

Steigende Schwermetallgehalte im Grundwasser – Ursache und Gegenmaßnahmen (Schwerpunkt NRW)

10./11. März 2015

Ganzheitlich, nachhaltig, gemeinsam!
Symposium zur Begleitung der Umsetzung
der EG-Wasserrahmenrichtlinie in NRW

Block IV: Auf dem Weg zu einem guten
Grundwasserzustand

Gliederung

- Einleitung
- Schwermetallbelastung des Grundwassers in NRW
- Problemstellung für Wasserversorgungsunternehmen
- Fallbeispiel Schwermetallbelastung beim Wasserversorger
- Maßnahmen in der Wasseraufbereitung (End-of-pipe)
- Reduktion der Schwermetallfreisetzung (Front-pipe)
- Fazit

Einleitung

■ Schwermetalle

- grundwasserrelevante Schadstoffgruppe
- Humantoxische Relevanz → Grenzwerte in der TrinkwV

■ Relevante und häufig gemessene Elemente sind

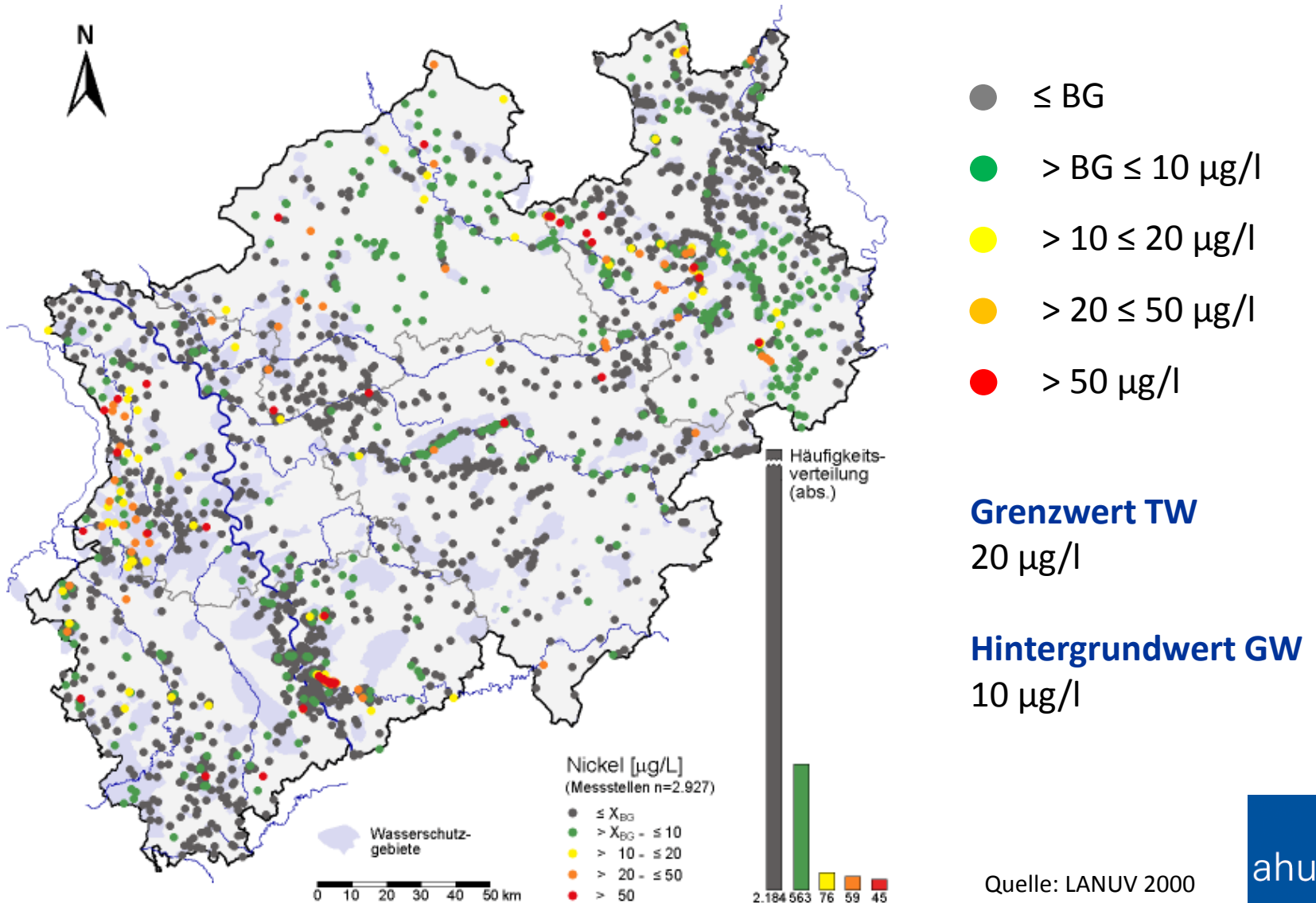
Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn und As

■ Herkunft

- Natürliche (geogene) Quellen
- Landwirtschaft → Mineraldünger und Klärschlamm
- Weitere anthropogene Quellen → punktuelle Stoffeinträge, Abwasser
- Atmosphärische Deposition → Verbrennung fossiler Brennstoffe

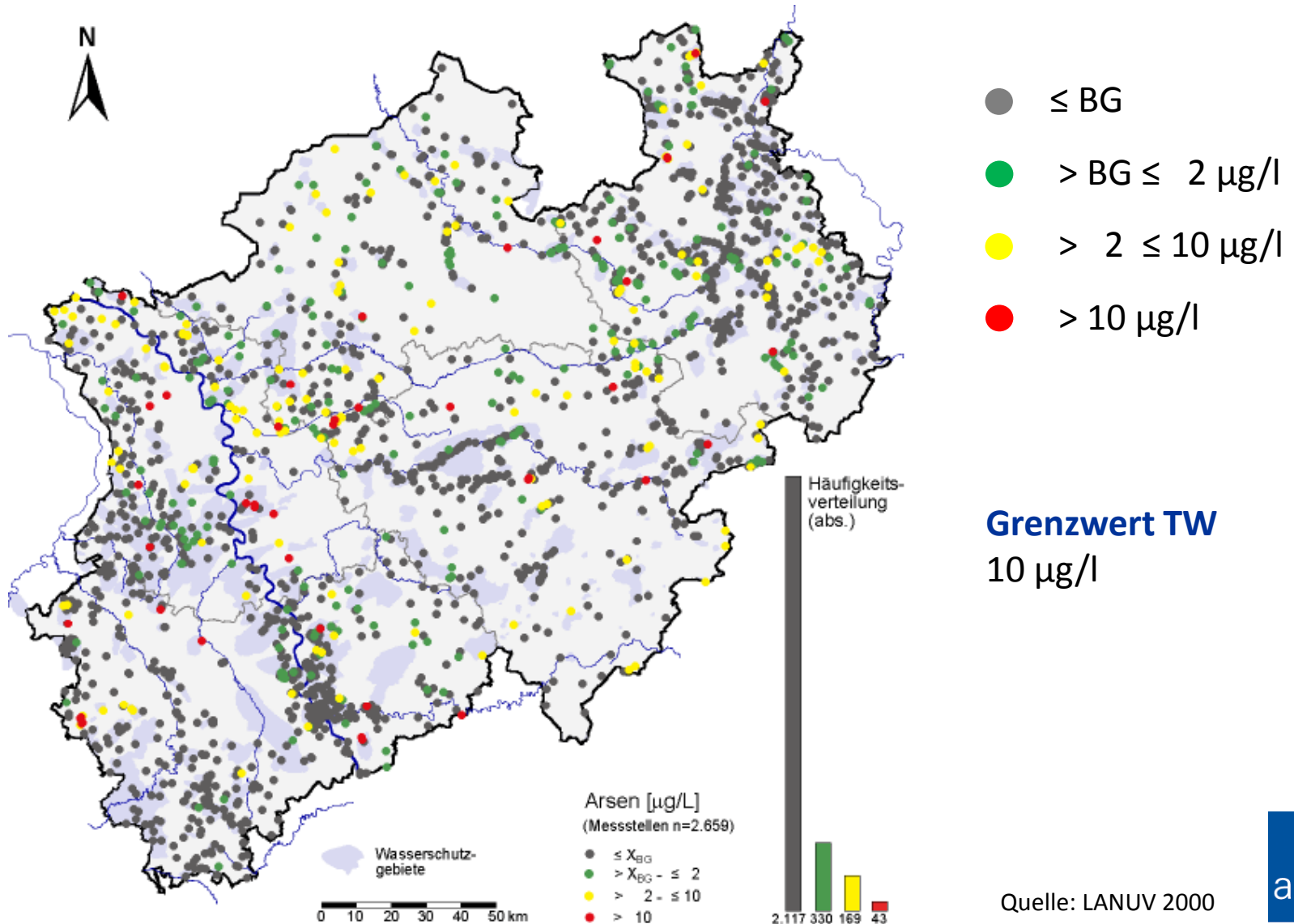
Schwermetallbelastung des Grundwassers in NRW

Nickel an ausgewählten Messstellen in NRW:



Schwermetallbelastung des Grundwassers in NRW

Arsen an ausgewählten Messstellen in NRW:



Schwermetallbelastung des Grundwassers in NRW

- **Zink**
 - häufig auftretend & landesweit verbreitet
- **Kupfer**
 - Regional erhöhte Werte
- **Blei, Cadmium, Chrom, Quecksilber**
 - Landesweit sehr geringe Hintergrundkonzentration
 - Lokal begrenzt erhöhte Konzentrationen im Bereich von Erzlagerstätten

Problemstellung für Wasserversorgungsunternehmen

- Grenzwerte nach TrinkwV 2001

Parameter	Grenzwert [mg/l]	Parameter	Grenzwert [mg/l]
Arsen	0,01	Kupfer	2,0
Blei	0,01	Mangan*	0,05
Cadmium	0,003	Nickel	0,02
Chrom	0,05	Quecksilber	0,001
Eisen*	0,2	* = Indikatorparameter	

- Reduktion des Nickelgrenzwertes von 50 auf 20 µg/l seit 01.01.2003 → Problem für WVU
- Ursachenforschung → Anthropogene Freisetzung
Häufigste Ursache ist Ni-Freisetzung durch Versauerung oder Pyritoxidation mit Nitrat (analog As-Freisetzung)

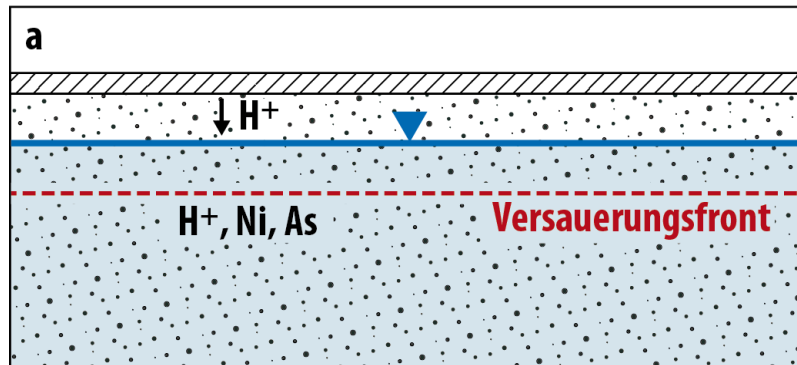
Problemstellung für Wasserversorgungsunternehmen

Typische Situationen der Schwermetallmobilisierung

Versauerung

Sickerwasser:
Säure

Sediment:
(fehlender) Karbonatgehalt



Prozesse:

Versauerung durch eingetragene oder gebildete Säure

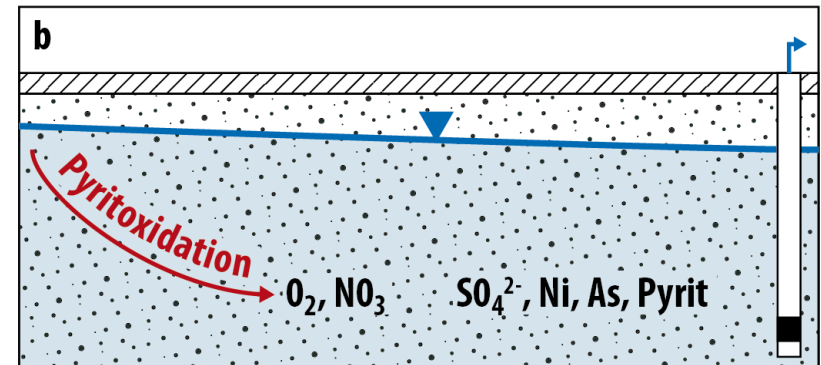
Hauptauswirkungen auf die Wasserqualität:

sinkender pH-Wert
desorptionsgesteuerte Freisetzung von Schwermetallen

Pyritoxidation

Grundwasser:
Sauerstoff
Nitrat

Sediment:
Pyrit (Ni, As)



Prozesse:

Pyritoxidation durch Sauerstoff und Nitrat
Oxidation und Fällung des Eisens, Säurebildung

Hauptauswirkungen auf die Wasserqualität:

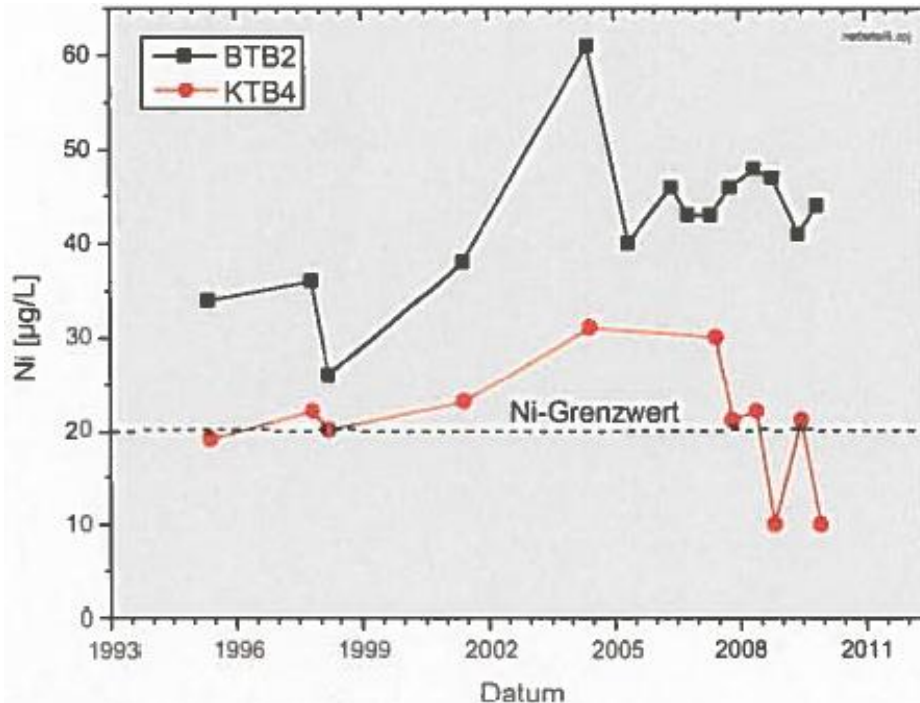
Sulfatmobilisation
Schwermetallfreisetzung (Ni, As)

Problemstellung für Wasserversorgungsunternehmen

Ursache der Nickelmobilisierung

- Geogen bedingt (Pyrit) sowie Eintrag aus (anthropogenen) Punktquellen
 - Sinkender pH-Wert <6 führt zu deutlich steigenden Nickelgehalten
 - Ursache: häufig Bodenversauerung durch atmosphärische Deposition
 - Nitrateintrag in Grundwasser wirkt oxidierend auf Pyrit und andere Metallsulfide
- **Pyritoxidation führt zu steigenden Nickelkonzentrationen im Grundwasser bzw. Rohwasser**
- **Zusätzliche Versauerung des Grundwassers infolge der Pyritoxidation**

Fallbeispiel Wasserversorgungsunternehmen (1)



- Wasserversorgungsunternehmen am linken Niederrhein
- Problemstellung: erhöhte Nickelkonzentrationen im Grundwasser in 2 TW-EZG
- Herkunft des Nickels geogen bedingt
- Auslöser für erhöhte Nickelkonzentrationen
 - Versauerung des Grundwassers bei $\text{pH} < 6,5$
 - Hohe Nitrateinträge aus der Landwirtschaft

Abbildung: Nickelkonzentrationen im Rohwasser der beiden Trinkwassergewinnungen am linken Niederrhein.

Quelle: Wisotzky et al. 2012

Fallbeispiel Wasserversorgungsunternehmen (2)

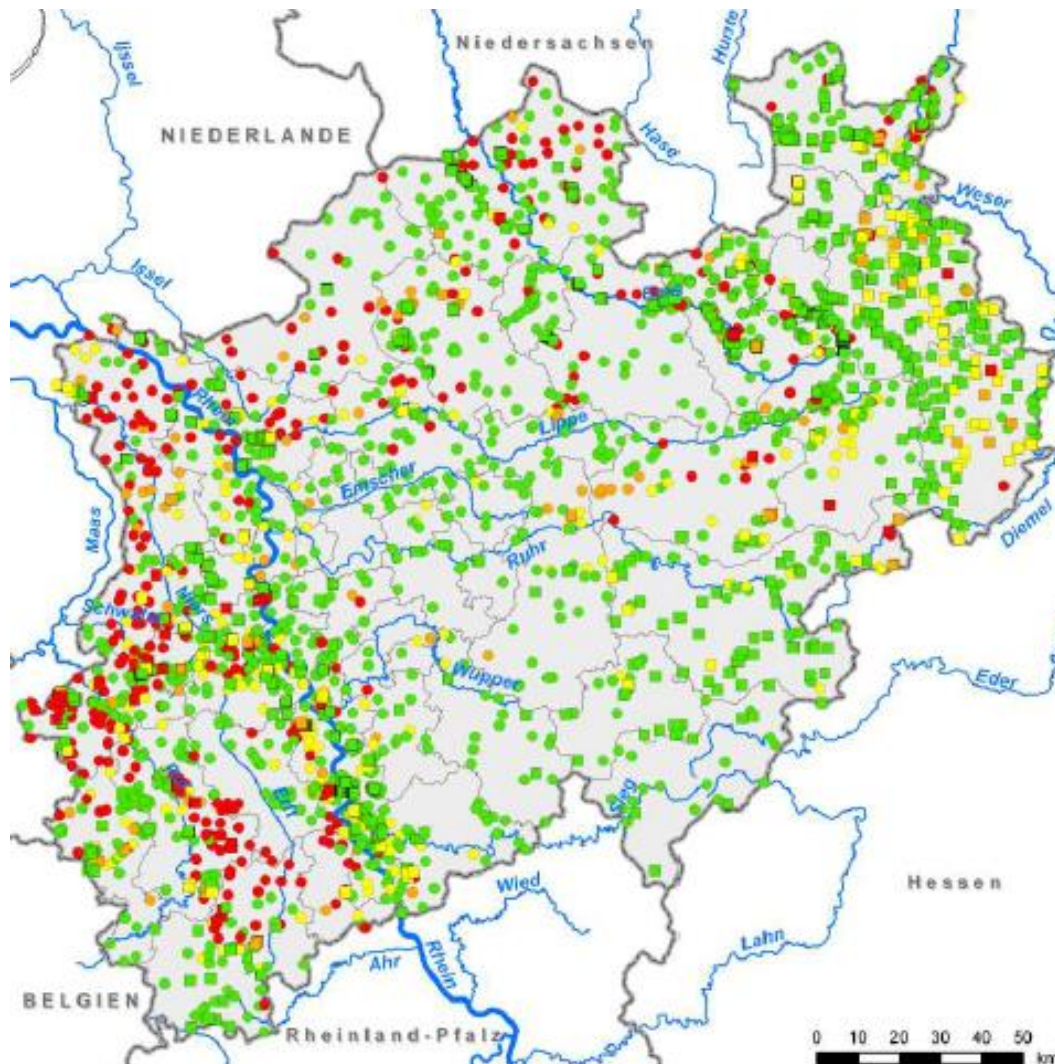
- Bestehende Wasseraufbereitung reicht derzeit nicht aus.
- Erfolgreiche Nickelentfernung in der Wasseraufbereitung durch Reaktion mit halbgebranntem Dolomit in einem Fall-Verrieselungsfilter. Dabei wird das Nickel an Manganoxide und Calcit-Minerale gebunden und somit sicher entfernt.
- Steigende Kosten der Wassergewinnung durch zusätzliches Wasseraufbereitungsverfahren
- Einfluss der hohen Nitrateinträge durch die Landwirtschaft zum jetzigen Zeitpunkt nicht abschließend geklärt

Maßnahmen in der Wasseraufbereitung

- Aufbereitungsverfahren zur Entfernung von Schwermetallen aus dem Grundwasser (End-of-Pipe)
 - Oxidation und Filtration (vor allem Nickel)
 - Schnellentkarbonisierung
(Entfernung von erhöhten Nickel-, Blei- und Cadmiumkonzentrationen)
 - Fällung und Flockung
 - Ionenaustausch, Sorptionsverfahren , Membranverfahren
(Nanofiltration, Umkehrosmose)
 - Fall-Verrieselungsfilter mit halbgebranntem Dolomit (siehe Fallbeispiel)
 - **Anfall von schwermetallbelasteten Abwässern und Schlämmen mit hohen Entsorgungskosten!**
- Schwermetallbelastung im Rohwasser führt zu höheren Kosten durch zusätzliche Aufbereitungsstufe

Reduktion der Schwermetallfreisetzung

Verminderung der Schwermetallmobilisierung durch Reduktion des Nitratreintrags (Frontpipe-Lösung)



Mittlere Nitratkonzentration 2010 - 2013

- ≤ 25 mg/l
- > 25 bis ≤ 40 mg/l
- > 40 bis ≤ 50 mg/l
- > 50 mg/l

Messstellen

- Grundwasser
- Rohwasser
- Kreise NRW
- Staats-, Landesgrenze
- Übersichtsgewässer

Abbildung: Nitratbelastung in NRW.
Mittlere Nitratkonzentration 2010 - 2013
Quelle: LANUV 2014

Fazit

- Relativ hohe Schwermetallbelastungen in NRW (geogen bedingt; anthropogen „verursacht“)
- Durch erhöhte Schwermetallgehalte im Rohwasser ist eine zusätzliche Aufbereitung für die sichere Trinkwasserversorgung erforderlich
→ dauerhaft erhöhte Kosten beim Wasserversorger
- Anhaltend hohe Nitrateinträge aus der Landwirtschaft begünstigen die Schwermetallmobilisierung
→ Kooperation WaWi/LaWi!
- Senkung des Nitrateintrags führt langfristig zu einem Rückgang der Schwermetallbelastung im Rohwasser
→ Vermeidung zusätzliche Aufbereitungsstufe
→ Senkung der Aufbereitungskosten

Dipl.-Geol. Christoph Sailer
Prof. Dr.-Ing. Ute Rößner
André Rusman, M.Sc.

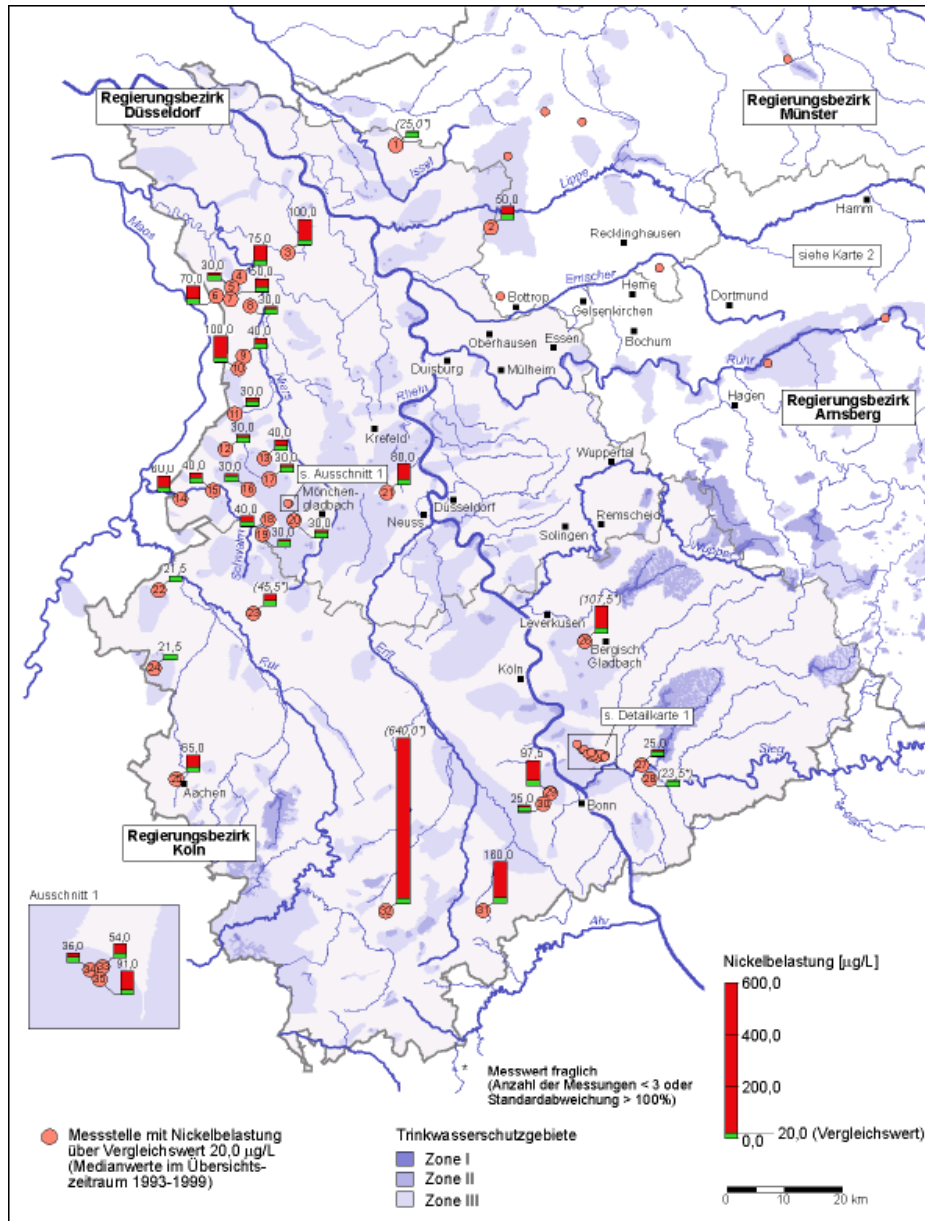
c.sailer@ahu.de

ahu AG
Kirberichshofer Weg 6
52066 Aachen

www.ahu.de



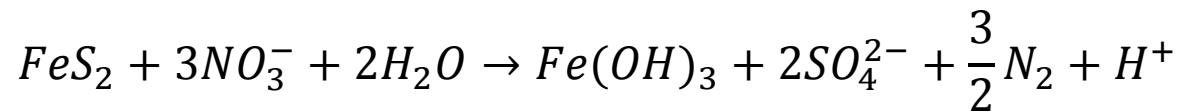
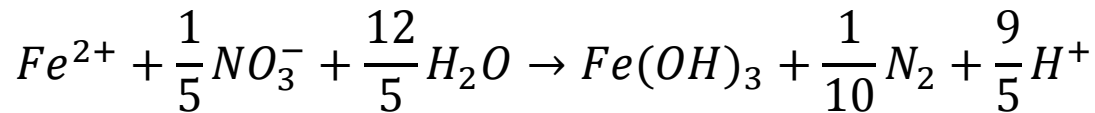
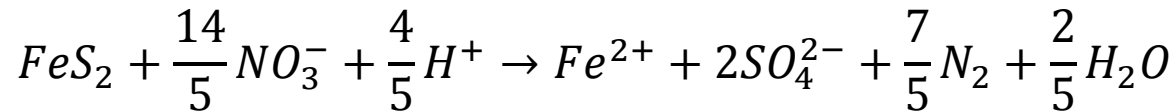
Backup I



Nickelkonzentrationen [$\mu\text{g/L}$]
an ausgewählten Messstellen
am Niederrhein

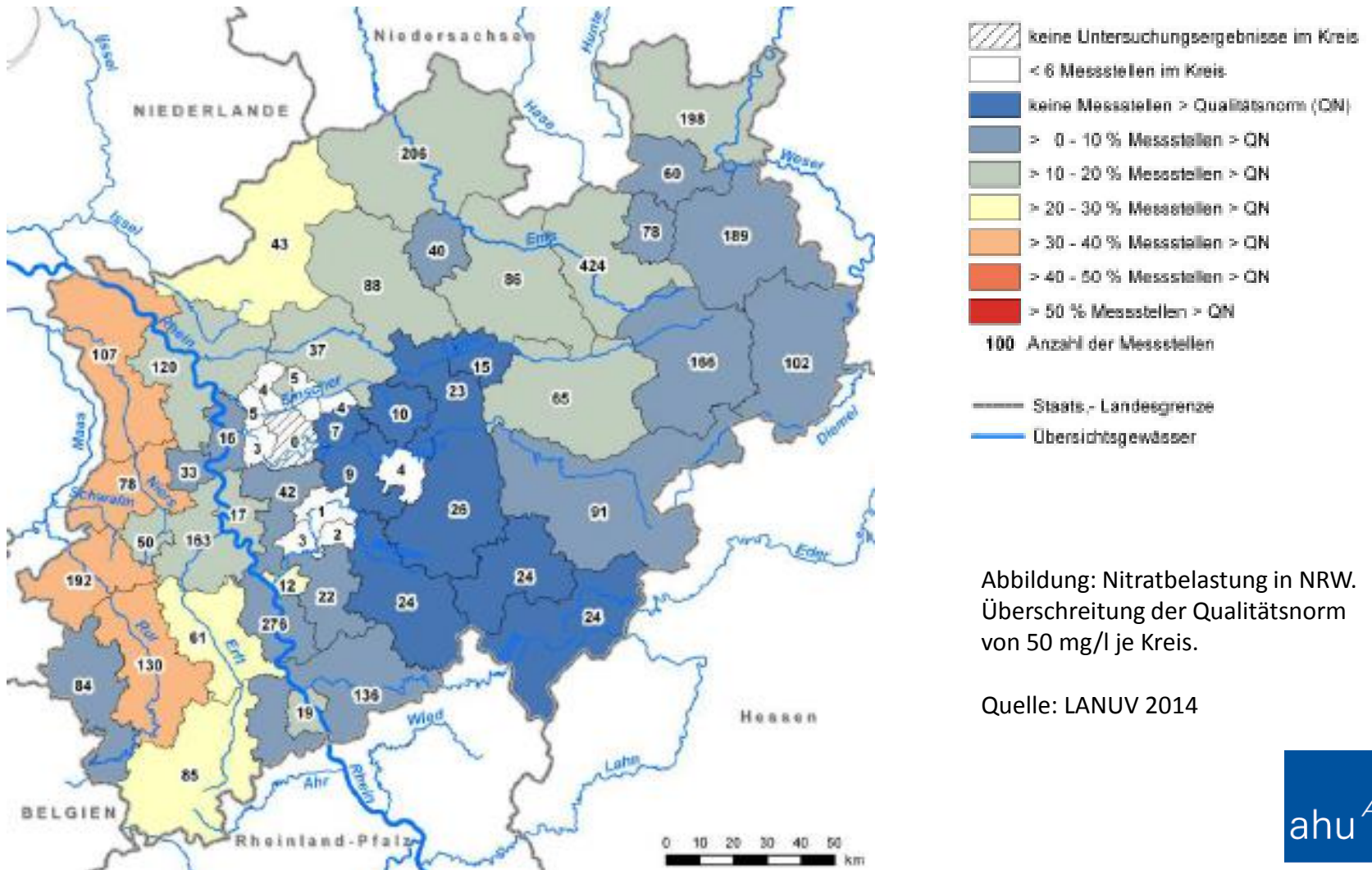
Backup II

Reaktionsgleichung der Pyritoxidation durch Nitrat:



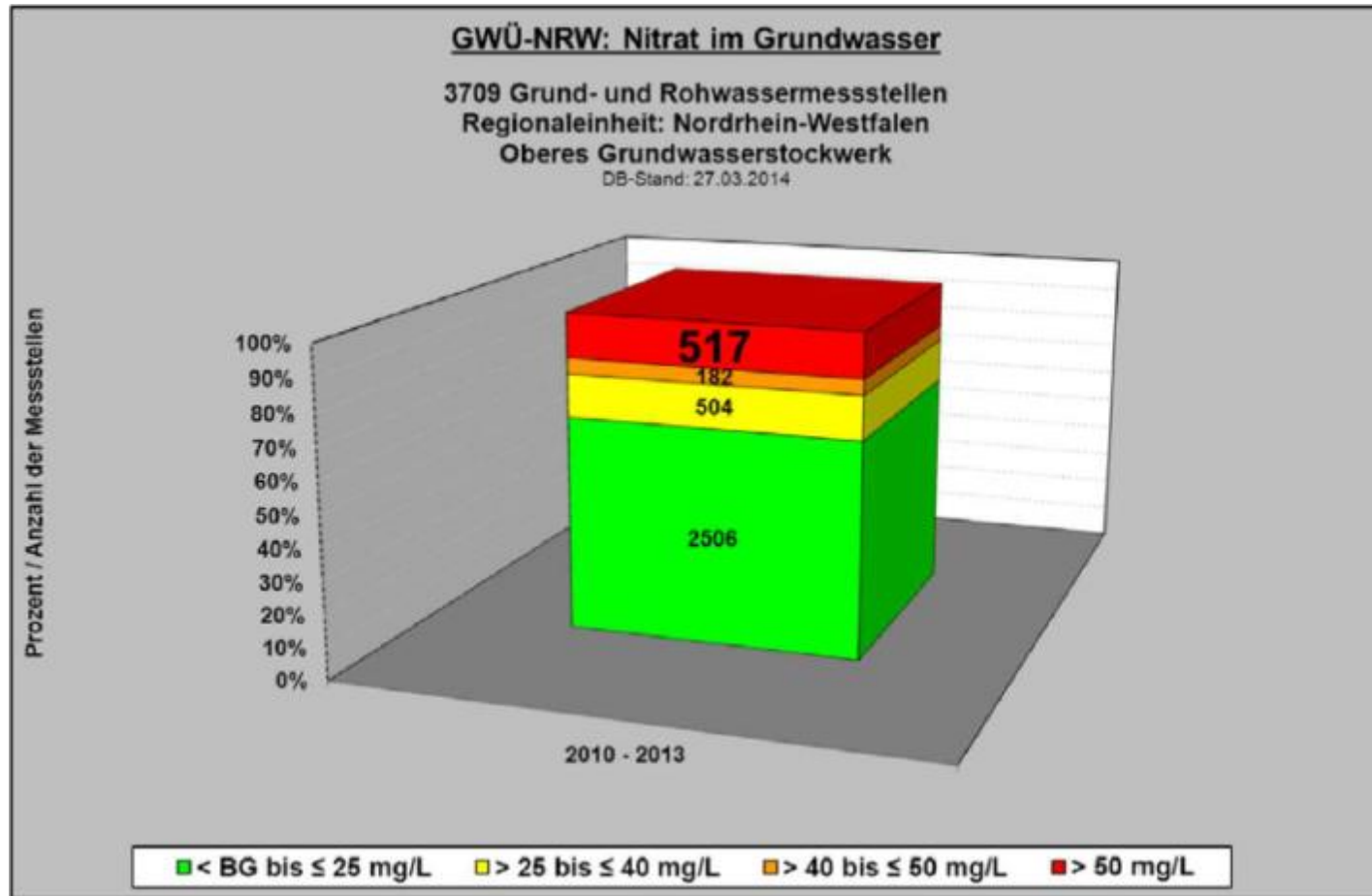
Backup III

Verminderung der Schwermetallmobilisierung durch Reduktion des Nitrateintrags (Frontpipe-Lösung)



Backup IV

Verminderung der Schwermetallmobilisierung durch Reduktion des Nitratreintrags (Frontpipe-Lösung)



Backup V - Quellen

- **Cremer, N. (2002):** Schwermetalle im Grundwasser Nordrhein-Westfalens unter besonderer Berücksichtigung des Nickels in tieferen Grundwasserleitern der Niederrheinischen Bucht. In: Besondere Mitteilungen zum Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuch Nr. 60. Landesumweltamt NRW / Essen
- **Cremer, N., Wisotzky, F., Bergmann A., Dördelmann, O., Stetter, D. (2002):** Die Novelle der Trinkwasserverordnung: Senkung des Grenzwertes für Nickel – Ursachen des Auftretens im und Verfahren zur Entfernung aus Rohwasser – Teil XI. – BBR Nr. 11, S. 35-46.
- **Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW) (2000):** Auftreten und Entfernung von Nickel bei der Gewinnung und Aufbereitung von Grundwasser. In: DVGW Kommunikation, Wasser-Information Nr. 61, Ausgabe 08/2000. DVGW / Bonn
- **Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) (2014):** Nitrat im Grundwasser. Situation 2010 bis 2013 und Entwicklung 1992 bis 2011 in Nordrhein-Westfalen. LANUV-Fachbericht 55
Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen / Recklinghausen
<http://www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/fachberichte/fabe55/fabe55start.htm>
- **Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW (MUNLV) & Landesumweltamt NRW (LUA) (2002):** Grundwasserbericht 2000 – Nordrhein-Westfalen.
<http://www.lanuv.nrw.de/wasser/grundwabe2000/index.htm>
- **Wisotzky, F., Kandemiroglu, O.C. & Plassmann, C. (2012):** Nickelfreisetzung in das Grundwasser und dessen Bindung bei der Wasseraufbereitung zu Trinkwasser (Nettetal / Niederrhein). In: GWF-Wasser-Abwasser, Ausgabe Juli/August 2012, S. 828-832.