

Uran – Herkunft und Verhalten im Grundwasser



Arbeitsgruppe Uran LUNG

Wiesbaden, 24.09.2014



Historie

Nitratabbau im Grundwasser und
Sulfat-Bildung

Arbeitshypothese Uran

Nachweis der Arbeitshypothese

Ausblick

Am Anfang stand eine Haarprobe

I. Meßergebnisse

Untersuchungsmaterial: **Haare** Analyse-Nr.: **57492**
 Probengefäß: **PE-Beutel**
 Bemerkungen:

Mineralstoffe

Element	Einheit	Referenzbereich	Patient	Referenzbereich		
				UG	OG	>5*OG
Calcium	µg/g	220 - 2500	708			
Magnesium	µg/g	18 - 200	35,9			
Phosphor	µg/g	75 - 300	101			

Toxische Elemente

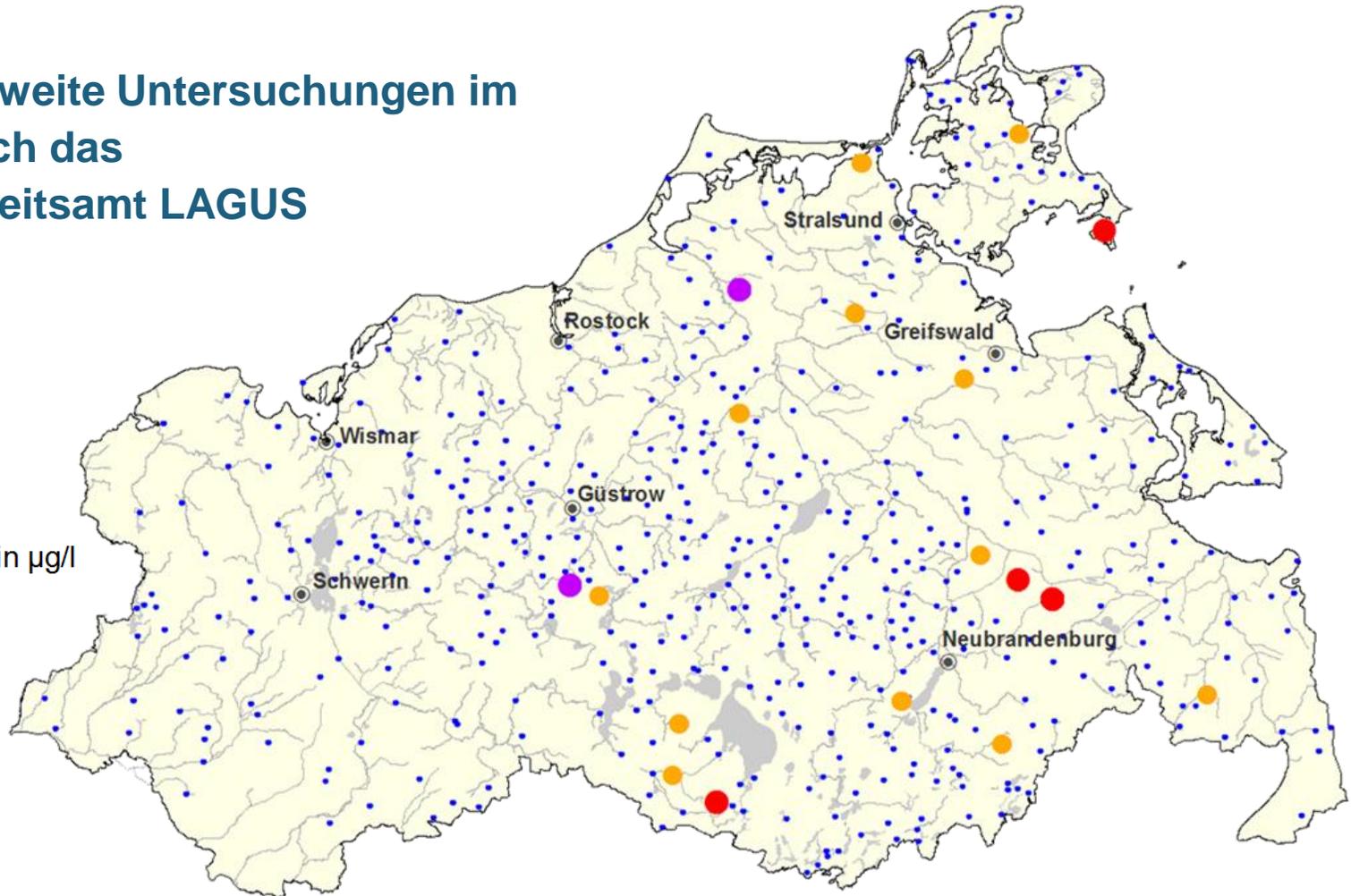
Element	Einheit	Referenzbereich	Patient	Referenzbereich		
				UG	OG	>5*OG
Aluminium	µg/g	- 30	10,9			
Arsen	µg/g	- 2	0,07			
Beryllium	µg/g	-	< 0,006	Wert unterhalb der Nachweisgrenze!		
Bismut	µg/g	-	0,00173			
Blei	µg/g	- 5	4,03			
Cadmium	µg/g	- 0,3	0,285			
Chrom	µg/g	- 2,19	0,46			
Nickel	µg/g	- 2	< 0,3	Wert unterhalb der Nachweisgrenze!		
Platin	µg/g	- 0,04	< 0,002	Wert unterhalb der Nachweisgrenze!		
Quecksilber	µg/g	- 2	0,39			
Thallium	µg/g	- 0,04	0,0003			
Uran	µg/g	- 0,01	0,102			

seit 2004 landesweite Untersuchungen im
Reinwasser durch das
Landesgesundheitsamt LAGUS

Uran im Reinwasser

maximale Konzentration in $\mu\text{g/l}$

- <5
- 5 - 10
- 10 - 20
- >20





Mecklenburg-Vorpommern

Die Uranbelastung von Trinkwasser in Mecklenburg-Vorpommern

04.08.2008

Schweriner Volkszeitung
vom 06.08.2008

Uran aus dem Hahn: Giftwasser in MV

Foodwatch-Studie warnt / Richtwerte gefordert

Experten schlagen Alarm: Fast jeder zehnte Brunnen ist laut einer bundesweiten Studie mit Uran vergiftet. Auch in Mecklenburg-Vorpommern fließt mancherorts giftiges Wasser aus den Hähnen.

Schwerin

Im Land sind die Trinkwasser

allerdings nur in der Mineralwasserverordnung fixiert. Foodwatch fordert darum einen generellen Richtwert auch für Leitungswasser – und das Bundesgesundheitsministerium reagierte: Man prüfe derzeit einen Grenzwert von zehn Mikrogramm pro Liter.

Diesen überschreiten die Wasserwerke in Reimershagen (30,8

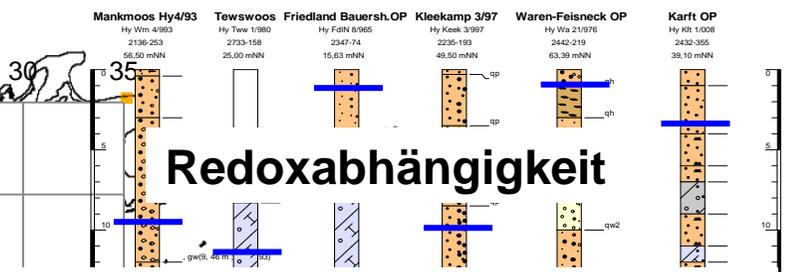
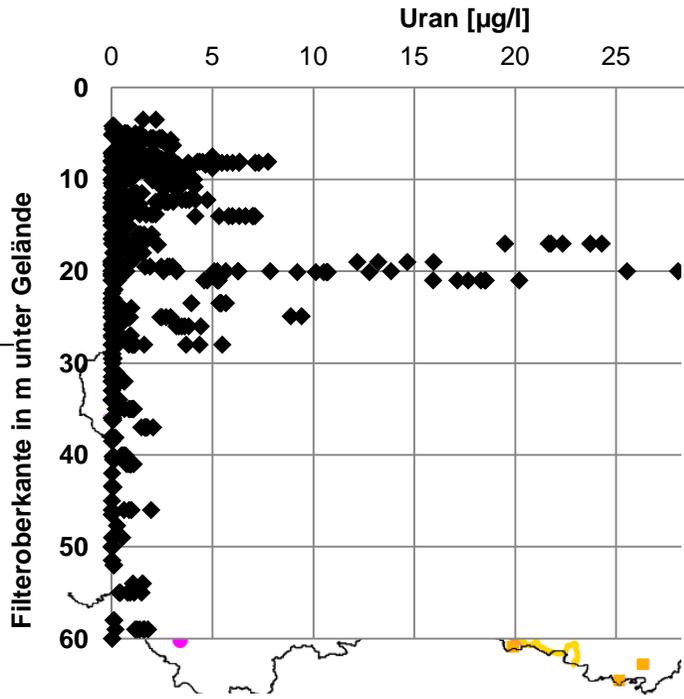
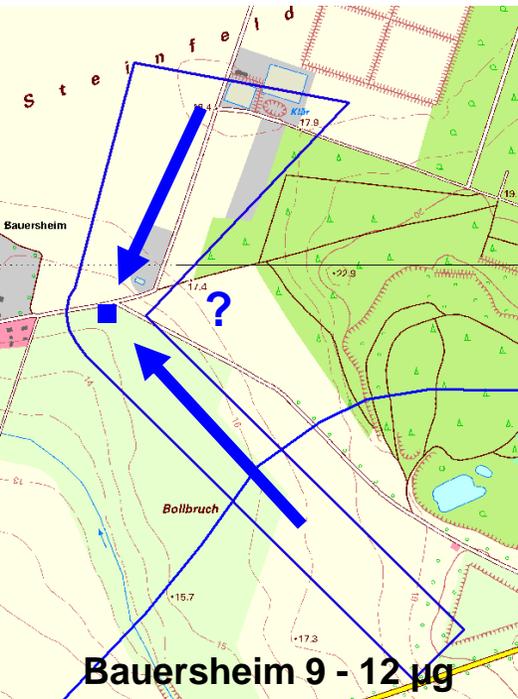
bei Grieben im Landkreis Rostock

den Kommunen dabei Hilfestellung leisten, den Empfehlungen schnellstens nachzukommen."

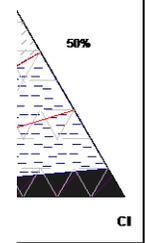
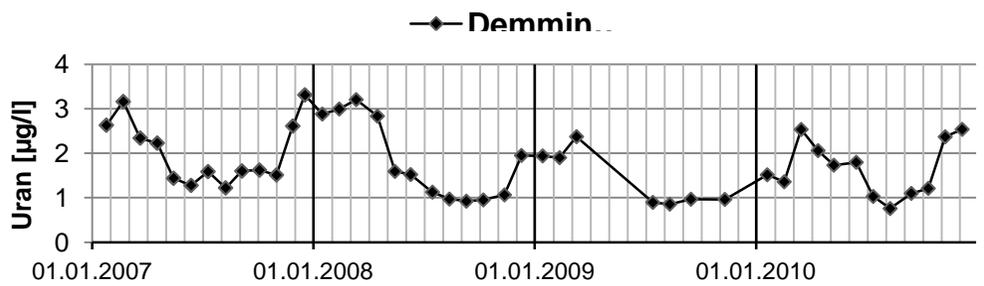
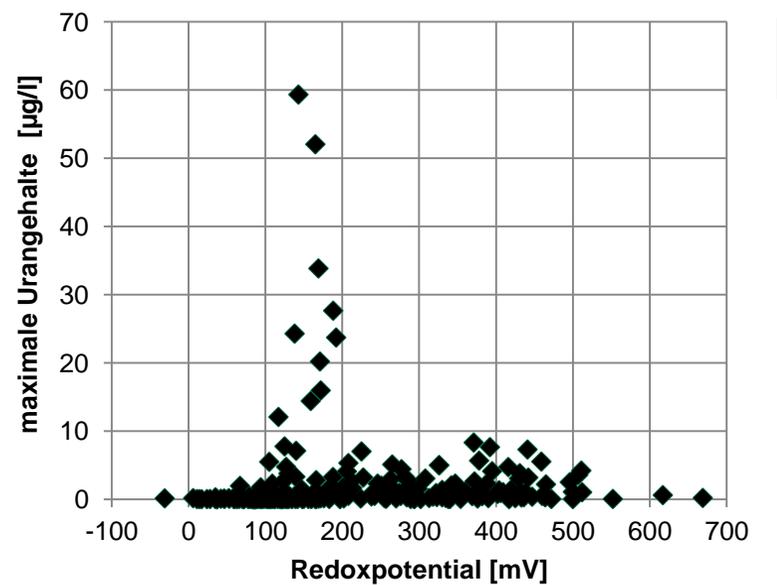
Möglich ist die Senkung der kritischen Uran-Werte unter anderem durch den Einbau spezieller Filter und das Mischen von verschieden stark belastetem Wasser. Einige Betreiber haben auch bereits Brunnen stillgelegt, zumal der Uran-Wert auch vom Bo-

- seit 2007 Uran-Messung in allen Umweltmedien (LUNG-Labor)
- 2009 Beteiligung des LUNG

Aktivitäten und Irrwege.....



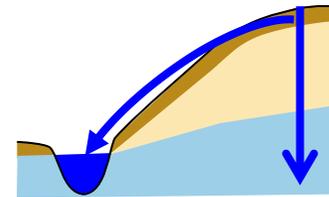
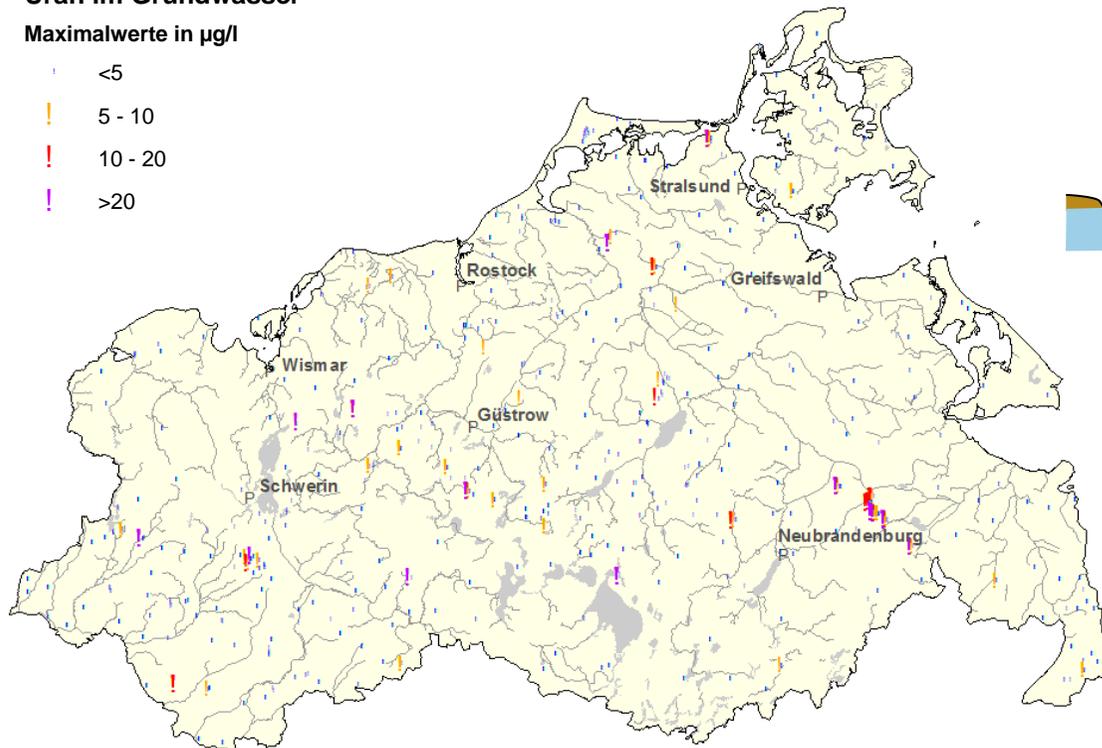
maximale Uran-Gehalte in den Landesmessstellen M-V 2007-2011 [µg/l]



Uran im Grundwasser

Maximalwerte in $\mu\text{g/l}$

-  <5
-  5 - 10
-  10 - 20
-  >20

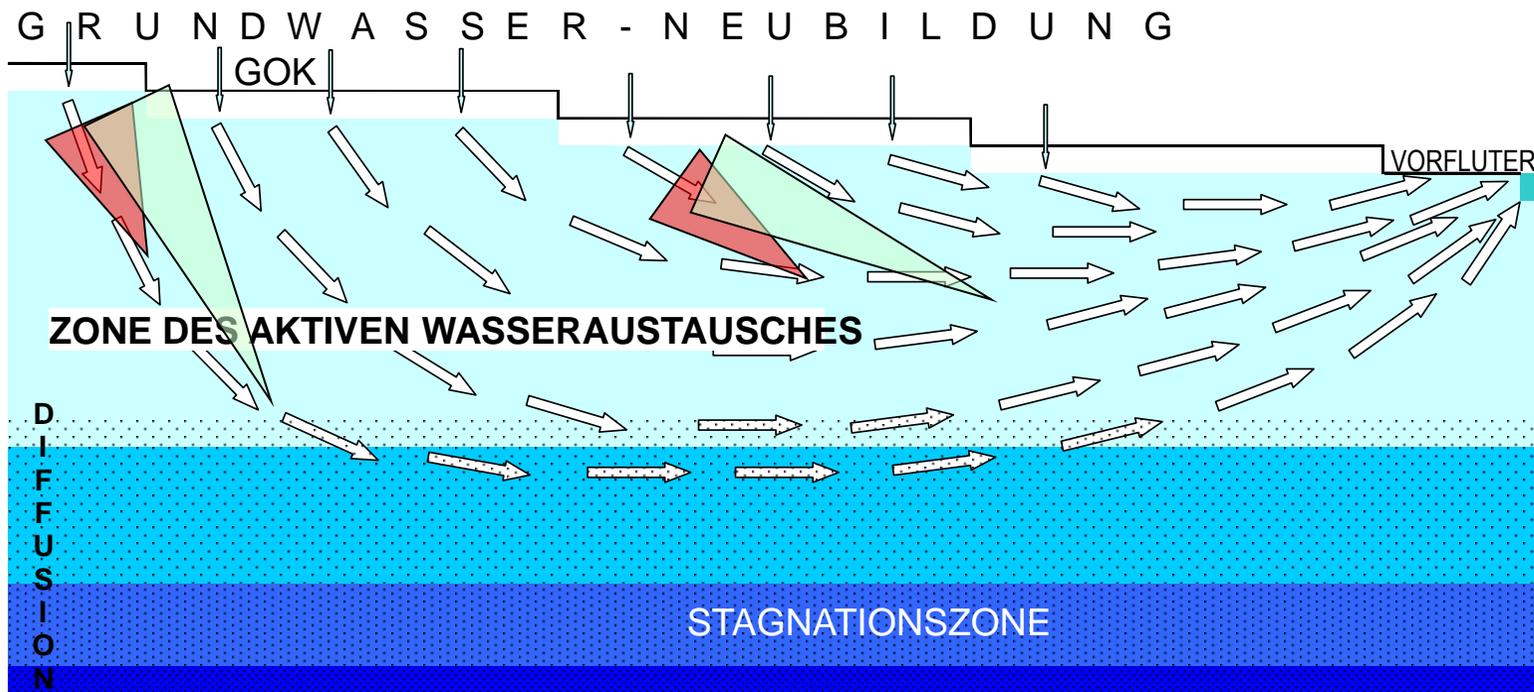


Trinkwasser
Grundwasser
Uranisotopenverhältnisse
Böden
Gesteinsuntersuchungen
Dränausläufe
Fließgewässer
Seesedimente

- **2012 Besuch Asse – Kontakt mit TU Clausthal**
- **2013 Modellrechnung TU Clausthal**

Das geogene System **ohne** anthropogenen Nitrateintrag

Eintrag von **molekularem, gelöstem Sauerstoff $O_{2(aq)}$ Oxidationsmittel**
Eintrag von **gelöstem organ. Kohlenstoff $DOC_{(aq)}$ Reduktionsmittel**

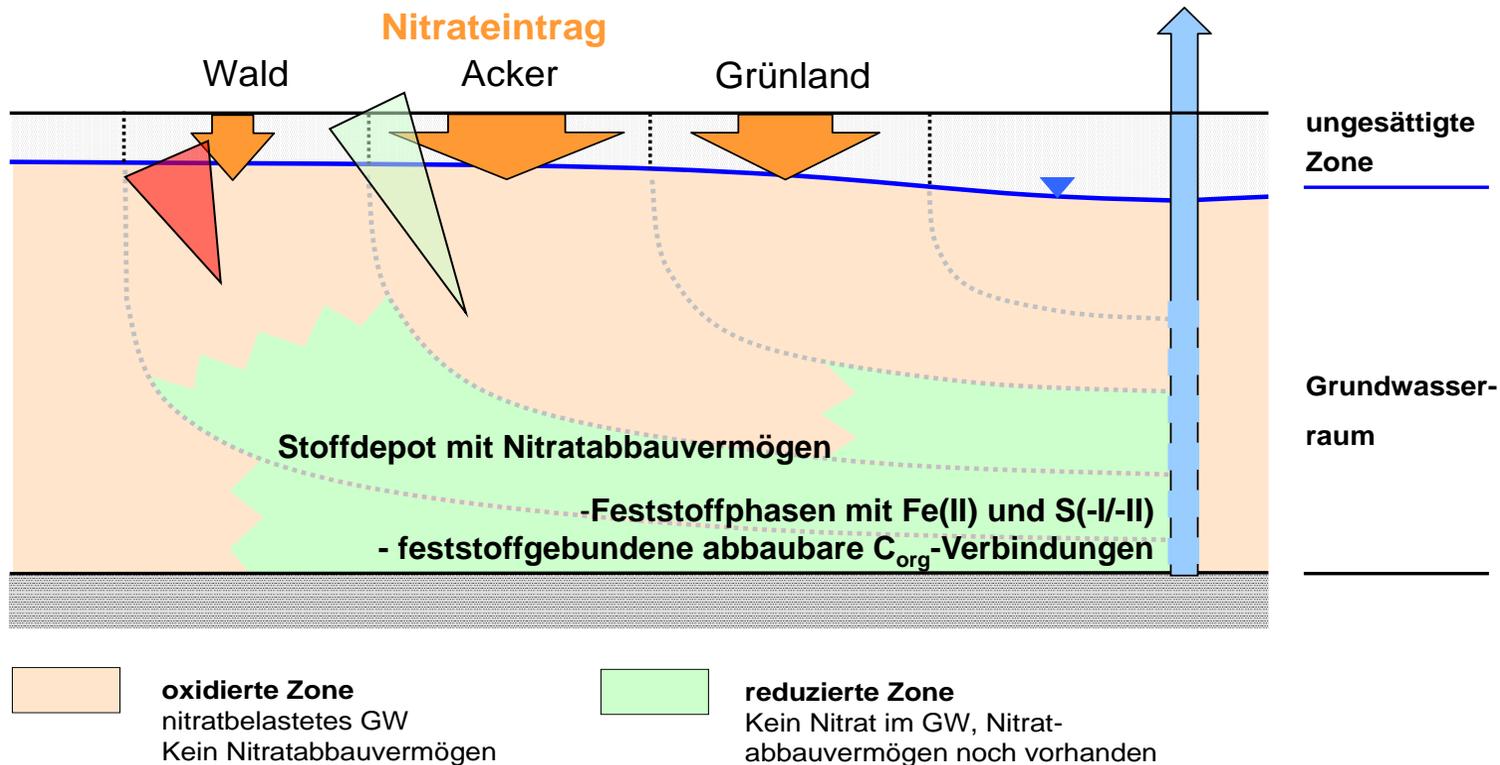


In Grundwasserleitern hat sich seit der letzten Eiszeit ein Feststoffdepot mit Nitratabbau-Vermögen aufgebaut:

- Feststoffphasen mit Fe(II) und S(-I/-II) (Pyrit)
- Feststoffgebundene abbaubare C_{org}^- Verbindungen

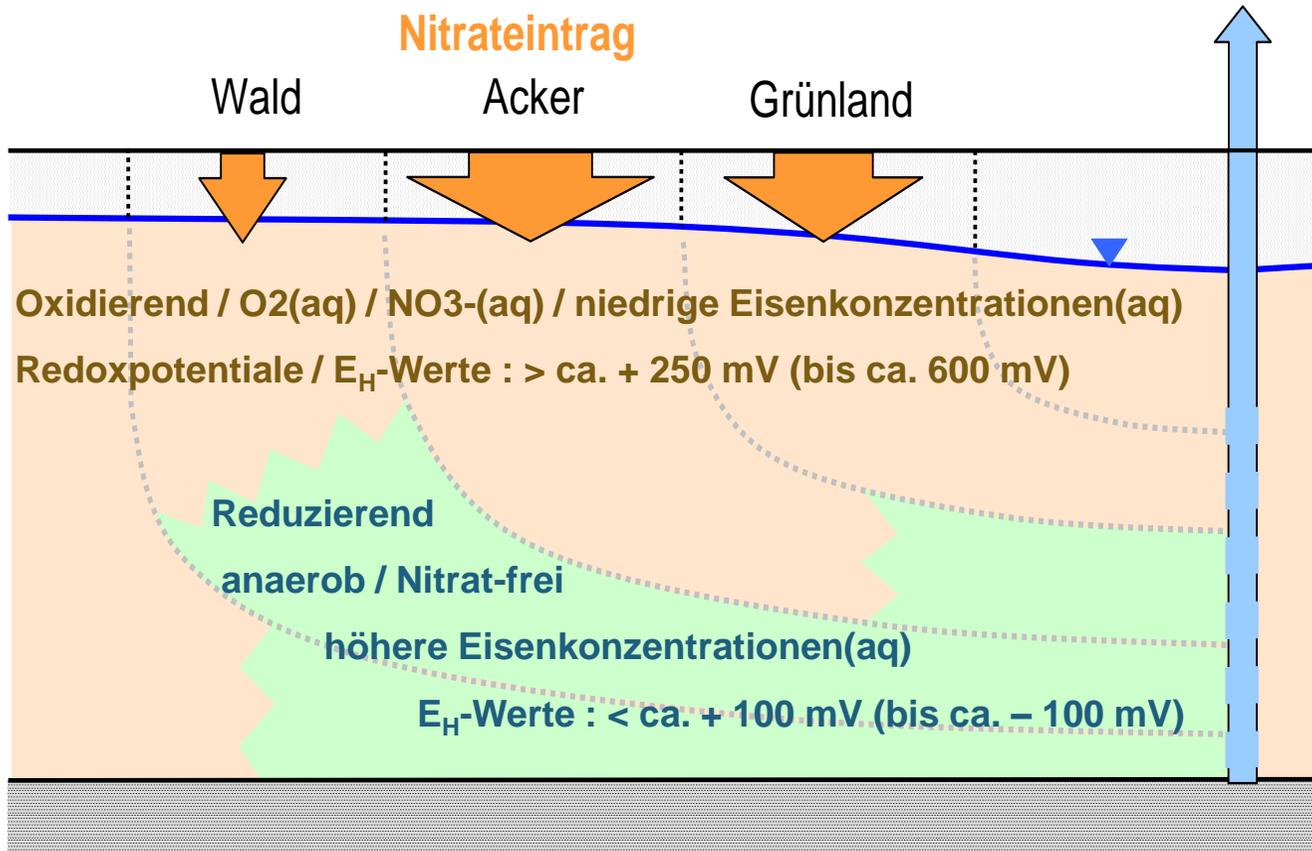
Das System **mit** anthropogenem Nitrateintrag (Dünge-Überschuss)

- ◀ Eintrag von **molekularem, gelöstem Sauerstoff $O_{2(aq)}$** Oxidationsmittel
- Eintrag von **gelöstem organ. Kohlenstoff $DOC_{(aq)}$** Reduktionsmittel ▶
- ▶ Eintrag von **Nitrat / NO_3^-** Oxidationsmittel

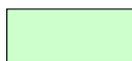


Schichtung des Grundwassers

Redoxkonversion & Redoxsprung



oxidierte Zone
nitratbelastetes GW
Kein Nitratabbauvermögen



reduzierte Zone
Kein Nitrat im GW, Nitrat-
abbauvermögen noch vorhanden

Die Lage der Redoxgrenze zeigt an, bis in welche Tiefenlage das Denitrifikationsvermögen bereits aufgebraucht ist.

Autotrophe Denitrifikation

= Nitrat-Umwandlung unter Mitwirkung von natürlichen, feinverteilten, Sulfid-haltigen Gesteinsbestandteilen wie Pyrit.

Pyrit (FeS_2) ist ein Eisensulfid, das auch als Schwefelkies oder Katzungold bekannt ist.

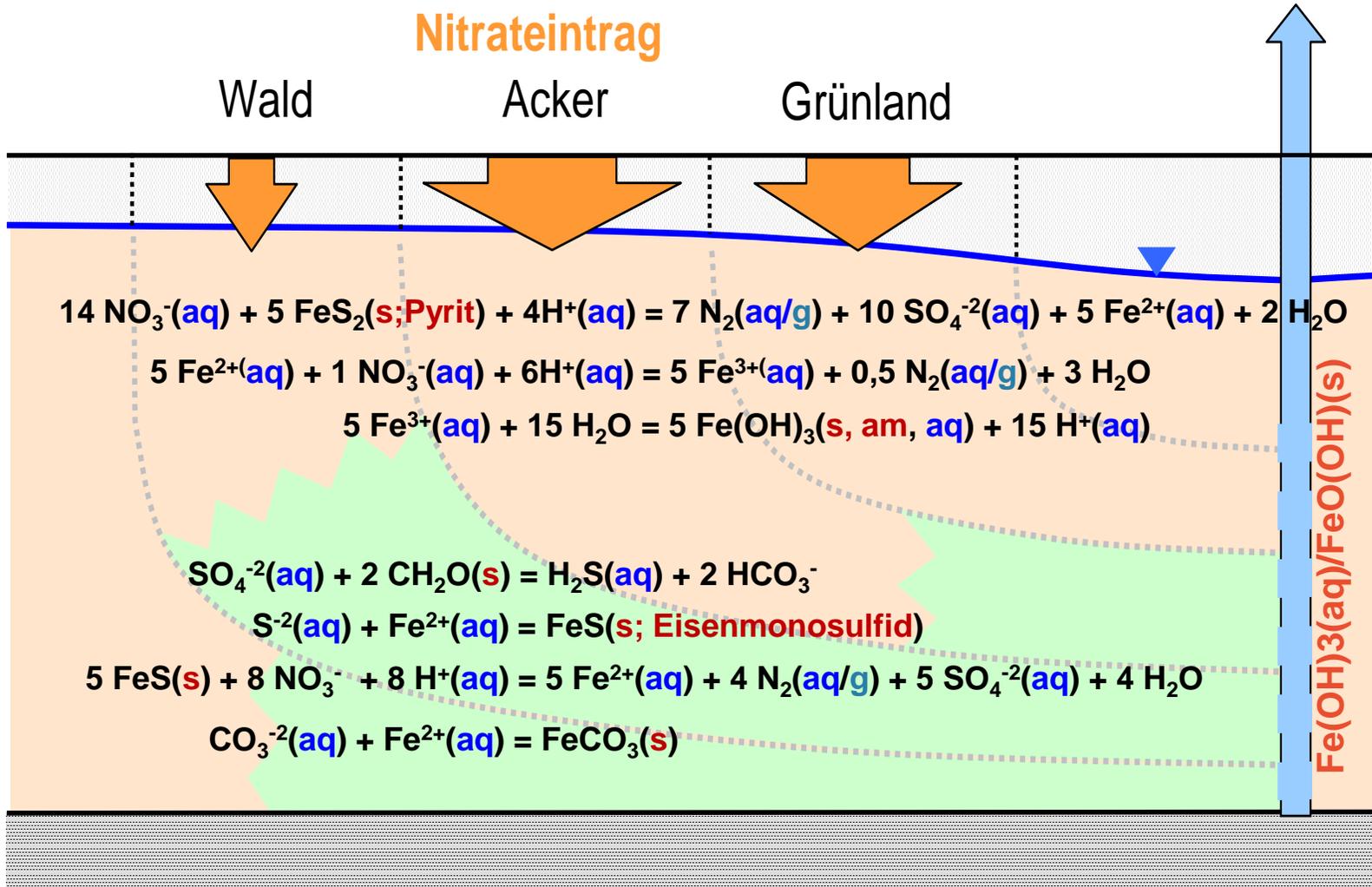
Reaktion im Grundwasser:



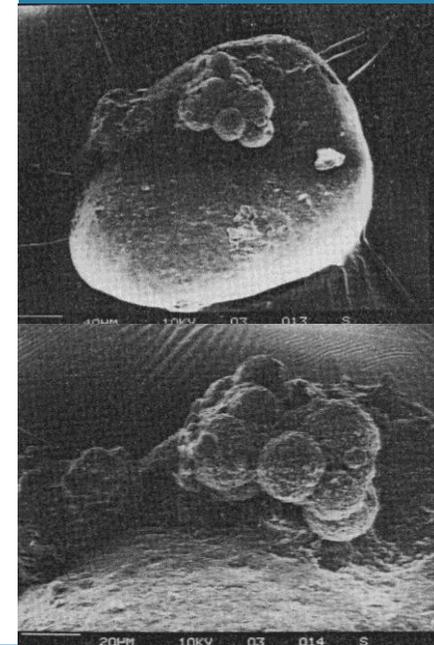
Abbildung aus Wikipedia 2012

Roll front:

Mobilisation/Demobilisation/Remobilisation von Eisen bei der Redoxkonversion

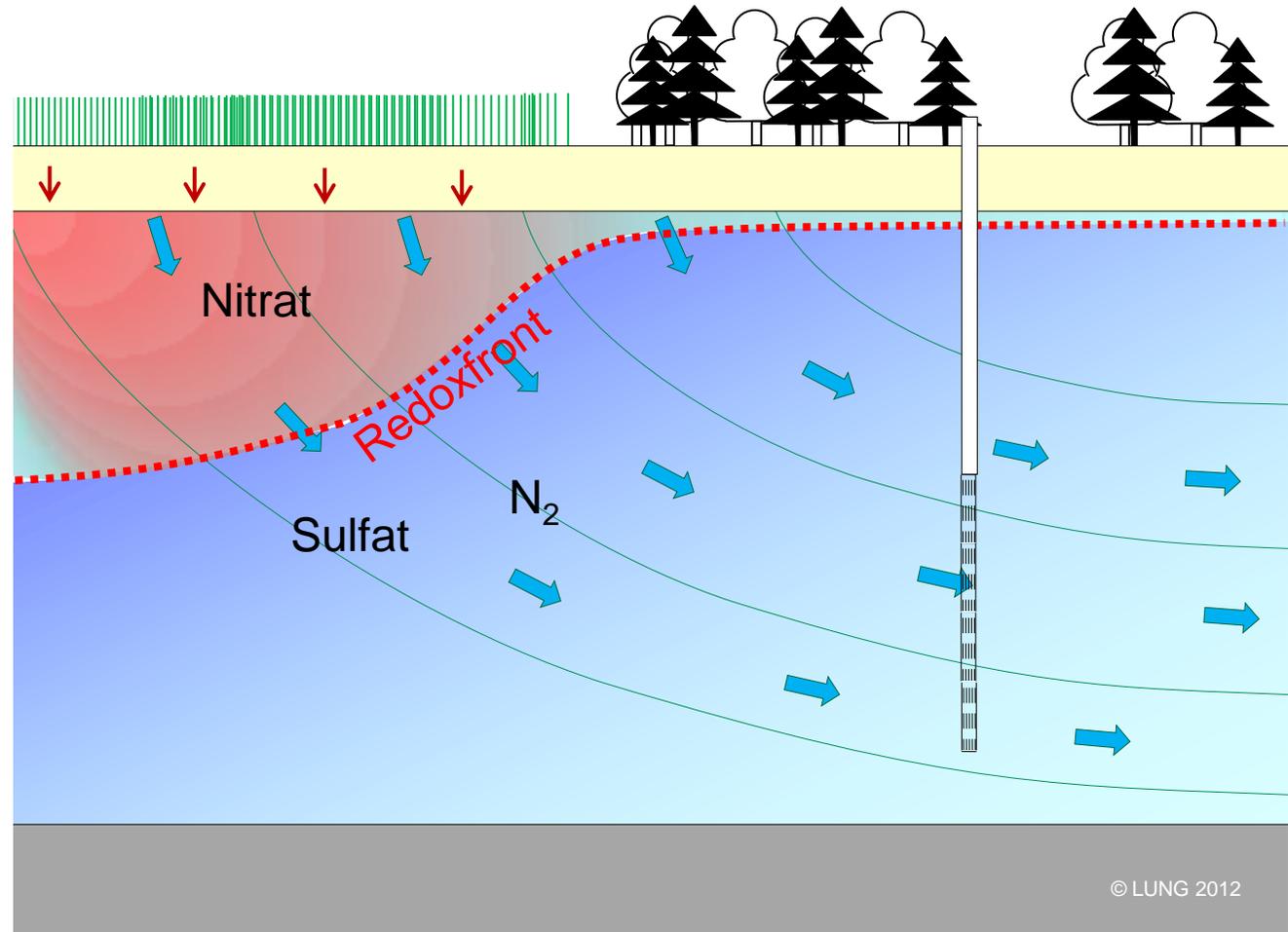


Amorphes, also leicht lösliches Eisenmonosulfid an einem Quarzkorn unter dem Rasterelektronenmikroskop



Anstieg und Transport des Sulfats

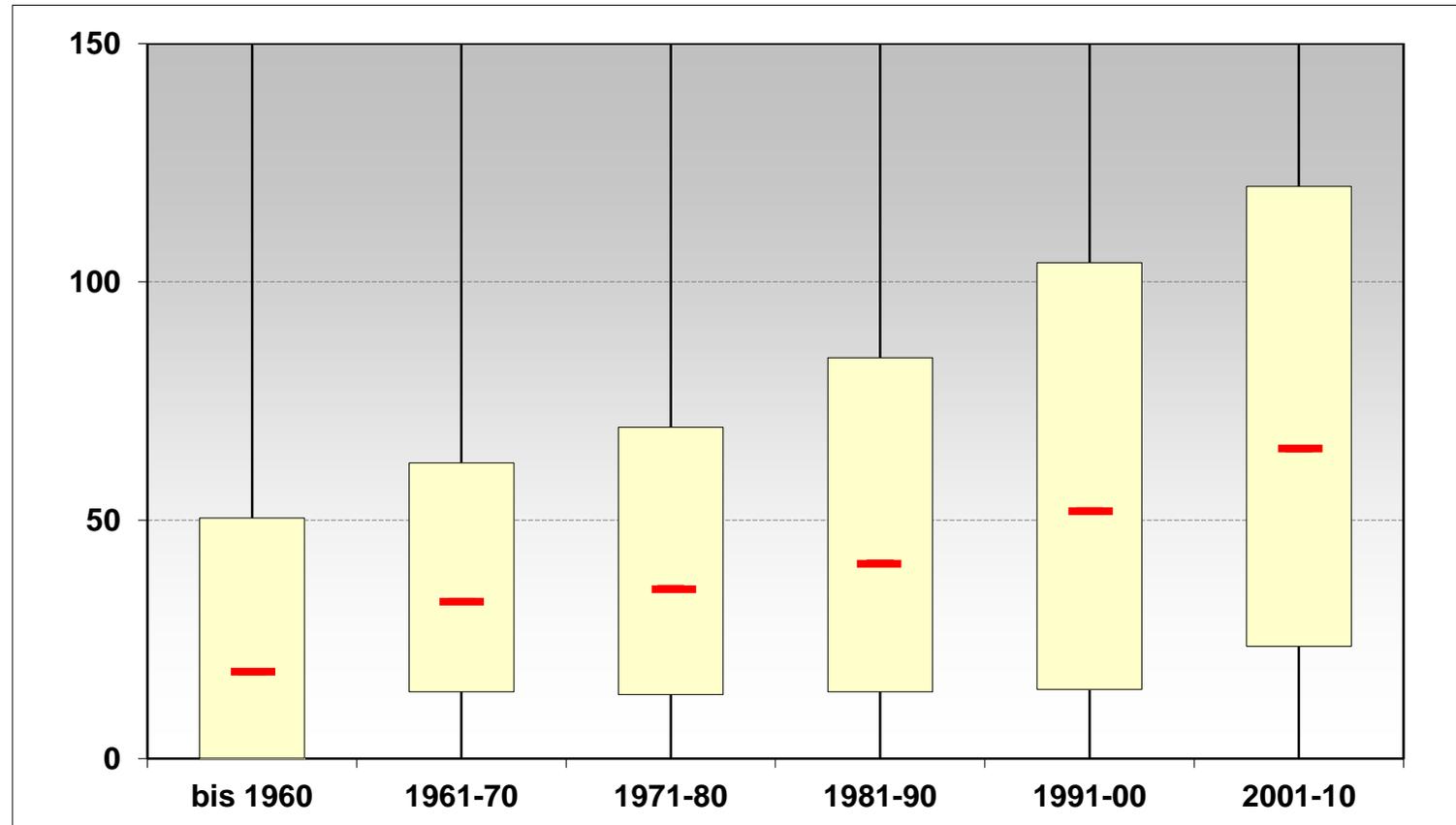
Das neu gebildete Sulfat wird mit dem Grundwasserabstrom weiter verfrachtet und gelangt so in die Förderbrunnen.



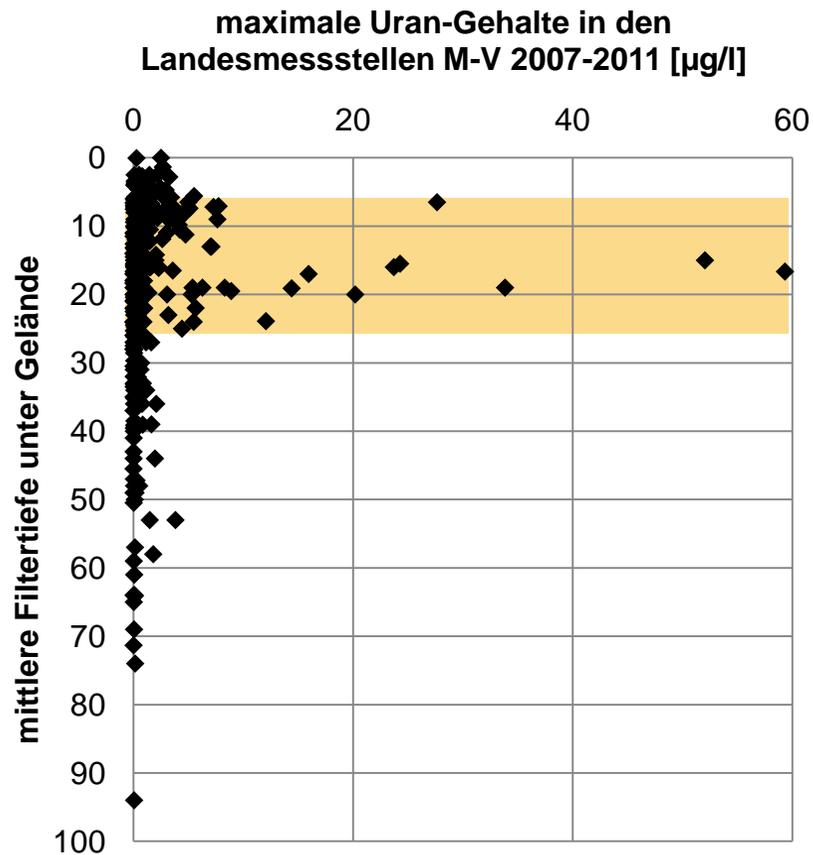
Entwicklung der Sulfatgehalte in M-V

Die Auswertung sämtlicher im Archiv des LUNG MV verfügbaren Sulfatwerte aus Grundwasser zeigt einen ständigen, langsamen Anstieg des Medianwertes.

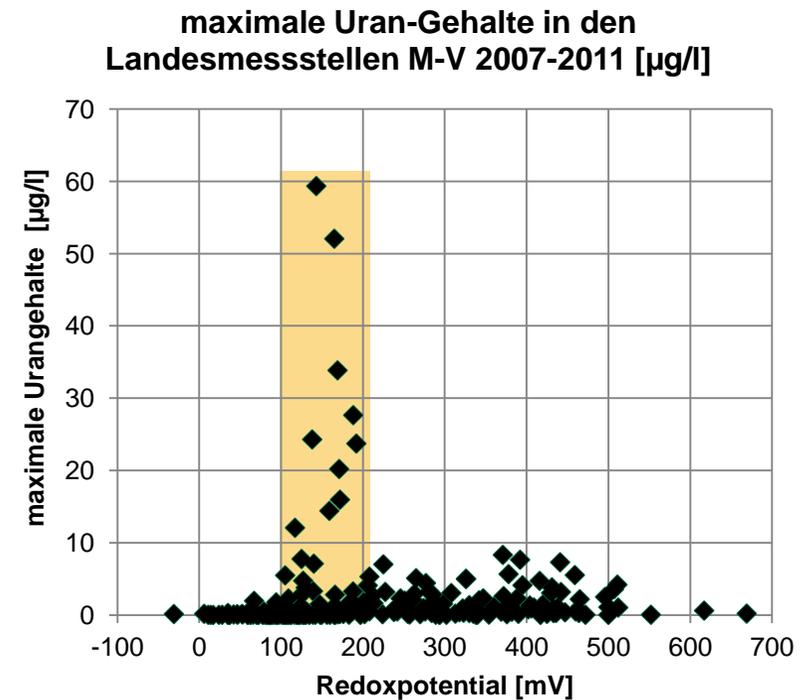
Sulfat - Medianwerte



Tiefenabhängigkeit

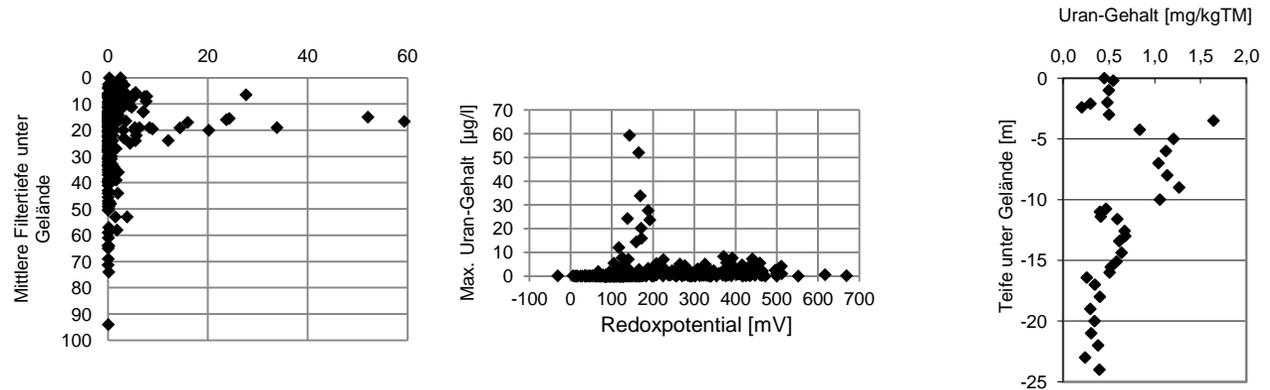
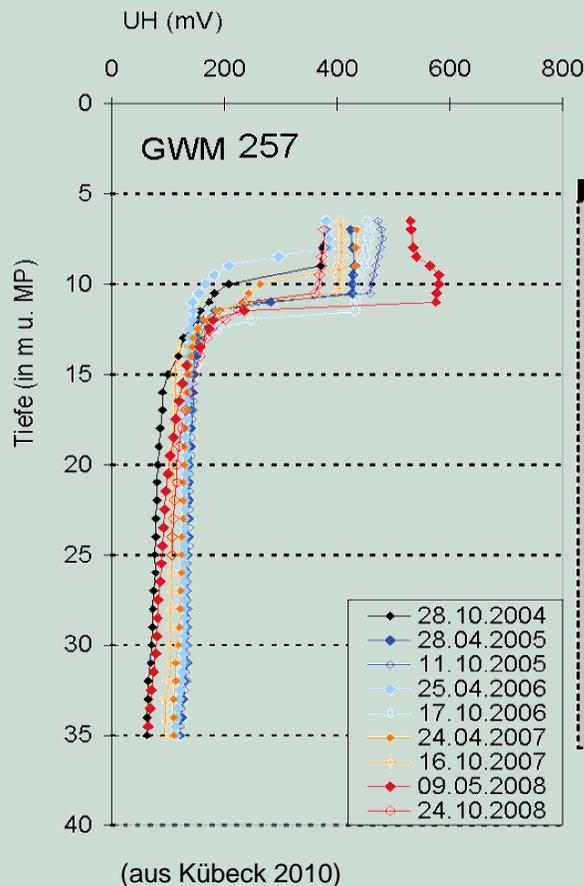


Redoxabhängigkeit



Arbeitshypothese: Starke Schichtung des Grundwassers

Redox-Tiefenprofil (Beispiel)



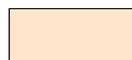
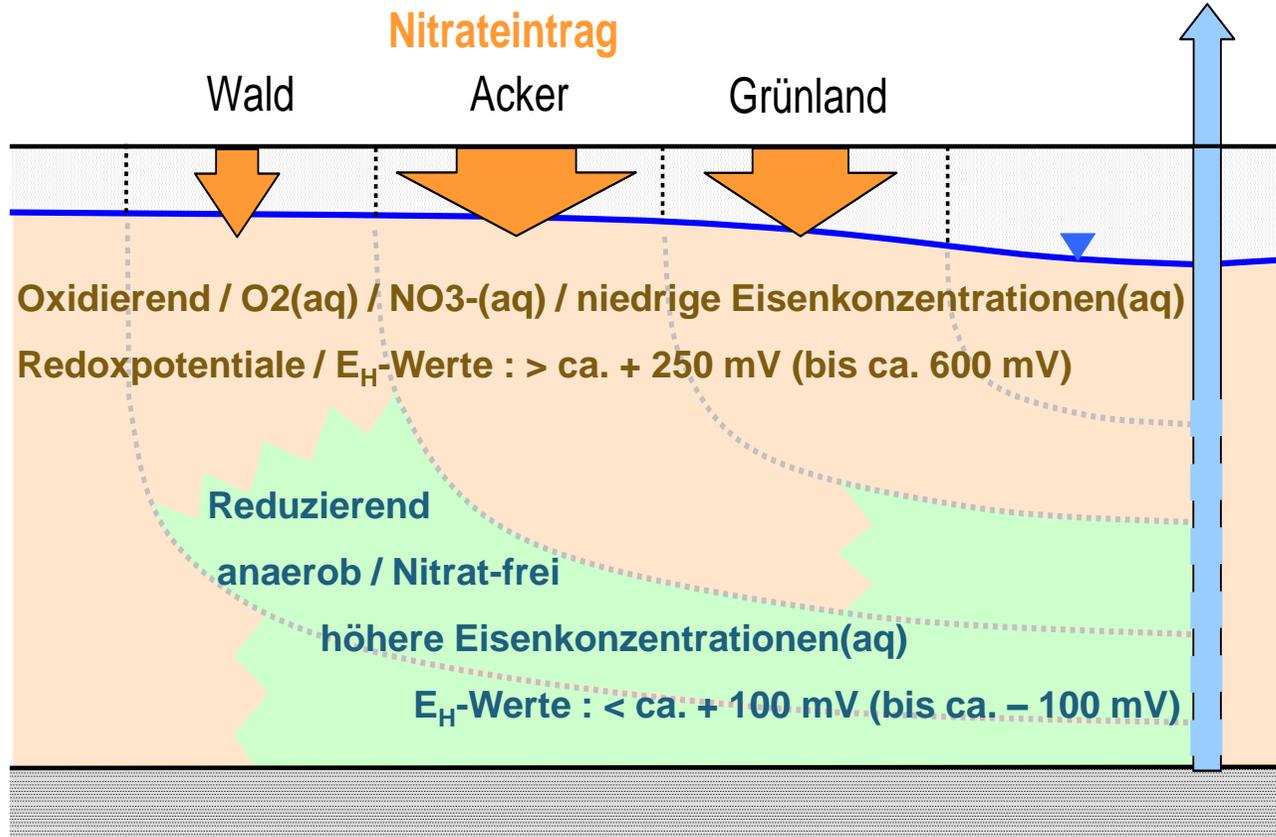
Kooperation mit der TU Clausthal

Hydrogeochemisches 3D-Stofftransportmodell:

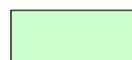
Erste, vorläufige, rein generische Modellierung
der Mobilisation/Demobilisation/Remobilisation
von Uran (roll front)

roll front

Redox-abhängige Mobilität von Uran



oxidierte Zone
nitratbelastetes GW
Kein Nitratabbauvermögen



reduzierte Zone
Kein Nitrat im GW, Nitrat-
abbauvermögen noch vorhanden

Modell-Annahmen:

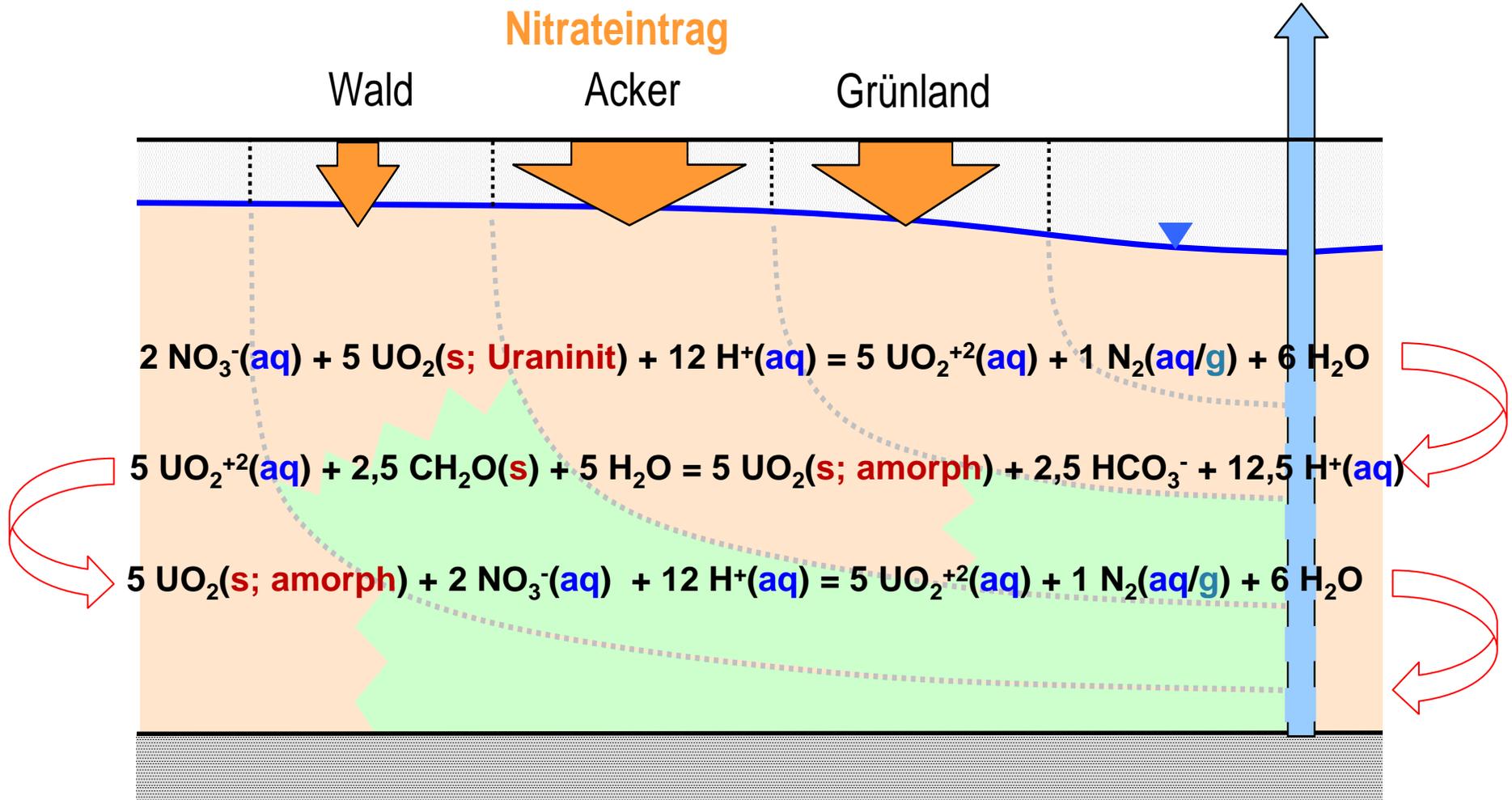
Stoffdepot mit Uranphasen
(ca. 1 mg U/kg Feststoff)

Stoffdepot ist geogen
(Uraninit; $UO_{2(c)}$; U(IV) + ??)

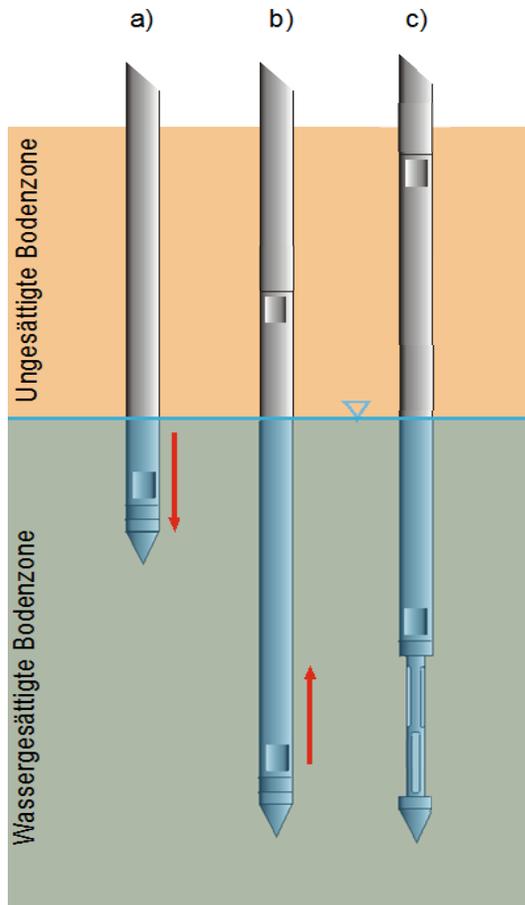
Sicher nicht zu 100% im
Grundwasser mobilisierbar
(Ansatz: $\leq 10\%$)

Roll front:

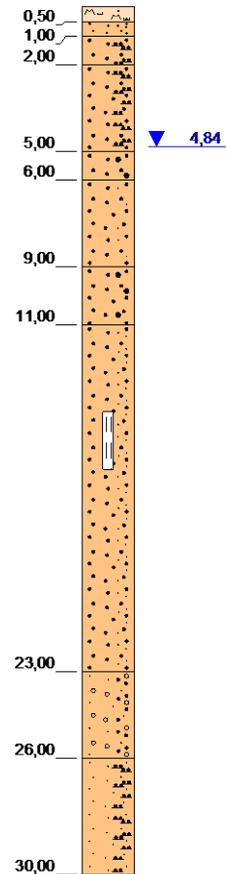
Mobilisation/Demobilisation/Remobilisation von Uran bei der Redoxkonversion



Tiefenabhängige Probenahme

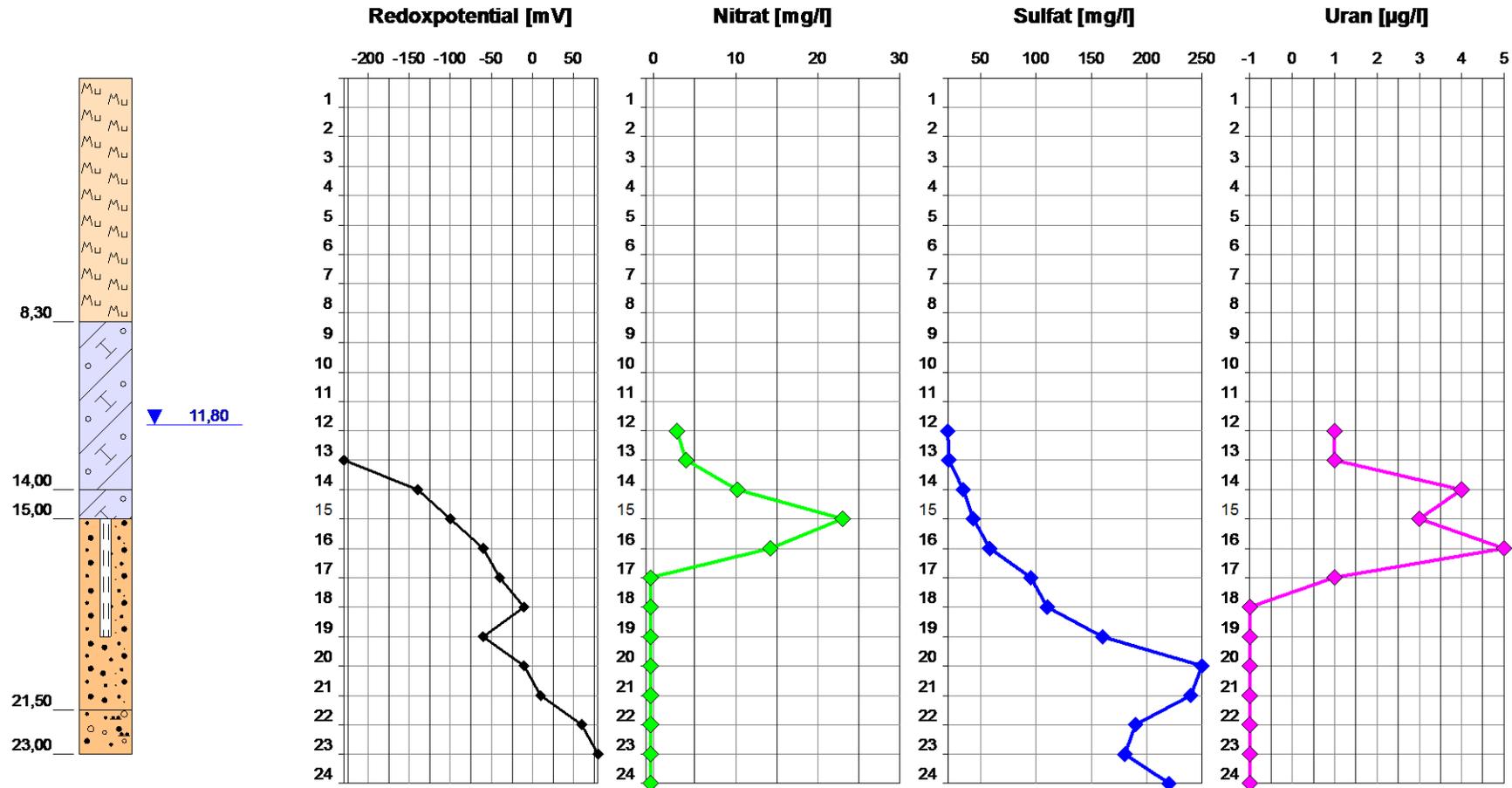


Grundwassersondierung Schwerin Süd



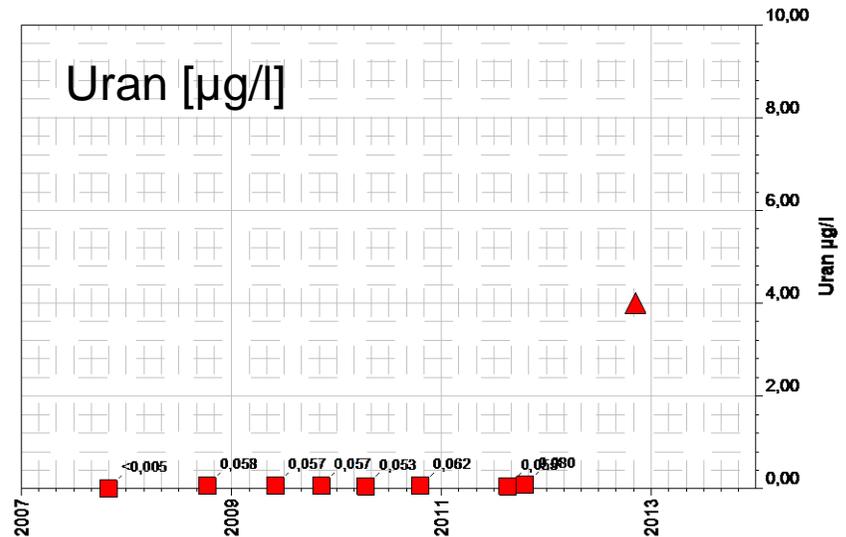
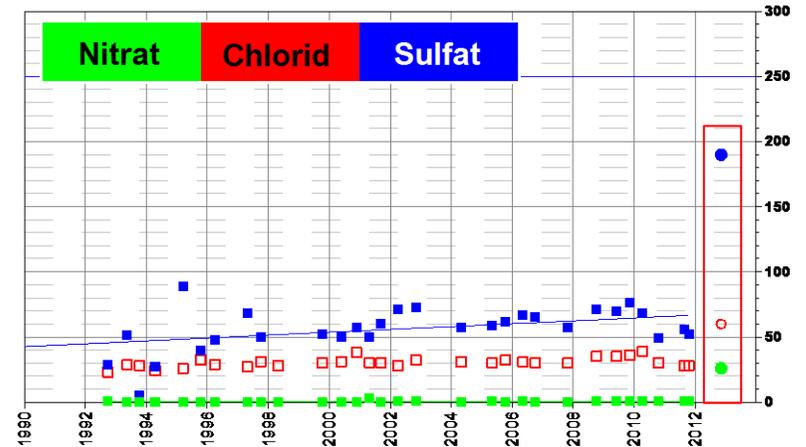
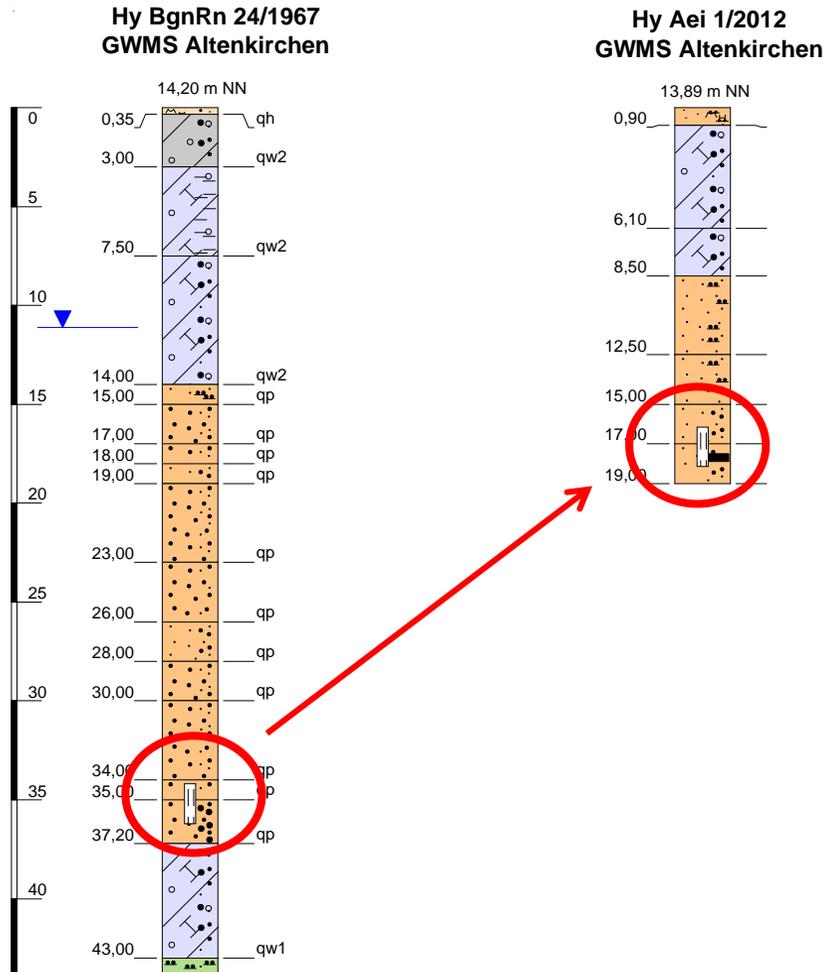
Grundwassersondierung Tewswos

GWMS Tewswos



Ersatzneubau GWMS Altenkirchen (Dez. 2012)

Änderung der Filterlage führt zu erhöhten Konzentrationen



Gegenwärtige Befundsituation im Grundwasser in MV

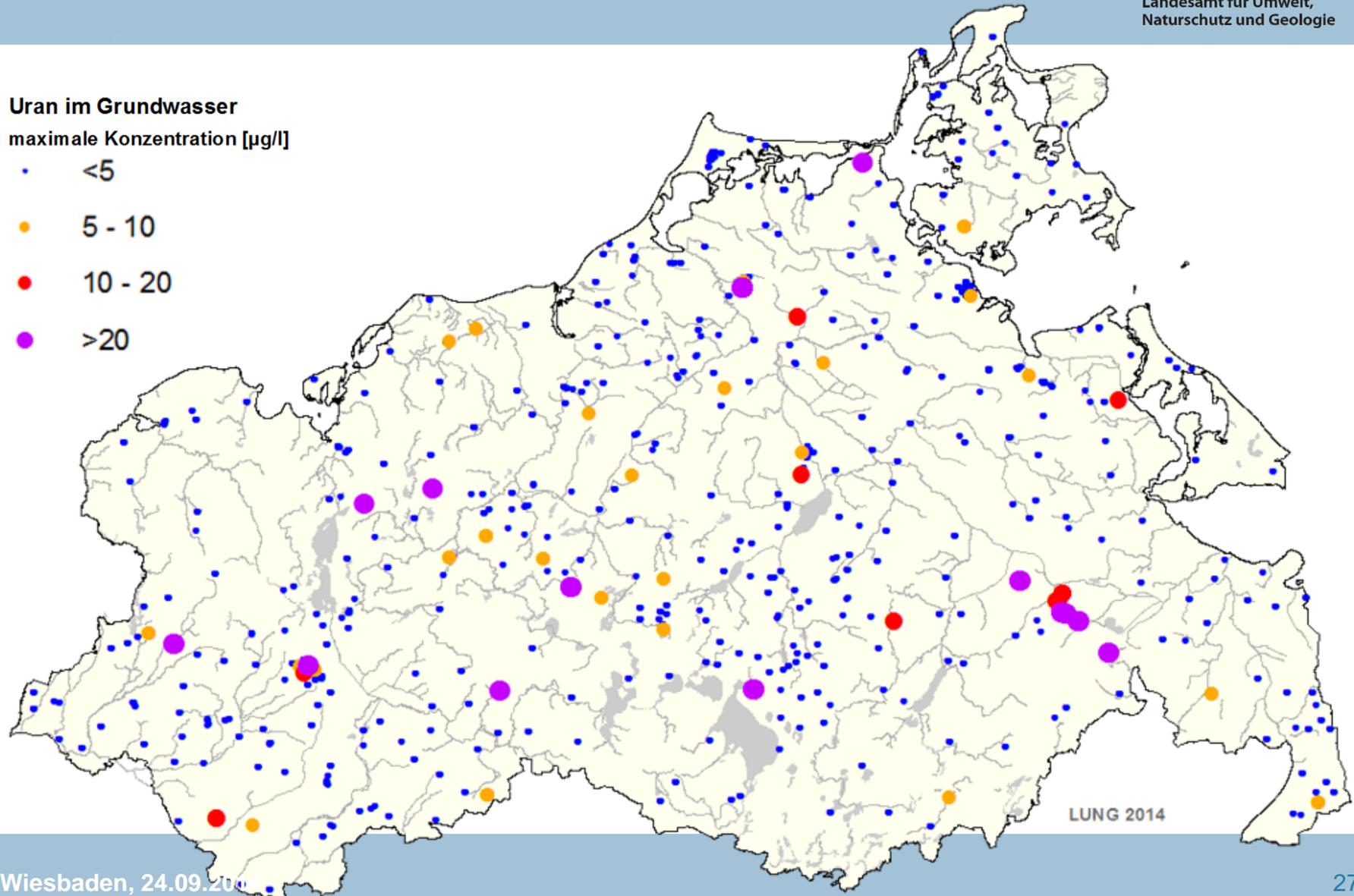
Uran im Grundwasser
maximale Konzentration [$\mu\text{g/l}$]

• <5

• 5 - 10

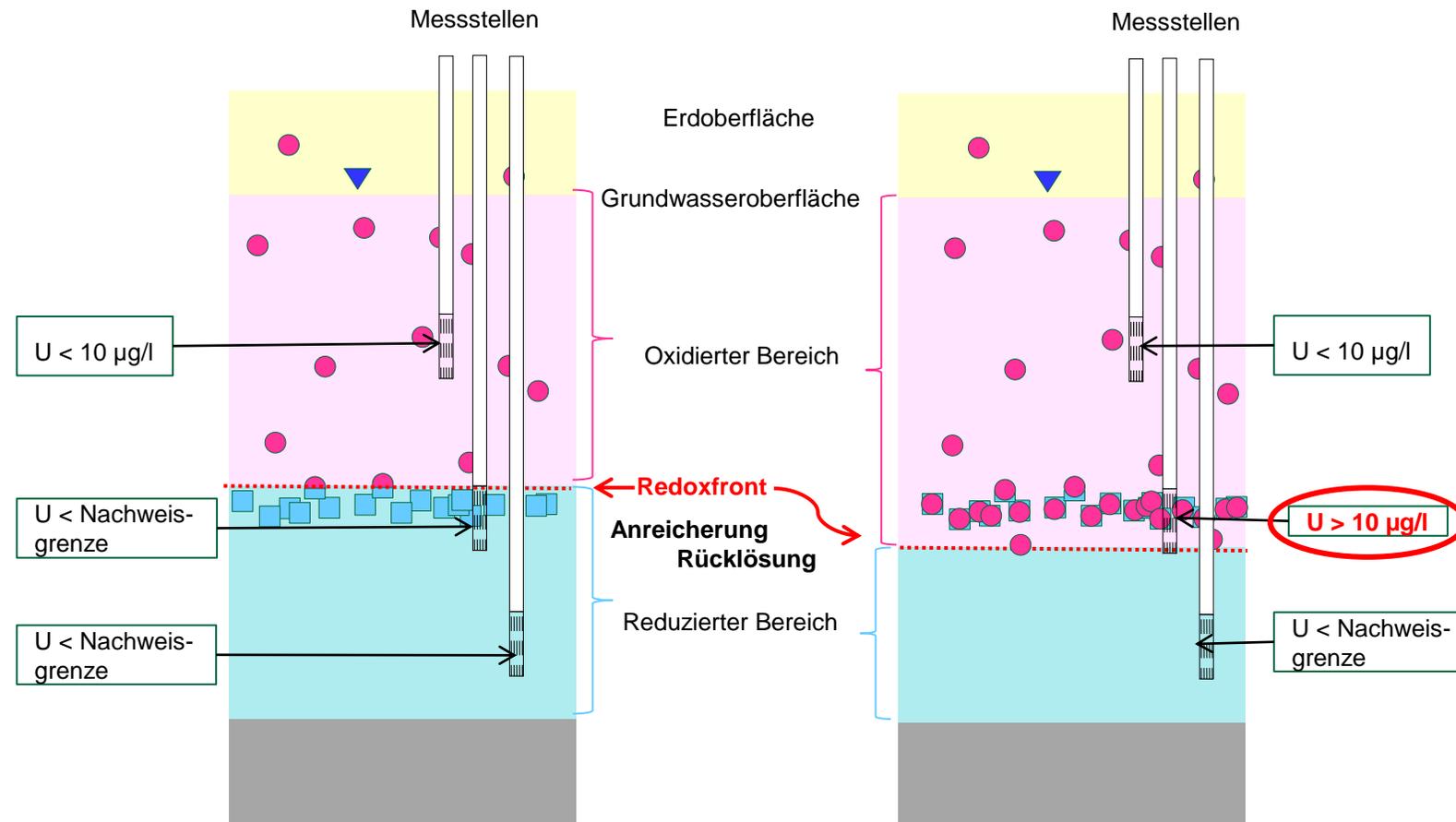
• 10 - 20

• >20



Ausfällung

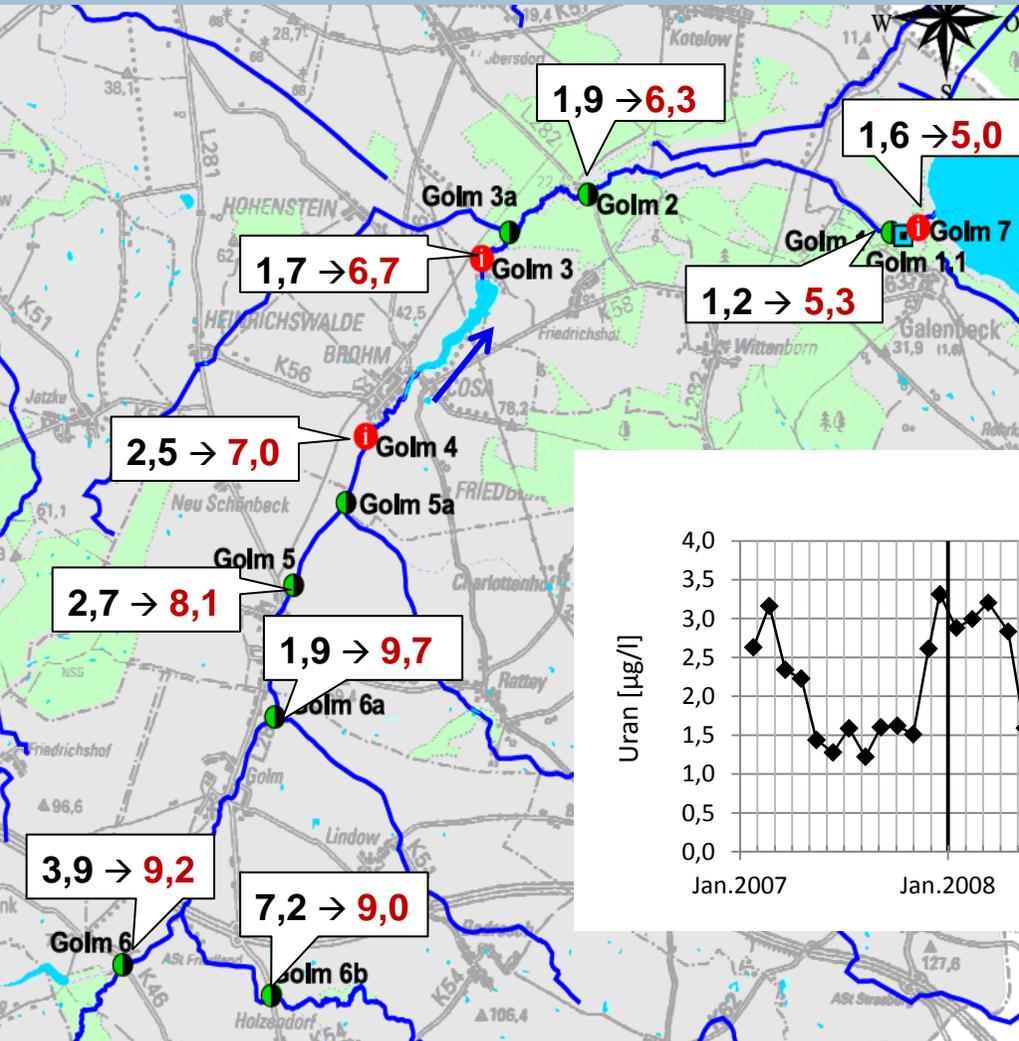
Rüchlösung



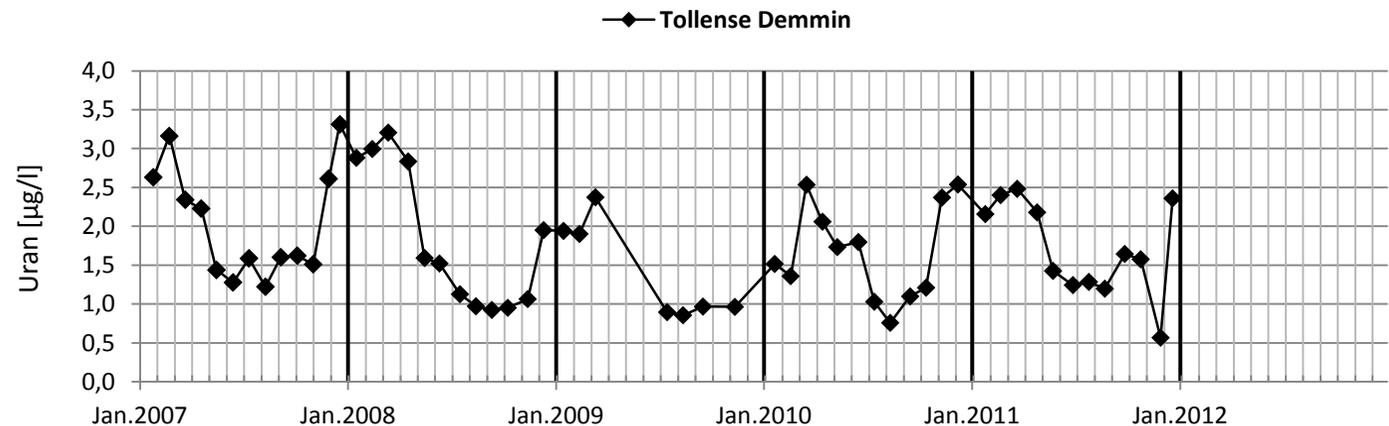
Im nebenstehenden Bild sind die beiden letzten Hauptreaktionen nach der Mobilisation des geogenen Uranminerals UO_2 (s; Uraninit) dargestellt.

- die Ausfällung (Demobilisation) des im Wasser gelösten Urans ($\text{UO}_2^{2+}(\text{aq})$)
- und die Rücklösung (Remobilisation) des amorphen Urandioxid ($\text{UO}_2(\text{s}; \text{amorph})$)

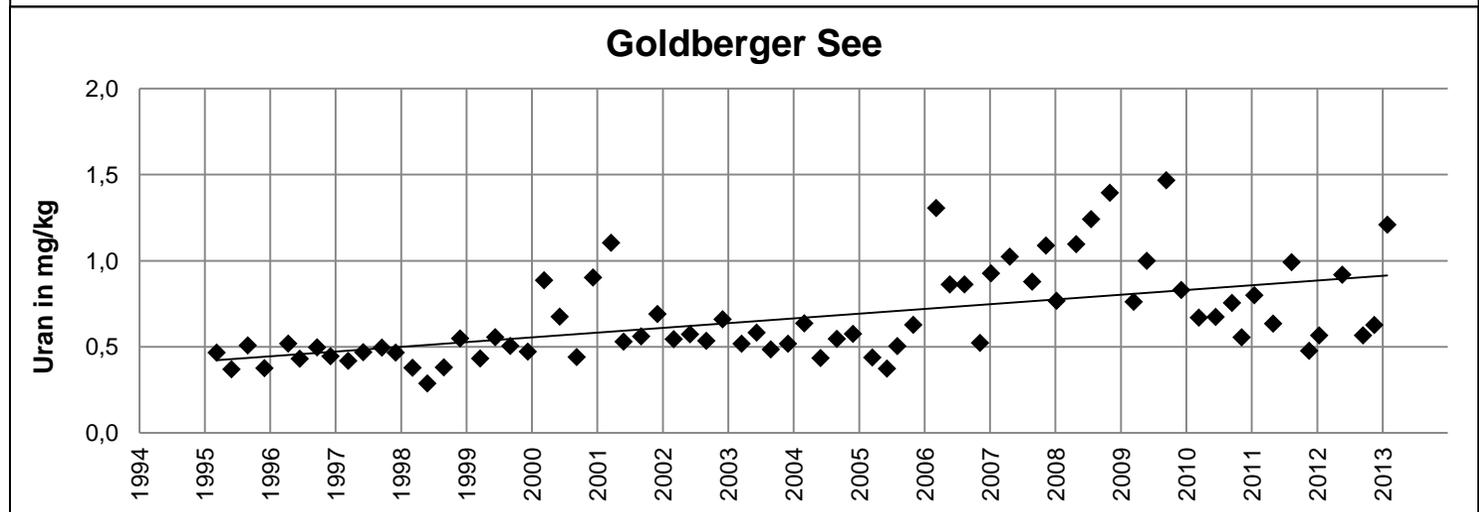
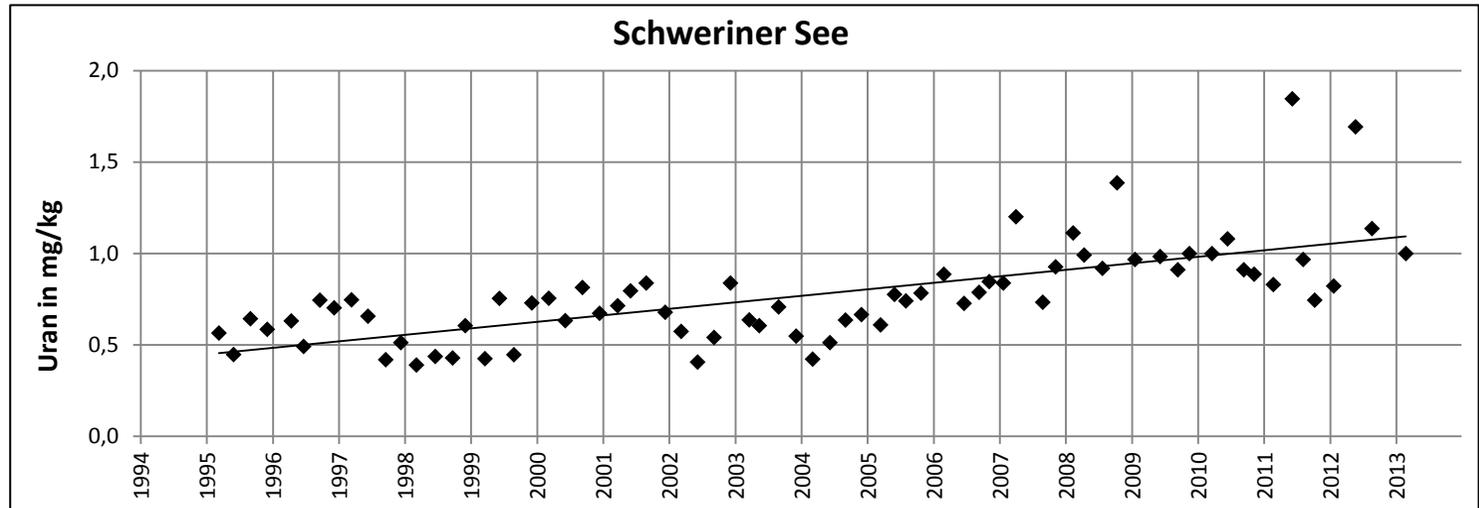
mit der Anreicherung von Uran im Grenzbereich der Redoxfront in Bezug zu Uranbefunden in Grundwassermessstellen dargestellt.



- Jahresgang
- Auswaschung des Bodens
- Pflanzenverfügbarkeit nicht gegeben



Seesedimente: Zeitreihen



Datenquelle: Radioaktivitäts-
überwachung des Landes
(LUNG)

Entnahmestelle der
Sedimentproben: Ufernähe

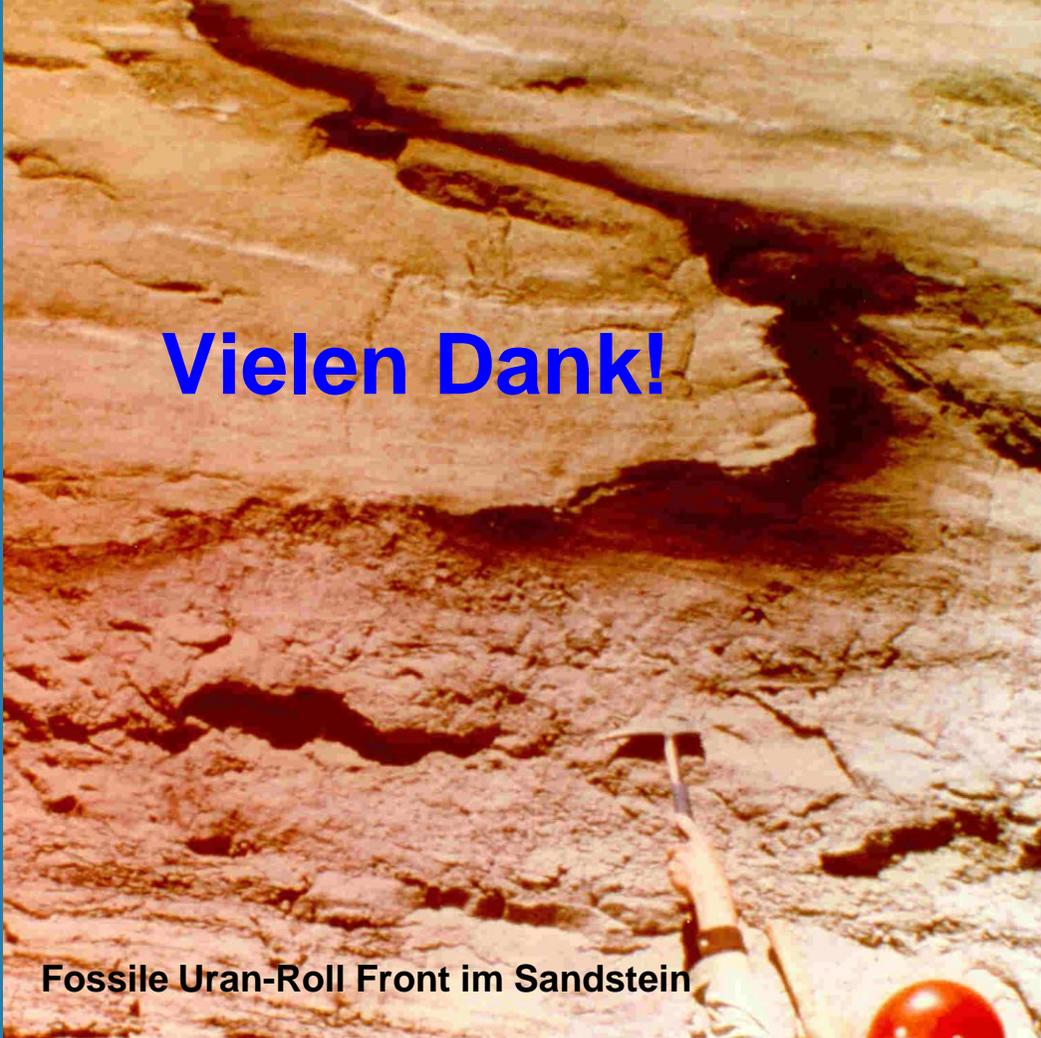
Seit vielen Jahren werden 12
Seen, die alle im Laufe der
Jahre langsam steigende
Urankonzentrationen zeigen,
regelmäßig beprobt.

(s. Kap. 2.4.2)

Zeit	1994 - 2013
n	882
MAX	1,99
MEDIAN	0,74

Weitere Untersuchungen:

- Vertiefung der Feststoffanalytik
(Kooperation mit der TU Clausthal
und Uni Greifswald)
- Grundwassersondierungen
- Isotopenuntersuchungen



Vielen Dank!

Fossile Uran-Roll Front im Sandstein