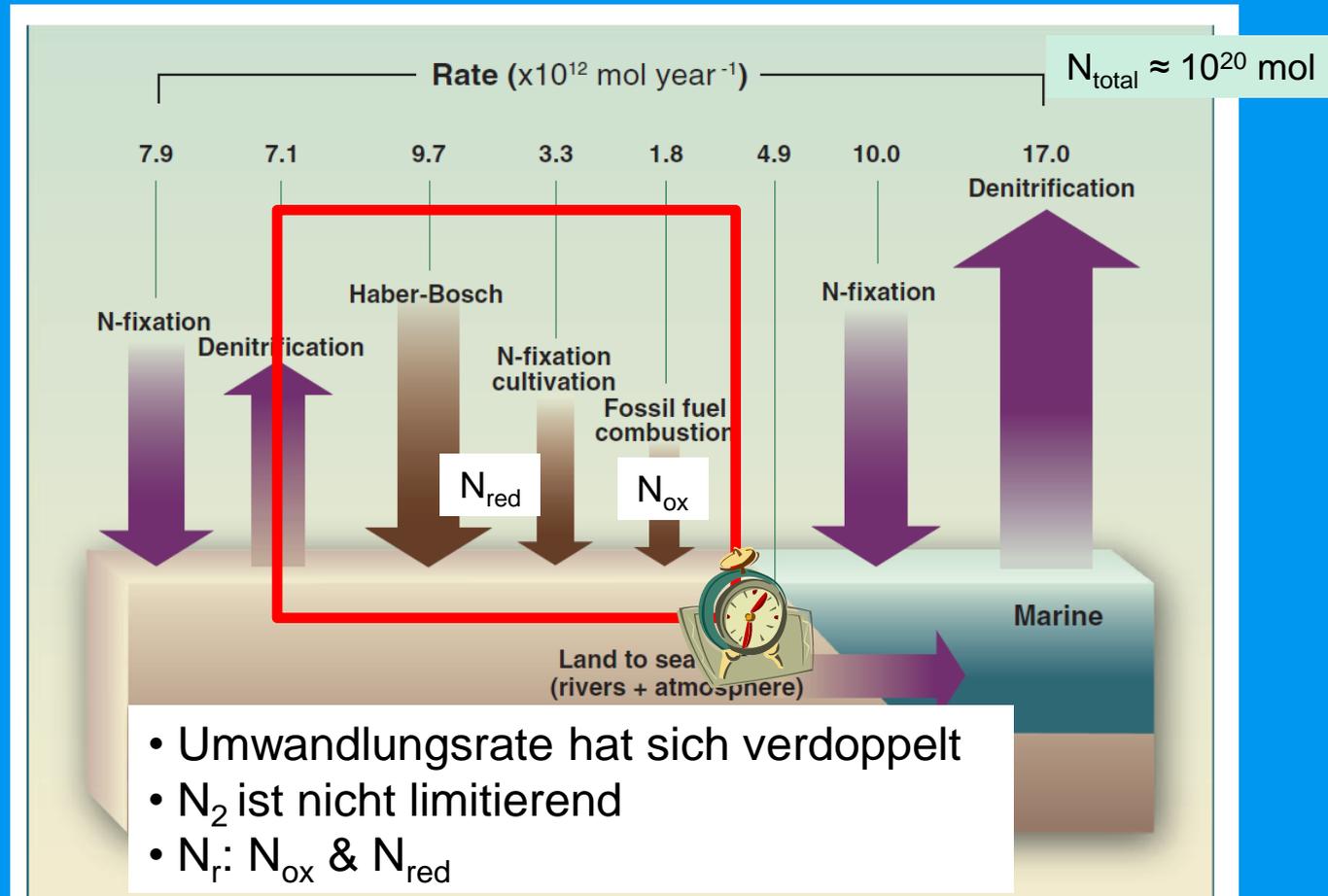
# Stickstoff

- Reaktiver Stickstoff ( $N_r$ ): alles außer  $N_2$
- Menschliche Körper enthält ca. 2 kg N
- Jährliche Aufnahme: 3,5 kg N (WHO), ca. 6 kg N (aktuell D)
- Wertvoller Nährstoff und bedeutender Schadstoff
- Globale Herausforderung



Rockström et al., 2009

# Der globale Stickstoffkreislauf

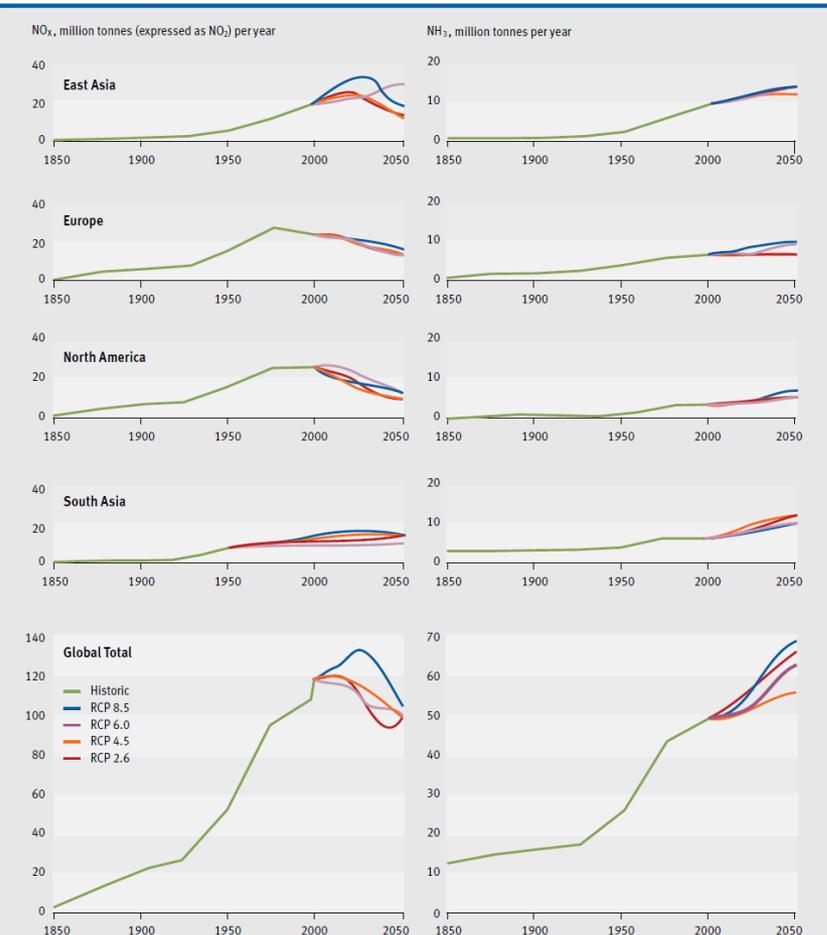


**Fig. 4.** Rates of nitrogen flux in the modern nitrogen cycle depend on the efficiency of the transformations between reservoirs. Arrow size reflects relative size of the flux. The dark brown arrows represent anthropogenic inputs (25, 45, 46, 52, 53, 68, 69).

Canfield et al., 2010

# Ausblick:

Figure 2.10 Regional trends in emissions of nitrogen oxides and ammonia, 1850–2050

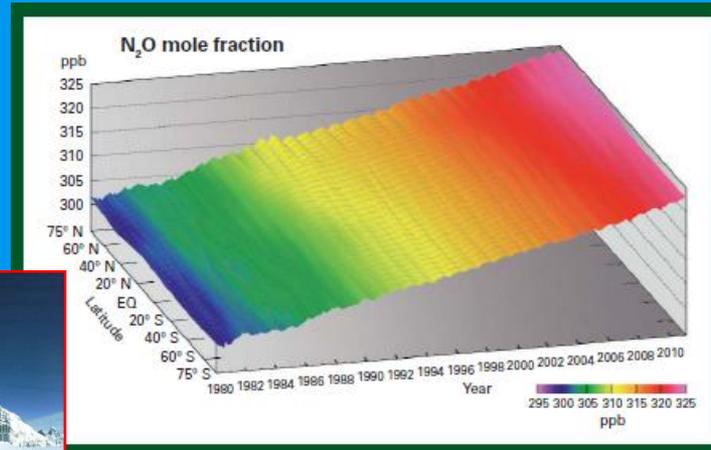


Emission trends from 1850–2000 and four RCP scenarios from 2000–2050, developed to contribute to the Fifth Assessment of the IPCC, are shown for the four regions and for the global total from the HTAP multi-model experiments. Total nitrogen oxide emissions (left) remain more or less constant at global scale while global ammonia emissions (right) are projected to increase in most scenarios.

Source: HTAP 2010

GEO-5, UNEP, 2012

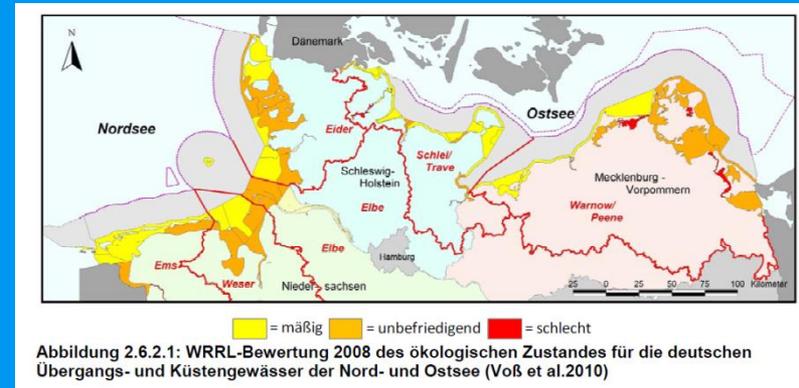
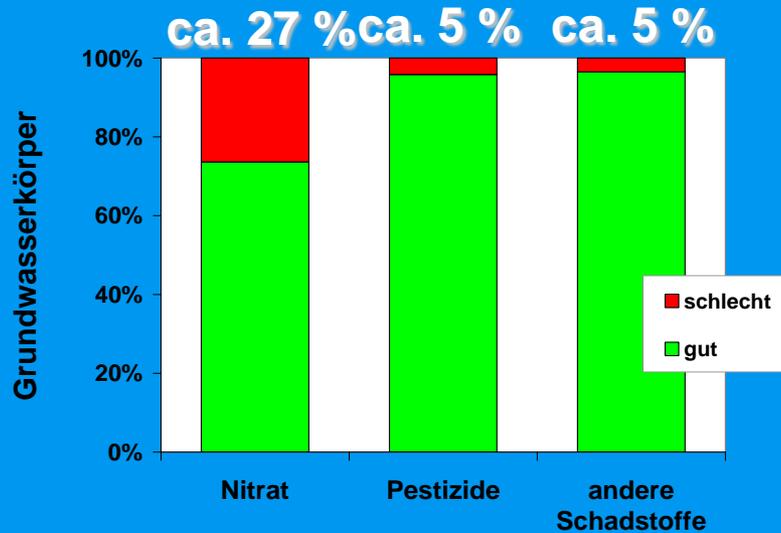
# Klima und Luftqualität



global atmosphere watch (u.a. Zugspitze)

- Lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ : THG, Abbau stratosphärischen Ozons)
- Bildung troposphärischen Ozons ( $\text{NO}_x$ )
- Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ )
- Feinstaub ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ : 20-50 % der  $\text{PM}_{10}$ -Masse)
- Einfluss auf C-Kreislauf ( $\text{PS}\uparrow$ , Stamm/Wurzel $\uparrow$ , SOM $\uparrow$ )

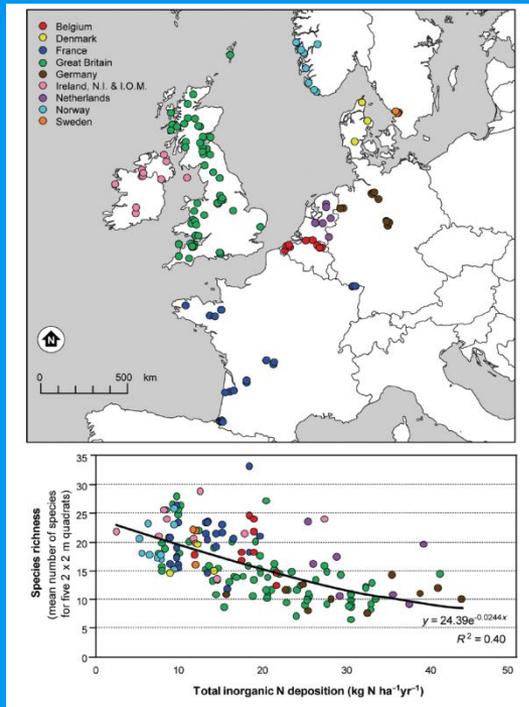
# Gewässer



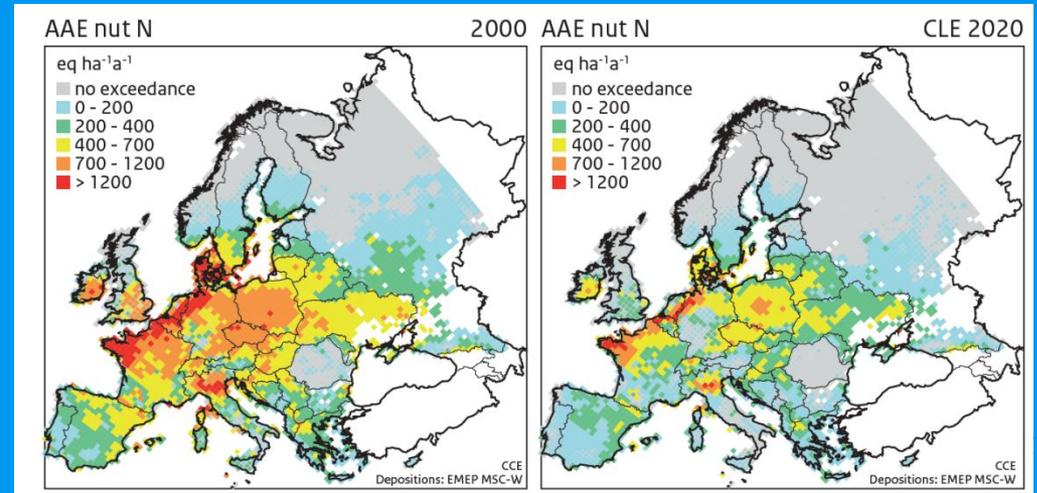
BMELV, 2012

- Beeinträchtigung der Grundwasserqualität (1/4 d. GWK)
- Eutrophierung

# Landökosysteme



ENA, 2011



CCE, 2011

- Eutrophierung (CL-Ex auf ca. 60% d. Flächen; CBD, NBS)
- Versauerung
- Verminderung der Stabilität

# Die Stickstoffkaskade

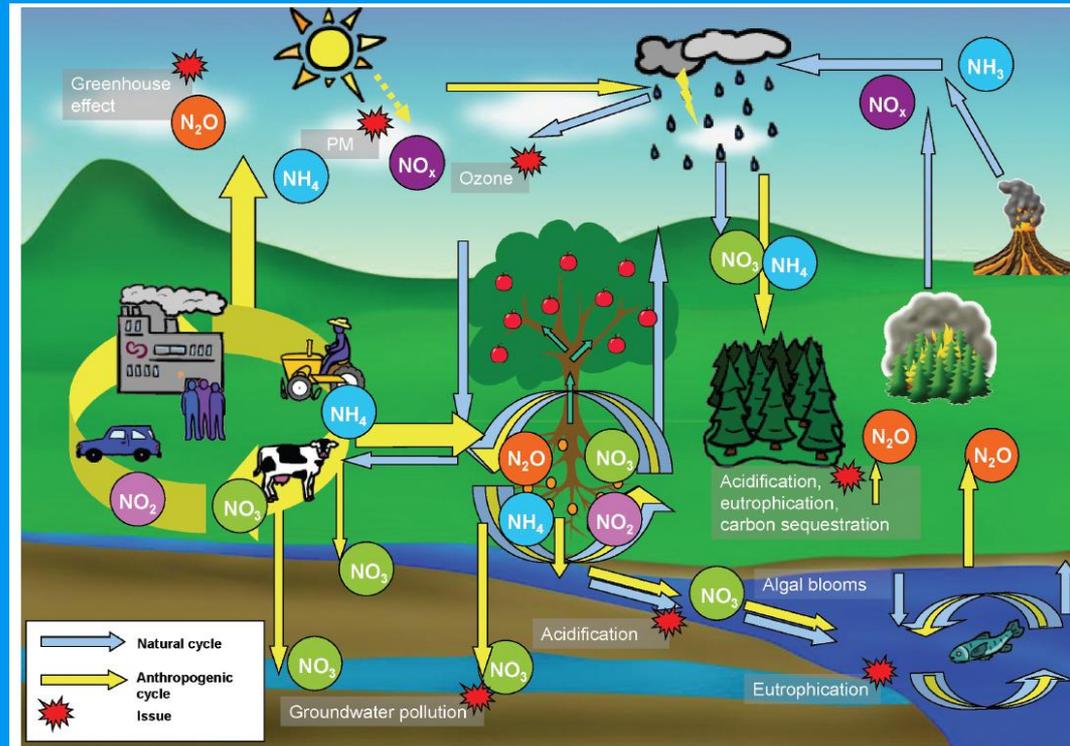
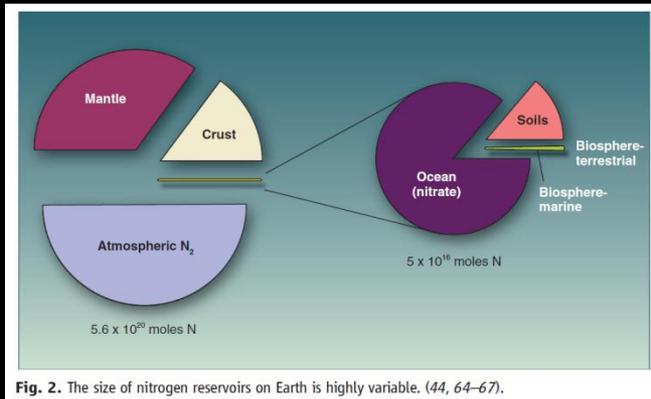


Figure 2.2 The N<sub>i</sub> cycle and the main fluxes (picture by Anne-Christine LeGall).

ENA, 2011

Ein reaktiver Stickstoff: verschiedene Wirkungen in verschiedenen Medien

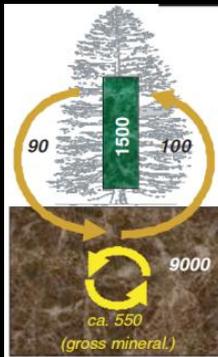
# Im Boden der Tatsachen



Canfield et al., 2010

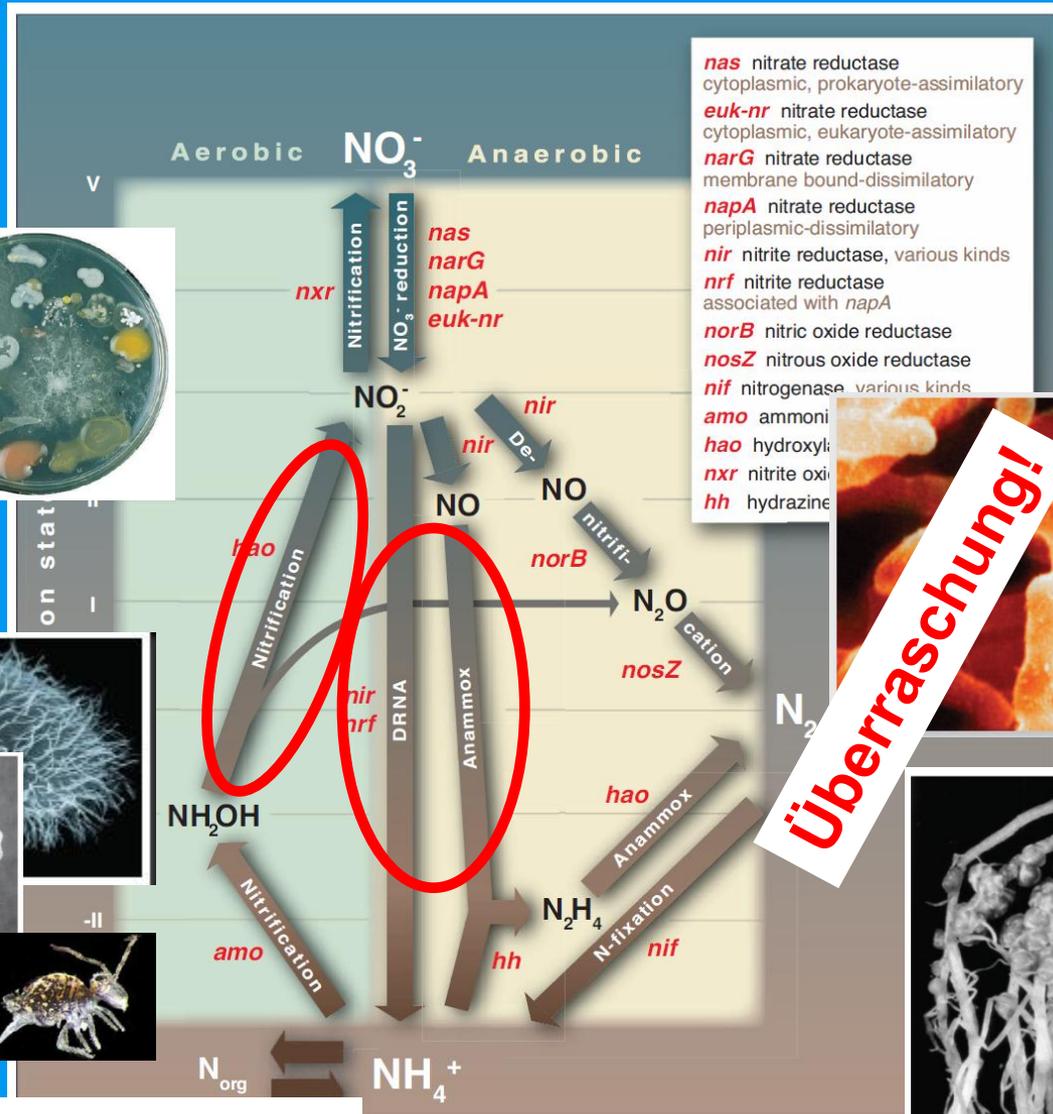


Foto: Jan Wiederhold



Butterbach-Bahl et al., 2011

Canfield et al., 2010

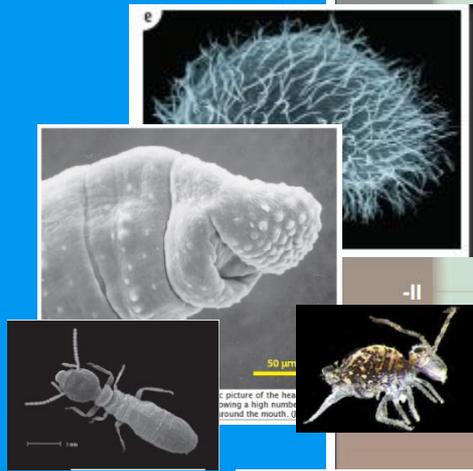


- nas* nitrate reductase cytoplasmic, prokaryote-assimilatory
- euk-nr* nitrate reductase cytoplasmic, eukaryote-assimilatory
- narG* nitrate reductase membrane bound-dissimilatory
- napA* nitrate reductase periplasmic-dissimilatory
- nir* nitrite reductase, various kinds
- nrf* nitrite reductase associated with *napA*
- norB* nitric oxide reductase
- nosZ* nitrous oxide reductase
- nif* nitrogenase, various kinds
- amo* ammonium hydroxylase
- hao* hydroxylamine oxidoreductase
- nxr* nitrite oxidoreductase
- hh* hydrazine oxidase

**Überraschung!**

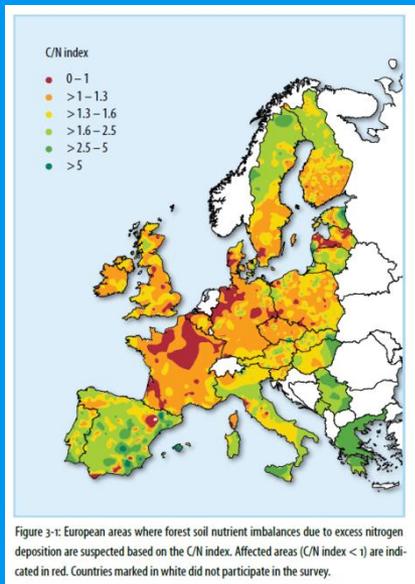
Depolymerisierung

Bilder: european atlas of soil biodiversity, 2010

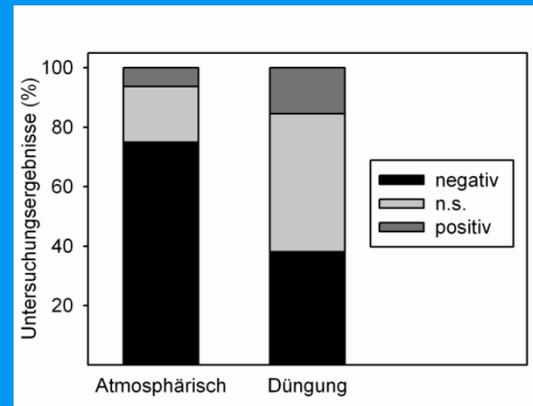


# Lebenswichtiger „Dreck“

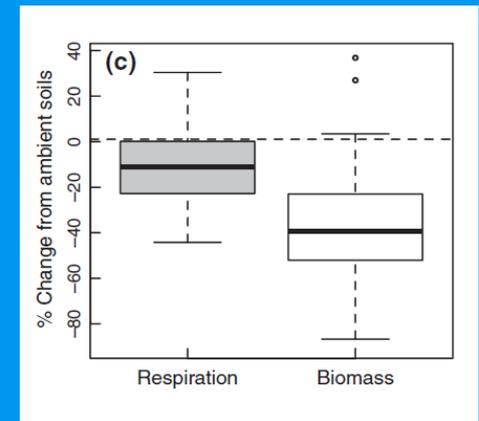
- Der Stickstoffkreislauf ist eine Dienstleistung des Bodens (und der Ozeane)
- Bodendegradation und –verlust als Gefahr
- Stickstoffeintrag verändert die Böden



ICP Forests, 2011



Birkhofer & Wolters,, 2010



Ramirez et al, 2012

# Der N-Kreislauf in D Stickstoffüberschuss [kg N/(ha a)]

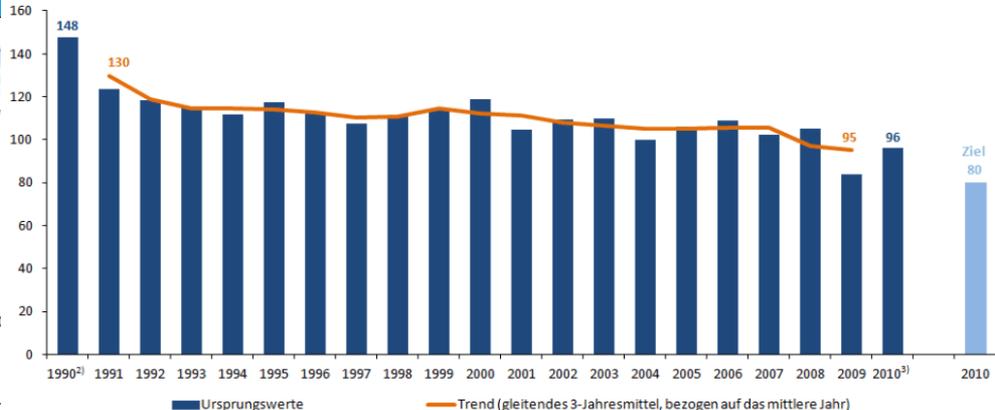
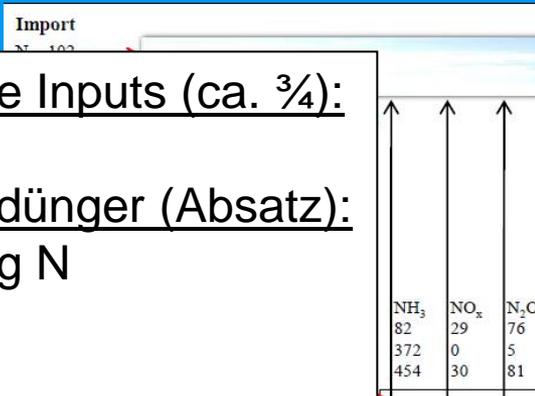
Wichtige Inputs (ca. 3/4):

Mineraldünger (Absatz):  
1800 Gg N

Futtermittel (Import):  
400 Gg N

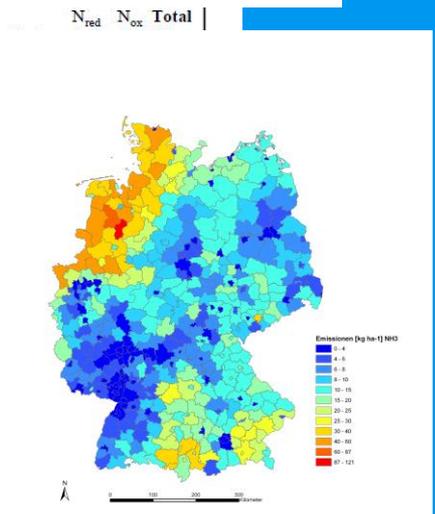
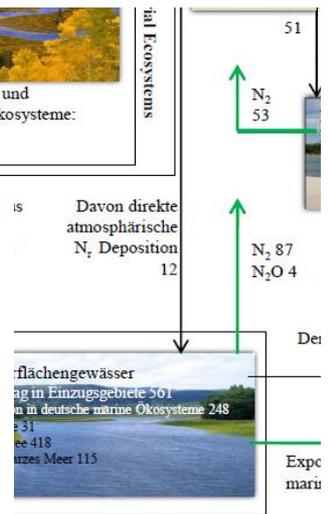
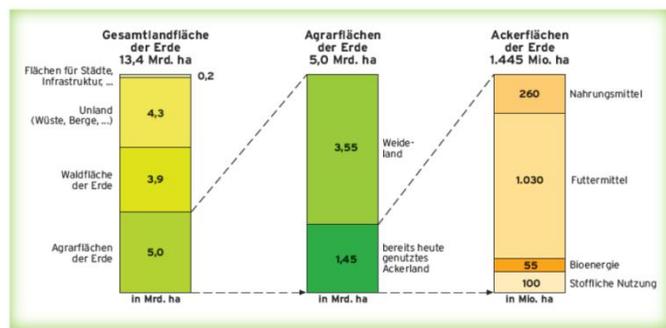
Verkehr:  
250 Gg N

[Gg = 1000 t]



Quelle: Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde, Julius Kühn Institut (JKI) Braunschweig und Institut für Landschaftsökologie und Ressourcenmanagement (ILR), Universität Gießen, 2012

1) Die Ergebnisse sind mit Angaben früherer Veröffentlichungen aufgrund methodischer Veränderungen nur eingeschränkt vergleichbar.  
2) Datenbasis zum Teil unsicher.  
3) Datenbasis teilweise vorläufig.



Quelle: Raschka et al. (2012 S. 21)

# Zwischenstand

- **N ist ein Schlüsselement für die Sicherung der Ernährung**
- **ABER: intensivierter N-Kreislauf hat negative Effekte**
- **Größter Anteil an anthropogener N-Umwandlung: Haber-Bosch**
- **lokale „N<sub>r</sub>-Hotspots“: häufig Tierhaltung**
- **Verkehr kann v.a. in Ballungszentren zu „N<sub>r</sub>-Hotspots“ führen**

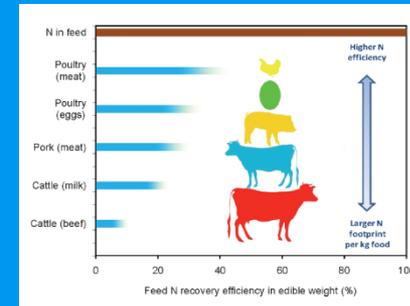
# Was tun? Wir könnten uns ändern!

## Ernährung & Mobilität



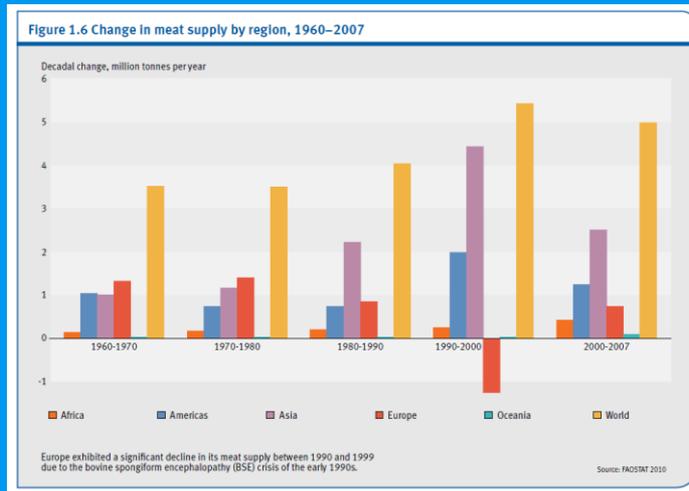
N-print.org

## Tierisches Eiweiß



ENA, 2011

Aber n.b.: Vieh: Kulturlandschaftspfleger, Grünlanderhalt

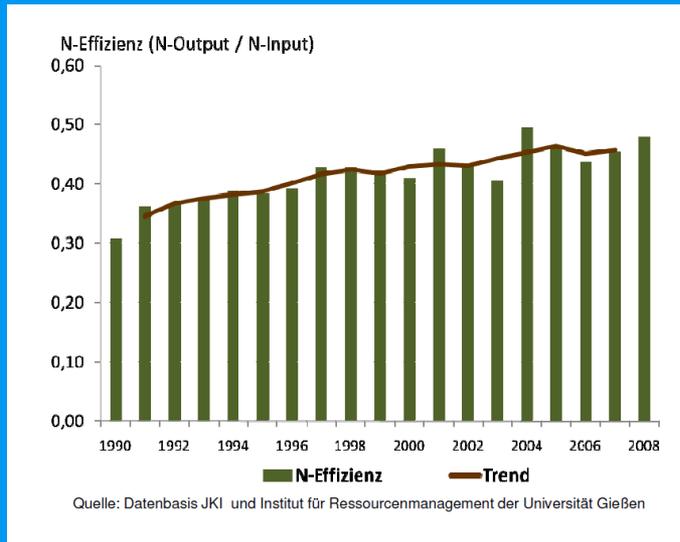


GEO-5, UNEP, 2012

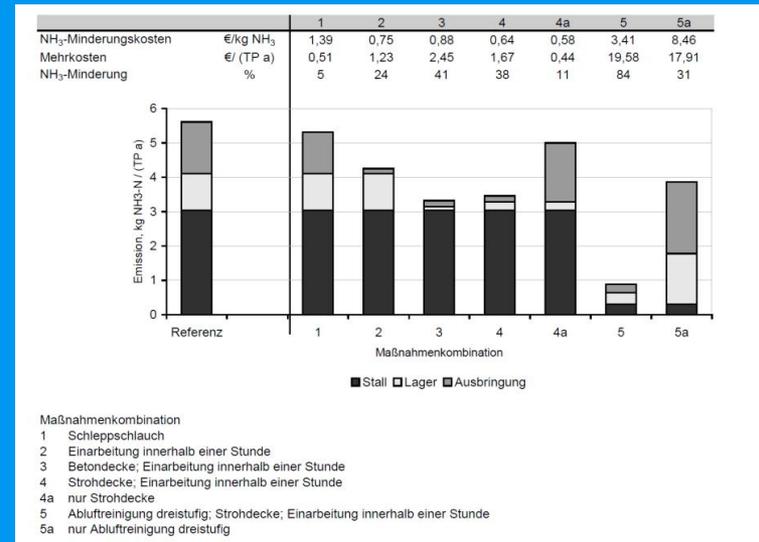
- **Muss Anliegen sein**
- **nachhaltige Konsummuster**  
(z.B. Hoffmann & Spiller, 2010)
- **Lebensmittelabfälle**
- **vgl. auch SRU-Gutachten Kap. 3**

# Was tun? Wir könnten den Rahmen ändern!

- global / europäisch
- Ordnungsrecht, Förderrecht (Überschuss, Viehdichte, regionale Kreisläufe)
- Effizienz steigern:

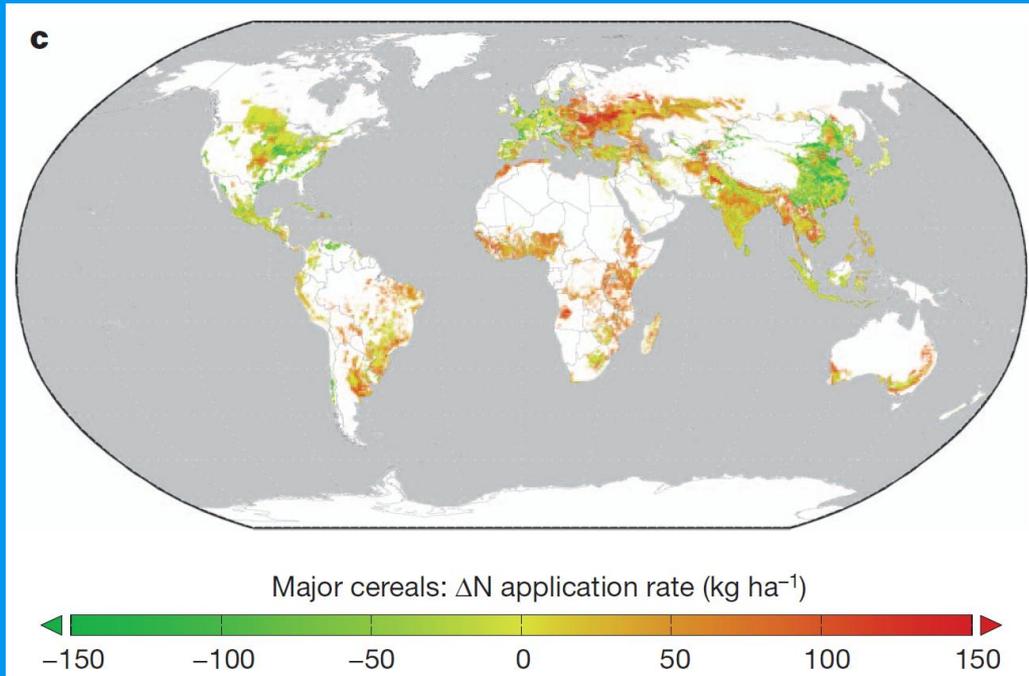


Bach&Frede, 2011

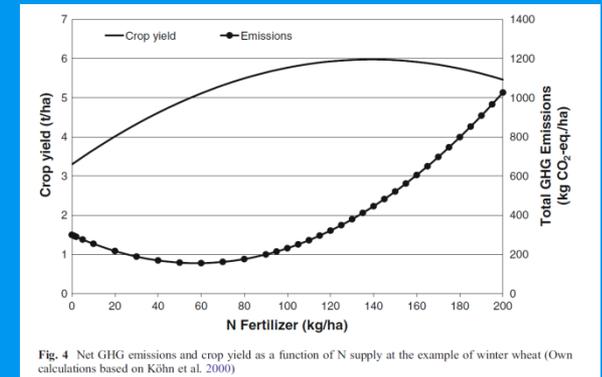


KTB, 2011

# Was tun? Wir könnten N anders verteilen!



Mueller et al., 2012

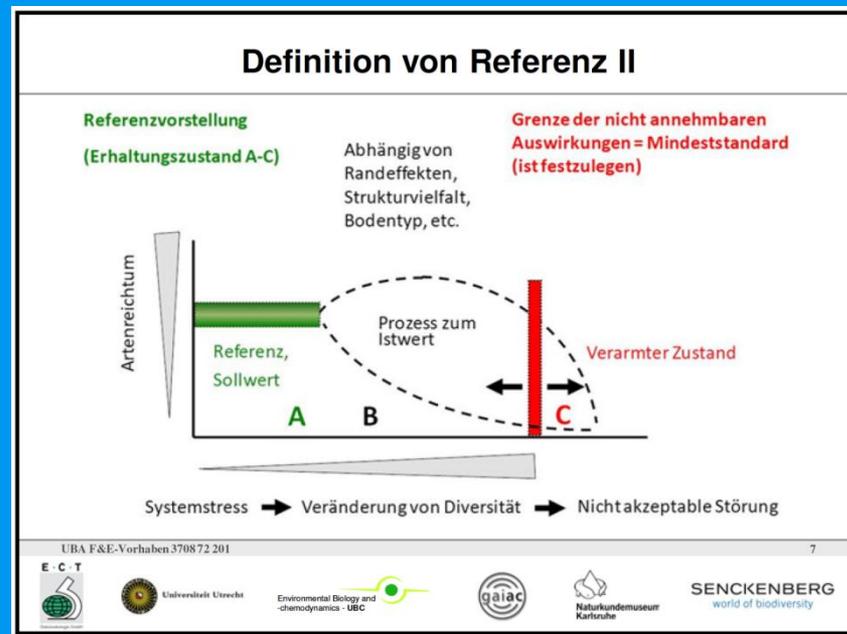


Meyer-Aurich et al., 2012

- **optimierte Verteilung (+10% N) → globaler Ertrag +30%**  
**(Meyer et al. 2012)**

# Was tun? Die Bodenqualität schützen!

- Böden sind die Träger (vieler) Stoffkreisläufe
- Bodenbiodiversität muss geschützt werden
- ein Weg: guter ökologischer Zustand terrestrischer Ökosysteme



Römbke et al.; [UBA-Texte Nr. 33/2012](#)

# Zusammenfassung

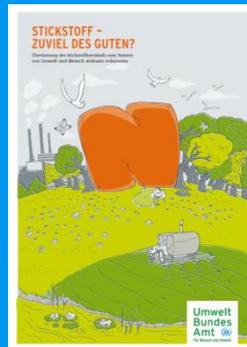
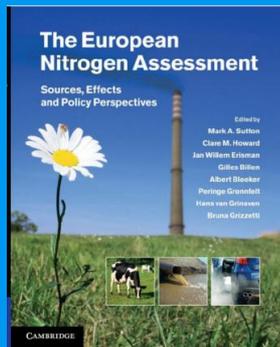


D. Pettersen



[www.leipzig.de](http://www.leipzig.de)

## Literaturhinweise



& Vielen  
Dank !