

Fachtagung: Trinkwasser und Landwirtschaft

Leipziger Kubus, 16. Oktober 2017

Trinkwasser



Landwirtschaft

Photo: André Künzelmann, UFZ

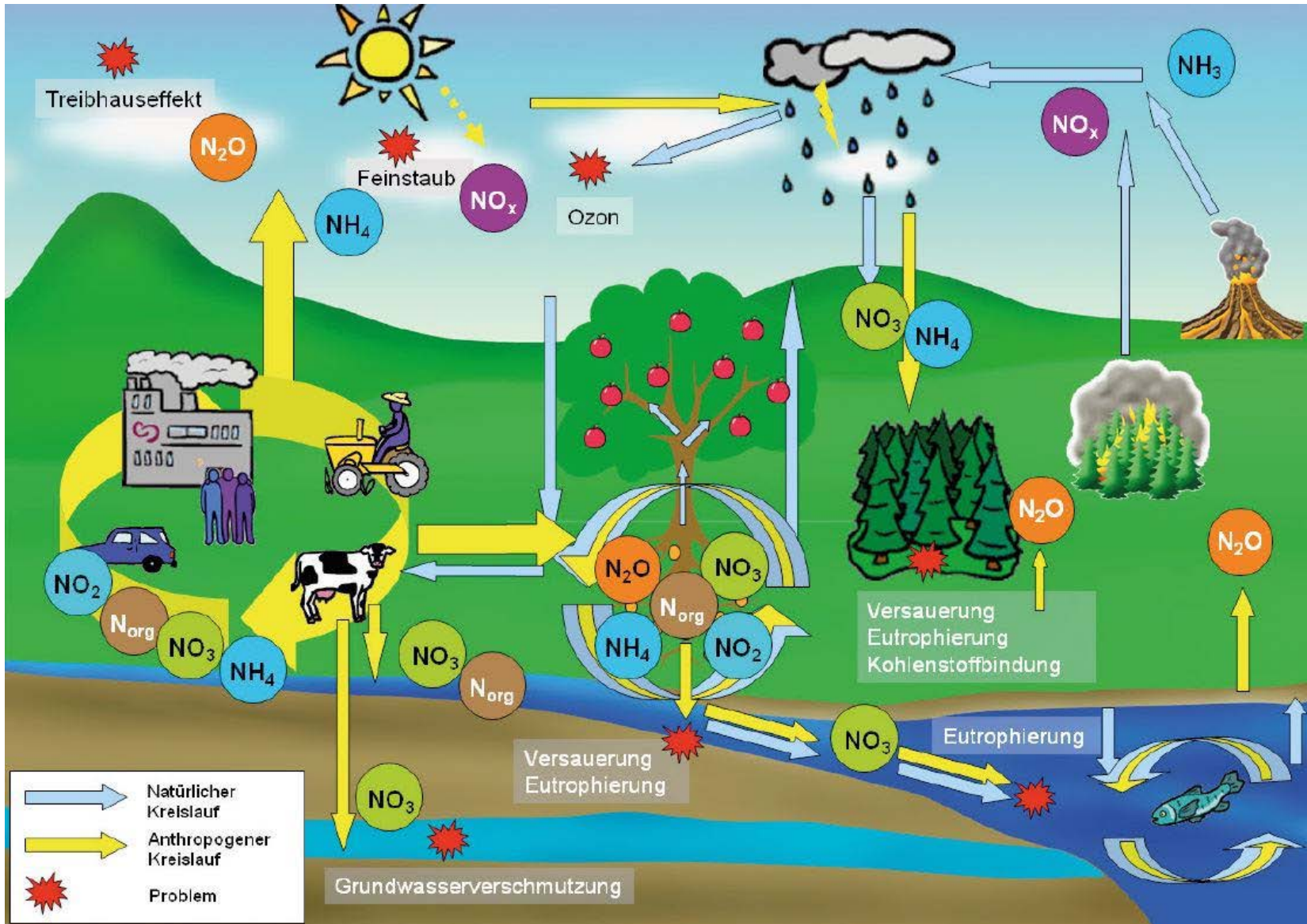
Nitrat im Grundwasser, ein neues oder ein altes Problem für die Trinkwassergewinnung?

Prof. Dr. J.H. Fleckenstein

Gliederung

- Reaktiver Stickstoff in der Umwelt – ein komplexes Problemfeld
- Der Weg des Stickstoff: Boden → Grundwasser → Fluss → Meer
- Zeitliche und räumliche Skalen des Stickstoffproblems
- Die zeitliche Dimension: nationale und internationale Beispiele
- Natürliche Attenuation von Nitrat – Denitrifikation, Zeitskalen
- Zusammenfassung und Ausblick

Anthropogen überprägter Stickstoffkreislauf



Quelle: Anne Christine Le Gall, INERIS, aus: Stickstoff, ein drängendes Umweltproblem, Bericht des SRU, 2015

N-Einträge und Transport in Grund- und Oberflächenwasser

Eintrag & Transport



Punktquellen



Diffuse Quellen

Hydrologische Steuerung

Boden

Längere Aufenthaltszeiten

Oberflächengewässer

Grundwasserleiter

Wirkung & Effekt



Eutrophierung



Marine Algenblüten

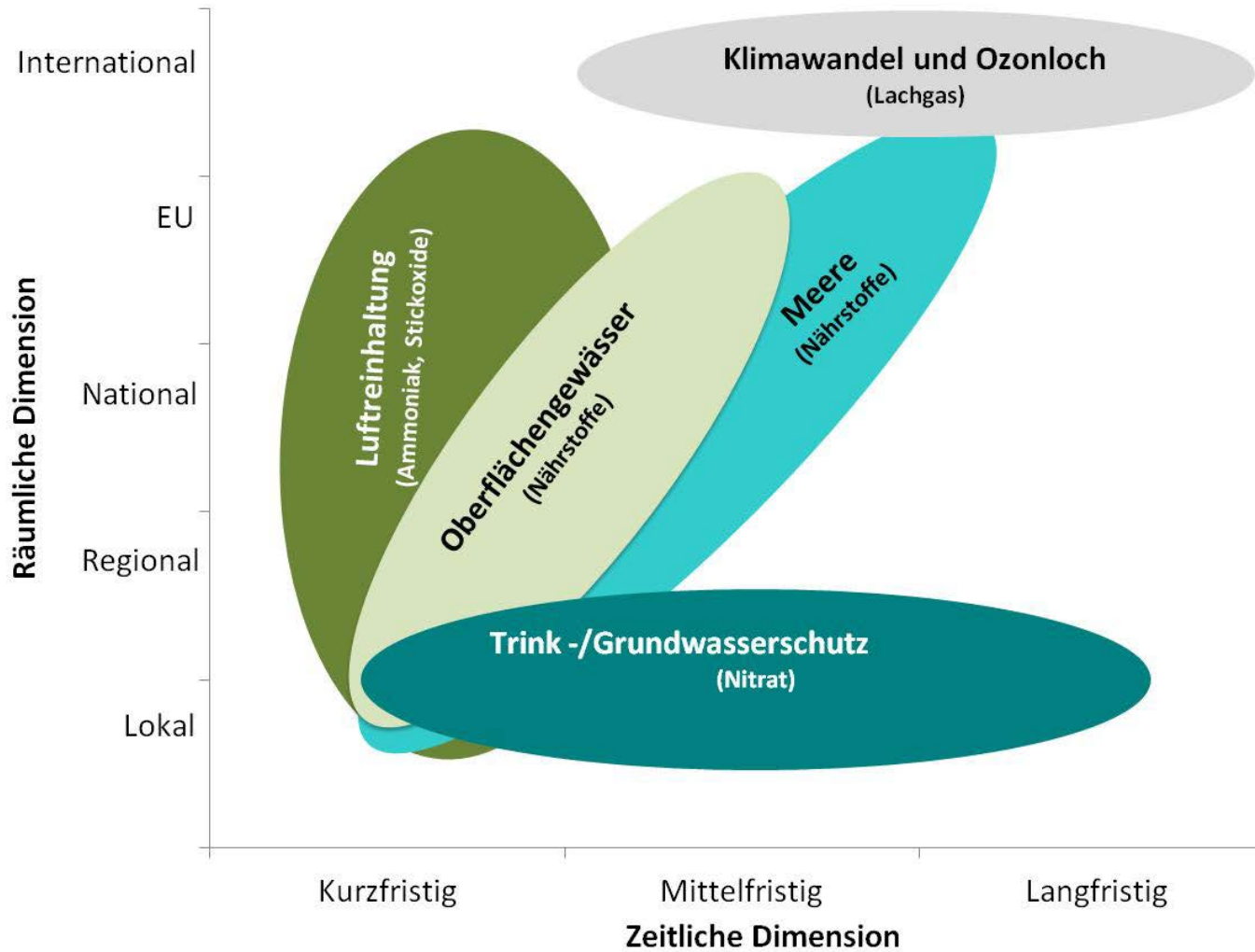


Trinkwasserkosten

aquatische und marine Ökosysteme

Trinkwassergewinnung

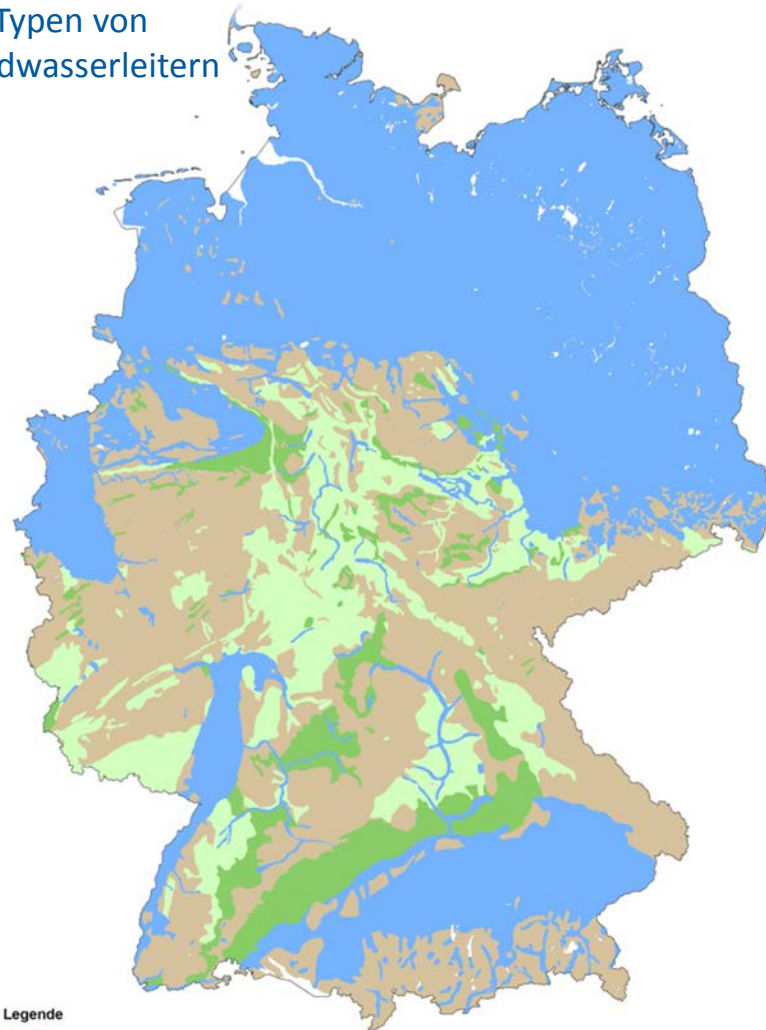
Räumliche & zeitliche Dimensionen des Stickstoffproblems



Quelle: Sachverständigen Rat für Umweltfragen (SRU), Stickstoff:
Lösungsstrategien für ein drängendes Umweltproblem, Januar 2015

Räumliche Differenzierung hydrogeologischer Bedingungen

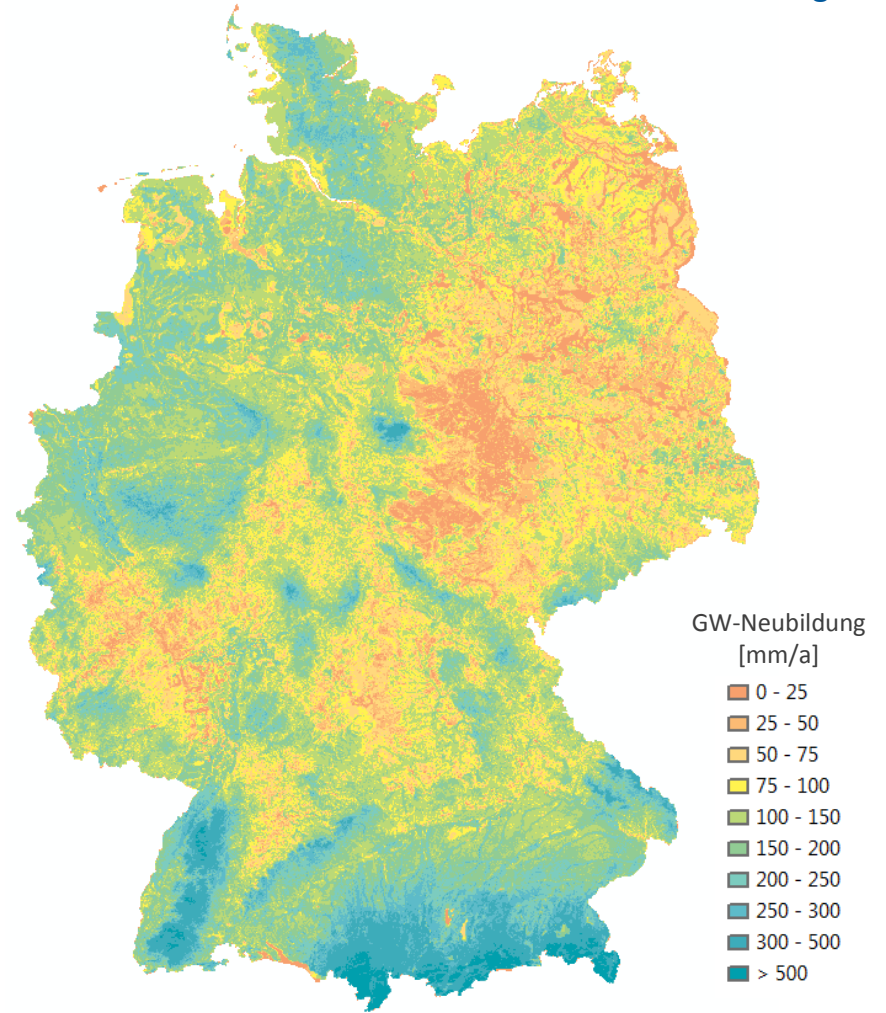
Typen von Grundwasserleitern



Legende

- Porengrundwasserleiter
- Kluffgrundwasserleiter
- Karstgrundwasserleiter
- Grundwasssergeringleiter
- Seen

Grundwasserneubildung



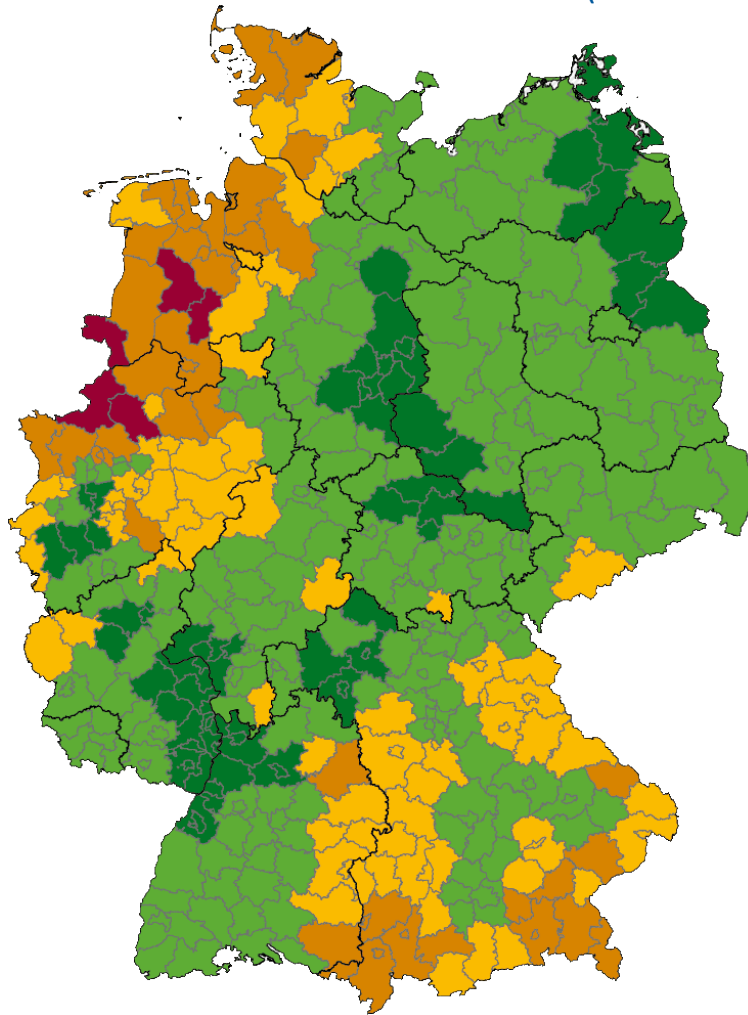
GW-Neubildung [mm/a]

- 0 - 25
- 25 - 50
- 50 - 75
- 75 - 100
- 100 - 150
- 150 - 200
- 200 - 250
- 250 - 300
- 300 - 500
- > 500

Quelle: BGR, Hydrologischer Atlas Deutschland

N-Flächenbilanzüberschuss ↔ Grundwasserbelastung

Stickstoff-Flächenbilanzüberschuss (Ø 2009-2011)

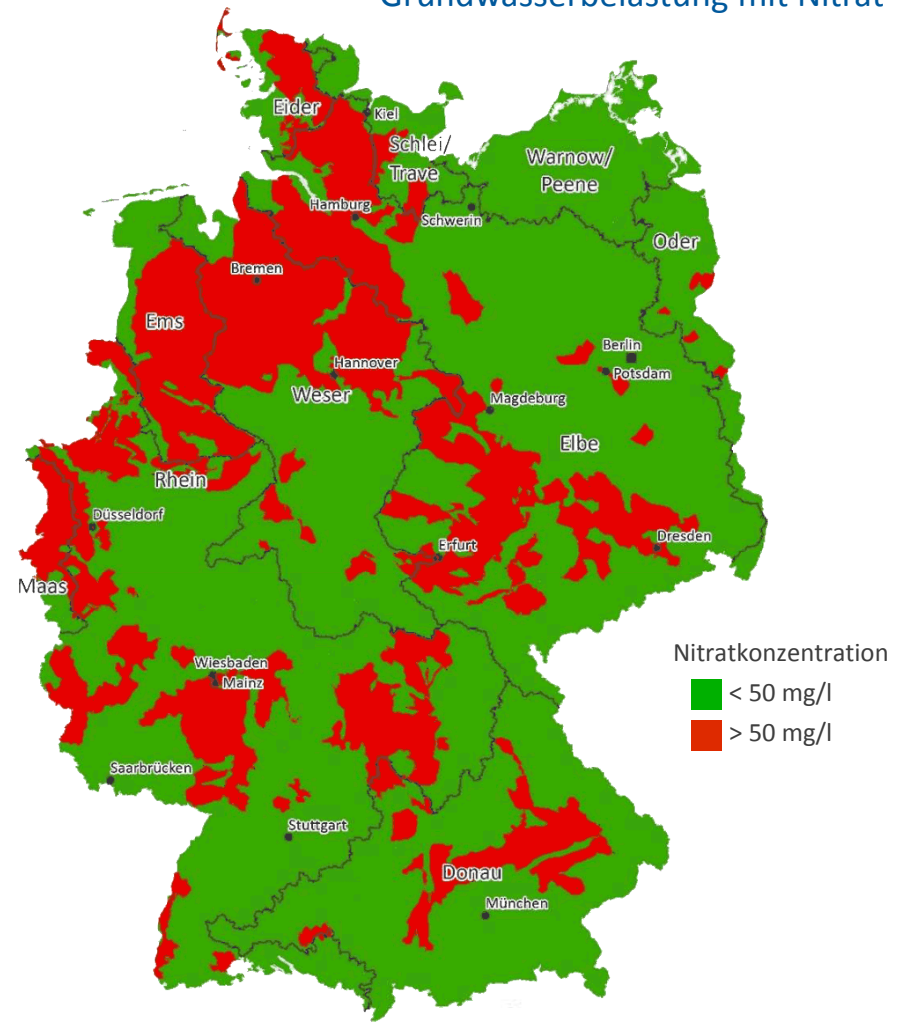


Stickstoff-Flächenbilanz [$\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]

■ bis 50 ■ 51-70 ■ 71-90 ■ 91-110 ■ 110-151

Quelle: UBA, „Reaktiver Stickstoff in Deutschland“, 2014

Grundwasserbelastung mit Nitrat



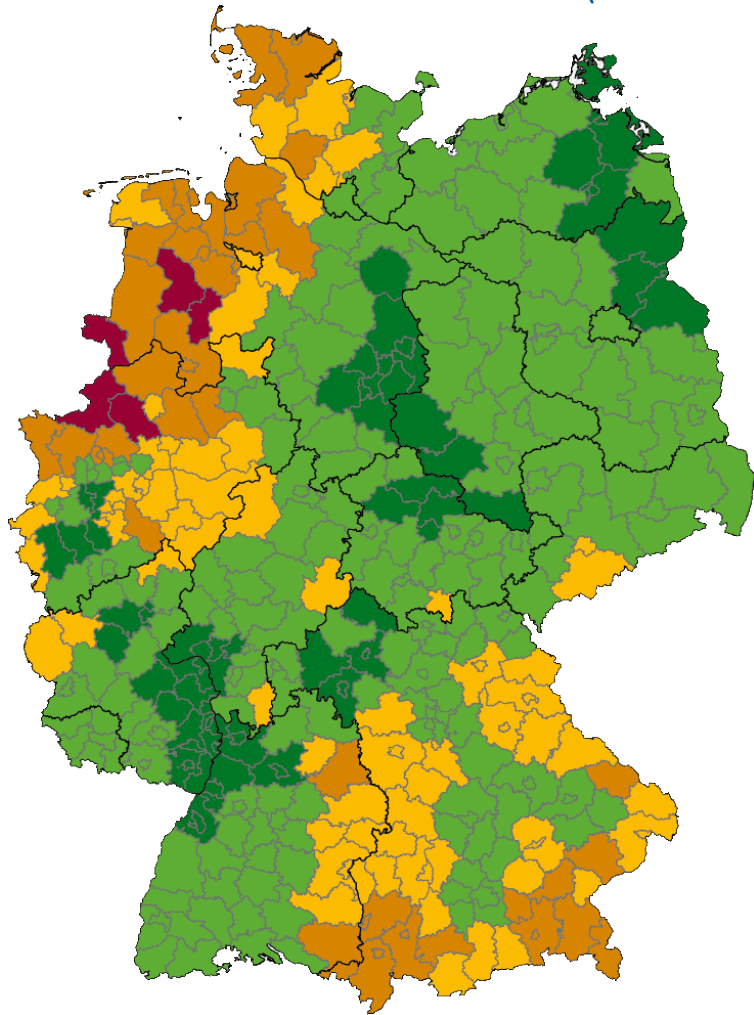
Nitratkonzentration

■ < 50 mg/l
■ > 50 mg/l

Quelle: UBA, 216

N-Bilanzüberschuss + GW-Neubildung → N-Eintrag ins GW

Stickstoff-Flächenbilanzüberschuss (Ø 2009-2011)

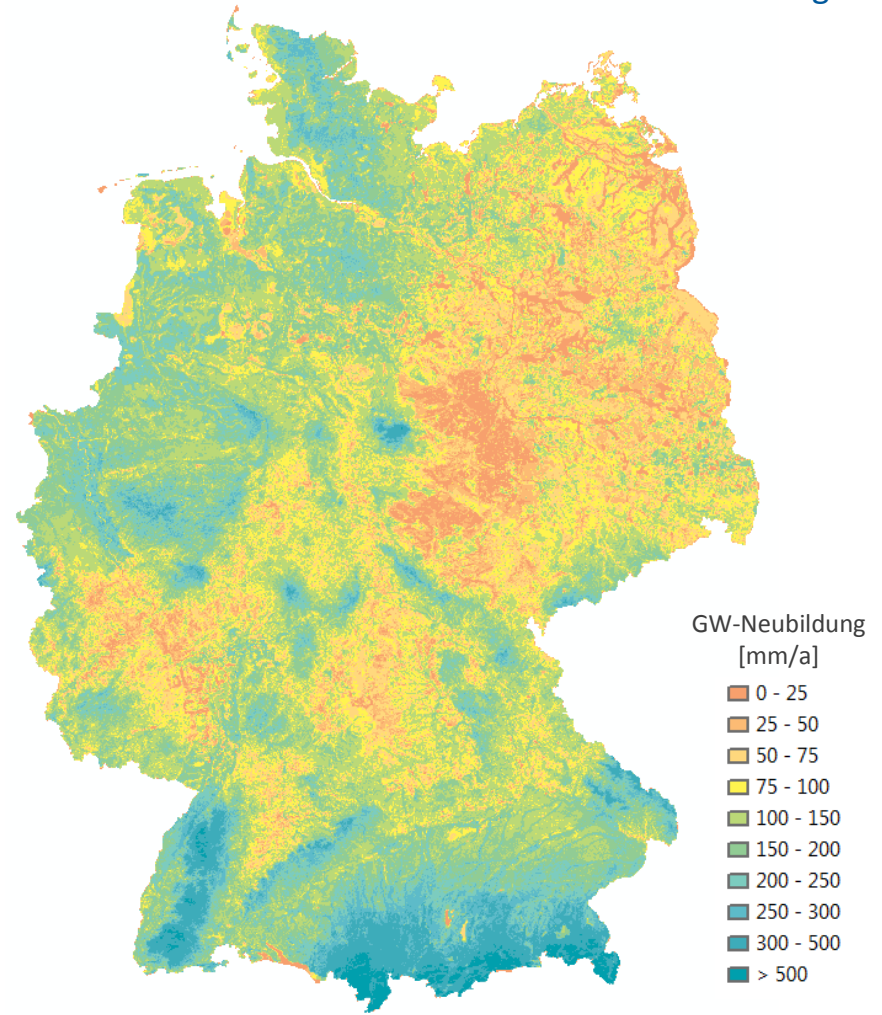


Stickstoff-Flächenbilanz [kg ha⁻¹ a⁻¹]

■ bis 50 ■ 51-70 ■ 71-90 ■ 91-110 ■ 110-151

Quelle: UBA, Reaktiver Stickstoff in Deutschland, 2014

Grundwasserneubildung



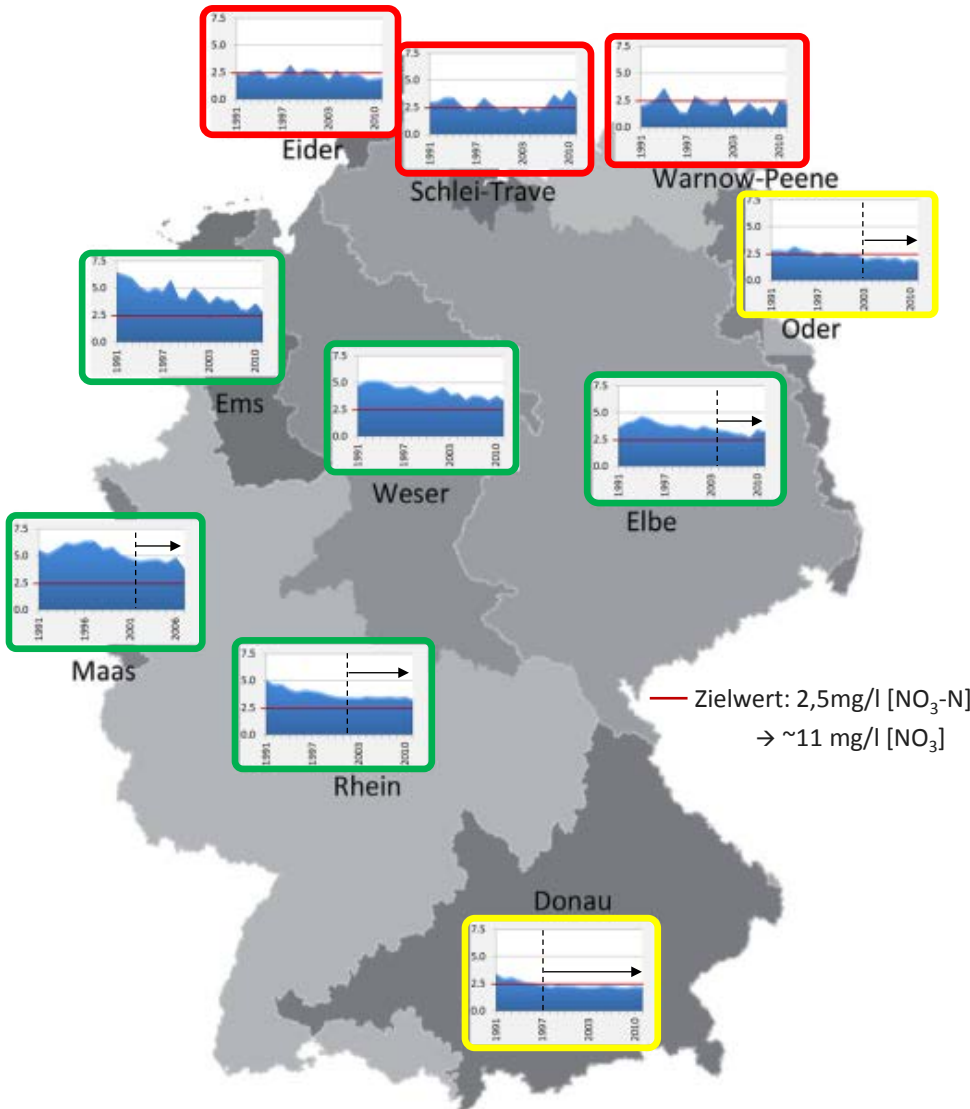
GW-Neubildung [mm/a]

■ 0 - 25
■ 25 - 50
■ 50 - 75
■ 75 - 100
■ 100 - 150
■ 150 - 200
■ 200 - 250
■ 250 - 300
■ 300 - 500
■ > 500

Quelle: BGR, Hydrologischer Atlas Deutschland

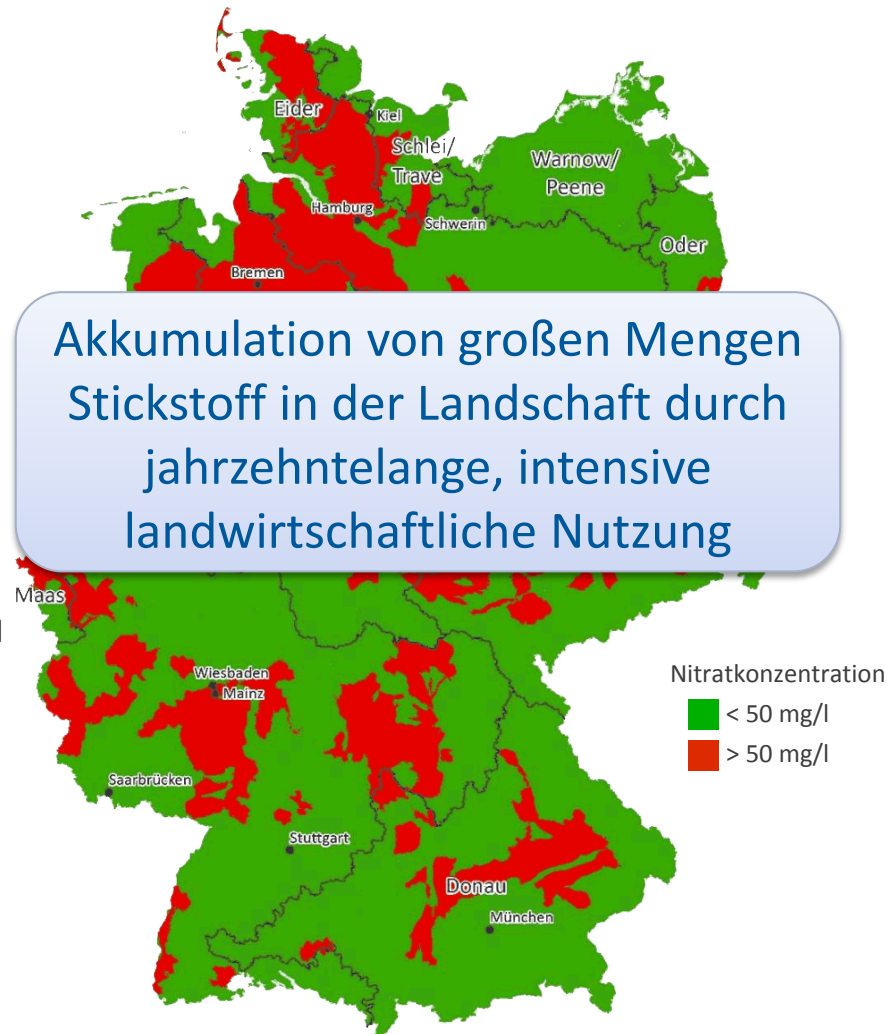
Grundwasser → Flüsse – NO₃ in deutschen Flussgebieten

Nitrat-N in den großen Flussgebieten seit 1991



Quelle: European Environmental Agency 2013

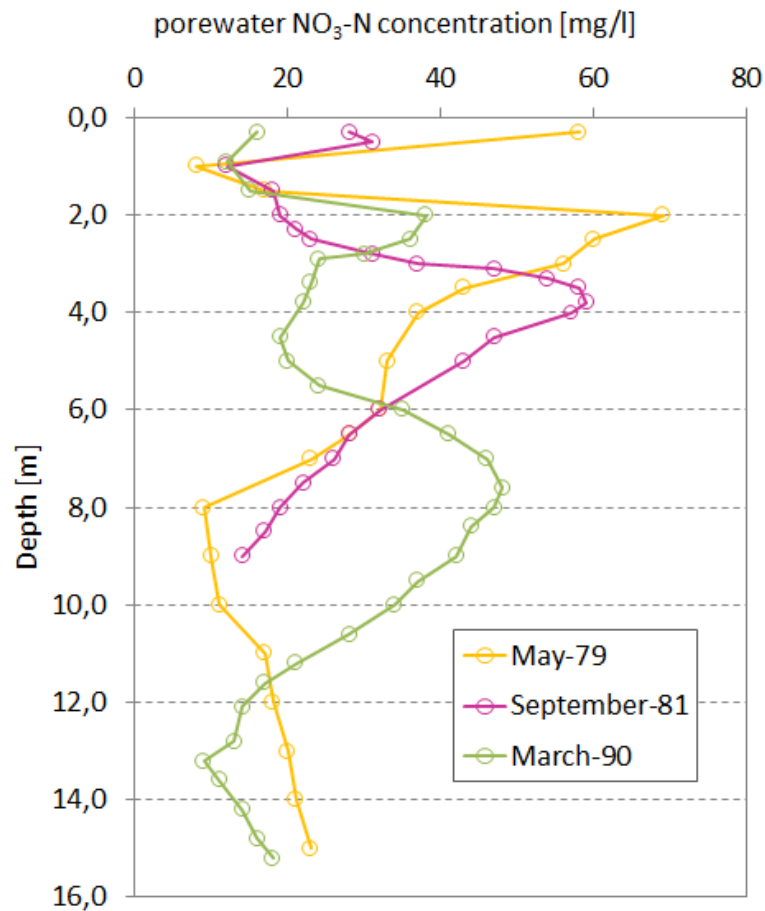
Grundwasserbelastung mit Nitrat



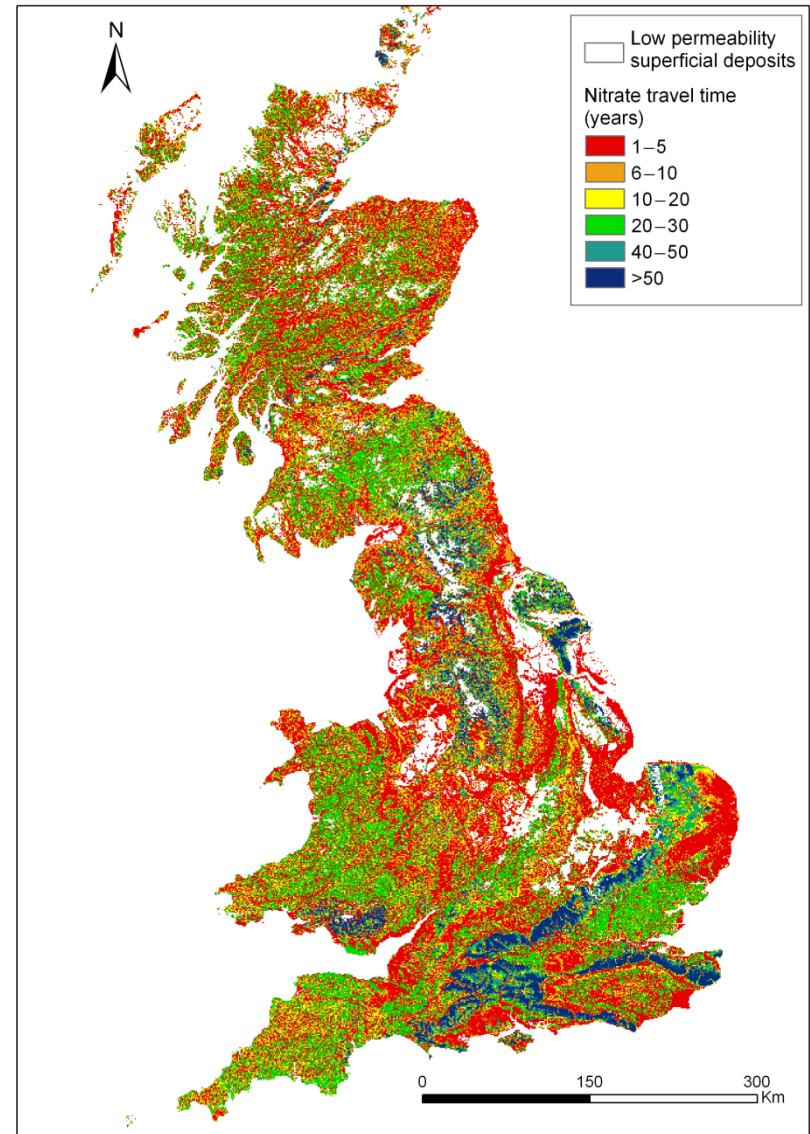
Akkumulation von großen Mengen Stickstoff in der Landschaft durch jahrzehntelange, intensive landwirtschaftliche Nutzung

Quelle: UBA, 2016

Aufenthaltszeiten von Nitrat in der Bodenzone – UK



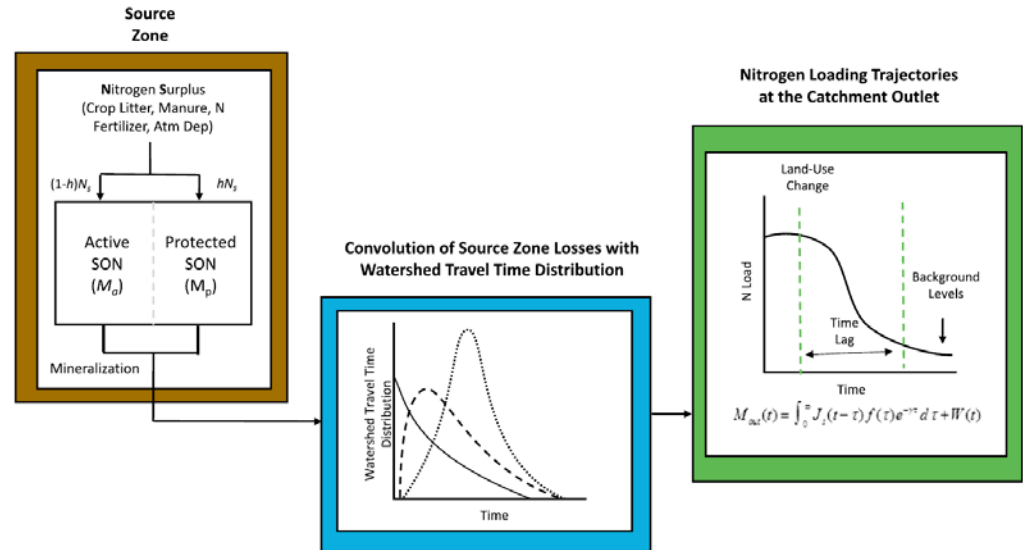
nach: Chilton and Foster 1991



aus: Wang et al. Hydrological Processes, 2012

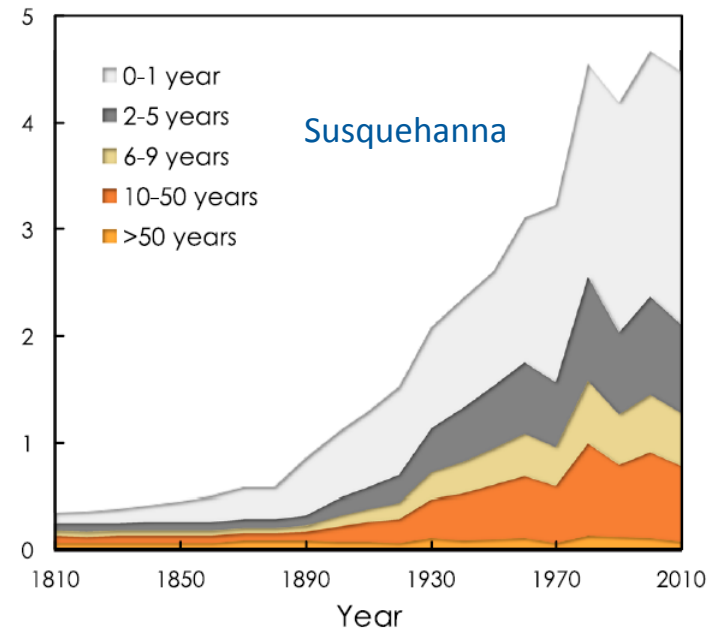
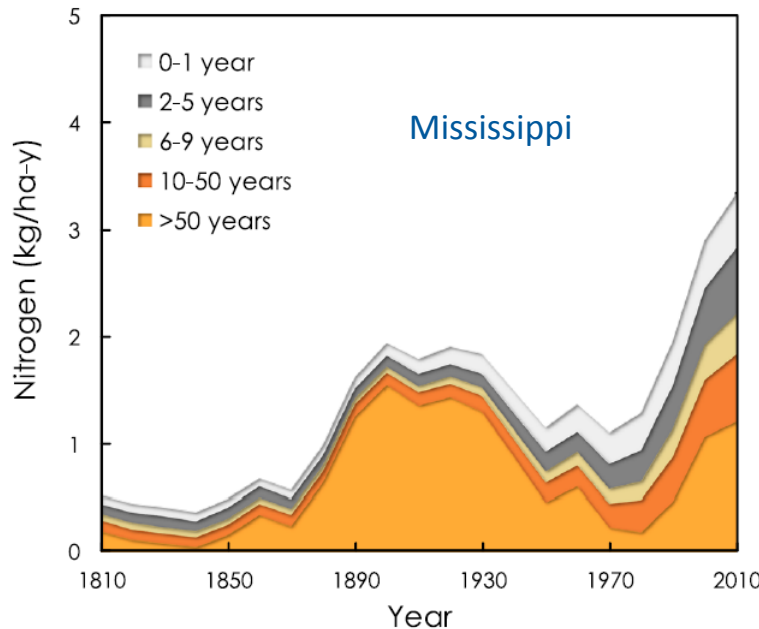
Nitrat-Alder an Pegeln größerer Flussgebiete – USA

Einfaches Model zur Bestimmung des Nitratalters am Gebietsauslass von Mississippi und Susquehanna River

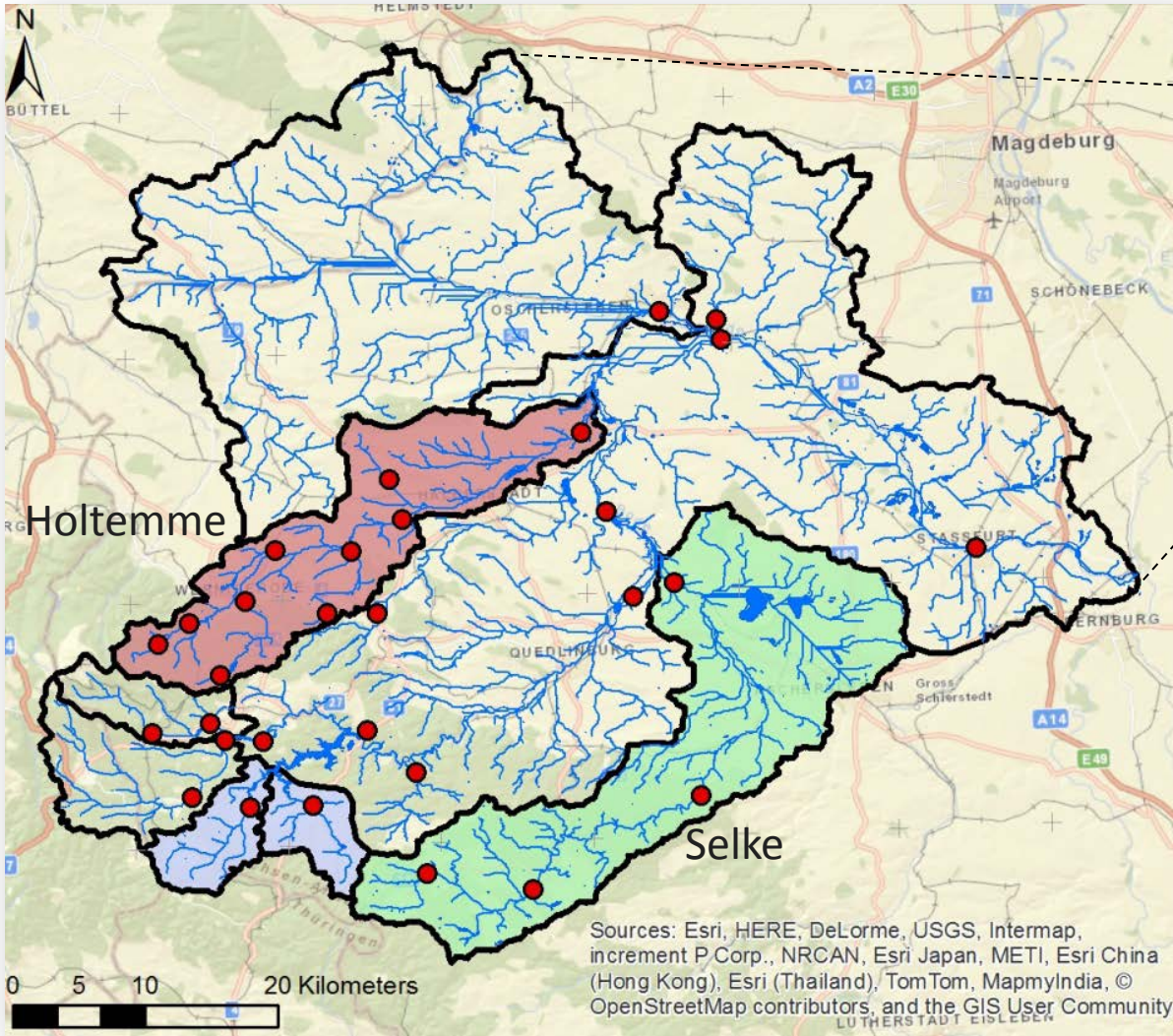


aus: Van Meter et al., 2017, Global Biogeochemical Cycles

Altersverteilung des Nitrat am Flusspegel

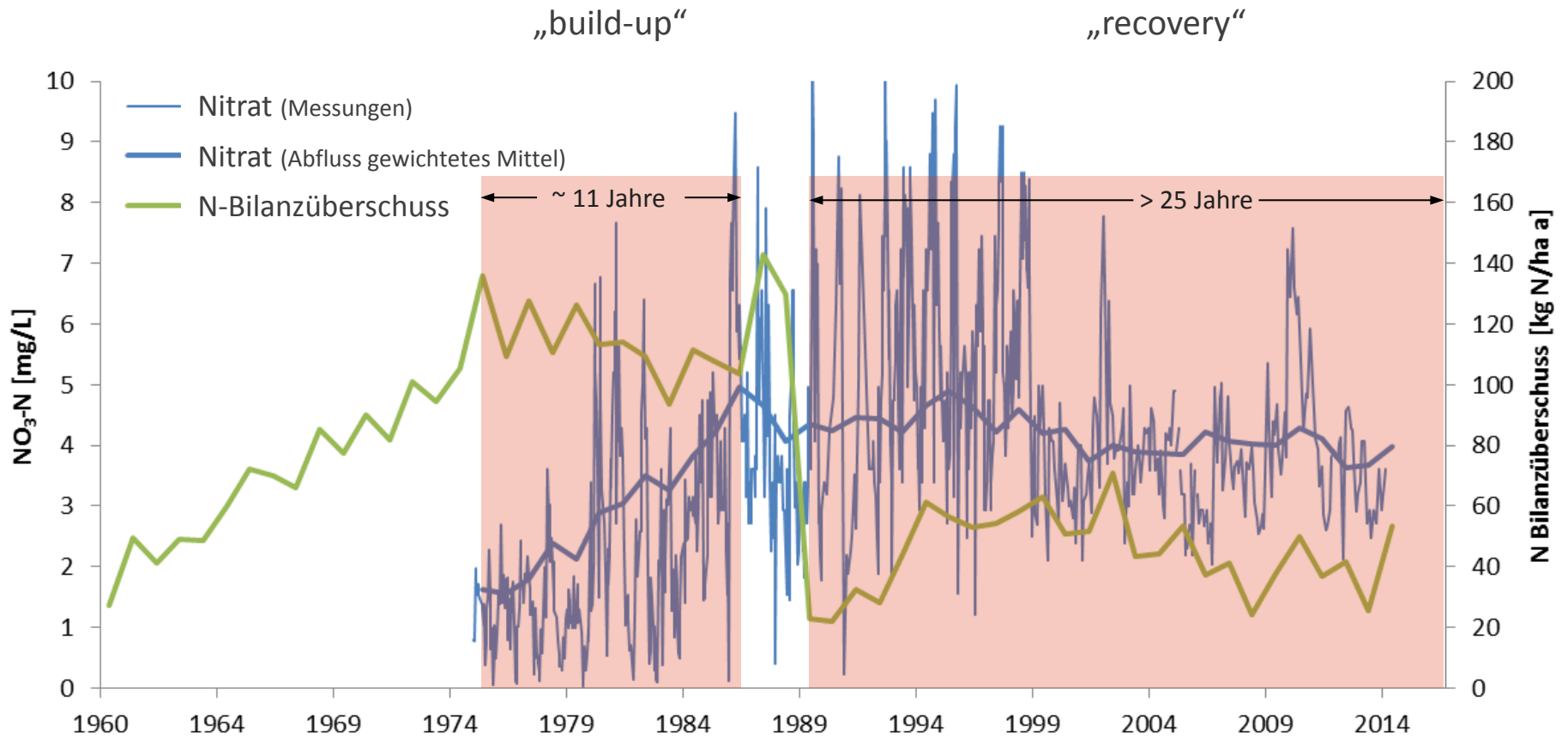


Einzugsgebiete (EZG) der Bode, Holtemme und Selke



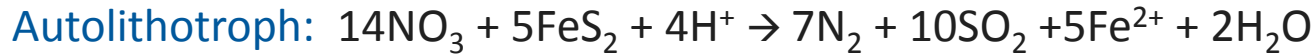
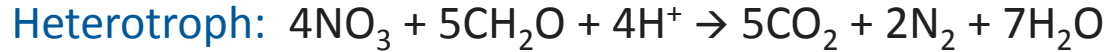
Sources: Esri, HERE, DeLorme, USGS, Intermap, increment P Corp., NRCAN, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), Esri (Thailand), TomTom, MapmyIndia, © OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

Zeitliche Entwicklung der NO₃-Belastung – Holtemme

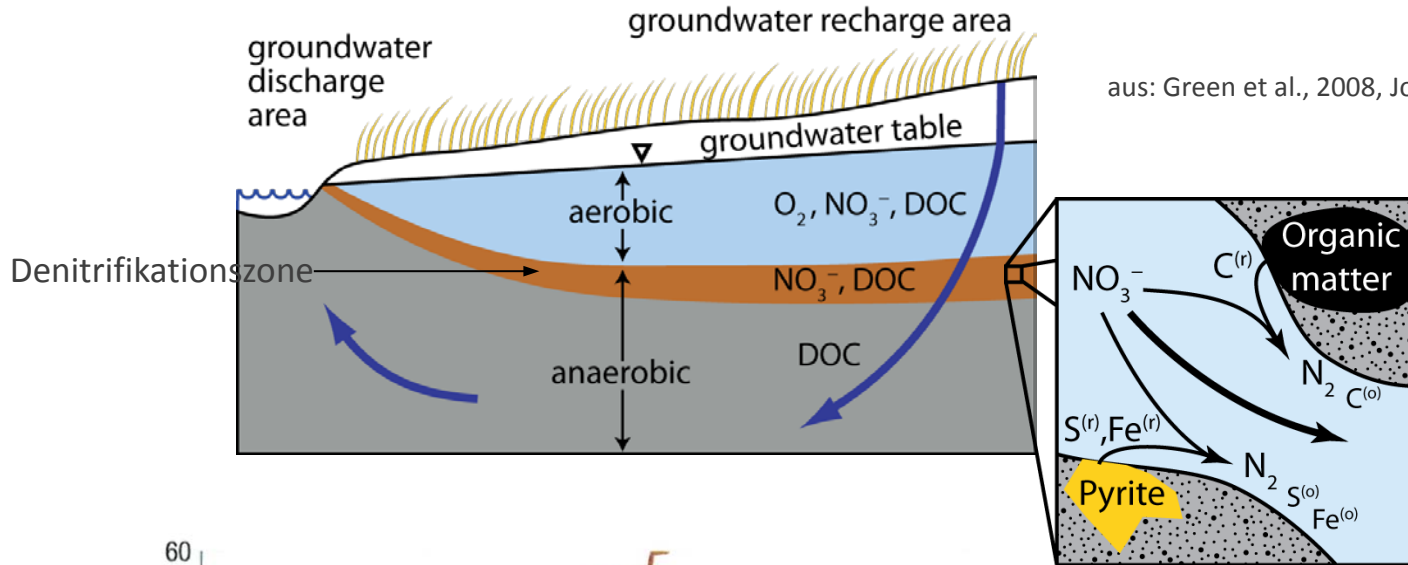


- Aufbau der Stickstoff-Pools: ~ 11 Jahre
- Erholung nach Rückgang der Überschüsse: > 25 Jahre ?

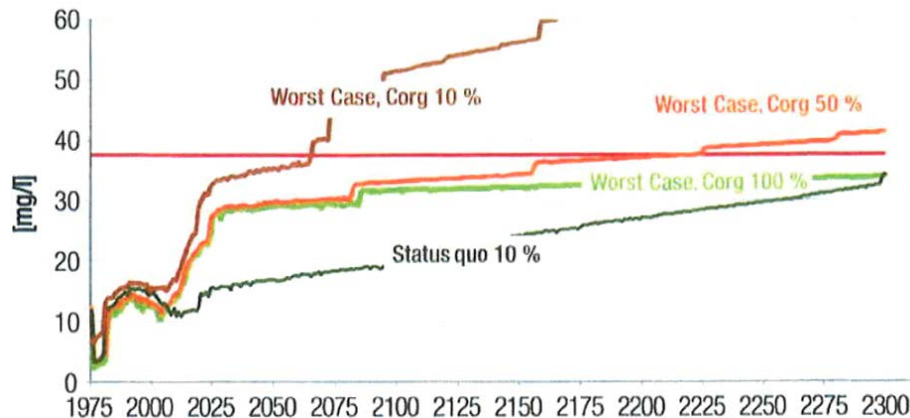
Natürliche Attenuation von NO_3^- – Denitrifikation



Denitrifikation entfernt Nitrat vollständig aus dem System



aus: Green et al., 2008, Journal of Environmental Quality

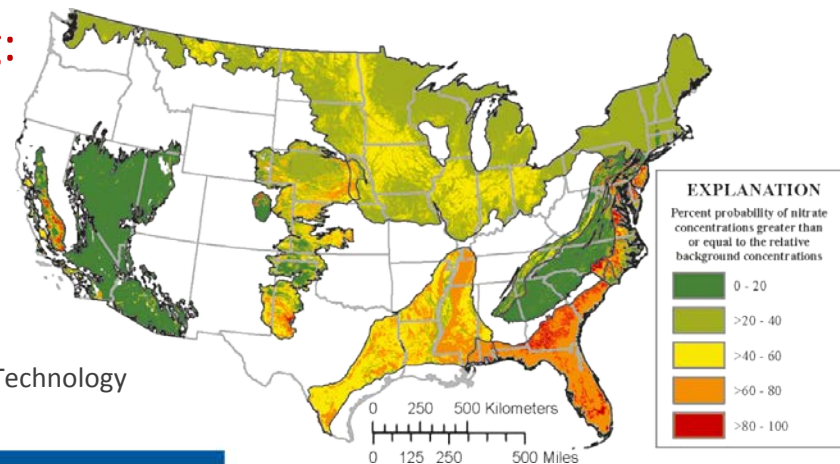


aus: Bergmann et al., 2014, Energie, Wasser Praxis

Vorräte der Reaktanden DOC/Pyrit sind endlich → Abnahme des Denitrifikationspotentials mit der Zeit (Jahrzehnte – Jahrhunderte)

Zusammenfassung & Ausblick

- Anthropogen stark überprägter Stickstoffkreislauf – reaktiver Stickstoff
- Hydrologische Steuerung von Stickstoffmobilisierung und Transport
- Nitrat im GW: räumlich differenziertes Problem, potentiell lange Zeitskalen
- Nitrat im GW: ein altes Problem mit neuer Bedeutung und Perspektive
- Akkumulation großer Stickstoff-Pools in der Landschaft – „legacy“
- Zeitliche Dimension des Problems in der Größenordnung von Dekaden
- Denitrifikationspotential räumlich variabel und teils zeitlich begrenzt
- Räumliche Differenzierung des Problems erfordert ortsspezifische Maßnahmen
- **Generelles Ziel: Reduktion der Bilanzüberschüsse → geschlossene N-Kreisläufe**
- **Nutzung natürlicher, lokaler Abbaupotentiale (Denitrifikation) → aber: Langzeitrends**
- **Risikobewertung und Analyse für die Planung: z.B. Vulnerabilitätskarten, US Geological Survey →**



aus: Gurdak & Qi, 2012, Environmental Science & Technology

Danksagung:

Dr. Andreas Musolff, Dr. Jie Yang, UFZ Leipzig

Prof. Dietrich Borchardt, UFZ Magdeburg

Dr. Chris Green, US Geological Survey, Menlo Park, USA

Fin!