



Dr. Torsten Abraham

HGC Hydro-Geo-Consult GmbH, Halsbrücke

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



Analyse von Gruben- und Haldensickerwässern aus dem ehem. Lugau-Oelsnitzer-Revier

2. Fachkonferenz zum Projekt „Vita-Min“ am 31.01.2019 in Freiberg
(Sächs. Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie)



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



Vortragsinhalt / Gliederungspunkte

Komplex I - Grubenwasser

- Stand Flutungswasserspiegel
- Entwicklung der hydrochemischen Parameter im Grubenwasser
- Status Gasphase im Grubenwasser
- Status und Entwicklung der Isotopenzeichnung im Grubenwasser
- Schlussfolgerungen, Ausblick

Komplex II - Fließgewässer (Hegebach) und Haldensickerwässer

- Zielstellung und Randbedingungen der Untersuchungen
- Untersuchungsgebiet (Haldenkomplexe)
- Ergebnisse der Messkampagne 2018
- Vergleich der Ergebnisse der Messkampagne 2018 mit denen aus 2013
- Schlussfolgerungen, Ausblick

Standort



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

GWM Oelsnitz

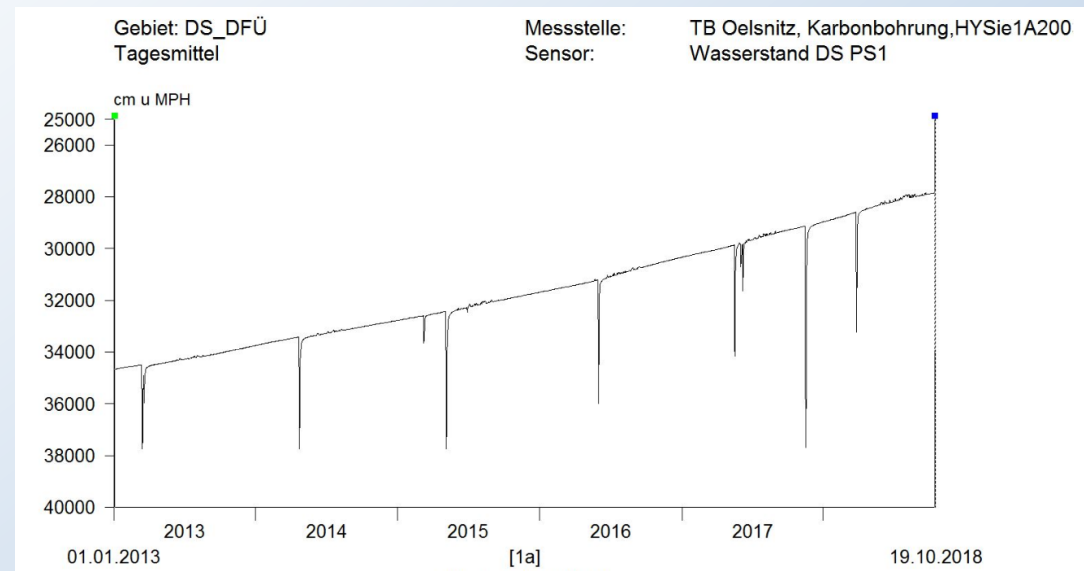
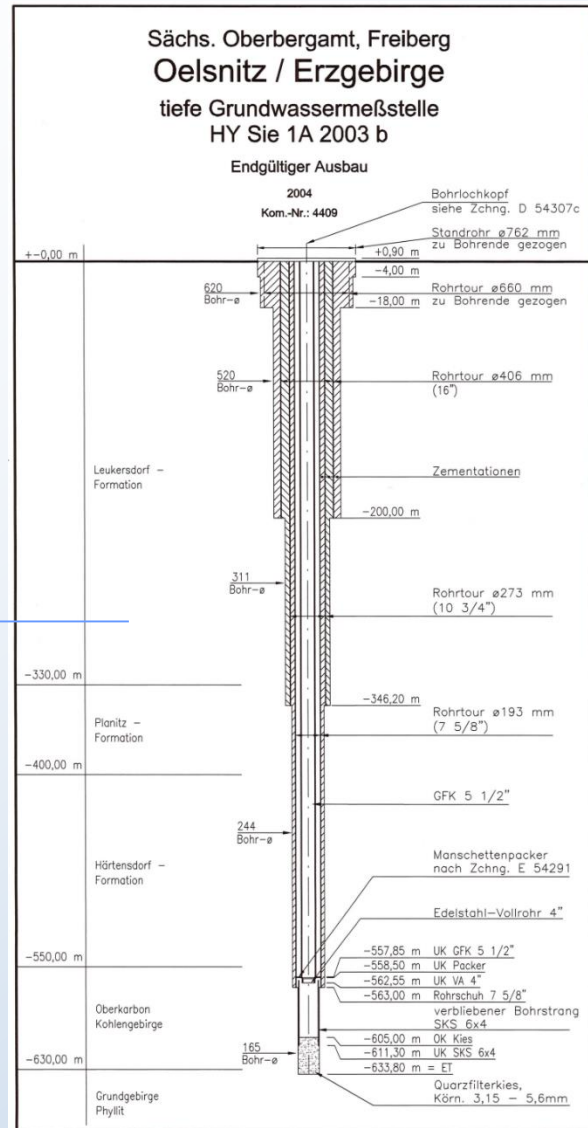
Hy Sie 1A/2003

- 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, Isotope nur beim Abteufen

Flutungswasserspiegel



- kontinuierliche Aufzeichnung 2006 ... 10/2018
- aktuell Ausbau der Messeinrichtung und Pumpe
- geplante technische Revision der Messstelle mit Testarbeiten (= eigenständiges VitaMin-Projekt)
- aktueller (hand-)gemessener Grundwasserspiegel

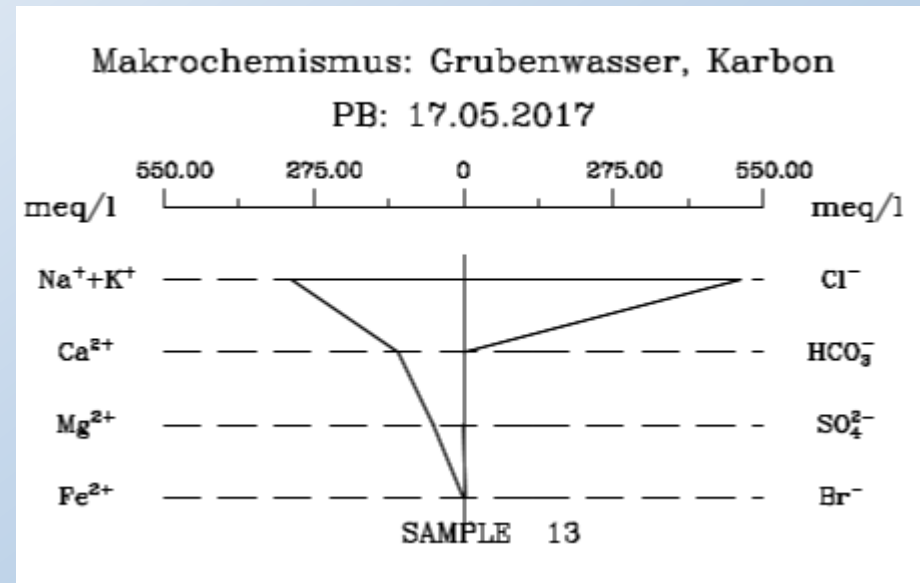
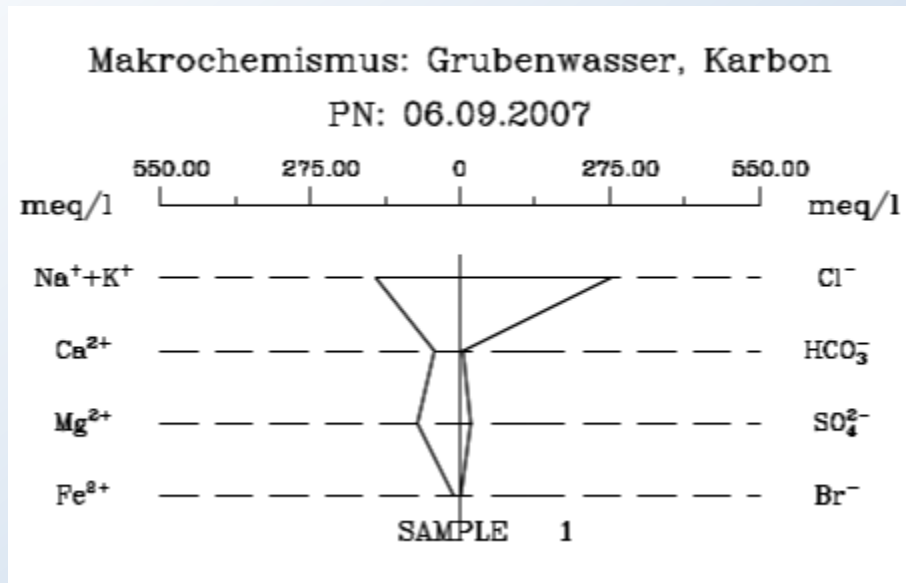
05.12.2018

-282,48 m unter MPkt.

84,80 m NHN

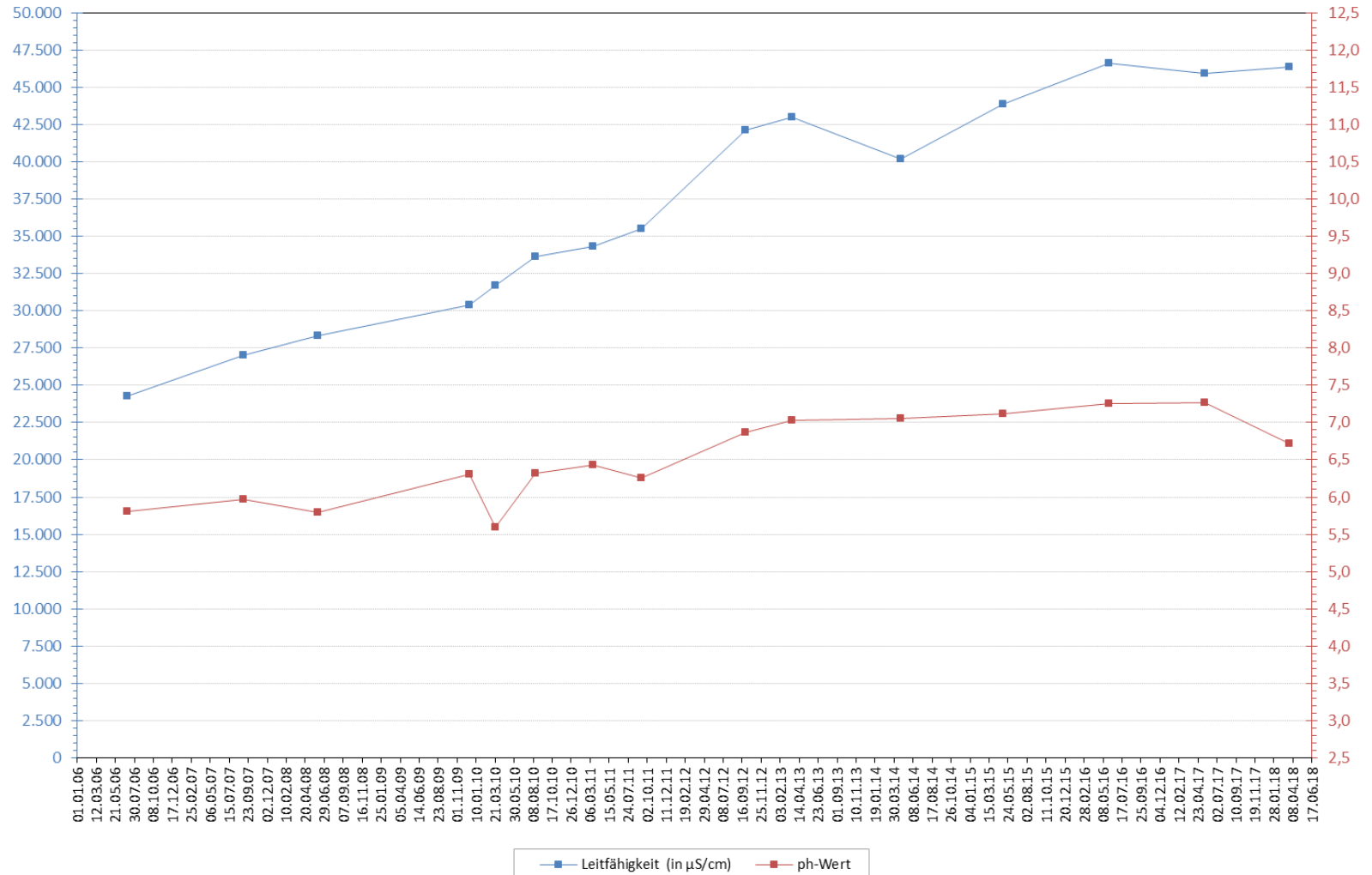
Oelsnitz – Status Hydrochemie

- 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)



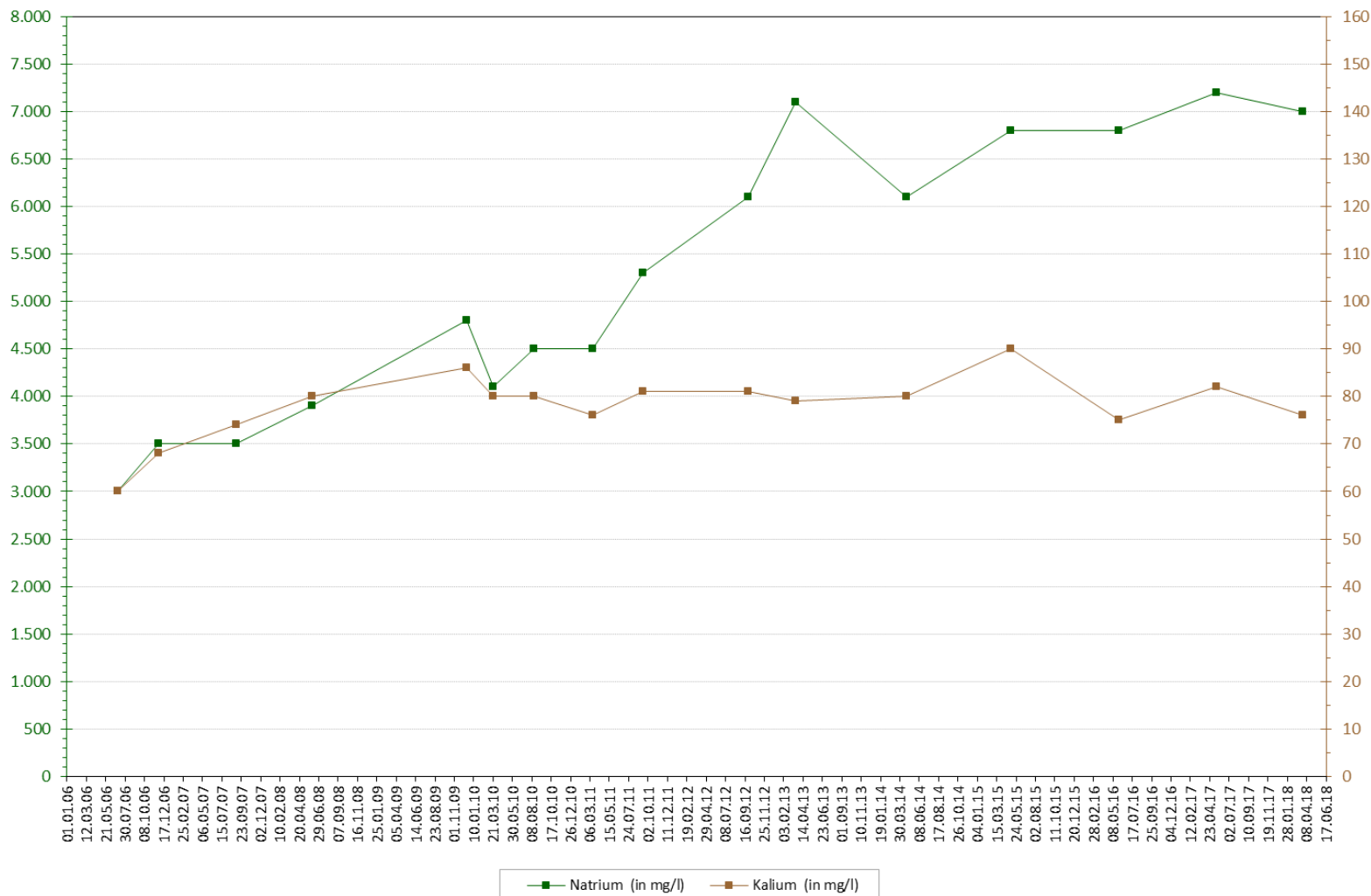
Oelsnitz – Veränderungen hydrochemischer Parameter

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



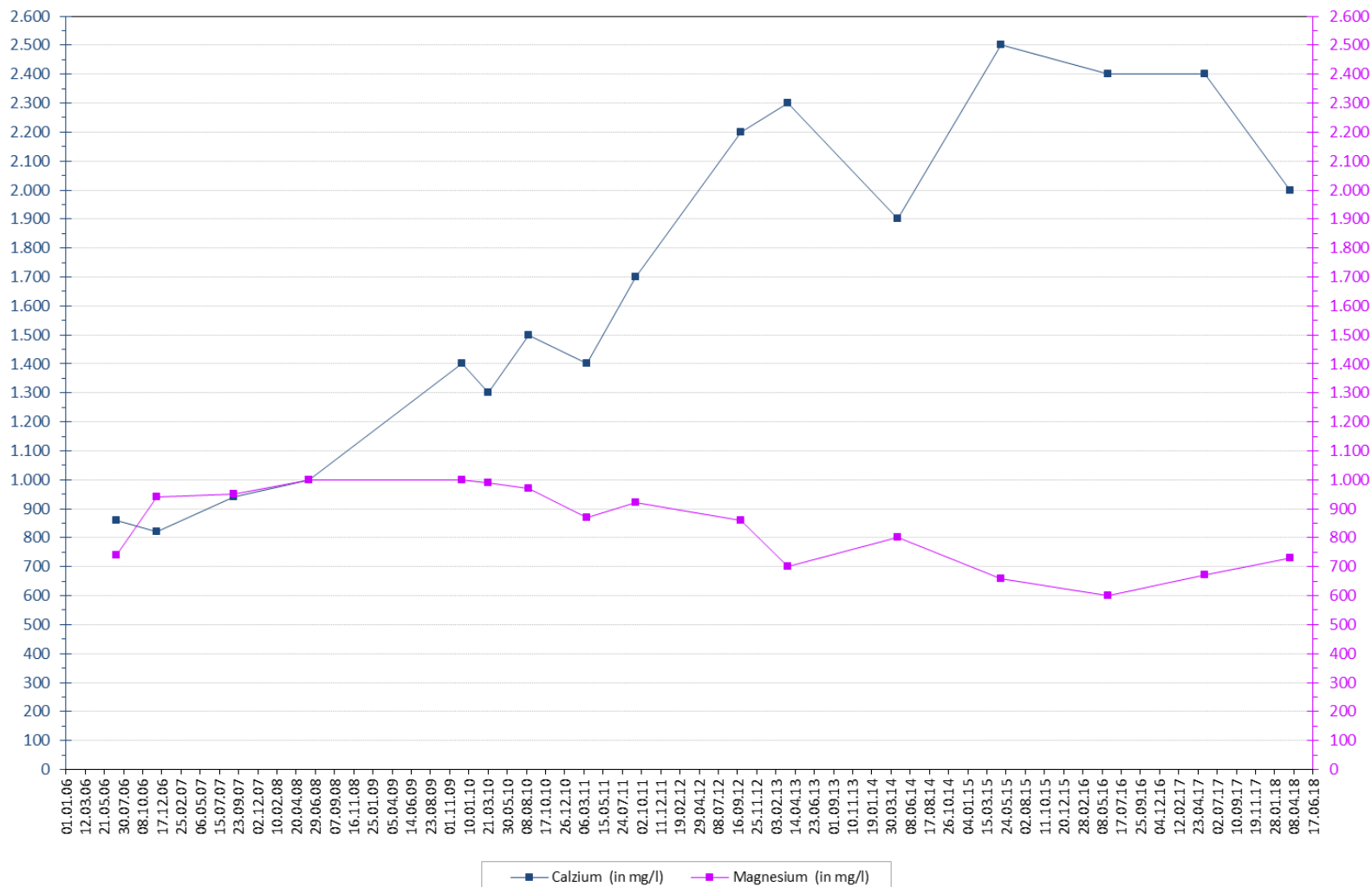
Oelsnitz – Veränderungen hydrochemischer Parameter

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



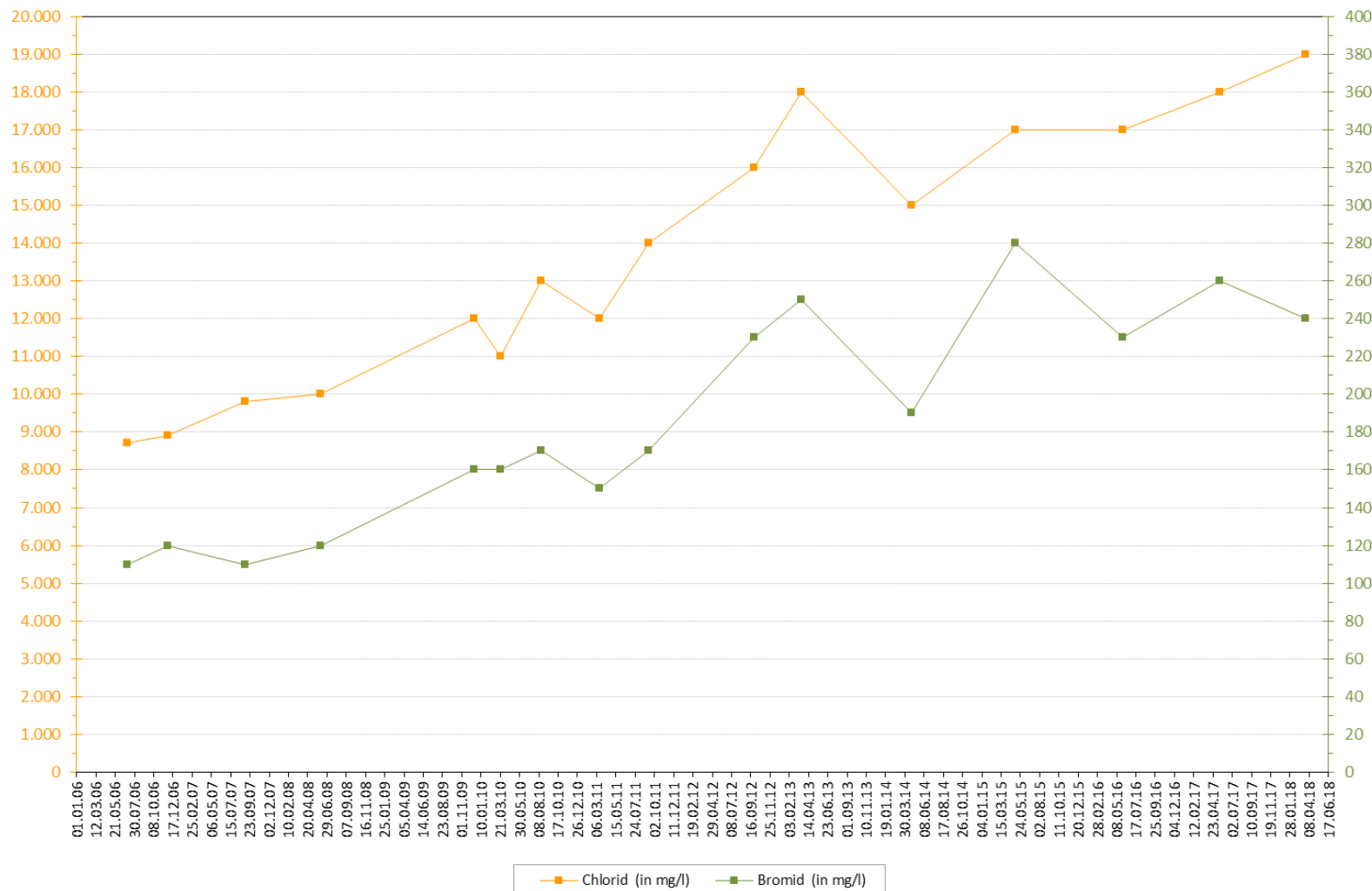
Oelsnitz – Veränderungen hydrochemischer Parameter

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



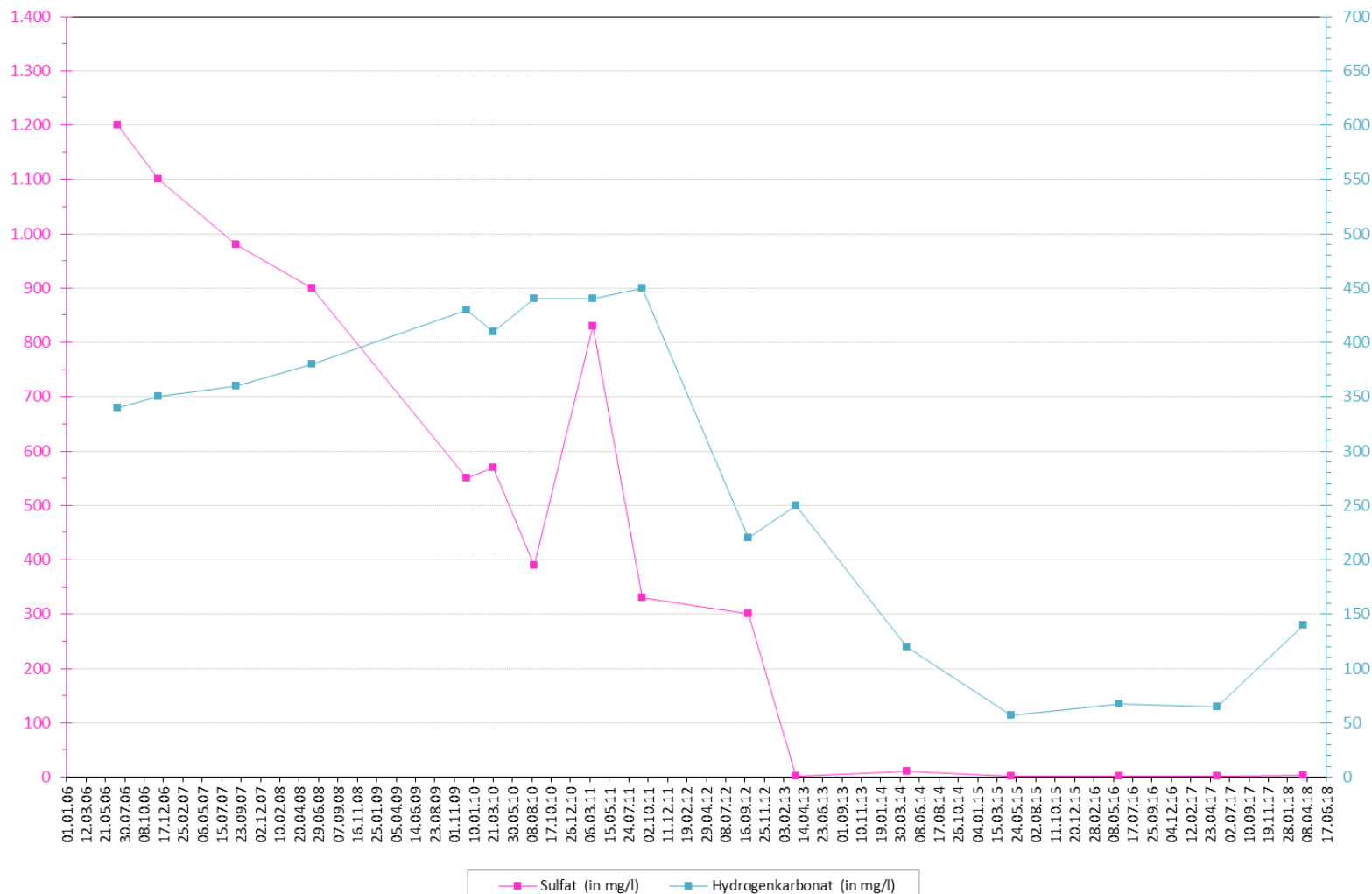
Oelsnitz – Veränderungen hydrochemischer Parameter

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



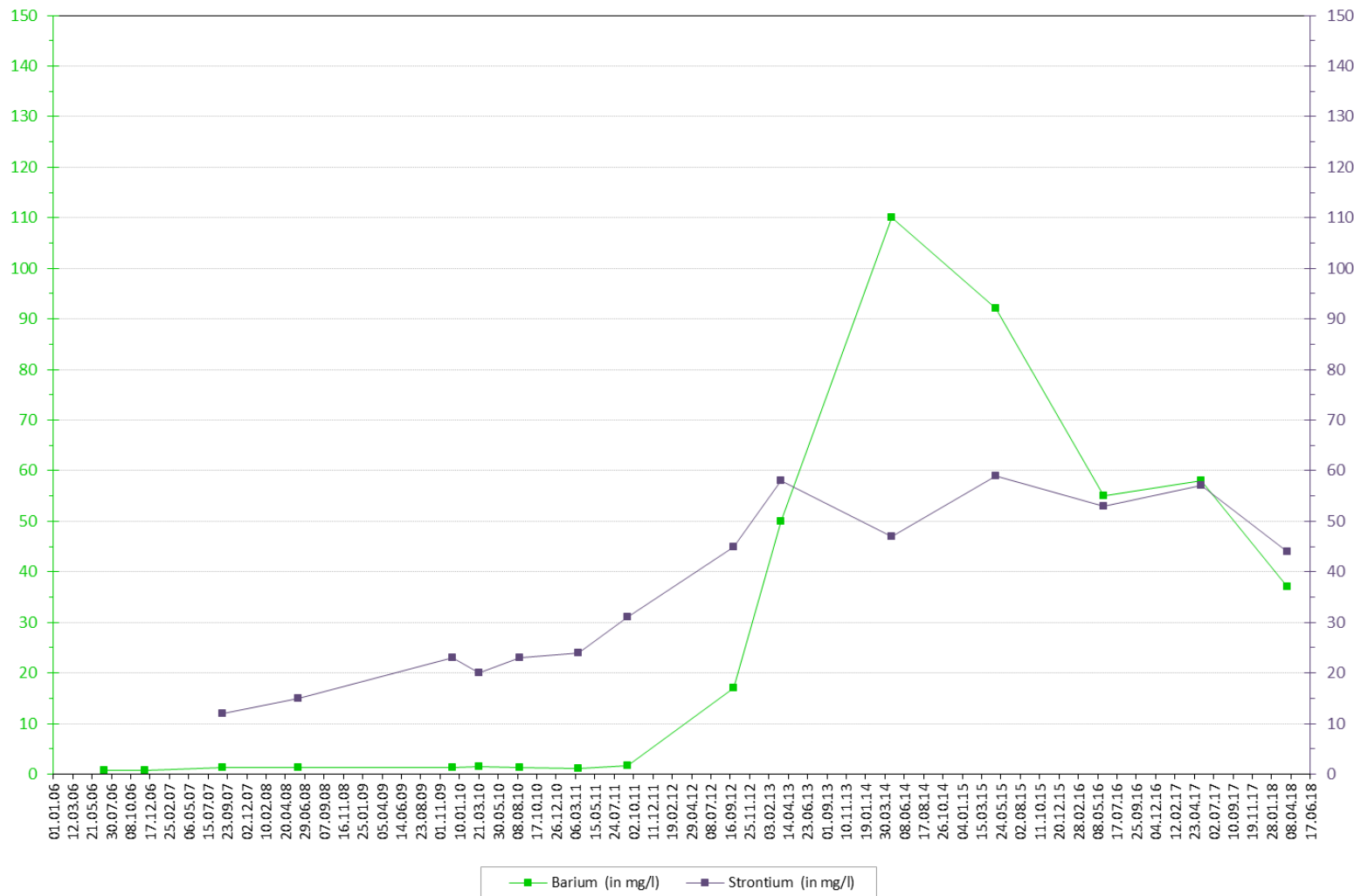
Oelsnitz – Veränderungen hydrochemischer Parameter

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



Oelsnitz – Veränderungen hydrochemischer Parameter

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



Oelsnitz – Status Gasphase im Grubenwasser

Grundwassermessstelle G52426003 Karbonbohrung Hy Sie 1A/2003: Grubenwasser Oelsnitz/E.

<i>Oelsnitz/E.</i>		Eurofins		
		31.05.2016	17.05.2017	26.03.2018
Feldparameter	Einheit			
ph-Wert		7,26	7,27	6,72
Leitfähigkeit	µS/cm	46.598	45.902	46.356
Redox	mV	88	62	100
Sauerstoff	mg/l	0,71	0,55	3,99
Temperatur	°C	19,7	20,4	19,1
Gase	Einheit			
Argon	Vol-%	6,1	8,4	10,5
Kohlenstoffdioxid	Vol-%	4,1	13,2	26,7
Methan	Vol-%	59,2	28,1	33,3
Kohlenstoffmonoxid	Vol-%	<0,5	<0,2	<0,1
Wasserstoff	Vol-%	<0,5	<0,1	<0,1
Stickstoff	Vol-%	30,6	50,3	29,5
Schwefelwasserstoff	ppm	<7	<7	<7
Sauerstoff	Vol-%	<0,5	<0,1	<0,1

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

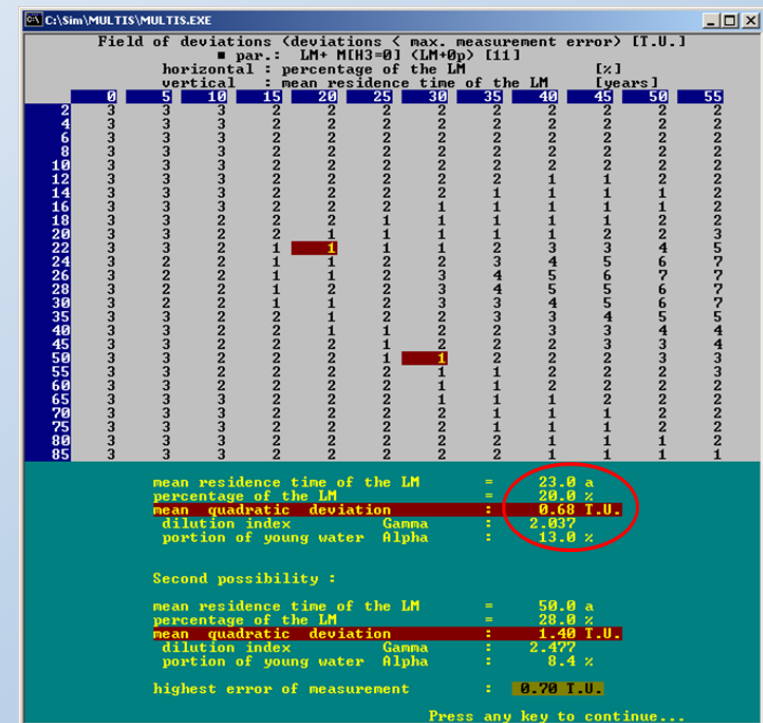
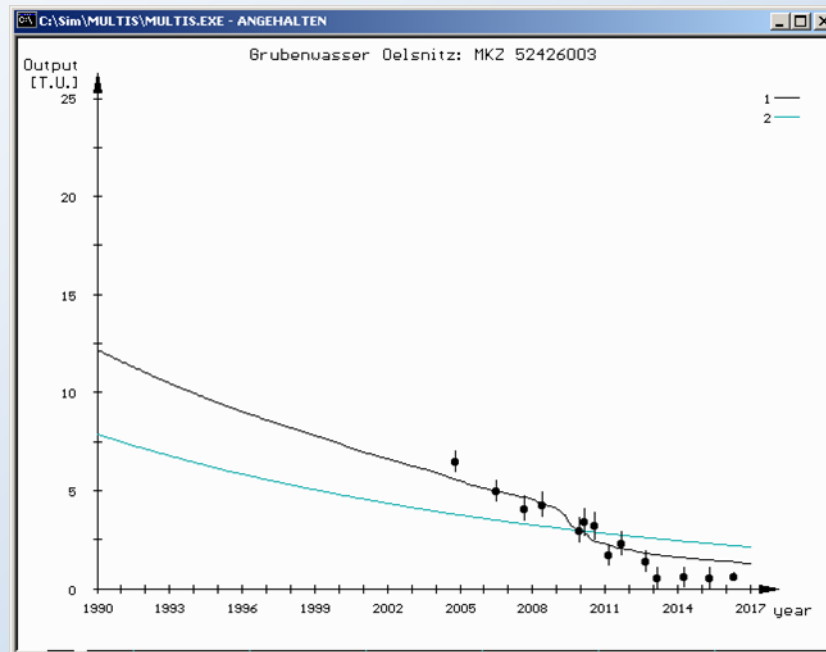
Ergo: Speisung des Flutungsverlaufs durch „alte“ Wässer ... von unten.

Oelsnitz - Tritium

Tritium-Auswertung über ein gekoppeltes Modell aus parallel geschaltetem Linearmodell (LM) und tritiumfreien Modell (3H=0)

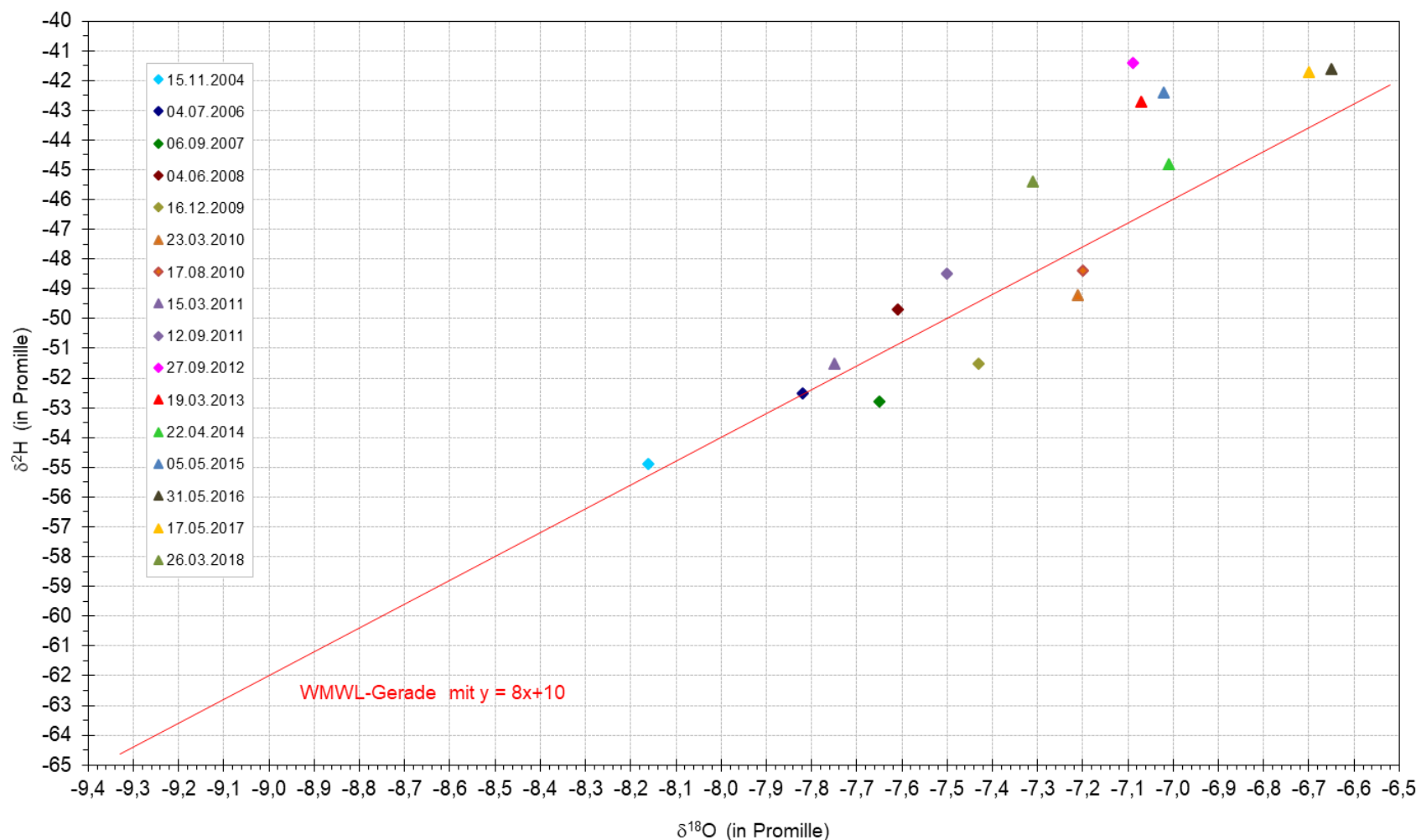
hier: Ergebnis der Berechnung des Jungwasseranteils $[\alpha_{(30\text{-Jahre})}]$ über $[t_m(\text{LM} + 3\text{H}=0)]$

Gültigkeit der Lösung mit: Jungwasseranteil im Gesamtmodell $[\alpha_{(30\text{-Jahre})}]$ = 13 %
 Anteil LM am Gesamtmodell = 20 %
 mittlere Verweilzeit für den LM-Anteil $[t_m(\text{LM})]$ = 23 a

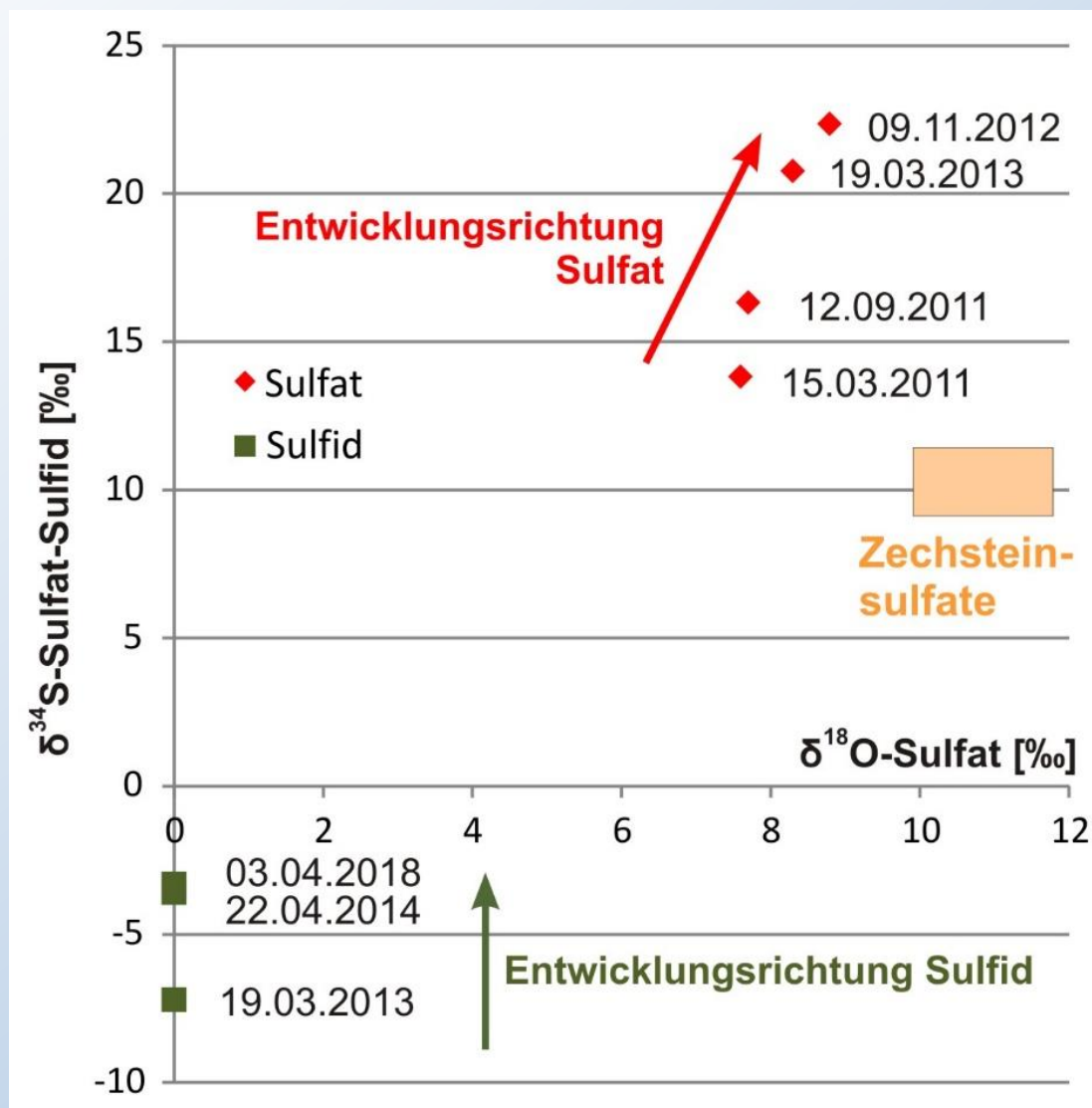


Oelsnitz – 2H(Deuterium) /18O

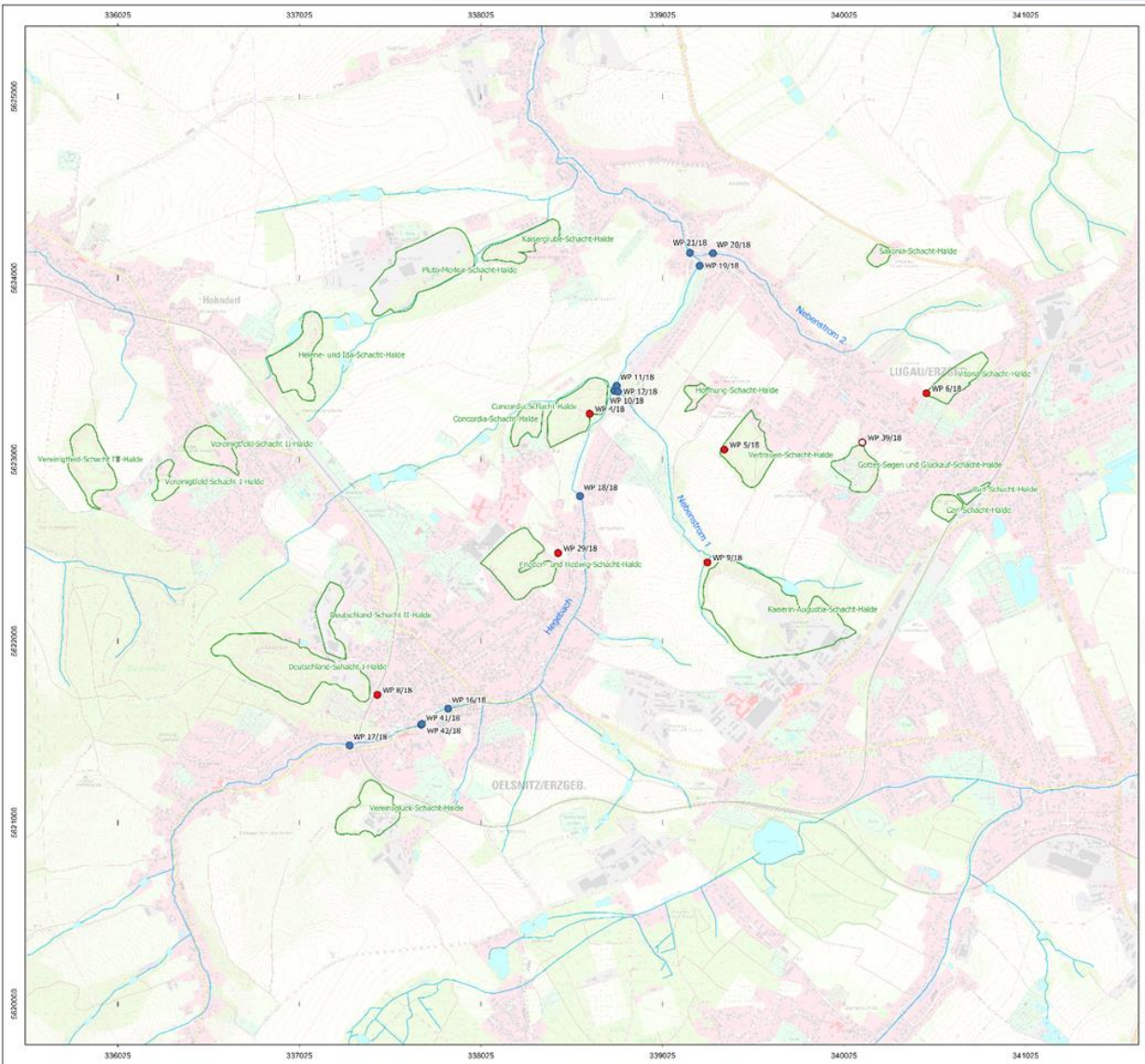
CRAIG-Diagramm für die stabilen Isotope ^2H und ^{18}O im Grundwasser/Grubenwasser



Oelsnitz – 34S/18O im Sulfat bzw. im partikulären Sulfid



Hegebach und Haldensickerwässer - Untersuchungsgebiet



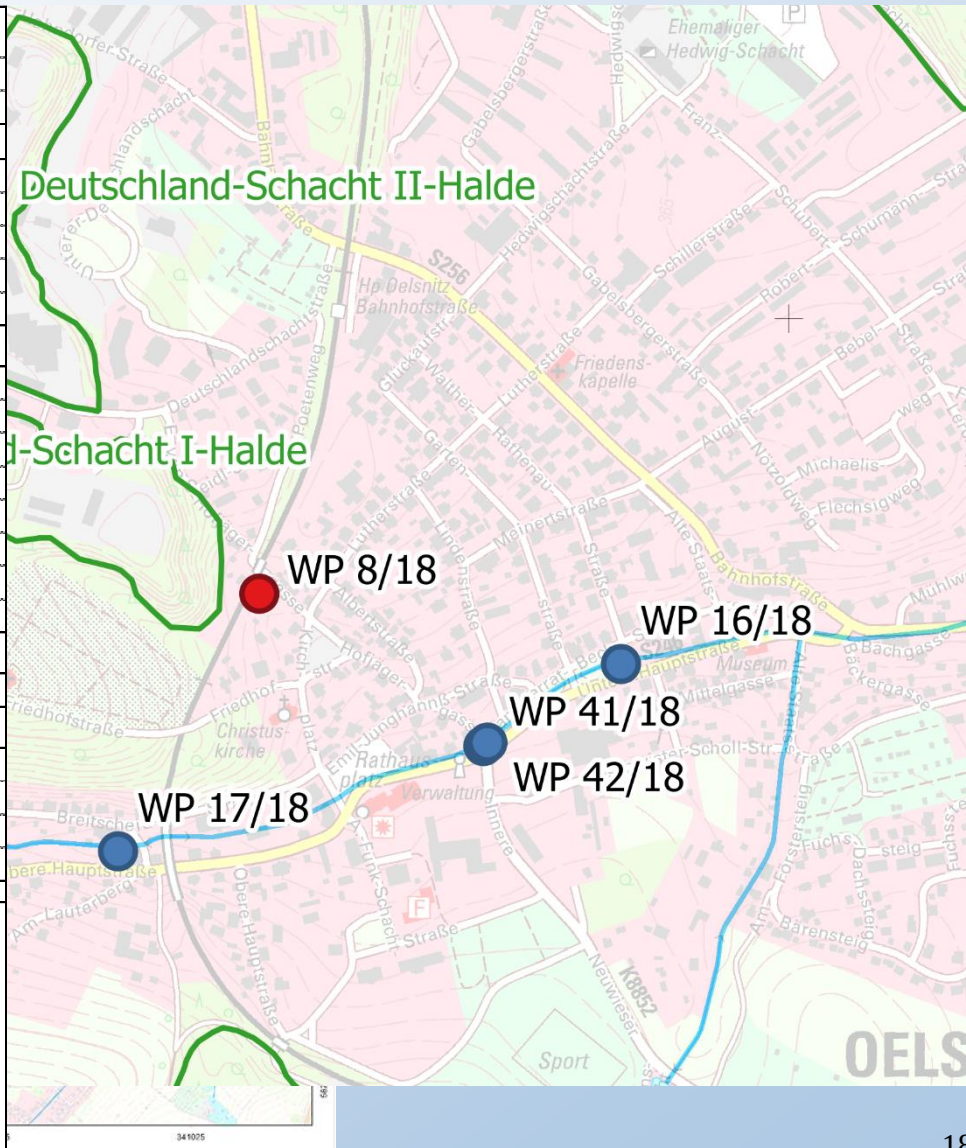
Ziele

- besondere meteorologische Situation 2018 ausnutzen
- hydrochemischer Status unter Trockenwetter-Randbedingungen
= minimale/keine Infiltration
= Basisabfluss, ohne nennenswerte Verdünnung
- Vergleich der Ergebnisse mit dem hydrochemischen Status 2013

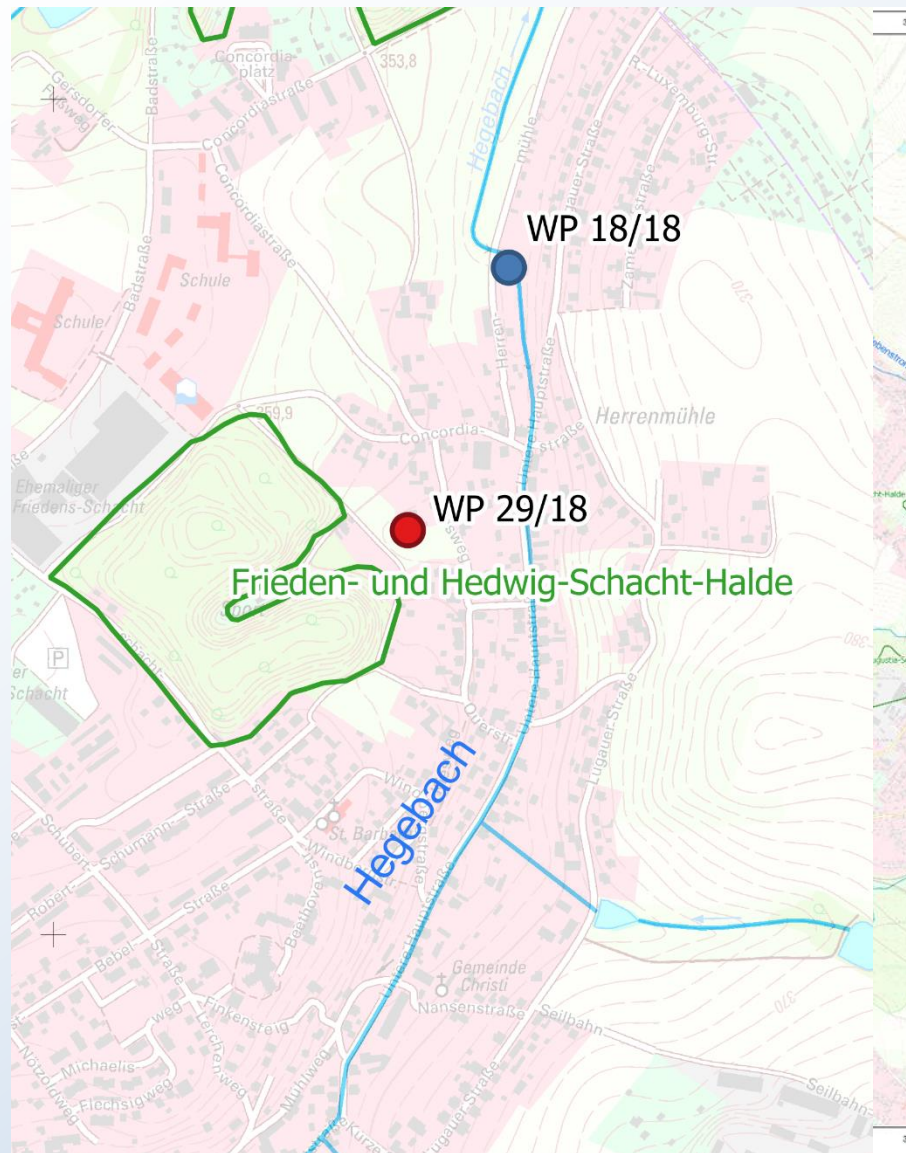
Hegebach und Haldensickerwässer - K1: Oe – Deutschlandschacht-Halden

Analysen Hegebach und Haldensickerwässer						
		13.11.18	19.11.18	13.11.18	19.11.18	19.11.18
		WP 17/18	WP 41/18	WP 8/18	WP 42/18	WP 16/18
Feldparameter	Einheit					
ph-Wert		7,09	7,68	6,22	7,76	7,42
Leitfähigkeit	µS/cm	613	851	14.090	9.650	1.195
Redox	mV	305	317	278	314	361
Sauerstoff	mg/l	8,39	8,41	6,75	4,25	8,75
Temperatur	°C	10,4	8,2	18,3	11,6	8,2
Laborparameter - 1		Chemismus-bestimmende Parameter				
Natrium	mg/l	17,6	32,4	603	402	41,9
Kalium	mg/l	5,74	5,58	365	224	12
Calcium	mg/l	48,7	61,8	468	354	73,9
Magnesium	mg/l	30	36	2.000	1.300	74
Chlorid	mg/l	42	81	970	730	96
Sulfat	mg/l	110	170	10.000	6.400	350
Hydrogencarbonat	mg/l	98	98	165	146	98
Nitrat	mg/l	42	42	92	60	42
Laborparameter - 2		Summenparameter				
SK 4,3	mmol/l	1,6	1,6	2,7	2,4	1,6
Laborparameter - 3		Spurenmetalle				
Cadmium	µg/l	0,9	0,9	23,2	25,3	1,4
Kupfer	µg/l	<1	6	<1	8	7
Nickel	µg/l	8	8	62	120	13
Zink	µg/l	134	162	4.980	5.060	273

Hegebach	Hegebach	Deutschland-Sch. Halde	Einlaufrohr am Hegebach	Hegebach



Hegebach und Haldensickerwässer - K2: Oe – Frieden- und Hedwig-Sch. Halde



Analysen Hegebach und Haldensickerwässer

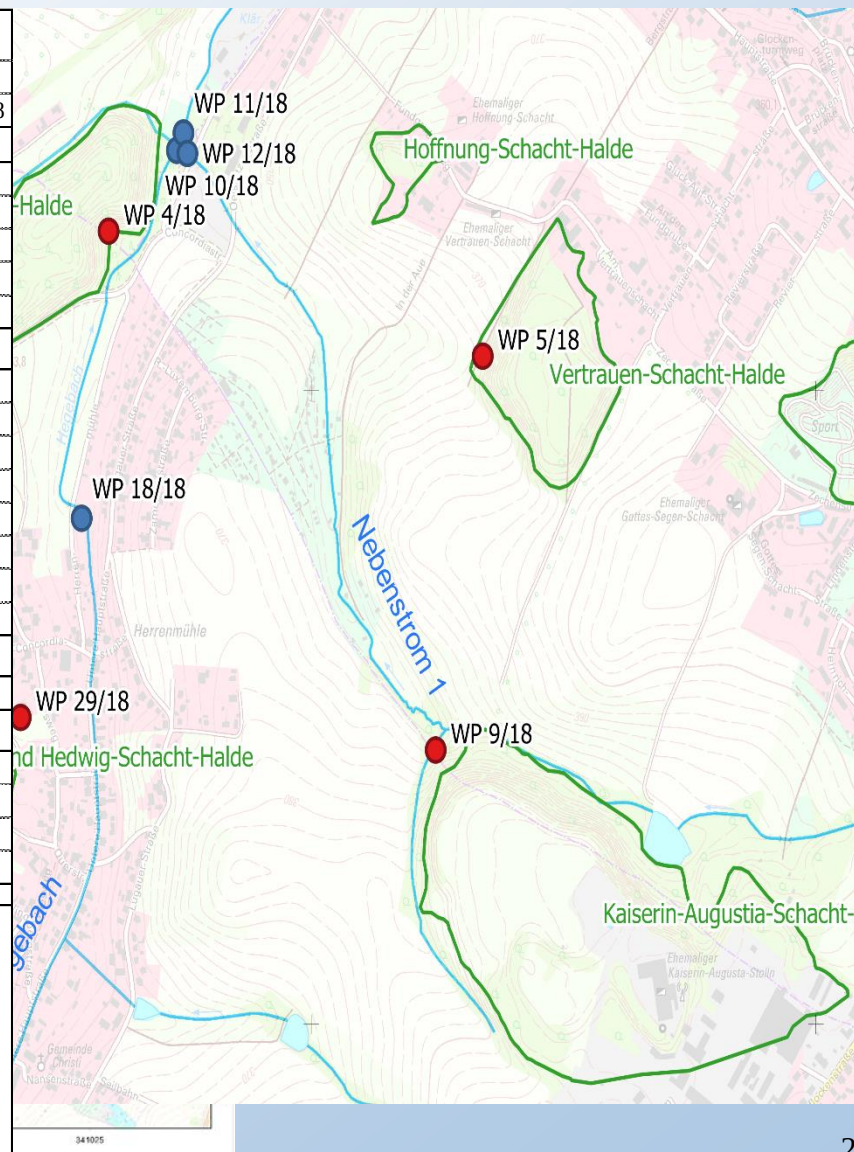
		16.11.18	13.11.18
		WP 29/18	WP 18/18
Feldparameter	Einheit		
ph-Wert		6,10	7,92
Leitfähigkeit	µS/cm	2.240	1.049
Redox	mV	242	232
Sauerstoff	mg/l	5,61	7,87
Temperatur	°C	11,6	11,1
Laborparameter - 1			
Natrium	mg/l	54,3	34,4
Kalium	mg/l	18,5	9,76
Calcium	mg/l	248	67,5
Magnesium	mg/l	120	61
Chlorid	mg/l	100	77
Sulfat	mg/l	1.100	260
Hydrogencarbonat	mg/l	61	122
Nitrat	mg/l	31	37
Laborparameter - 2			
SK 4,3	mmol/l	1,0	2,0
Laborparameter - 3			
Cadmium	µg/l	13,8	0,8
Kupfer	µg/l	3	3
Nickel	µg/l	86	7
Zink	µg/l	3.170	169

Frieden- und Hedwig-Sch. Halde	Hegebach
--------------------------------	----------

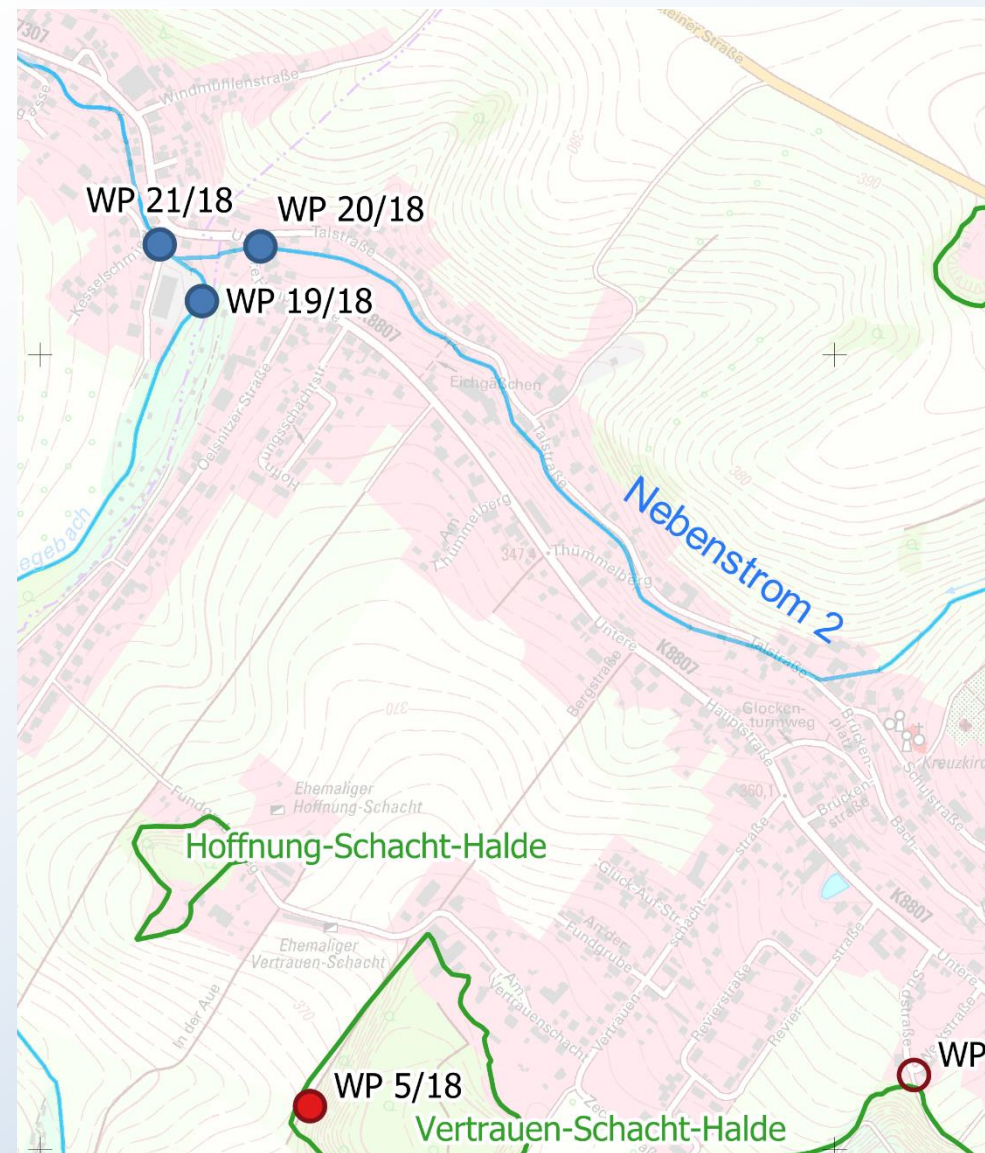
Hegebach und Haldensickerwässer - K3: Lugau – Nebenstrom 1

Analysen Hegebach und Haldensickerwässer							
		13.11.18	19.11.18	16.11.18	16.11.18	13.11.18	13.10.18
		WP 10/18	WP 4/18	WP 9/18	WP 5/18	WP 12/18	WP 11/18
Feldparameter	Einheit						
ph-Wert		7,92	6,71	6,74	3,73	7,93	7,93
Leitfähigkeit	µS/cm	1.070	2.670	5.880	9.850	2.080	1.341
Redox	mV	230	183	100	455	281	262
Sauerstoff	mg/l	7,99	7,35	4,29	2,31	7,98	7,43
Temperatur	°C	11,0	13,3	9,8	12,0	9,8	10,7
Laborparameter - 1							
Natrium	mg/l	32,8	38	232	109	73	41,4
Kalium	mg/l	9,66	29,5	55,8	27,1	12,0	10,3
Calcium	mg/l	63,1	386	495	399	166	84,9
Magnesium	mg/l	60	140	490	1.600	140	76
Chlorid	mg/l	74	38	400	280	130	84
Sulfat	mg/l	270	1.600	3.300	10.000	810	370
Hydrogencarbonat	mg/l	116	98	323	5	171	128
Nitrat	mg/l	36	22	1,6	97	26	34
Laborparameter - 2							
SK 4,3	mmol/l	1,9	1,6	5,3	<0,1	2,8	2,1
Laborparameter - 3							
Cadmium	µg/l	0,9	81,2	0,5	1.820	14,9	3,2
Kupfer	µg/l	3	<1	<1	67	<1	1
Nickel	µg/l	8	410	101	7.070	87	22
Zink	µg/l	267	19.300	531	345.000	4.150	929

Hegebach	Concordia-Sch. Halde	Kaiserin-Augusta-Sch. Halde	Vertrauen-Sch. Halde	NS 1 vor Hegebach	Hegebach
		NS 1			



Hegebach und Haldensickerwässer - K4: Lugau – Nebenstrom 2

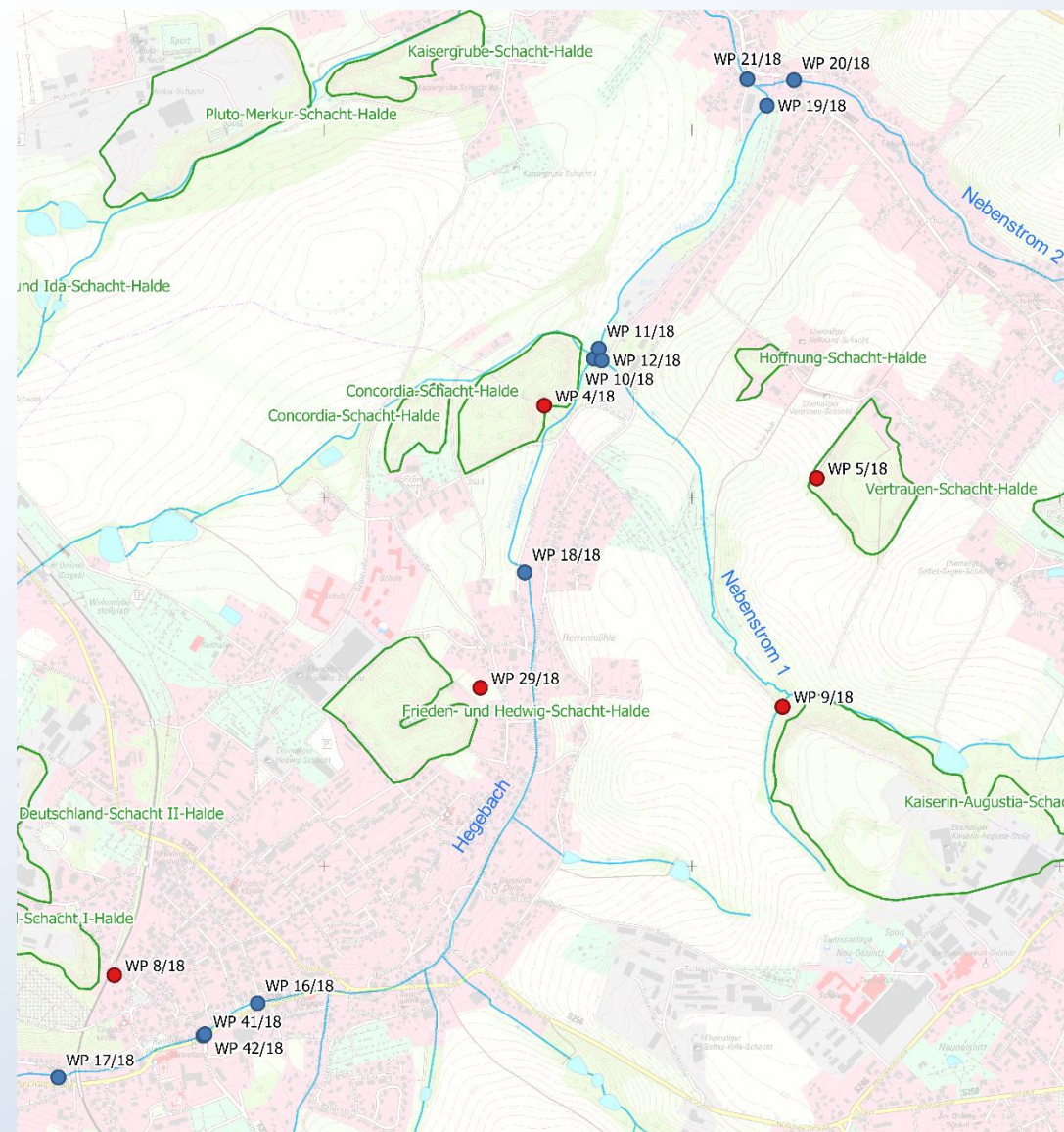


Analysen Hegebach und Haldensickerwässer

		13.11.18	16.11.18	trocken	13.11.18	13.11.18
		WP 19/18	WP 6/18	WP 39/18	WP 20/18	WP 21/18
Feldparameter	Einheit					
ph-Wert		8,06	7,54		8,00	8,02
Leitfähigkeit	µS/cm	1.110	1.052		722	1.073
Redox	mV	255	251		260	264
Sauerstoff	mg/l	7,81	8,6		7,05	7,32
Temperatur	°C	10,9	3,7		10,9	10,9
Laborparameter - 1						
Natrium	mg/l	36,4	20		23,8	35,6
Kalium	mg/l	9,11	17,0		7,2	8,83
Calcium	mg/l	73,7	82		61	74,2
Magnesium	mg/l	64	62		28	60
Chlorid	mg/l	77	49		60	75
Sulfat	mg/l	300	390		82	270
Hydrogencarbonat	mg/l	128	79		165	134
Nitrat	mg/l	34	1,8		28	34
Laborparameter - 2						
SK 4,3	mmol/l	2,1	1,3		2,7	2,2
Laborparameter - 3						
Cadmium	µg/l	1,8	<0,2		<0,2	1,1
Kupfer	µg/l	2	<1		4	2
Nickel	µg/l	11	8		4	10
Zink	µg/l	389	149		127	373

Hegebach	Victoria-Sch. Halde	Gottes Segen- und Glückauf-Sch. Halde	NS 2 vor Hegebach	Hegebach
	NS 2			

Hegebach – Gebietseingang / Gebietsausgang



Analysen Hegebach

		13.11.18	13.11.18
		WP 17/18	WP 21/18
Feldparameter	Einheit		
ph-Wert		7,09	8,02
Leitfähigkeit	µS/cm	613	1.073
Redox	mV	305	264
Sauerstoff	mg/l	8,39	7,32
Temperatur	°C	10,4	10,9
Laborparameter - 1			
Natrium	mg/l	17,6	35,6
Kalium	mg/l	5,74	8,83
Calcium	mg/l	48,7	74,2
Magnesium	mg/l	30	60
Chlorid	mg/l	42	75
Sulfat	mg/l	110	270
Hydrogencarbonat	mg/l	98	134
Nitrat	mg/l	42	34
Laborparameter - 2			
SK 4,3	mmol/l	1,6	2,2
Laborparameter - 3			
Cadmium	µg/l	0,9	1,1
Kupfer	µg/l	<1	2
Nickel	µg/l	8	10
Zink	µg/l	134	373

Hegebach

Hegebach

Hegebach und Haldensickerwässer - Zwischenfazit

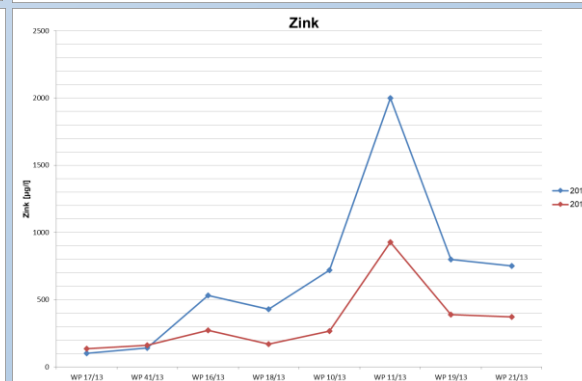
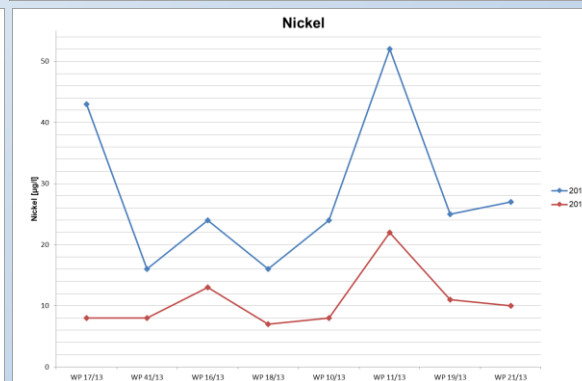
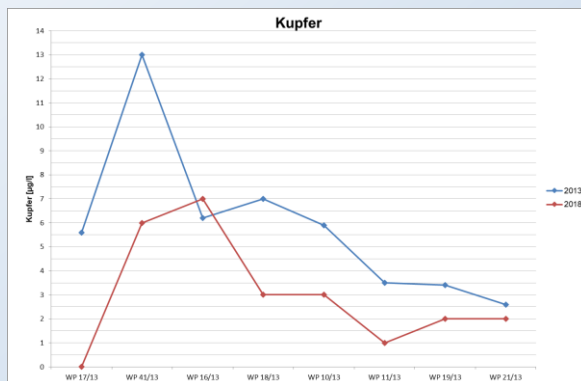
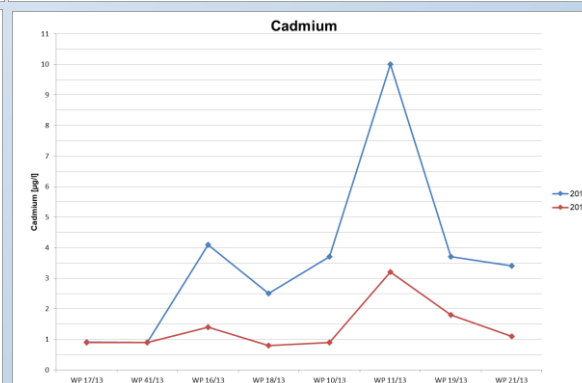
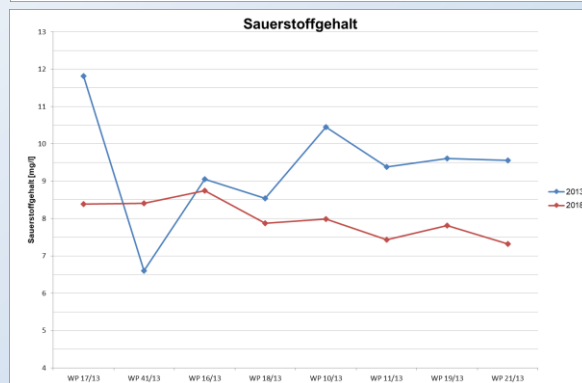
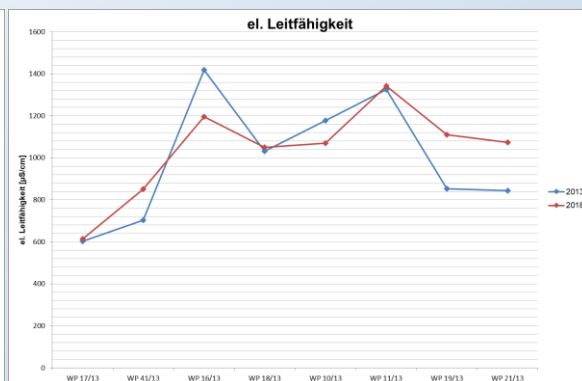
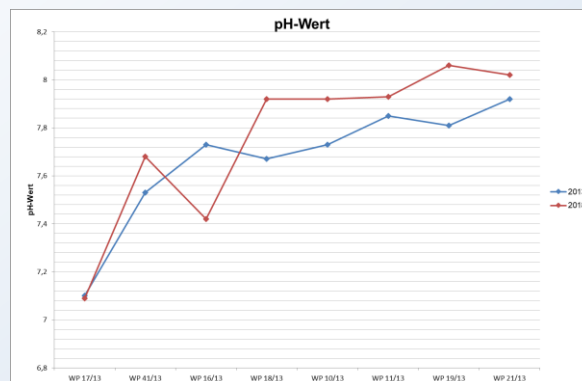
- Zunahme der pH-Werte von S (Oelsnitz) nach N (Gersdorf)
- 2 auffällige Peaks
 - Abstrom von den Deutschland-Schacht-Halden (WP8)
Schwermetall-Auffälligkeit zwischen WP8 u. WP42 (Quelle ?)
 - NS 1 mit den angeschlossenen Haldenkomplexen
max-Konzentrationen im Bereich Vertrauen-Schacht-H. (WP5)
- massive Konzentrationserhöhungen am jeweiligen Haldenfuß, Ablauf
- Verdünnung dann allerdings schon über den Hegebach-Zulauf (Beispiel: WP12)
- im Hegebach selbst „moderate“ Konzentrationserhöhungen
- der Hegebachzulauf NS 2 (im Norden, Gersdorf) ist wenig auffällig (WP20)

Ergo - für die besonderen hydrometeorologischen Randbedingungen in 2018:

- Die gemessenen Konzentrationen sind nachhaltig.
- Sie repräsentieren quasi den „Basisabfluss“ von den Haldenkörpern und wirken als Szenario somit stetig.

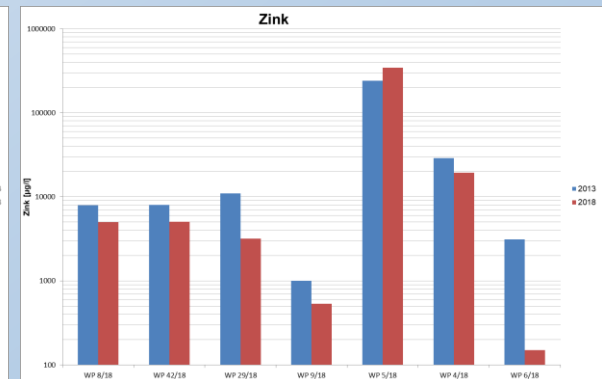
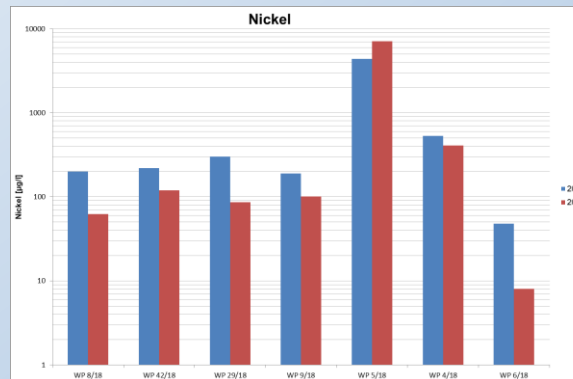
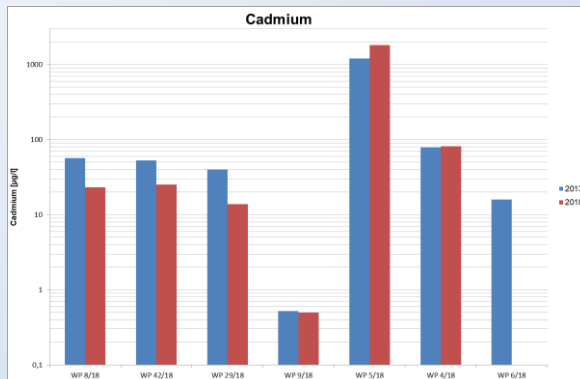
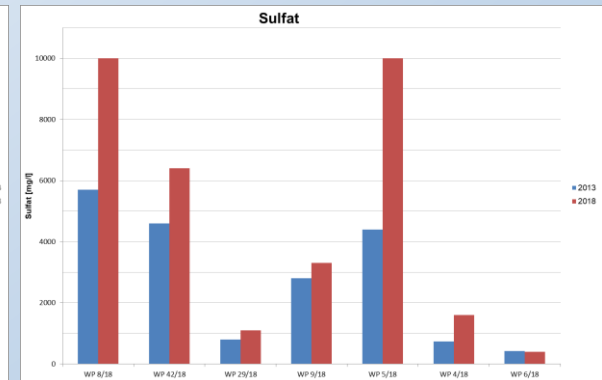
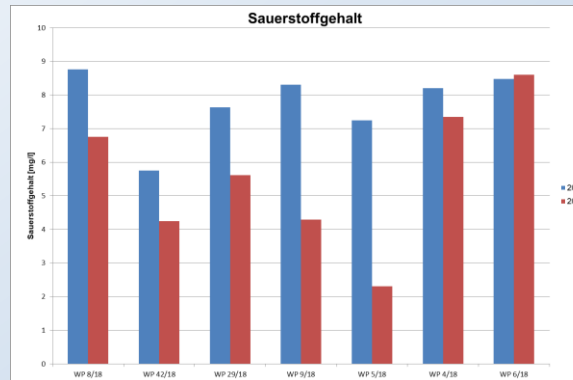
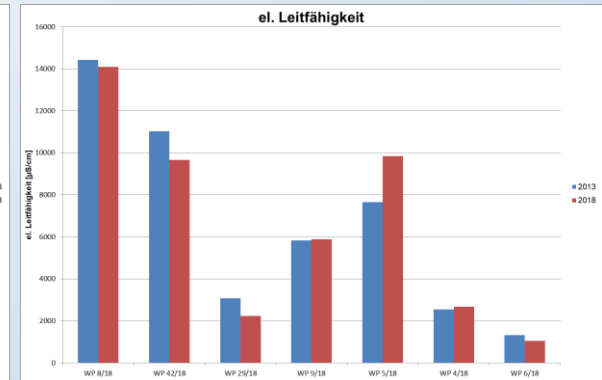
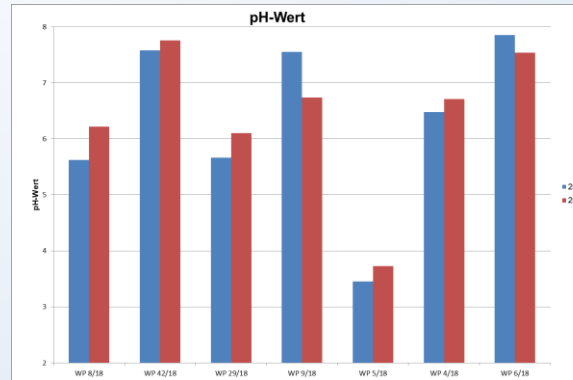
Hegebach – Vergleich Messreihen in 2018 gegen 2013

- pH-Werte in 2018 höher
- LF in 2018 im Norden leicht höher, ansonsten ähnlich
- Sauerstoff in 2018 niedriger
- Schwermetalle in 2018 deutlich niedriger, aber mit den gleichbleibenden Peaks



Haldenwässer – Vergleich Messreihen in 2018 gegen 2013

- pH-Werte mit hoher Spreizung und unspezifischer Veränderung nach 2018
- LF in 2018 niedriger (Ausnahme: WP5)
- Sauerstoff deutlich niedriger
- SO₄ deutlich höher
- Schwermetalle in 2018 tendenziell deutlich niedriger, außer WP5 (Vertrauen-Sch. Halde)



Hegebach und Haldensickerwässer – Fazit und Notwendigkeiten

- Veränderungen im hydrochemischen Status zwischen 2013 (= Normalwasser-RB) und 2018 (= Niedrigwasser-RB und ca. 6 Monate Trockenwetterrückgang im Haldenwasserabstrom) gehen zu Lasten der fehlenden Infiltration.
- Die Haldenkomplexe Deutschland-Schacht-Halden sowie Vertrauen-Schacht-Halde am NS 1 sind als neuralgische Punkte mit sehr hoher Schadstoff-Freisetzung identifiziert.
- Die zugehörigen Volumenströme Haldensickerwasser in die Zulaufgerinne und in den Hegebach sind unter den Bedingungen 2018 vergleichsweise geringer als bei den vorherigen Messkampagnen, so dass auch die Auswirkungen im Hegebach aktuell geringer erscheinen.
- Die Wässer aus den Haldenkomplexen Deutschlandschacht-Halde sowie insbesondere auch die aus dem Bereich Vertrauen-Schacht-Halde müssen aufgrund ihrer sehr hohen Element- und Schadstoffgehalte einer detaillierteren weiteren Betrachtung unterzogen werden, um daraus Maßnahmepläne perspektivisch belastbar ableiten zu können. Dies betrifft sowohl die hydrochemischen Parameter, als auch Stofffrachten hin zum Hegebach.
- Die vorliegenden aktuellen Untersuchungen charakterisieren die hydrochemischen Verhältnisse unter Niedrigwasserbedingungen und „Trockenwetter“-Basisabfluss von den Haldenkomplexen.
- Sie ergänzen die Messkampagne aus 2013, die seinerzeit SO₄-Status und Betonaggressivität der Haldenwässer zum Bearbeitungsschwerpunkt gemacht hatte.