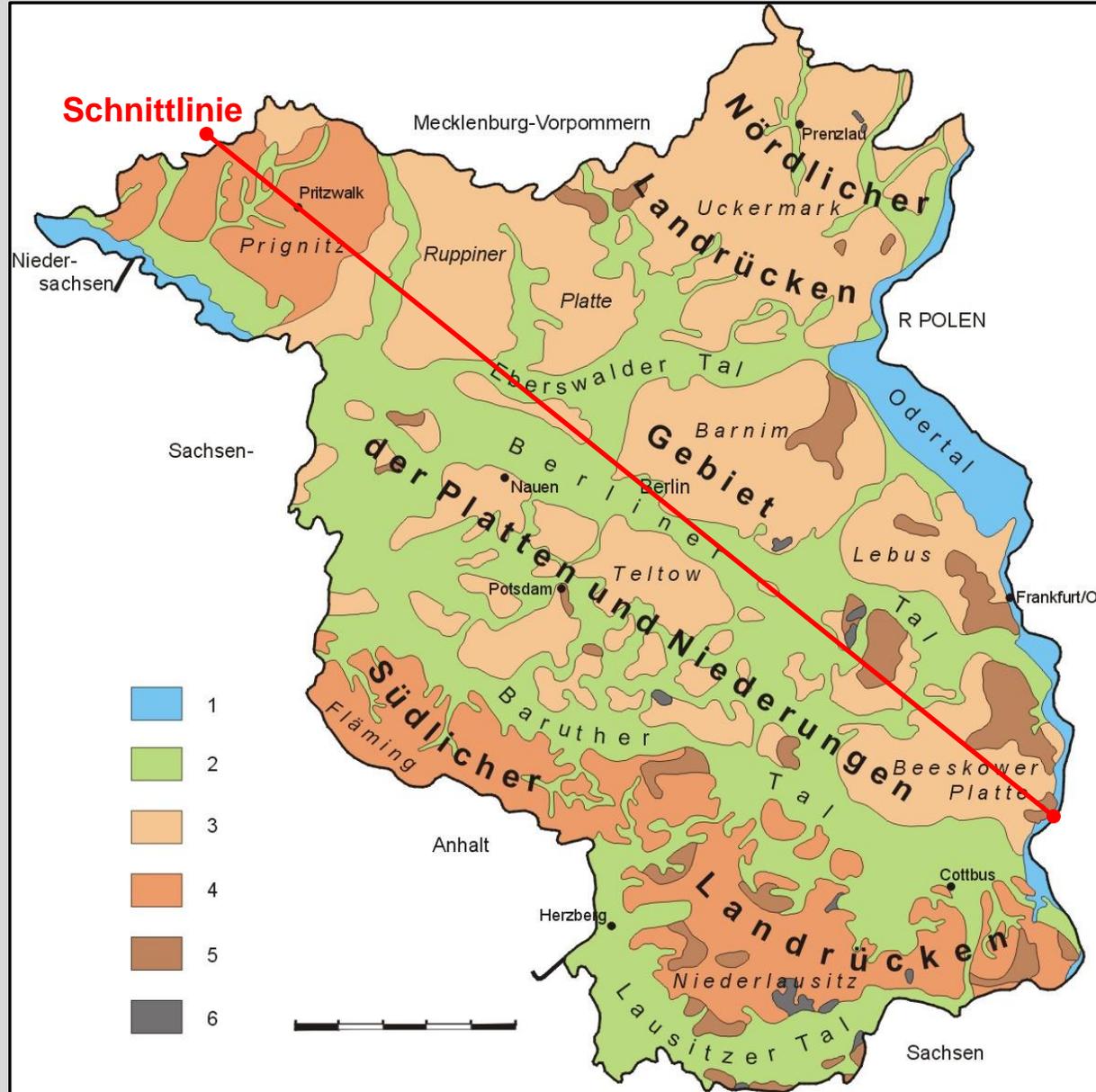


Uran im Grund- und Trinkwasser

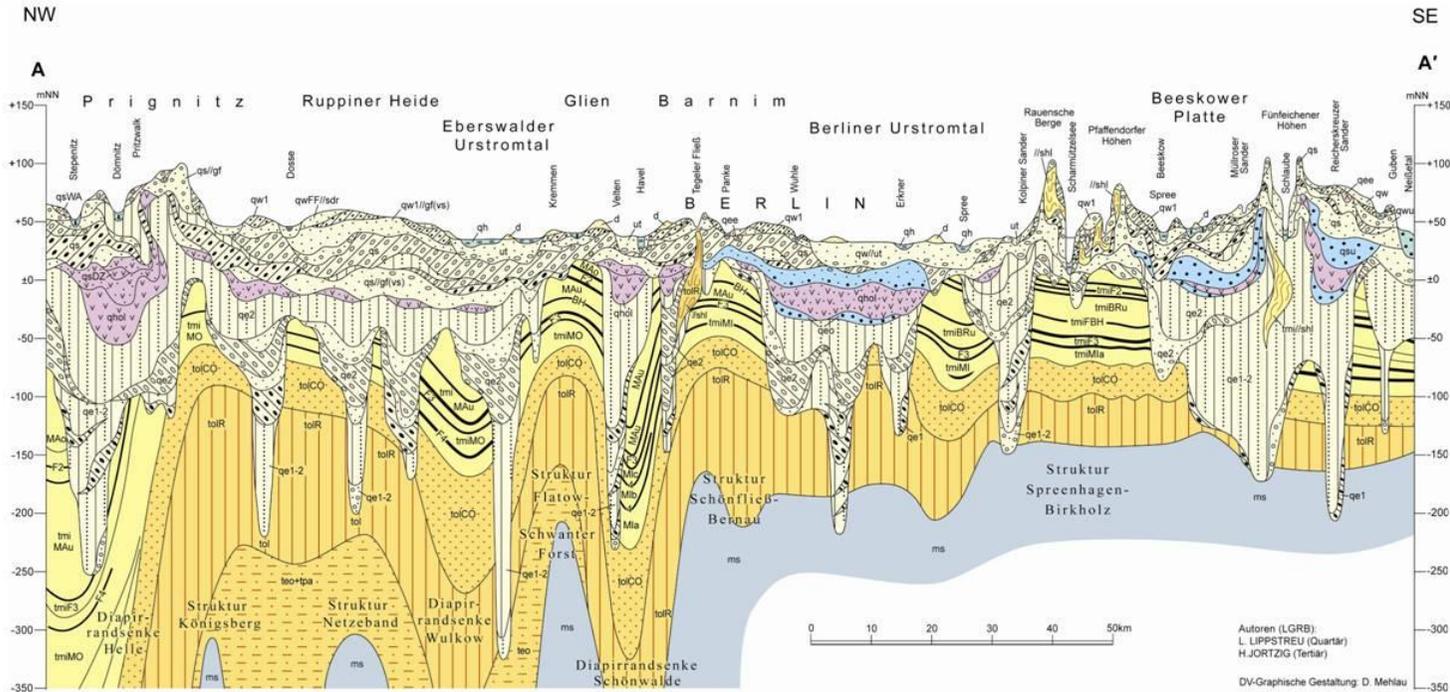
Diskussion zur geogenen Herkunft und dessen
Mobilisierung durch Nitrateinträge

Dipl.-Geologe Dietmar Brose

Fachgespräch Uranbelastung im Wasserwerk Wildau
18. Juni 2015 Königs Wusterhausen



Geologischer Schnitt durch Brandenburg



1-18 Quartär: 1 - organogene Bildungen, Sande und Schluffe des Holozäns (qh); 2 - weichselptglaziale bis holozäne Flugsande und Dünen (//d); 3 - weichselkaltzeitliche periglaziale Bildungen: Sande, Schluffe, Fließberden (//p); 4 bis 6 - glazimische Ablagerungen (//b); 4 - Schluffe, Tone, auch Bänderschluffe; 5 - schluffige Feinsande in Weichselagerung mit Schluffen; 6 - schluffige Feinsande; 7 - Schmelzwassersande; 8 - kiesige Schmelzwassersande; 9 - fluviatile Sande und Kiese mit südlichen Komponenten; 10 - organogene Bildungen der Eem-Warmzeit (qee), z.T. mit weichseltrüglazialen Anteilen; 11 - limnisch-fluviatile Sande mit Muddeln und Schluffen; 12 - limnische Muddeln, überliegend der Holstein-Warmzeit (qhd); 13 - Kies- und Gerölllagen; 14 - 18 Grundmoränenbildungen (Geschiebemergel, -lehm); 14 - Weichsel-Kaltzeit (qw1), 15 - Saale-Kaltzeit (ostbaltische Fazies)(qs), 16 - Saale-Kaltzeit (Normalfazies)(qs), 17 - Elster-Kaltzeit (2. Vorstoß)(qe2), 18 - Elster-Kaltzeit (1. Vorstoß, meist Versturzmoränen)(qe1); 19 - Lagerungsstörungen in glazigenen Schollen (Miozän und Oligozän)

A B C D E F G H I J K L Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg

A = Holozän; B = Dünen; C = Pleistozän; D = Eem - Warmzeit; E = Holstein - Warmzeit; F = Elster-Spätglazial bis Saale-Frühglazial; G = Miozän; H = Miozäne Flözhorizonte, z.T. absetzig; I = Oligozän (Cottbus-Folge); J = Oligozän (Rupel-Folge) K = Eozän und Paläozän; L = Mesozoikum

Zusätzlich verwendete Symbole:

//d - Bildungen in Urstromtälern; qwFF//sdr - Sandbildungen der Frankfurter Staffel; qwu - Ablagerungen des Weichsel-Frühglazials; qswa - Ablagerungen des jüngeren Saale-Stadiums ("Warthe"); qsl//g(v)s - glazifluviatile Vorschüttbildungen der Saale-Kaltzeit; qsdz - Ablagerungen der Domnitz-Warmzeit; qsu - Saale-Frühglazial; qe1-2 - Ablagerungen zwischen 1. und 2. Elstererivorstöß

tmi - Miozän; tmi/kh - miozäne Scholle; F2 - 2. Miozänes Flöz; F3 - 3. Miozänes Flöz; F4 - 4. Miozänes Flöz; FBH bzw. BH - Flöz Biesenthal; MAo - Obere Malli-Folge; MAu - Untere Malli-Folge; tmiBRu - Untere Brieske-Folge; Ma - Mitterwalde-Folge A; Mib - Mitterwalde-Folge B; Mic - Mitterwalde-Folge C; MO - Möllin-Folge; tol - Oligozän; toCO - Cottbus-Folge; toIR - Rupel-Folge; teo - Eozän; tpa - Paläozän; ms - Mesozoikum

Fachgespräch Uranbelastung im Wasserwerk Wildau
18. Juni 2015 Königs Wusterhausen

Grundlagen

Geschiebemergel

Geschiebemergel ist das Sediment, das direkt vom Gletscher an seiner Basis abgelagert wird.

Er enthält alle Korngrößenklassen von Ton über Schluff, Sand, Kies und Steinen (Geschiebe) bis hin zu Findlingen.

Seine Zusammensetzung zeigt das gesamte Spektrum der skandinavischen und heimischen älteren, zumeist kristallinen Gesteine.

Er wird meistens als Trennschicht zwischen Grundwasserstockwerken angesehen, ist aber häufig sehr sandig ausgebildet.

Seddin, 21.11.2014



Grundlagen Feststoffquellen

Granite enthalten in erster
Linie Feldspat, Quarz und
Glimmer ...

... aber auch Pyrit...



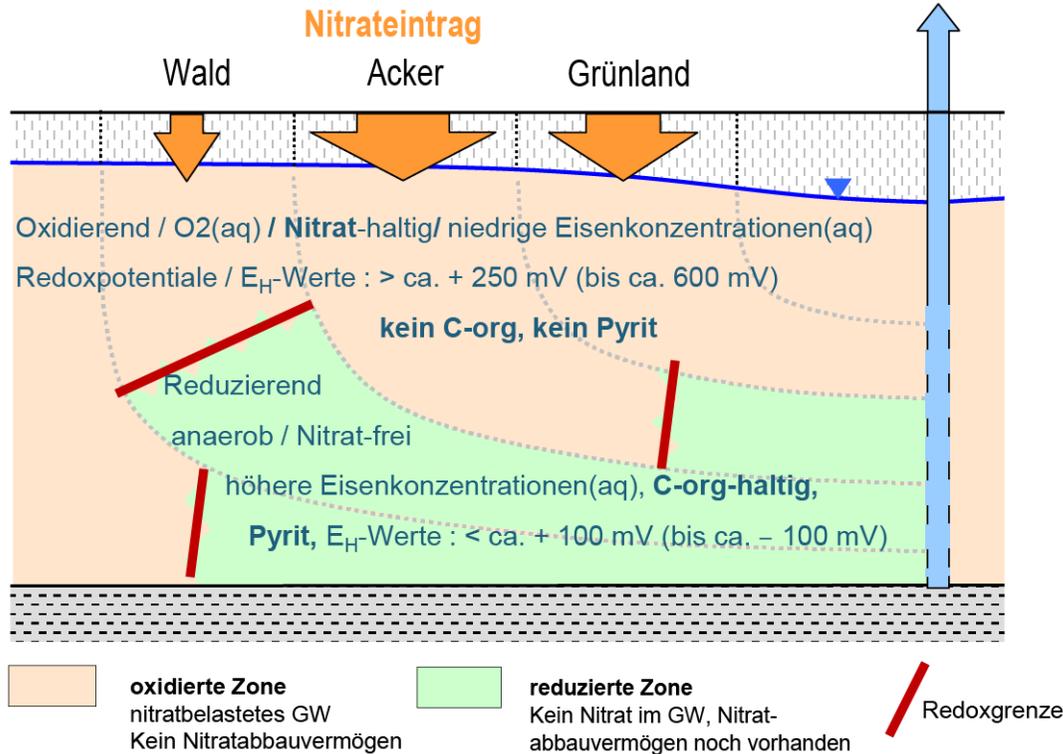
...und eben auch Uran.

Sowohl die Böden als auch
die Grundwasserleiter
enthalten gelösten
organischen Kohlenstoff



Schichtung des Grundwassers

Entstehung der Redoxfront



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

Nitrat-Abbau

Reaktionsgleichung

Autotrophe Denitrifikation

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

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



Abbildung aus Wikipedia 2012

Reaktion im Grundwasser:



Modellrechnung

Kooperation mit der TU Clausthal:

Hydrogeochemisches 3D-
Stofftransportmodell:

Erste, vorläufige, rein gene-
rische Modellierung der

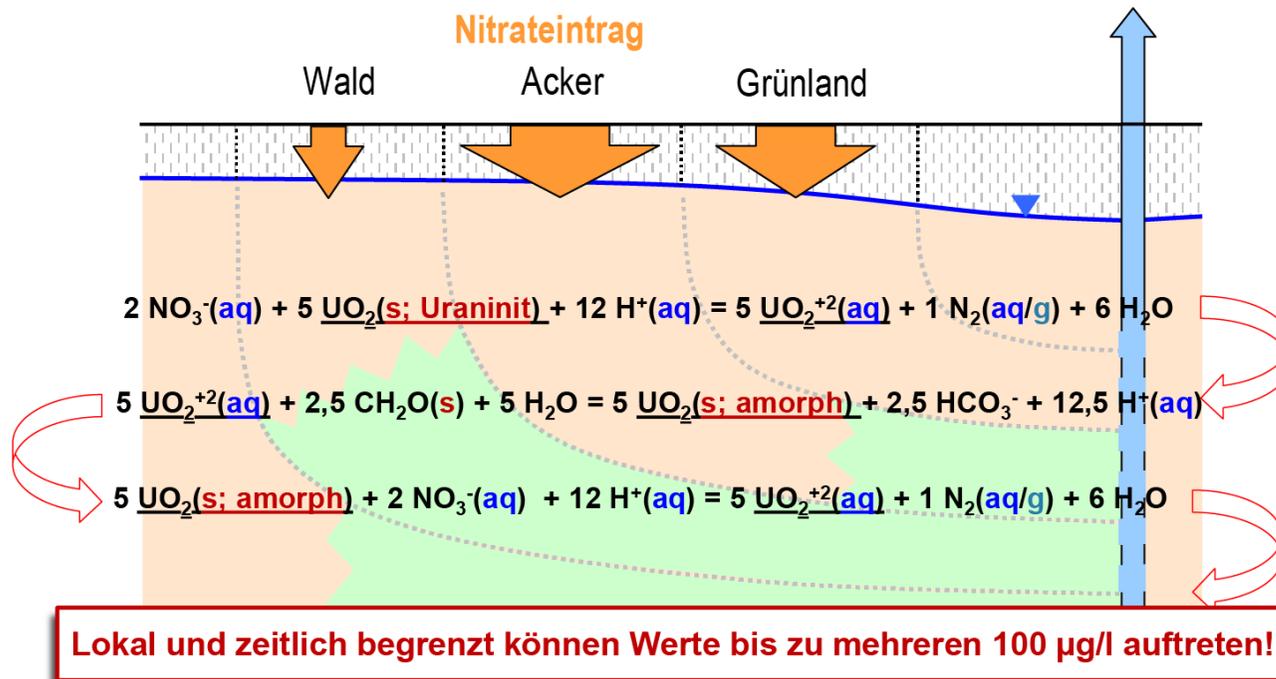
- Mobilisation/
- Demobilisation/
- Remobilisation

von Uran (**roll front**)

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: $\leq 10\%$)**

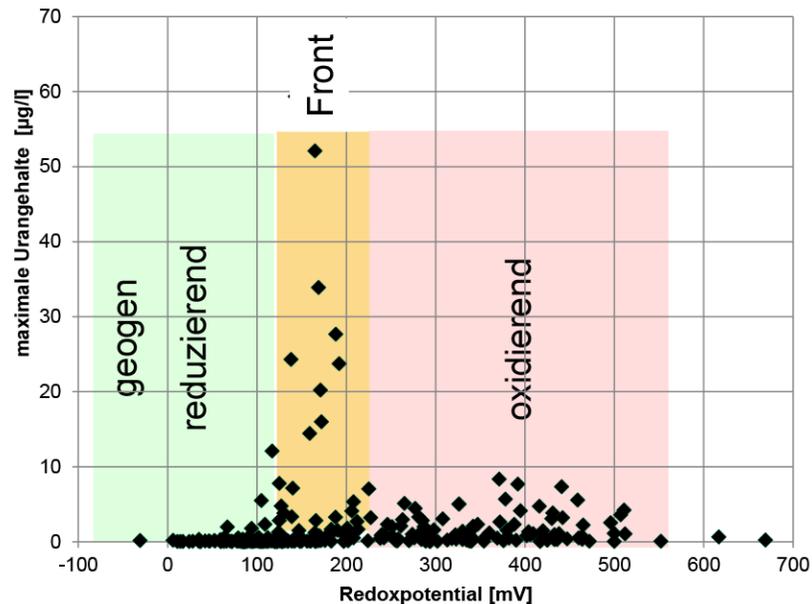
Roll front: Mobilisation/Demobilisation/Remobilisation von Uran bei der Redoxkonversion



Kooperation mit der TU-Clausthal

Redoxabhängigkeit

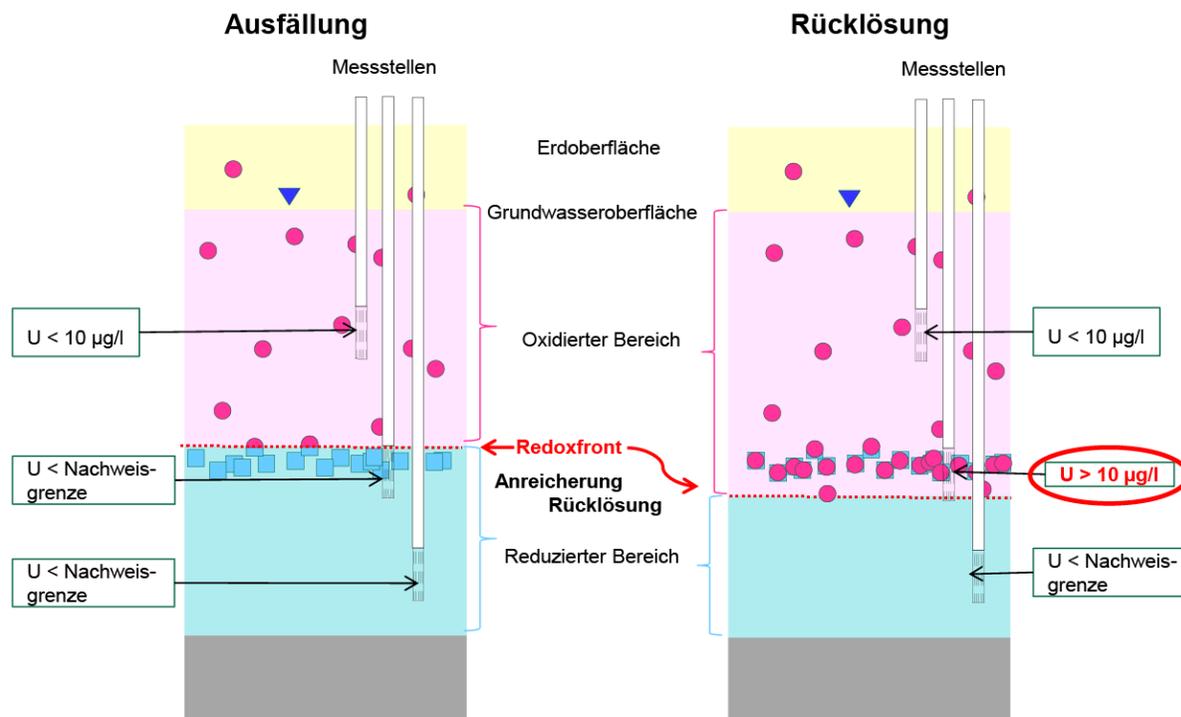
maximale Uran-Gehalte in den
Landesmessstellen M-V 2007-2011 [$\mu\text{g/l}$]



Die Maximalwerte der Urankonzentration im „Front“-Bereich können nicht durch die Mischung von Wässern aus dem oxidierten und reduzierten Bereich zustande gekommen sein.

Uran muss im Bereich der „Front“ aus dem Feststoffgerüst des Grundwasserleiters mobilisiert werden.

Uran im Grundwasser-Messnetz



Uran:

im Wasser gelöst ●

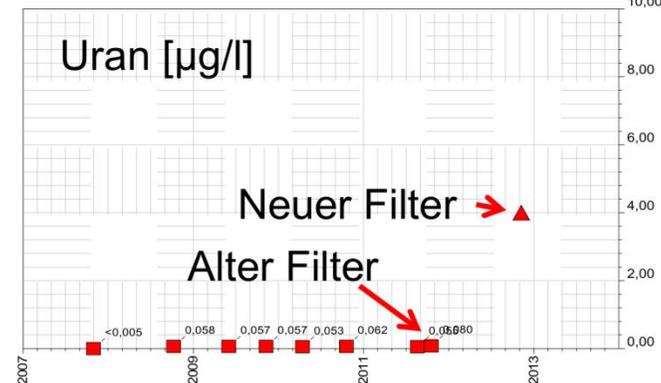
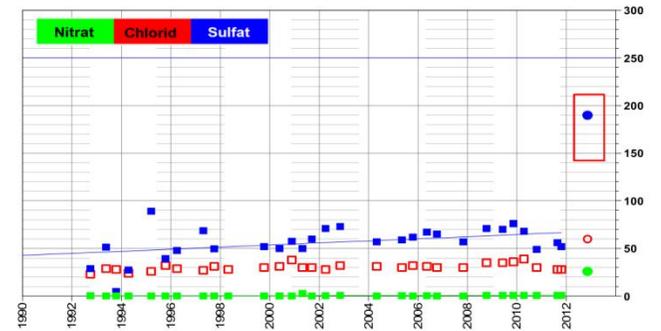
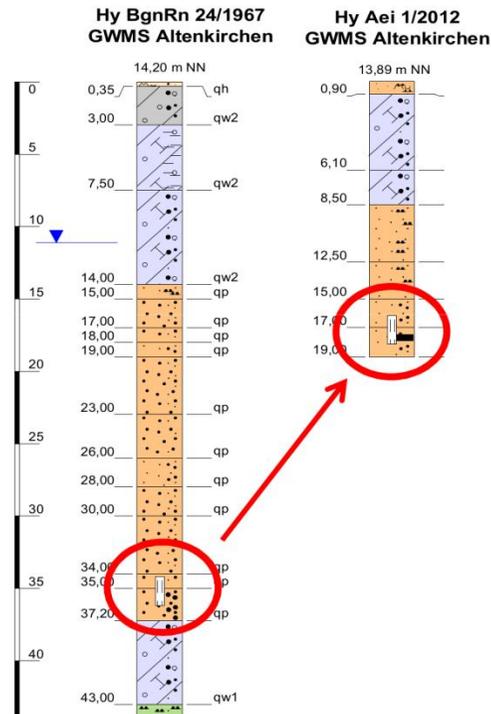
als Feststoff ■

Nachweis der Arbeitshypothese Aktion „Filter hoch!“

Mecklenburg
Vorpommern

Landesamt für Umwelt,
Naturschutz und Geologie

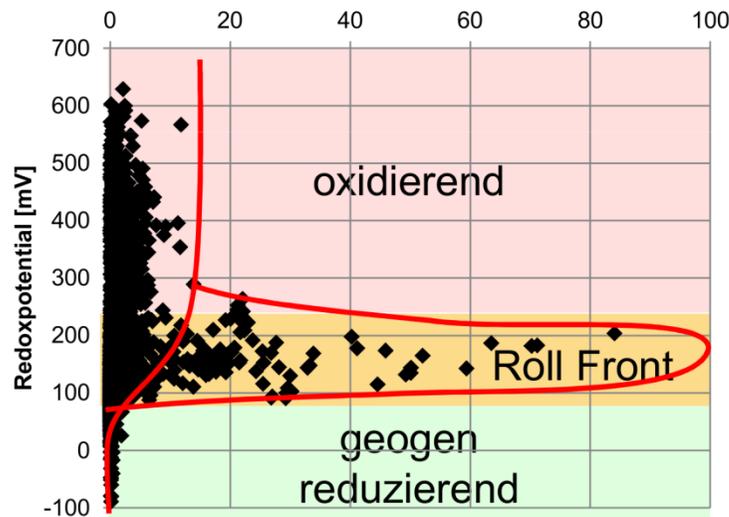
Ersatzneubau
GWMS
Altenkirchen
Änderung der
Filterlage führt zu
erhöhten
Konzentrationen



Arbeitshypothese: Zusammenfassung

Redoxabhängigkeit

Uran-Gehalte in $\mu\text{g/l}$ in den
Landesmessstellen M-V 2007-2014



Uran wird im oxidierenden Milieu gelöst und fällt im reduzierenden Milieu bei Werten unter ca. 85 mV aus.

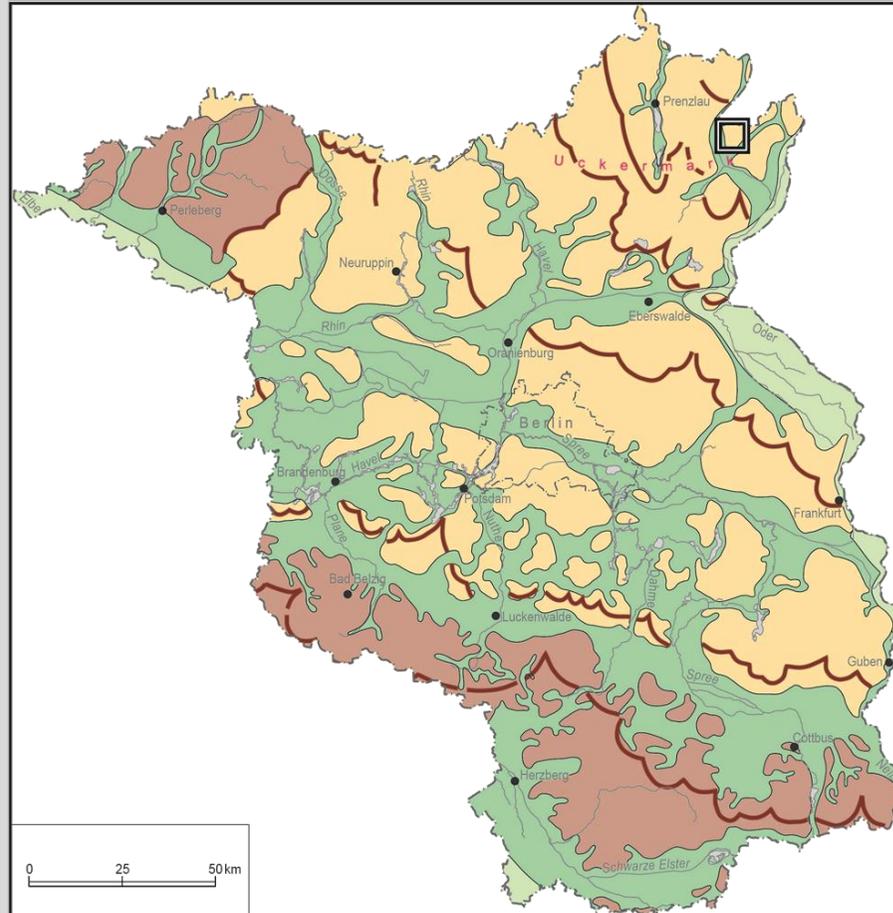
In Abhängigkeit von der Nitrat-Konzentration sind auch in der oxidierten Zone Grenzwertüberschreitungen möglich.

Die Aufkonzentration in der Roll Front entsteht beim Vordringen der Redoxfront durch wiederholte Mobilisation des ausgefallenen Uran.

Abgleich der Uranbefunde im Wasserwerk Schönfeld/Uckermark mit Isotopenanalysen zur Altersbestimmung



Standort und regionalgeologische Zuordnung



- | | | | |
|---|----------------------------------|---|--------------------------------|
|  | Flußauen der Elbe und Oder |  | Hochflächen (Altmoränengebiet) |
|  | Niederungen, i.w. . Urstromtäler |  | Endmoränen, Eisrandlagen |
|  | Hochflächen (Jungmoränengebiet) | | |

Ausgangssituation

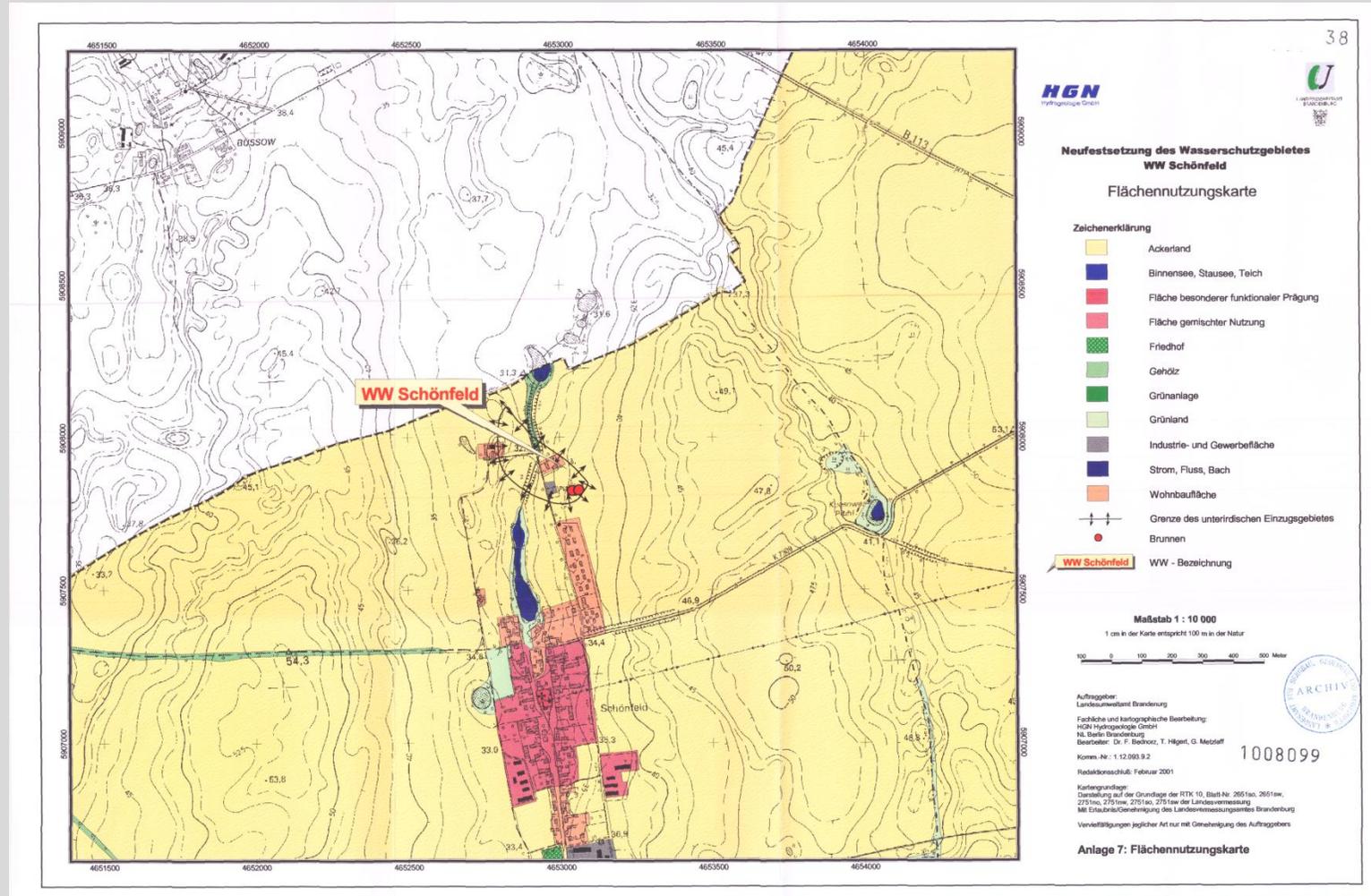
- Uranbefunde [$\mu\text{g/l}$] im WW Schöfeld (TVO-Grenzwert 10 $\mu\text{g/l}$)

Untersuchungsstelle	Datum				
	22.05.12	14.06.12	03.07.12	20.09.12	29.11.12
Brunnen 1	-	14	18	-	16
Brunnen 2	-	20	27	-	25
WW-Ausgang gesamt	18	17	22	18	21

- Anfrage vom Umweltamt des Landkreises an MUGV/LUGV zur Herkunft der Urangehalte (geogene oder anthropogene Herkunft)
- Anfrage vom LUGV/MUGV an LBGR, ob mögliche geogene Hintergrundbelastungen die Ursache für Grenzwertüberschreitungen sein können

Fragestellungen

- Keine vollständigen Rohwasseranalysen (n. DVGW W 254) aus den jeweiligen Förderbrunnen vorhanden → Beprobung der Einzelbrunnen mit Erfassung der hydrogeochemischen Parameter zur genetischen Bewertung und Abgleich von Nährstoffkomponenten mit Uranbefunden
- Recherche der hydrogeologischen und hydrodynamischen Verhältnisse sowie der Flächennutzung im Betrachtungsraum/Einzugsgebiet der Wasserfassung
- Veranlassung von Isotopenuntersuchungen zur Altersbestimmung um Aussagen zu den Verweilzeiten des im WW Schönfeld geförderten Grundwassers treffen zu können und Abgleich mit Genesemodell des LBGR
- Ziel → Identifizierung der Speisungsanteile:
 - Liegendspeisung mit geogenem Potenzial und/oder
 - GW-Neubildung mit Stoffeinträgen



Ergebnisse der Altersdatierungen

- Die Brunnen des WW Schönfeld sind in ihren isotopenhydrogeologischen Befunden sehr ähnlich.
- Die Tritium-/Helium-Nachweise belegen für beide Brunnen die Existenz junger Wässer mit einem Alter von 29 und 30 Jahren.
(nach Piston-Flow-Modellansatz)
- Die mit über 80 pmc vergleichsweise hohen ^{14}C – Gehalte lassen die Existenz einer Altwasserkomponente ausschließen.
- Die sehr geringen Konzentrationen von radiogenem ^4He belegen ebenfalls, dass es sich um ein junges Wasser ohne Anteile älterer Komponenten handelt.
- Die Isotopenanalytik weist eine sehr gute Übereinstimmung mit den hydrogeochemisch-genetischen Befunden des Genesemodells des LBGR auf.
- **Fazit: Die Brunnen des WW Schönfeld fördern ausschließlich ein relativ junges Grundwasser, das der aktuellen Grundwasserneubildung unterliegt.
Ein Zustrom älterer Anteile aus tieferen Grundwasserleitern ist nicht ableitbar.**

Abgleich der Nährstoffgehalte mit Uran

- Die Nitratgehalte gehen mit den Uranwerten in den Wasserproben einher, d. h. ein erhöhter NO_3 -Gehalt tritt gleichzeitig mit dem erhöhten U-Wert auf.
Brunnen 1: $\text{NO}_3 \rightarrow 8,19 \text{ mg/l}$; $\text{U} \rightarrow 19,5 \text{ } \mu\text{g/l}$
Brunnen 2: $\text{NO}_3 \rightarrow 19,97 \text{ mg/l}$; $\text{U} \rightarrow 25,4 \text{ } \mu\text{g/l}$
- Diese Entwicklung zeigen auch die über dem geogenen Background liegenden und für anthropogene Stoffeinträge charakteristischen Parameter Sulfat und Chlorid auf:
Brunnen 1: $\text{SO}_4 \rightarrow 185 \text{ mg/l}$; $\text{Cl} \rightarrow 46,7 \text{ mg/l}$
Brunnen 2: $\text{SO}_4 \rightarrow 220 \text{ mg/l}$; $\text{Cl} \rightarrow 60,1 \text{ mg/l}$
- **Die identifizierten Speisungsanteile gehen mit Nährstoffeinträgen in den genutzten Grundwasserleiter, die durch die jahrzehntelange landwirtschaftliche Nutzung im Betrachtungsraum bedingt sind, einher.**
- Phosphathaltige Düngemittel als Ursache? \rightarrow eher unwahrscheinlich, da in der DDR Bezug von der Halbinsel Kola (Rohphosphat mit geringen U - Gehalten)