

Erste Ergebnisse aus dem DVGW-Projekt „Konsequenzen nachlassenden Nitratabbauvermögens von Grundwasserleitern“

Werner Raue, enercity

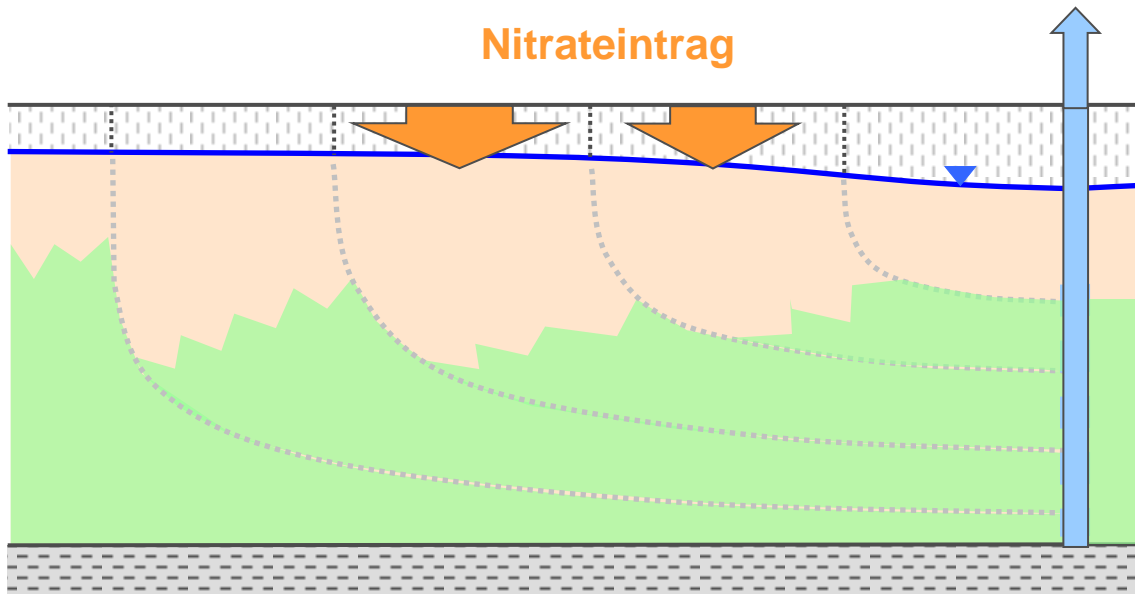
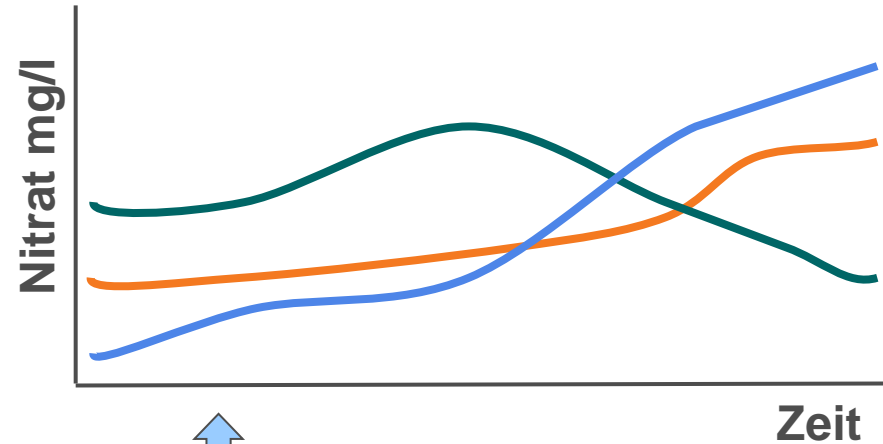
Dr. Carsten Hansen, Christoph Nolte, IWW Zentrum Wasser

18.04.2012, Hannover

Überblick zum DVGW-Vorhaben - Hintergrund -

Nitratabbauvermögen von Grundwasserleitern:

- Pyrit (FeS_2)
- C_{org}



Trotz Grundwasser-
schutzmaßnahmen
kann die Nitrat-
konzentration im
Rohwasser steigen

oxidierte Zone

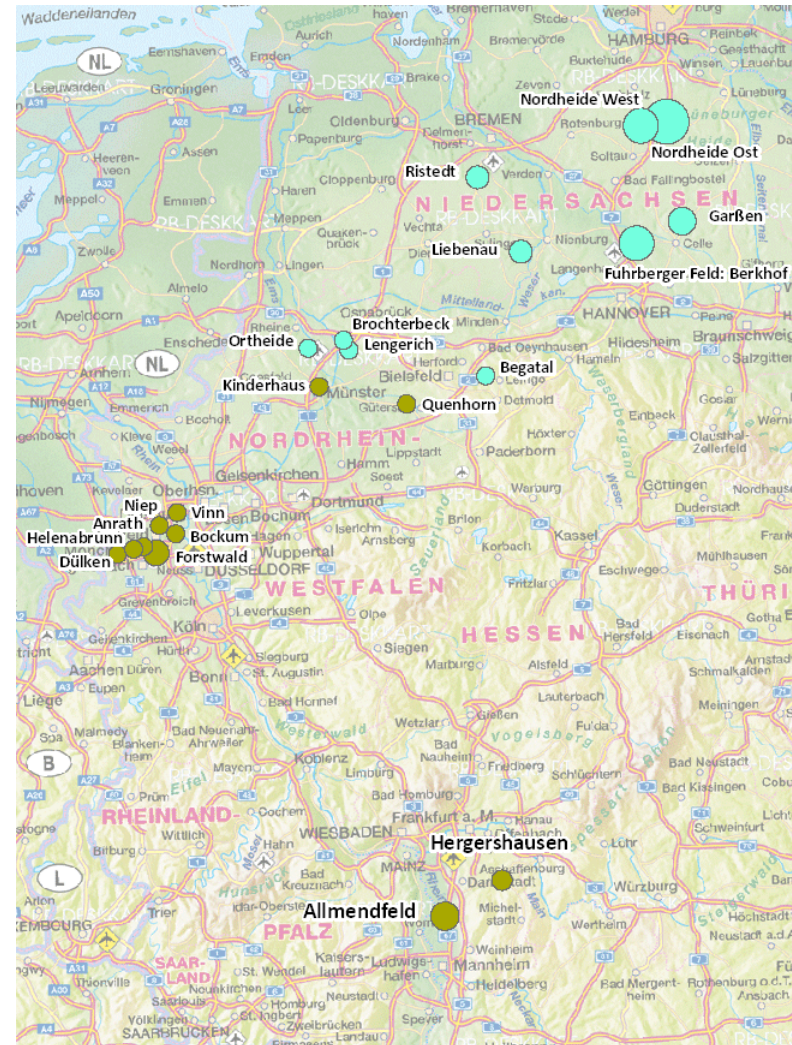
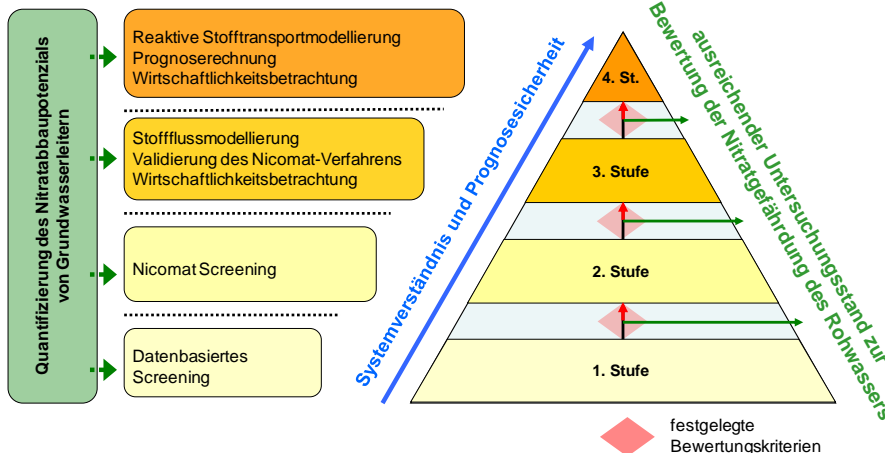
reduzierte Zone

Überblick zum DVGW-Vorhaben - Vorgehensweise -

Methodenentwicklung:
Quantifizierung des Nitratabbauvermögens
von Grundwasserleitern

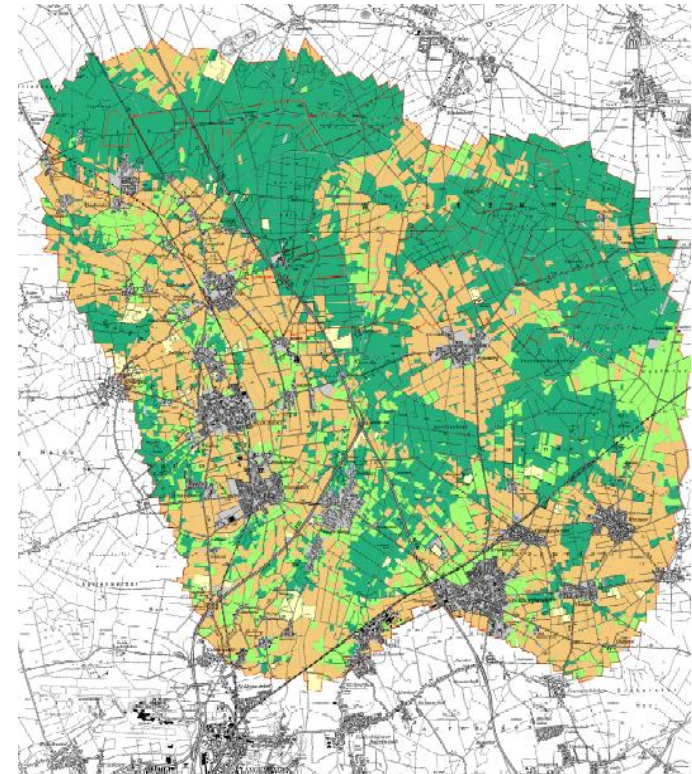
Prognosemodelle:
Prognose der zukünftigen Nitrat-belastung
unter Berücksichtigung der Endlichkeit des
Nitrat-Abbauvermögens

Gefördert vom DVGW und
16 WVUs (21 Fallbeispiele)



Aktuelle Grunddaten Land-und Forstwirtschaft WSG FFELD

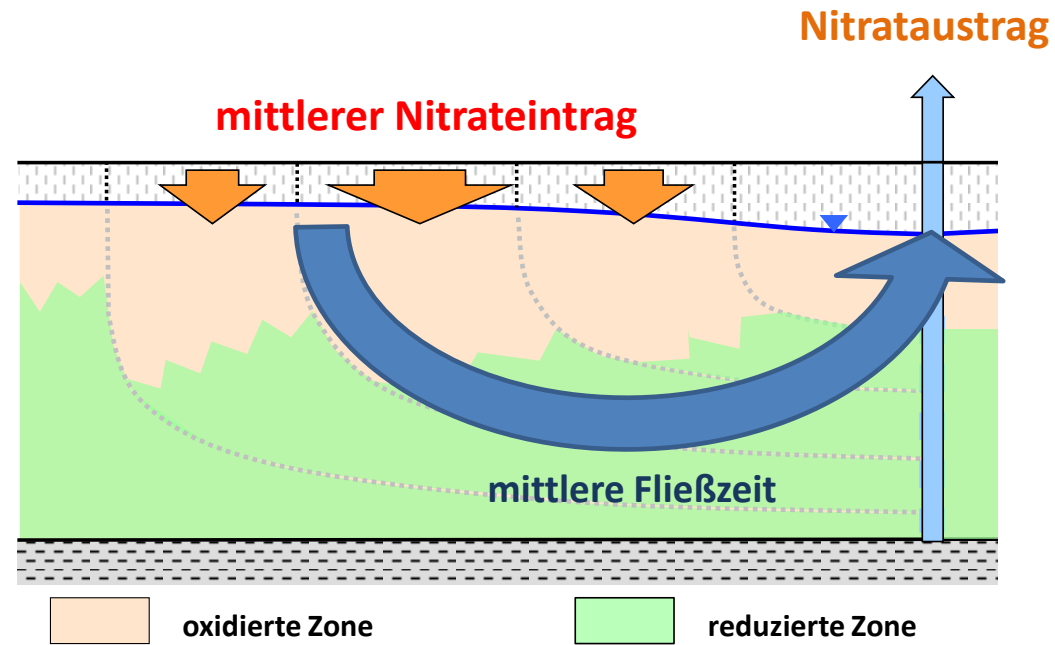
	Land- wirtschaft (Acker) *	Forst- Wirtschaft *
Fläche (ha)	13.700	12.700
Nitrat im Sickerwasser	90 mg/l	10 mg/l
Sulfat im Sickerwasser	90 mg/l	30 mg/l
Sickerwasser- spende	240 mm/a	130 mm/a (Nadelwald) 180 mm/a (Laubholz)



*: Nitrattiefenprofilmessungen

Überschlägige Stoffbilanzen für das gesamte FFeld

- Bilanzierung der Nitrat- und Sulfat-Einträge und Austräge
- ...gewichtet über Flächennutzungsanteile
- ...gewichtet über nutzungsspezifische Grundwasser-Neubildungsraten
- ...unter Berücksichtigung der mittleren Verweilzeit im GWL



→ erste Abschätzung der Nitrat-Abbauleistung

→ erste Abschätzung der Umsatzanteile der Abbaureaktionen

Überschlägige Stoffbilanzen für das gesamte FFeld

- Bilanzierung der Nitrat- und Sulfat-Einträge und Austräge
- ...gewichtet über Flächennutzungsanteile
- ...gewichtet über nutzungsspezifische Grundwasser-Neubildungsraten
- ...unter Berücksichtigung der mittleren Verweilzeit im GWL

Ergebnisse

mittlerer Nitrateintrag: **81 mg/l** (1985)

mittlerer Nitrataustrag: **0,5 mg/l** (2010)

Nitratabbauleistung: **99 %**

mittlerer Sulfateintrag: **90 mg/l** (1985)

mittlerer Sulfataustrag: **130 mg/l** (2010)

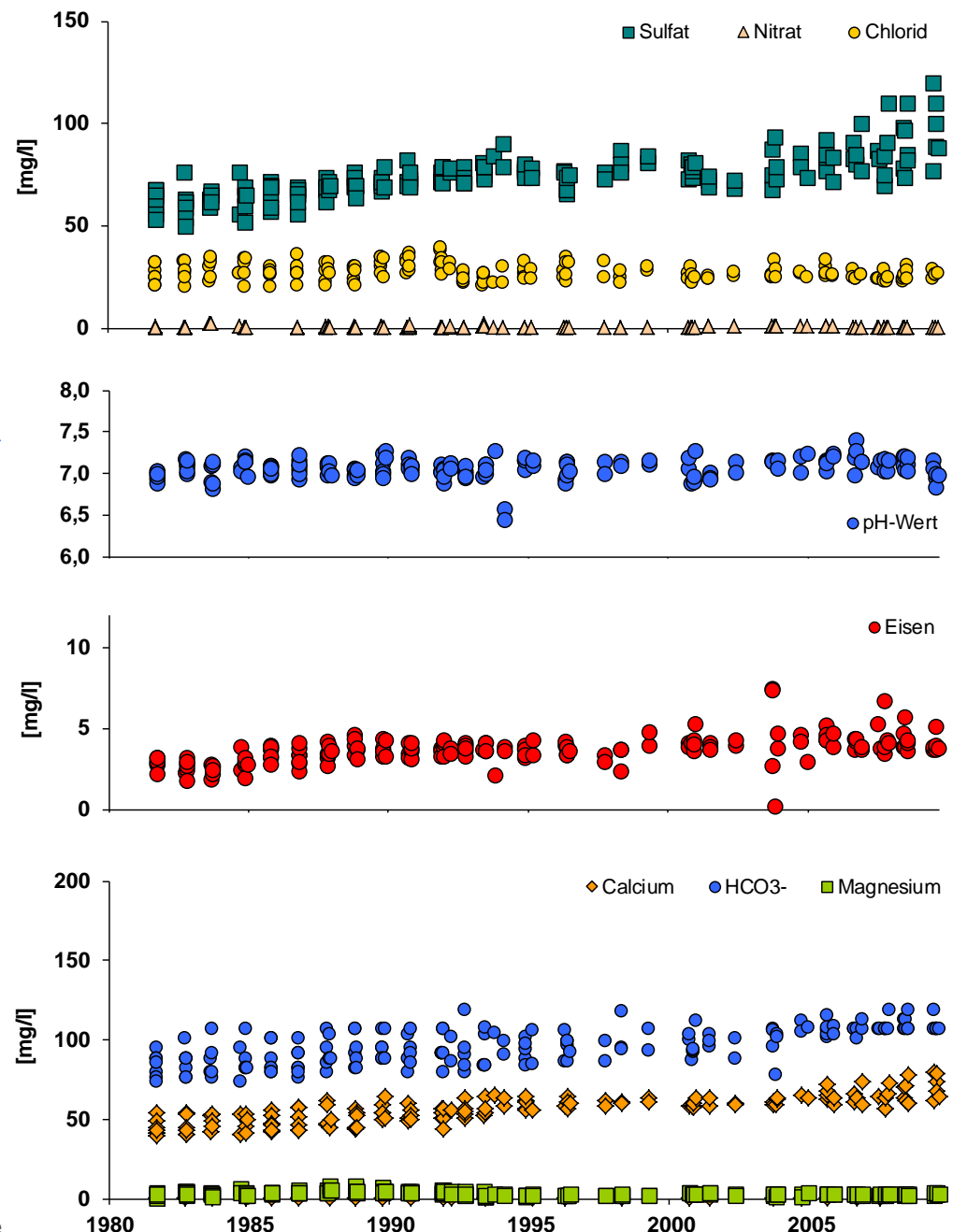
Sulfat \leftarrow Denitr. FeS_2 **40 mg/l**

40 mg/l Sulfat \rightarrow 36 mg/l Nitrat
 \rightarrow ~45 % des abgebauten Nitrats

- \rightarrow **erste Abschätzung der Nitratabbauleistung**
- \rightarrow **erste Abschätzung der Umsatzanteile der Abbaureaktionen**
- \rightarrow **Die Denitrifikation im FFeld erfolgt in etwa zu gleichen Teilen durch Pyrit und Corg (!?)**

Detailuntersuchungen Brunnengruppe Elze / Berkhof

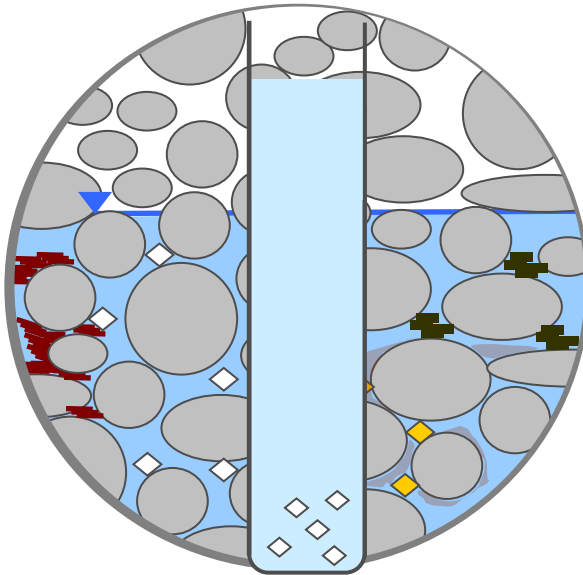
- Auswahl von Brunnen aus der Galerie Elze/Berkhof
- **Brunnen 32-38**
niedrige Sulfat-, Eisen- und HCO_3^- -Konz.
- Brunnen 52-60
hohe Sulfat-, Eisen- und HCO_3^- -Konz.
- Hydrogeochemische Stoffflussmodellierung zur Identifikation und Quantifizierung der Prozesse
- **Gesucht: Abbauleistung und Abbauprozesse**



Phreeqc

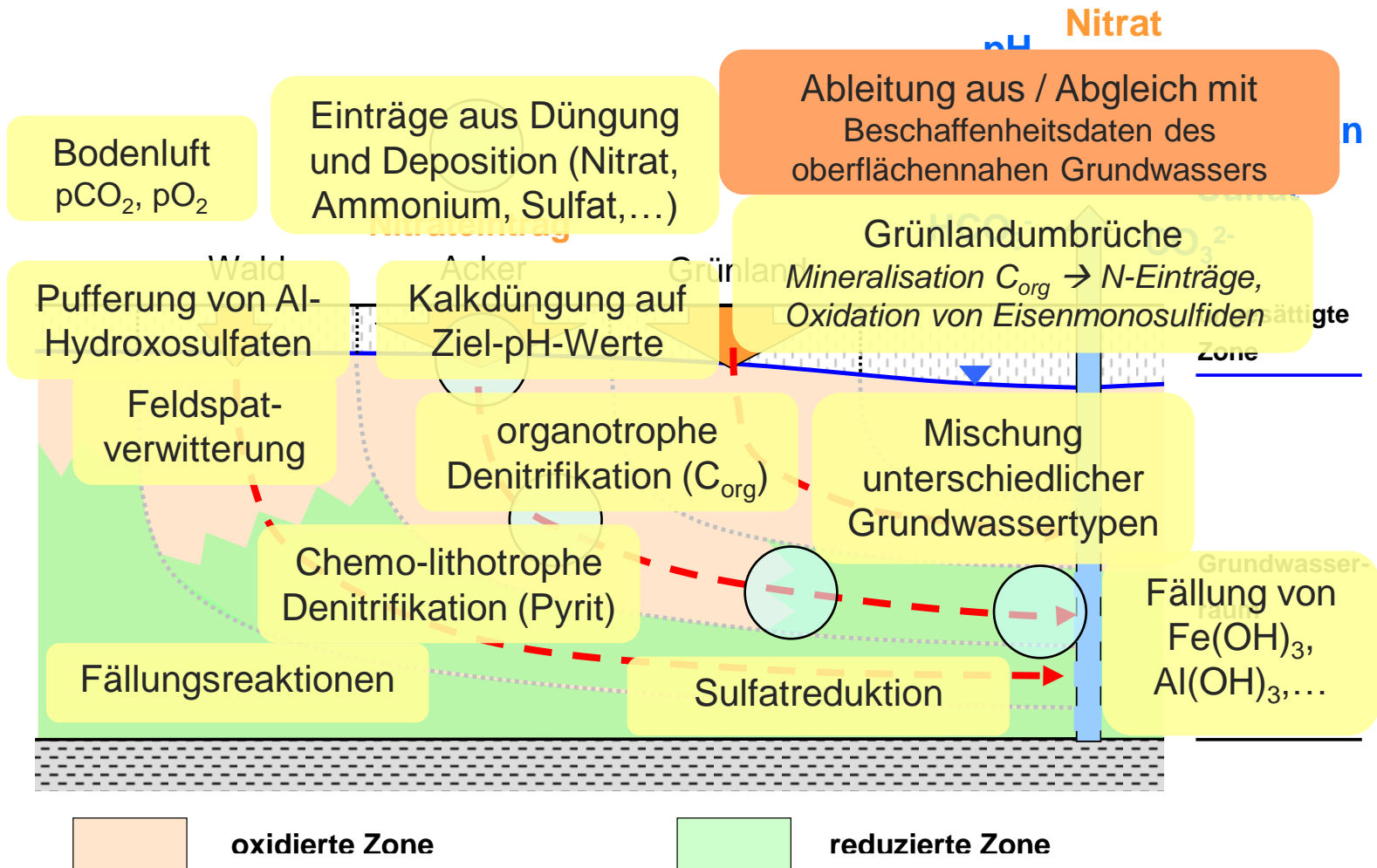
(USGS, Parkhurst & Appelo 1999)

Berechnung chemischer Reaktionen
in wässrigen Lösungen auf
Grundlage der Gleichgewichts-
thermodynamik



- **Speziierung**
 Mn^{2+} , MnCO_3^0 , MnHCO_3^+ ...
- **Lösungs- und Fällungsreaktionen**
 $\text{CaCO}_3 \leftrightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$
 $\text{CO}_2(\text{g}) \leftrightarrow \text{CO}_2(\text{aq})$
- **Irreversible und kinetisch kontrollierte Reaktionen**
(Umsatz von C_{org})
- **Sorptions- und Austauschreaktionen**
(Tonminerale, Eisenhydroxide)
- **Mischung**
(Dispersion, Förderbrunnen ...)
- **1D-Transport**

Hydrogeochemische Stoffflussmodelle



Detailuntersuchungen Brunnengruppe Elze / Berkhof

- Brunnen 32 – 38, Abgleich gemessen - berechnet
- Relevante Prozesse:

Intensivierung der
Flächennutzung

(Acker: 50 → 100 mg/l)

(Grünland: 20 → 60 mg/l)

Grünlandumbruch

(9 mmol FeS, > 200 mg/l Nitrat;

Mischungsanteil RohW: 4 %)

organotrophe Denitrifikation:

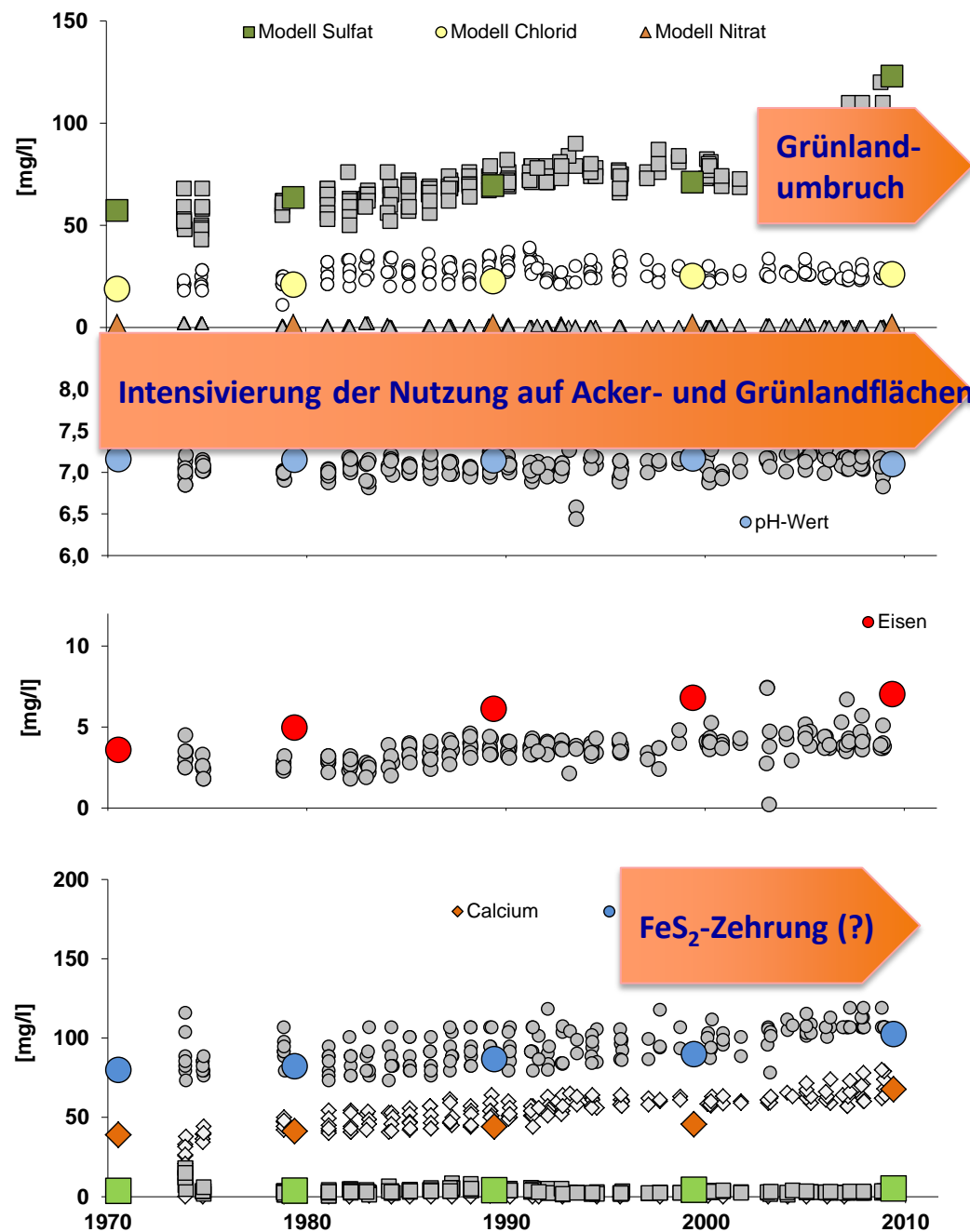
~ 0,1 mmol C_{org} / (l a)

lithotrophe Denitrifikation

(FeS₂) !!!

Sulfatreduktion

~ 0,01 mmol C_{org} / (l a)



Detailuntersuchungen Brunnengruppe Elze / Berkhof

- Brunnen 32 – 38, Abgleich gemessen - berechnet

- Relevante Prozesse:

Intensivierung der Flächennutzung

(Acker: 50 → 100 mg/l)

(Grünland: 20 → 60 mg/l)

Grünlandumbruch

(9 mmol FeS, > 200 mg/l Nitrat;

Mischungsanteil RohW: 4 %)

organotrophe Denitrifikation:

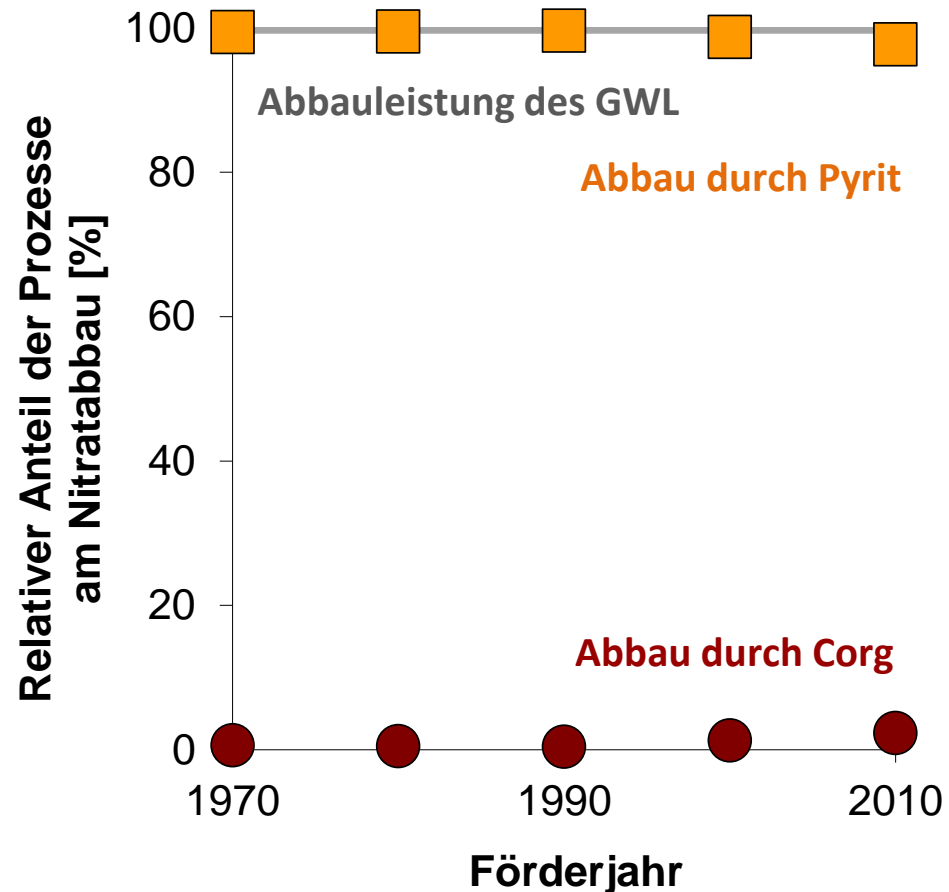
~ 0,1 mmol C_{org} / (l a)

lithotrophe Denitrifikation

(FeS₂) !!!

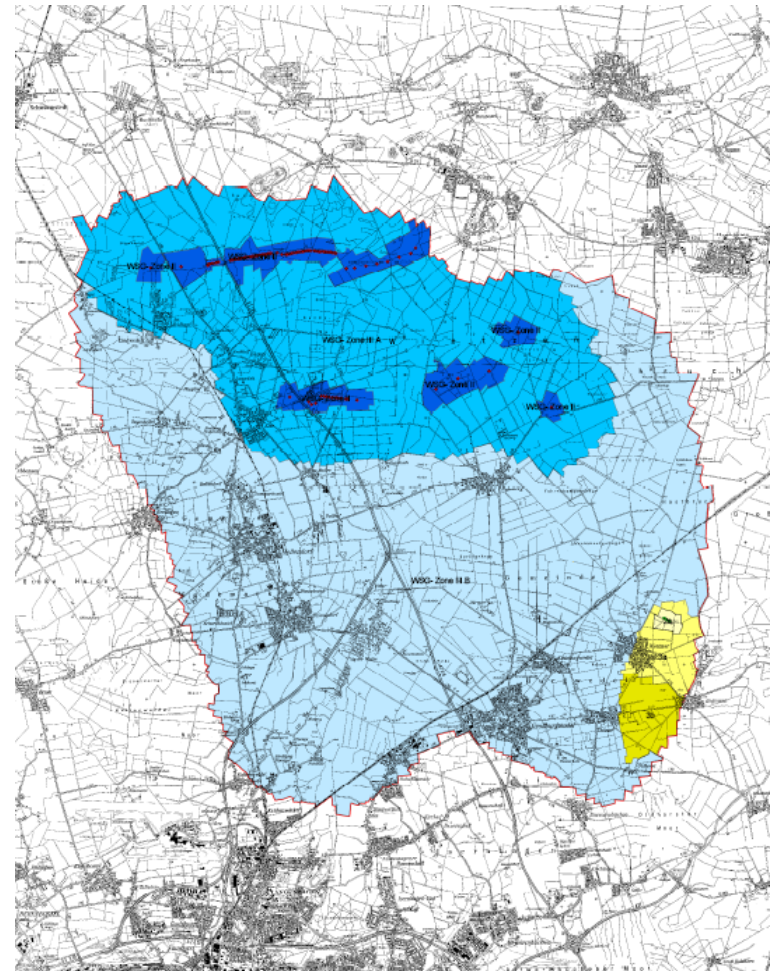
Sulfatreduktion

~ 0,01 mmol C_{org} / (l a)

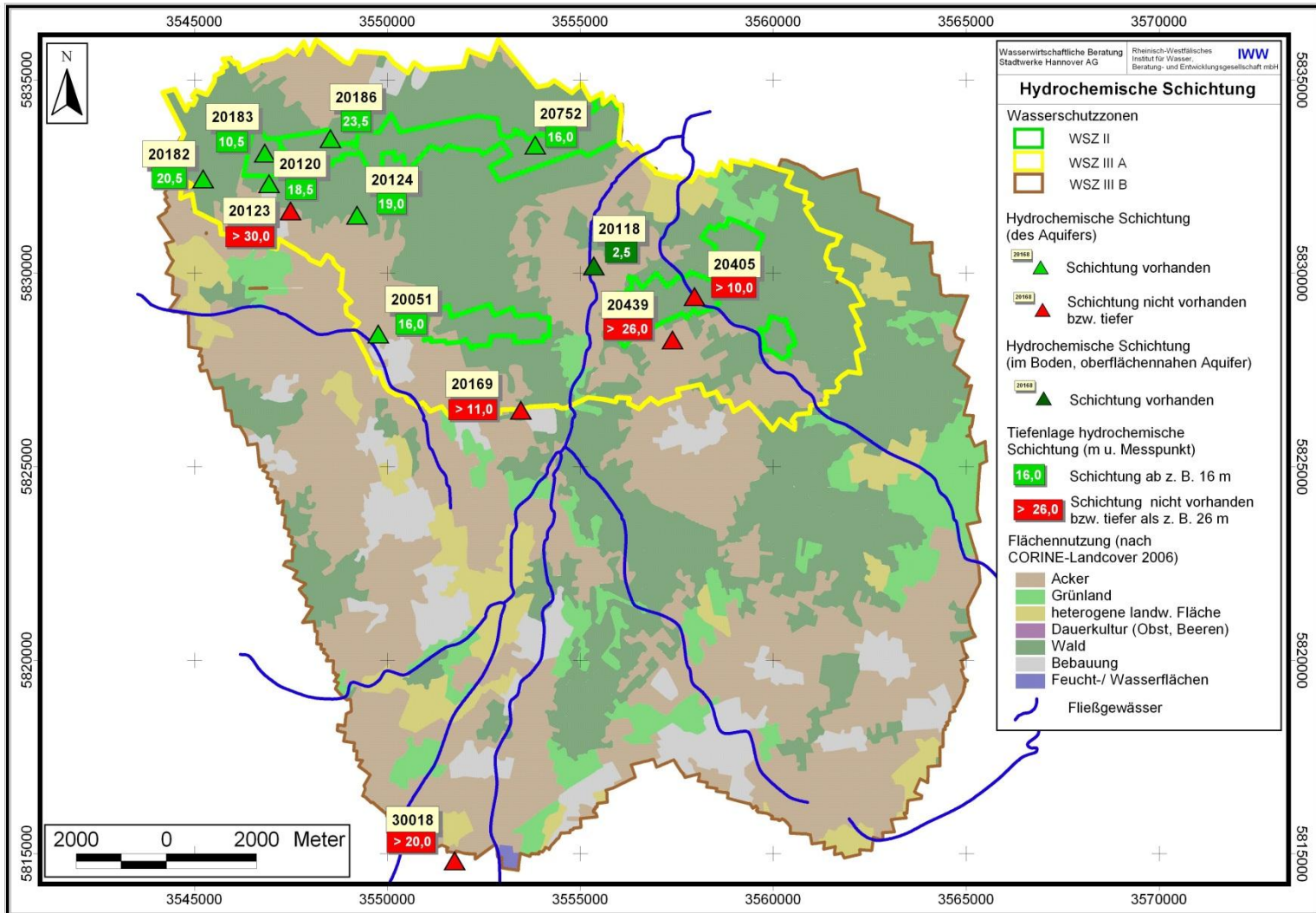


Wassergewinnung:

- Stoffbilanzen für das FFeld: Denitrifikation erfolgt zu gleichen Teilen durch C_{org} und FeS_2
- Brunnen Elze-Berkhof: Denitrifikation erfolgt nahezu ausschließlich durch Pyrit
- Gibt es an Pyrit verarmte / pyritarme Bereiche?



Ergebnisse von Redox-Tiefenprofilen in voll verfilterten GWM



- Im FFELD erfolgt der Nitratabbau durch Pyrit und C_{org}
- In den detailliert untersuchten Brunnen der Fassung Elze/Berkhof läuft der Nitratabbau praktisch ausschließlich über Pyrit
- Deutliche Redoxsprünge in voll verfilterten GWM zeichnen die Trennung zwischen der oxidierten und der reduzierten Zone des GWL gut nach
- In einzelnen GWM ist der Redoxsprung bereits auf die Entnahmetiefe der Förderbrunnen abgesunken
- Erhalt der verbleibenden Denitrifizierungspotenziale wichtig für nachhaltige Trinkwasserversorgung
- Ca. 1/3 des Nitrateintrags wird aktuell im FFELD durch GW-Schutz beeinflusst/reduziert. Effektiver Grundwasserschutz verlängert die Lebensdauer des Nitratabbauvermögens eines Grundwasserleiters
- Umsetzung landw. Fachrecht (DVO 60 kg N- Saldo) könnte in Nds. den Nitrateintrag um etwa 1/3 senken.
- Nitratabbaupotential ist ein öffentliches, schützenswertes Gut

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt:

Werner Raue, enercity

Dr. Carsten Hansen, Christoph Nolte, IWW Zentrum Wasser