

Dr. Torsten Abraham

G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft mbH, Halsbrücke



Untersuchungen und hydrogeologische Testarbeiten zur Revitalisierung der Tiefbohrung Oelsnitz/Erzgeb.

Abschlusskonferenz des tschechischen Projektpartners zum Projekt „Vita-Min“
am 18.06.2019 in Most



Europäische Union. Europäischer
Fonds für regionale Entwicklung.
Evropská unie. Evropský fond pro
regionální rozvoj.



Ahoj sousede. Hallo Nachbar.
Interreg V A / 2014-2020



Standort



- historischer Steinkohlenbergbau
- karbonische Lagerstätte, mit z.T. sehr großen Teufen (>600 m)
- ehem. Wasserhaltung → Flutung
- großräumiger Grundwasserwiederanstieg, aktuell ca. 12...14 m/a

GWM Oelsnitz

Hy Sie 1A/2003

- im Zentrum des Oelsnitzer Teilreviers
- geteuft 2003/04 (ET Bohrung/Ausbau: -634 m)
- ausgebaut mit Fördereinrichtung, Pumpe
- integriert in das Landesmessnetz (G52426003)

GWM Gersdorf

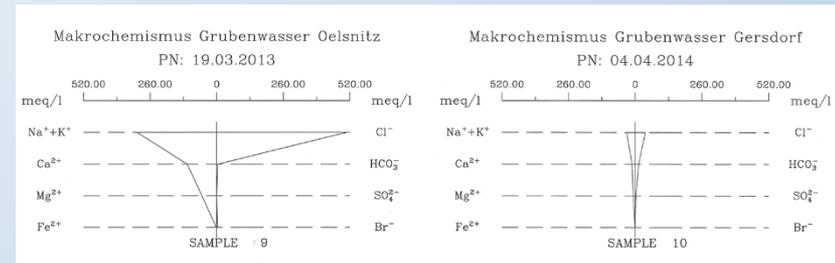
- im Bereich ehem. Kaisergrube, Schacht II
- geteuft 2013/14 (ET Bohrung: -674 m, ET Ausbau: -655 m)
- ausgebaut nur für Grundwasserspiegelmessungen, keine Pumpe
- Hydrochemie und Isotope bisher nur einmalig beim Abteufen
- aktuelle Kampagne in 02-2019 (in einem parallelen LfULG-Projekt)

Unterschiedliche Lagerstätten-/Grubenbereiche Oelsnitz und Gersdorf

Aktuelle Untersuchungen aus 03-2019 bestätigen die unterschiedlichen Verhältnisse zwischen den beiden Lagerstättenbereichen

- Unterschiedliche Mineralisation und chemischer Charakter der Flutungswässer

Mineralisation in Oelsnitz: >40 g/l
 Mineralisation in Gersdorf: ca. 5 g/l



- unterschiedliche Isotopenzeichnung

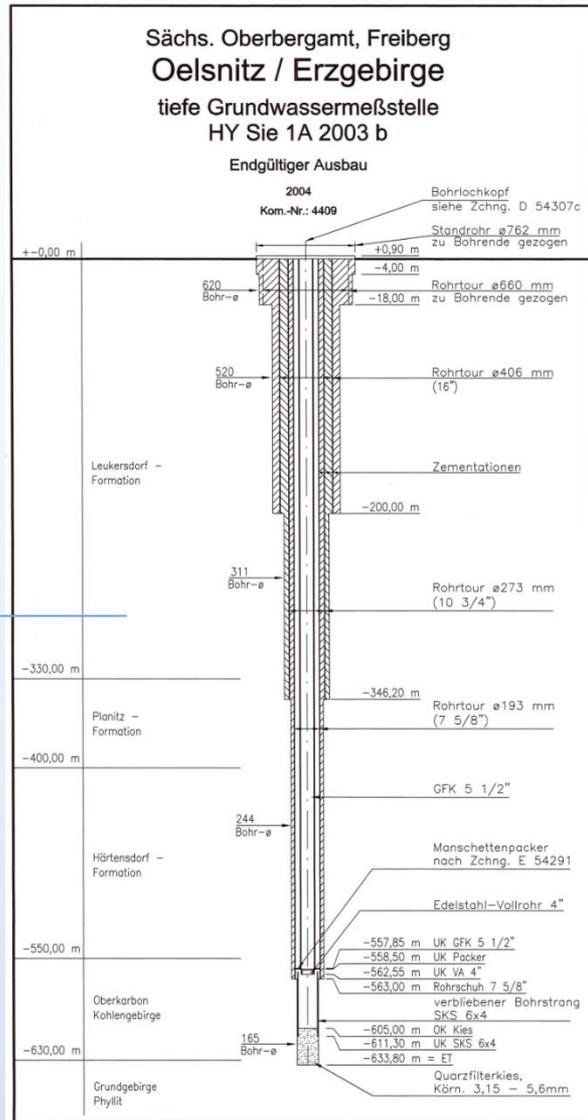
Bsp.: Oelsnitz mit nahezu Tritiumfreiheit = Zufluss sehr alter Wässer
 Gersdorf mit 4,6...4,0 T.E = sehr deutlich höhere Jungwasseranteile

- trotz ähnlicher Anstiegsamplituden von 12...14 m/a ergibt sich kein einheitliches Niveau des Flutungswasserspiegels zwischen beiden Lagerstättenbereichen

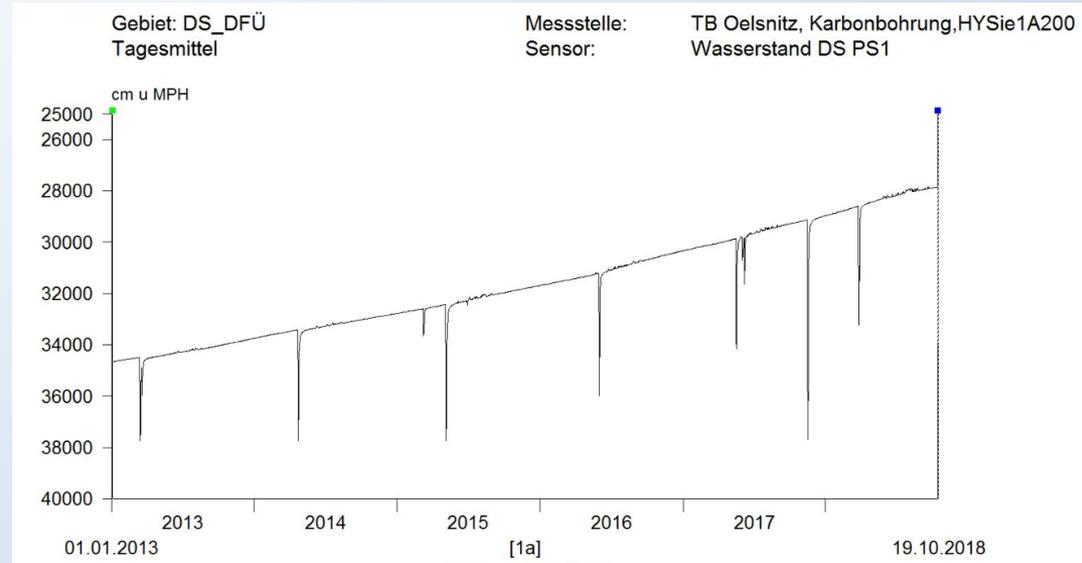
aktuell 06.05.2019 -276,30 m u.GOK (Oelsnitz)
 -235,92 m u.GOK (Gersdorf)

Ergebnis: unterschiedliche Flutungsregime im westlichen und östlichen Grubenteil

Tiefbohrung Oelsnitz - Flutungswasserspiegel



▼
-276,30 m
06.05.2019



- kontinuierliche Aufzeichnung 2006 ... 10/2018
- aktuell Ausbau der Messeinrichtung und Pumpe
- durchgeführte Untersuchungen zur technischen Revision der Messstelle, hydraulische Testarbeiten
- aktueller (hand-)gemessener Grundwasserspiegel
06.05.2019 -276,30 m unter MPkt.
90,98 m NHN

Status Tiefbohrung Oelsnitz 2006-2018

Hinweis: Vortrag ABRAHAM in der VitaMin-Fortschrittskonferenz am 31.01.2019 in Freiberg

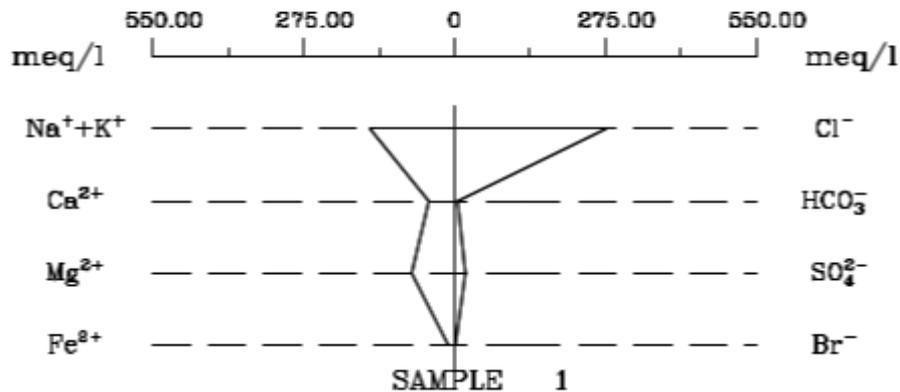
- Zunehmende Mineralisation
- Isotopenzeichnung auf „alte“ Wässer (Zuflusswässer)
- Hinweise auf biologische Abbau- und Umwandlungsprozesse (Sulfat, Eisen)

Oelsnitz – Status Hydrochemie

- tendenziell zunehmende Gesamtmineralisation seit Bestehen der Messstelle
- in den letzten Jahren dann weitgehend stabile hydrochemische Verhältnisse mit LF-Werten von ca. 46.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und $\text{ADR} = 35.000 \text{ mg/l}$
- anionar fast vollständige Chlorid-Dominanz, hauptsächlich als NaCl
- keine Schwermetall-Auffälligkeiten, wenig organische Inhaltsstoffe
- mögliche technische Nutzung zu balneologischen Zwecken (Stadt Oelsnitz)

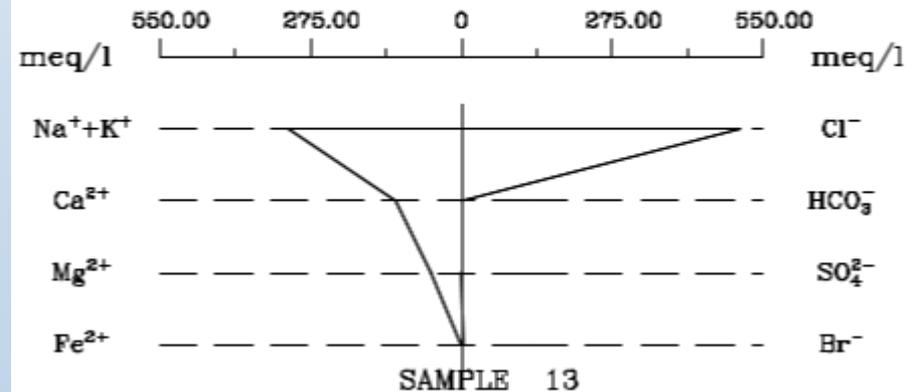
Makrochemismus: Grubenwasser, Karbon

PN: 06.09.2007



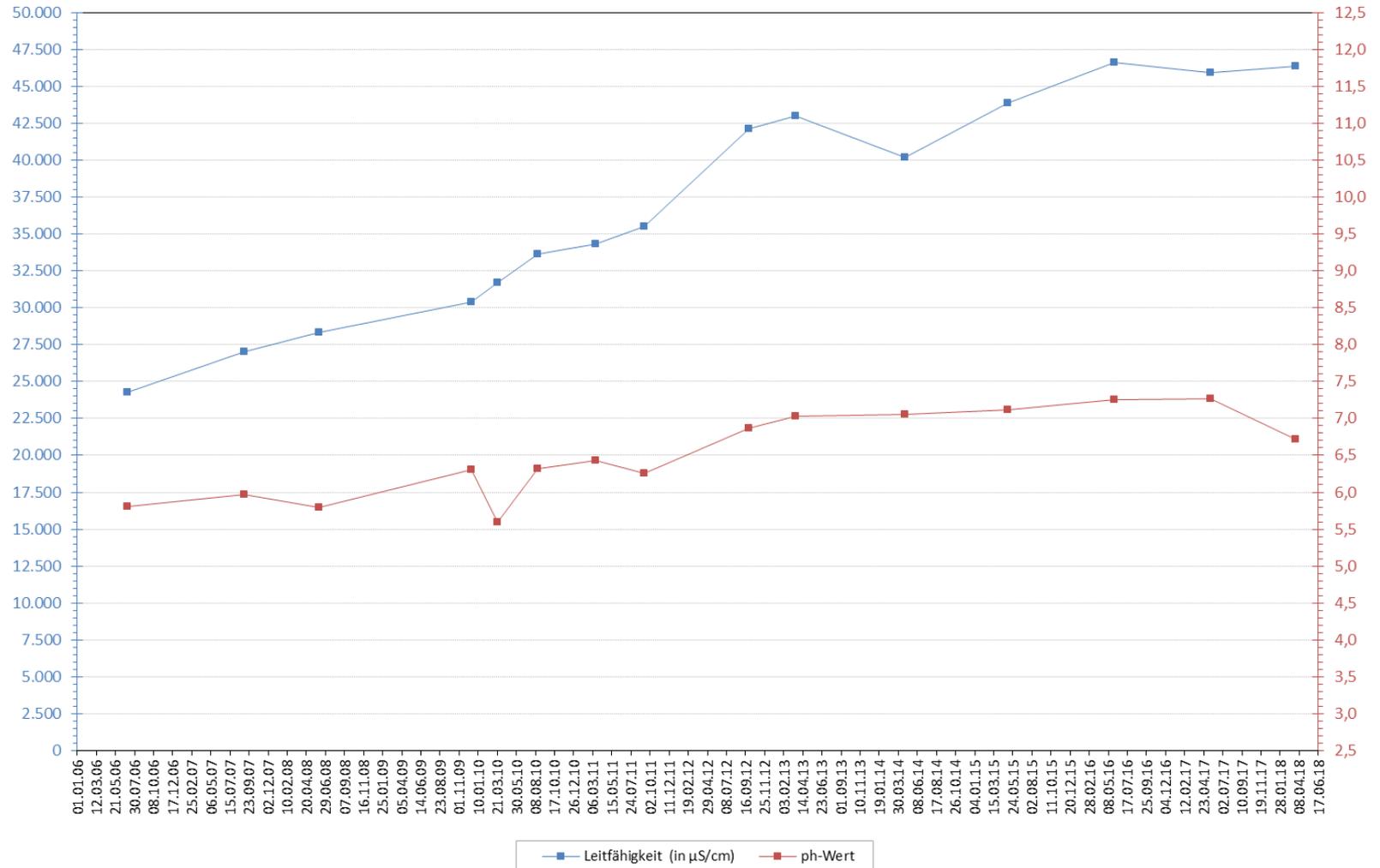
Makrochemismus: Grubenwasser, Karbon

PB: 17.05.2017



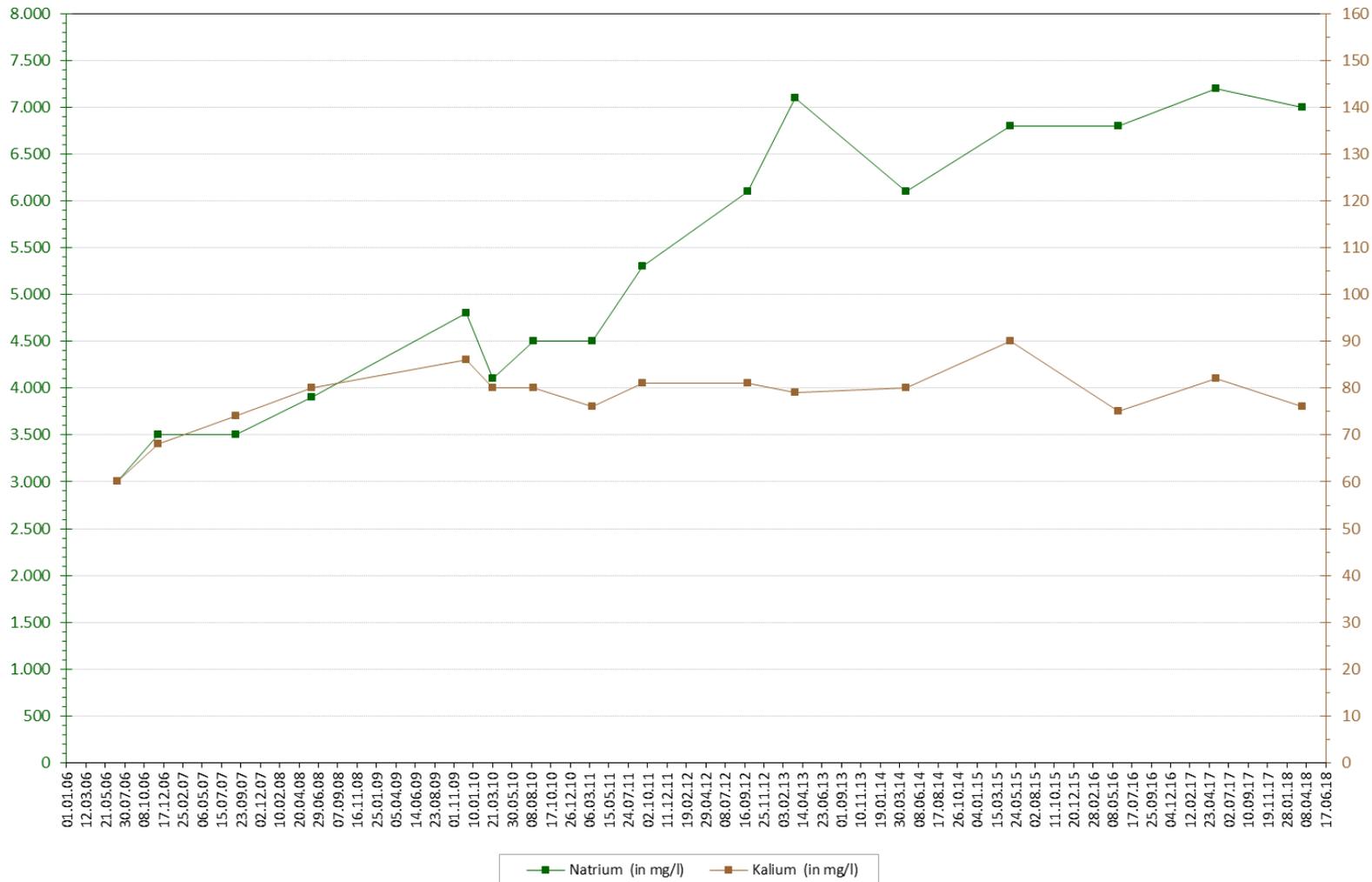
Oelsnitz – Veränderungen hydrochemischer Parameter

Oelsnitz - Entwicklung hydrochemischer Parameter (hier: Leitfähigkeit + pH-Wert)



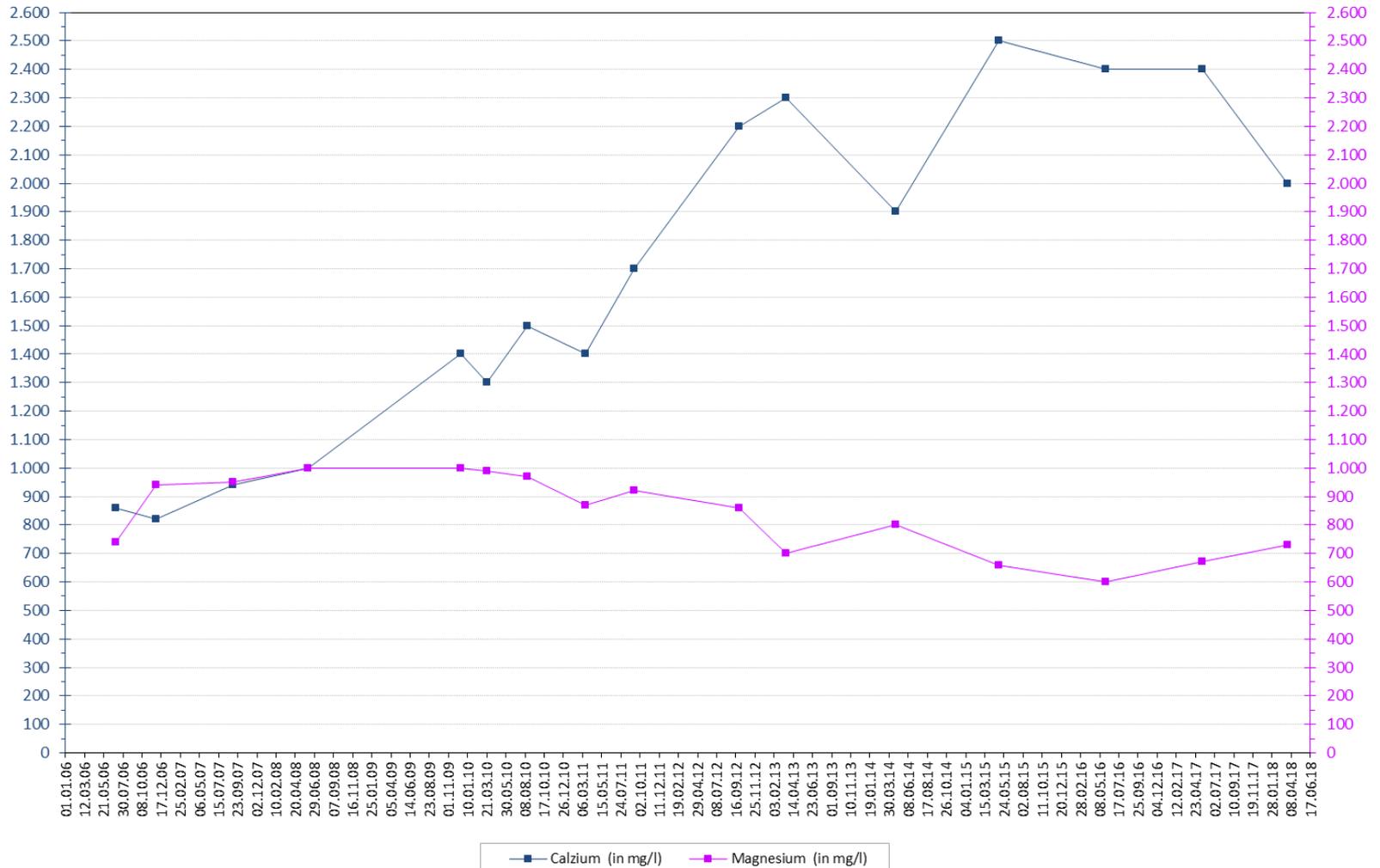
Oelsnitz – Veränderungen hydrochemischer Parameter

Oelsnitz - Entwicklung hydrochemischer Parameter (hier: Natrium, Kalium)



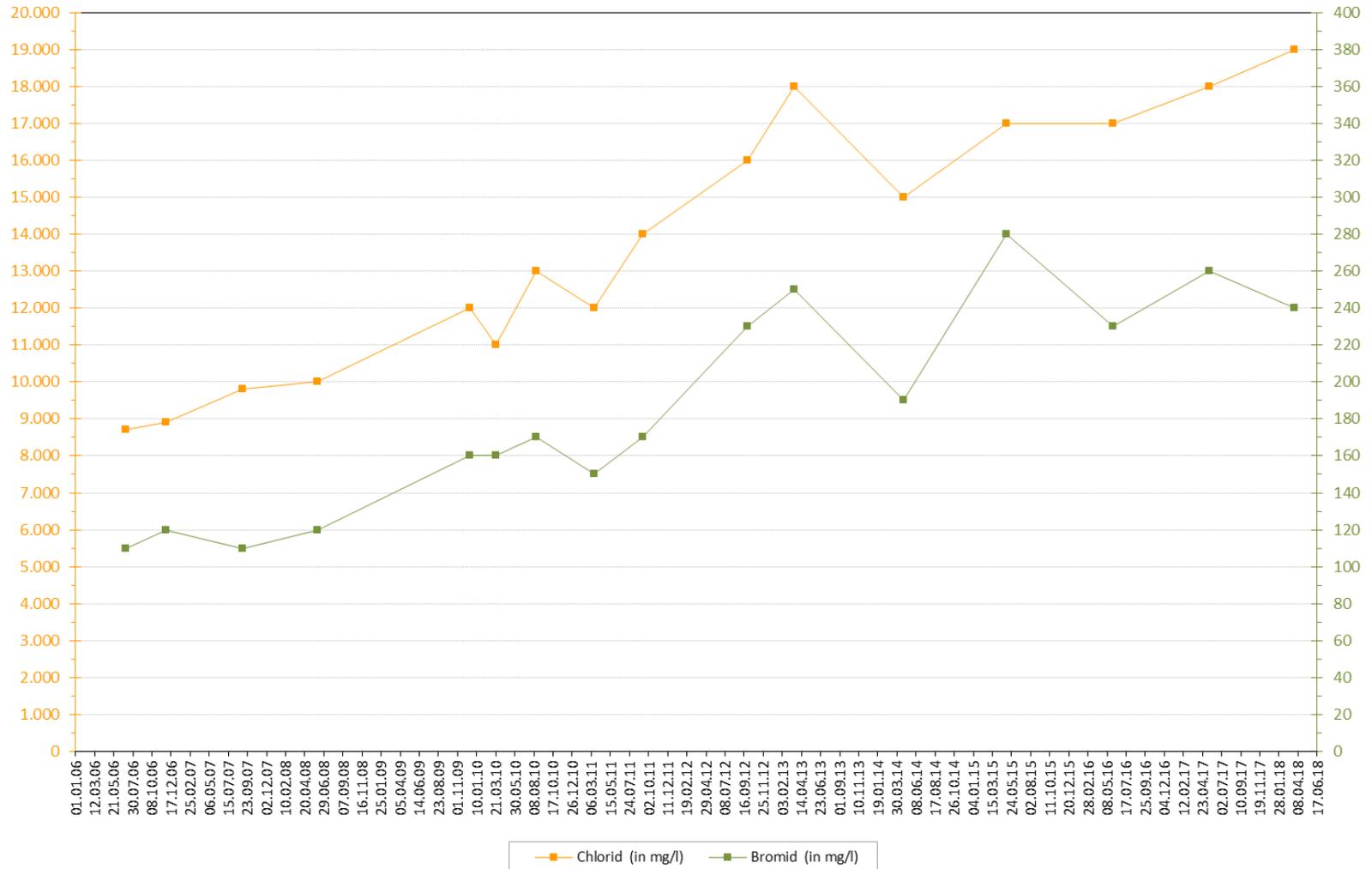
Oelsnitz – Veränderungen hydrochemischer Parameter

Oelsnitz - Entwicklung hydrochemischer Parameter (hier: Calcium, Magnesium)



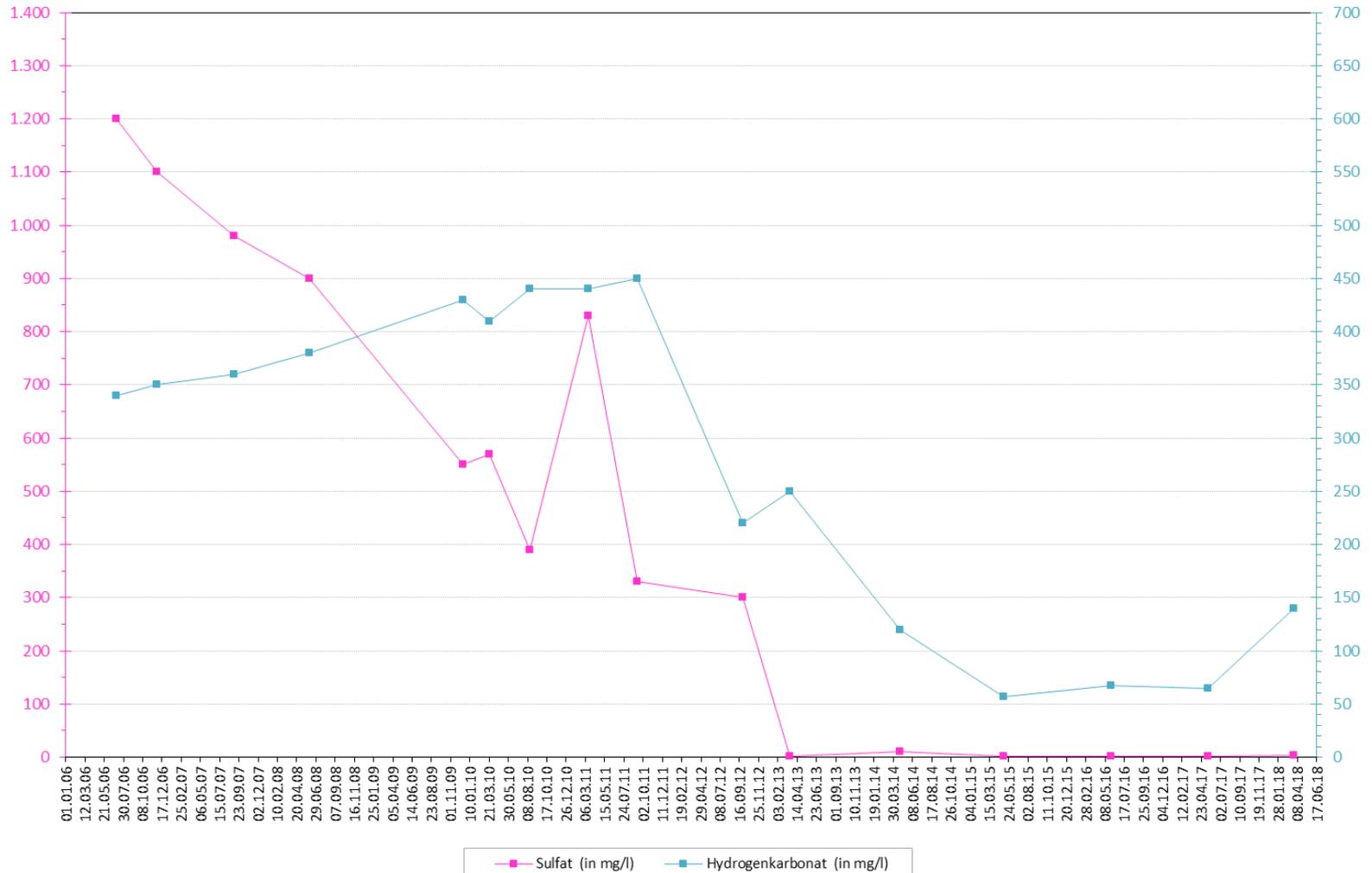
Oelsnitz – Veränderungen hydrochemischer Parameter

Oelsnitz - Entwicklung hydrochemischer Parameter (hier: Chlorid, Bromid)



Oelsnitz – Veränderungen hydrochemischer Parameter

Oelsnitz - Entwicklung hydrochemischer Parameter (hier: Sulfat, Hydrogenkarbonat)



Oelsnitz – Veränderungen hydrochemischer Parameter

Oelsnitz - Entwicklung hydrochemischer Parameter (hier: Barium, Strontium)



Oelsnitz – Status Isotope

Zielstellung der isotopenhydrogeologischen Untersuchungen:

- altersstrukturelle Informationen
- genetische Informationen

Untersuchungsprogramm:

- Isotope	^3H (Tritium)	im Wasser
	^{14}C (Radiokohlenstoff)	im Wasser
	$\delta^{13}\text{C}$	im Wasser
	$\delta^2\text{H}$ (Deuterium) + $\delta^{18}\text{O}$	im Wasser
	$\delta^{34}\text{S}$ + $\delta^{18}\text{O}$	im SO_4 bzw. wenn vorhanden im part. Sulfid
	anteilig Helium-Isotope	im Wasser (trit. ^3He , ^4He , $^3\text{He}/^4\text{He}$, Ne/He)

Ergebnisse:

- Zunahme der „alten“ Grundwasserkomponenten mit zunehmendem Flutungsverlauf
- seit vielen Jahre quasi Tritiumfreiheit
- Isotope stützen die Chemie-Befunde der Zunahme der Mineralisation

Ergo: Speisung des Flutungsverlaufs durch „alte“ Wasser ... von unten.

Status Tiefbohrung Oelsnitz 2006-2018

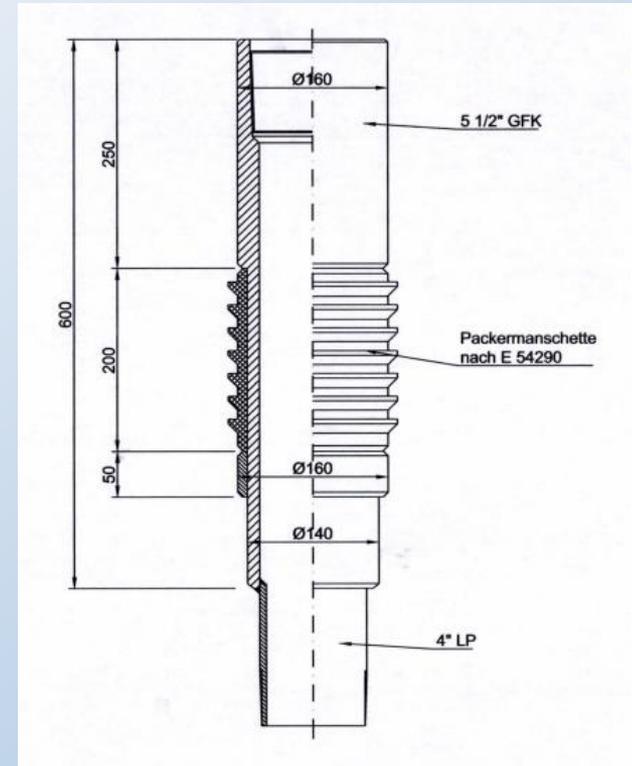
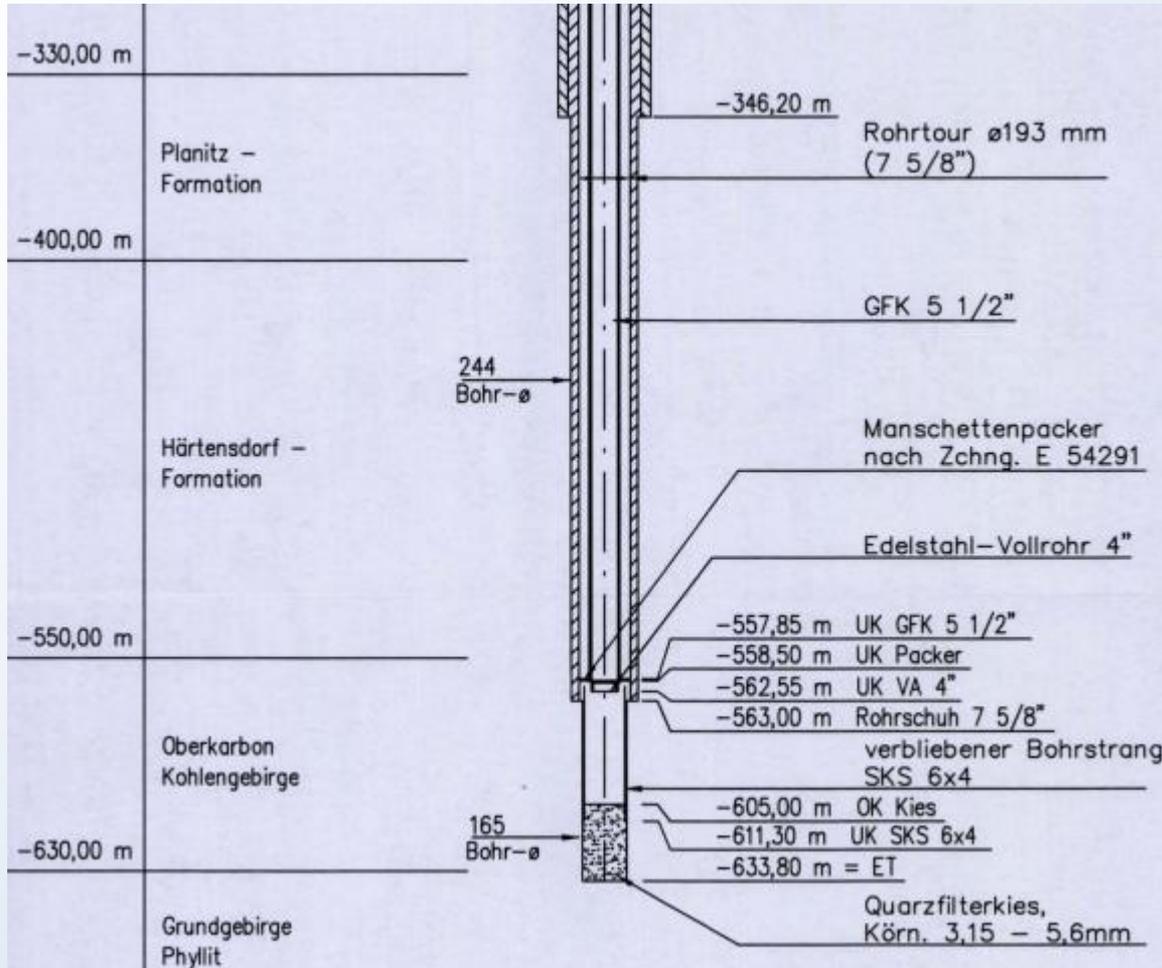
Hinweis: Vortrag ABRAHAM in der VitaMin-Fortschrittskonferenz am 31.01.2019 in Freiberg

- Zunehmende Mineralisation
- Isotopenzeichnung auf „alte“ Wässer (Zuflusswässer)
- Hinweise auf biologische Abbau- und Umwandlungsprozesse (Sulfat, Eisen)

Offene Fragen:

- deutliche Abnahme der Pumpleistung an der Bohrung zeigt u.U. verschlechterte technische Randbedingungen an
- Notwendige Überprüfung (Testarbeiten nach Freiräumen der Bohrung)
- Konzept für eine ggf. notwendige Sanierung, Revitalisierung
dabei zu beachten: Ausbau-Besonderheiten der Bohrung

Ausbau-Besonderheiten der Tiefbohrung Oelsnitz (keine „klassische“ GWM)



Dichtungsmanschette zwischen GFK 5 1/2“ und SKS

- Verbleib SKS-Rohrtour im Ausbaustrang
- Kieskegel, Wassereintritt von unten

Notwendige Arbeiten

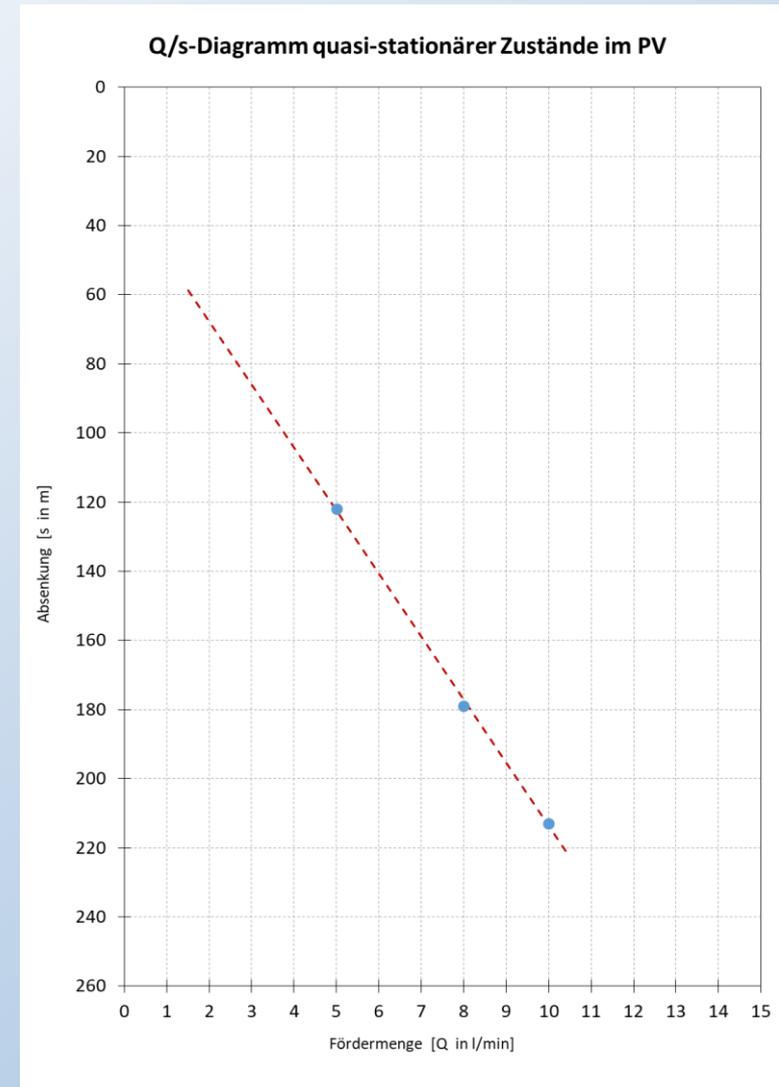
- Ausbau des Förderstrangs mit Pumpe und Messeinrichtungen
- Kamerabefahrung
 - Zustandsermittlung Ausbau
 - Auflandung an der Sohle (über der Kiesschüttung) ???
- Zustandsermittlung SKS-Rohrtour, Wandstärkenmessung (Materialschwund) ???
- Dichtheitskontrolle Packermanschette
- Druckstabile Probenahme an der Sohle der Bohrung
- Einbau Pumpeinrichtung bis -500 m u.GOK
- Langzeitpumpversuch zur Ermittlung geohydraulischer Kennwerte (Testung der Leistungsfähigkeit der GWM)
- Hydrochemische und isotopenhydrogeologische Begleitung des Pumpversuchs

Realisierung und Ergebnisse

- Kamerabefahrung
 - vollständig intakter 5½“ GFK-Strang, incl. Verbindungsmuffen (dicht)
 - intakte SKS-Rohrtour bis Endteufe
 - keine Auflandung, Bestätigung der ET gemäß Ausbauzeichnung aus 2004
 - keine signifikanten Schlammablagerungen über Kiesschüttung an der Sohle
 - vergleichsweise hohe Dynamik an der Sohle der GWM (aus Druckreaktion ??)
- Zustandsermittlung SKS-Rohrtour, Wandstärkenmessung (Materialschwund) ???
 - Realisierung mittels slimhole acoustic televiwer (ABI 40)
 - sehr niedriger bis niedrige Materialschwund (i.d.R. <10 %)
 - geringe Sedimentationsauflagerungen (innen weniger als außen)
 - SKS-Rohrtour ist intakt und stabil
- Dichtheitskontrolle Packermanschette
 - Packermanschette ist dicht
 - kein Nachweis von Zulauf-/Eintrittsspuren
- Druckstabile Probenahme an der Sohle der Bohrung
 - Entnahme von 3 Proben (2x für Gasphasen/Isotope, 1x für Biologie/Bakterien)
 - Ergebnisse liegen noch nicht abschließend und auswertbar vor

Realisierung und Ergebnisse

- Einbau Pumpeinrichtung bis -500 m u.GOK
- Durchführung Langzeitpumpversuch zur Ermittlung geohydraulischer Kennwerte (Testung der Leistungsfähigkeit der GWM)
 - Dauer Pumpphase: 150 h
 - Dauer Wiederanstieg: > 3 Wochen
 - quasi-stationäre Zustände für 3 Fördermengen (Q bei 5, 8 und 10 l/min)
 - lineare Q-s-Beziehung bis 10 l/min
- Besonderheiten beim PV
 - deutliches „Freifördern“ in 2 Etappen nach ca. 20 und 26 m³ Entnahmemenge



Realisierung und Ergebnisse

- Hydrochemische Begleitung des PV's
4 Proben
 - PV-1, PV-2 bei 5 l/min vor dem „Freifördern“
 - PV-3 bei 8 l/min
 - PV-4 bei 10 l/min (Versuchsende)

Entwicklung

- Abnahme der Mineralisation
- deutliche Rückkehr Sulfat, Eisen

<i>Oelsnitz/E.</i>		PV-1	PV-2	PV-3	PV-4
		06.03.19	08.03.19	09.03.19	10.03.19
Feldparameter	Einheit				
ph-Wert		6,59	6,39	6,35	6,27
Leitfähigkeit	µS/cm	46.129	45.200	37.500	37.800
Redox	mV	91	(-135)	(-166)	(-102)
Sauerstoff	mg/l	0,77	0,02	0,06	0,66
Temperatur	°C	17,2	19,9	21,0	22,4

<i>Oelsnitz/E.</i>		PV-1	PV-2	PV-3	PV-4
		06.03.19	08.03.19	09.03.19	10.03.19
Laborparameter - 1	Einheit				
Natrium	mg/l	7.160	7.040	5.660	5.780
Kalium	mg/l	80,2	85,1	82,9	84,9
Calcium	mg/l	2.820	2.940	2.070	2.050
Magnesium	mg/l	721	741	935	970
Barium	mg/l	47,2	43,6	1,34	1,38
Strontium	mg/l	61,9	68,6	40,1	29,7
Lithium	mg/l	3,54	3,53	2,82	2,22
Bor	mg/l	1,20	1,20	0,97	0,81
Borat	mg/l	6,5	6,5	5,3	
Eisen -ges.	mg/l	33,3	27,5	179	63,3
Eisen -II	mg/l	24,6	19,1	160	
Mangan	mg/l	1,46	1,39	3,91	2,96
Chlorid	mg/l	18.000	18.000	14.000	14.000
Sulfat	mg/l	<10	11	320	330
Sulfid, leicht freisetzbar	mg/l	<0,04	<0,04	<0,04	
Sulfid, gelöst	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	
Hydrogencarbonat	mg/l	180	200	120	<6
Bromid	mg/l	200	230	180	170
Iodid	mg/l	<10	<10	<10	<10
Fluorid	mg/l	<20	<20	<20	<20
Nitrat	mg/l	<10	<10	<10	<10
Ammonium	mg/l	6,4	5,6	3,3	4,6
Phosphor -ges.	mg/l	<0,2	<0,2	<0,2	
ortho-Phosphat	mg/l	0,32	0,12	0,08	<0,02
Silicium	mg/l	5,40	5,77	9,16	3,03
Silikat (Siliciumdioxid)	mg/l	11,6	12,3	19,6	

Realisierung und Ergebnisse

- Isotopenhydrogeologische Begleitung des Pumpversuchs
 - 4 Proben (zeitgleich mit den Chemie-Untersuchungen)
 - Zunahme Tritium (^3H) von 0,6 auf wieder 1,5...1,2 T.E
 - Zunahme Radiokohlenstoff (^{14}C) von 8 auf wieder 36...40 %-modern
 - Verschiebung Deuterium (^2H) und Sauerstoff (^{18}O) an der CRAIG-Geraden (n.u. ↓)
- vorläufige Wertung:
- Verbesserte Modellanpassung für die altersstrukturellen Rechnungen und Aussagen
 - gesamtheitlich eindeutigeres Ergebnisbild

Fazit

- Die bei den Routinebeprobungen der letzten Jahre festgestellten schlechteren Zulaufgrundbedingungen zur GWM sind nach dem Langzeitpumpversuch beseitigt.
- Die Messstelle ist intakt.
- Es wurden keine technischen Fehler festgestellt.
- Der aktuelle Ausbau wird der Zielstellung der Bohrung gerecht. Der gegebene integrierte SKS-Strang ist aktuell und im überschaubaren Zeitraum nicht gefährdet.
- Die GWM kann mit einer Förderleistung um 10 l/min problemlos gefördert werden.
- Für eine repräsentative Probenahme ist eine vorausgehende Abfördermenge von mind. 30...35 m³ zwingend notwendig.
- Mit dem aktuellen Befund ist keine akute Sanierungsnotwendigkeit gegeben.
- Die Messstelle könnte im derzeitigen technischen Status neben der fortzusetzenden staatlichen Überwachungsaufgabe von LfULG/BfUL (Hydrochemie, Isotope) perspektivisch auch für angedachte Zusatznutzungen der Stadt Oelsnitz mit verwendet werden.
- Die GWM muss wieder mit einer fest installierten Fördereinrichtung und der begleitenden Messtechnik für die Wasserspiegelentwicklung ausgerüstet werden (LfULG/BfUL).
- Es erscheint als notwendig, zusätzliche Abpumpvorgänge im Jahresverlauf vorzunehmen. Ein entsprechendes „Bewirtschaftungskonzept“ wird im Rahmen des Projekts erarbeitet.