



„Prüfung möglicher Umweltauswirkungen des Einsatzes von Abfall- und Reststoffen zur Bruch-Hohlraumverfüllung in Steinkohlenbergwerken in NRW“

4. Sitzung des begleitenden Arbeitskreises

24. Mai 2016

Tagesordnung (Hauptpunkte)

- 1. Begrüßung, Tagesordnung, Protokoll AK3**
- 2. Vorgehen PCB-Gefährdungsabschätzung**
- 3. Zwischenbericht**
- 4. Projektstand**
- 5. Anorganisches Gefährdungspotential, Zustand und Eigenschaften der BHV, Tiefengrundwasser**
- 6. Freisetzung und Ausbreitung**
- 7. Tagnahe Beeinflussung / Gespräch Prof. Carls**
- 8. Diskussion Grubenwasserkonzept**
- 9. Weiteres Vorgehen / Themen AK 5**
- 10. Sonstiges**



(2) RECHERCHE UNTERTÄGIGE PCB EMISSIONSQUELLEN

Definitionen

- 1. Hot Spots: Werkstätten, Schlammstrecken**
- 2. Disperse Verteilung: diffuse Quellen**
- 3. Umschlossene Quellen (z.B. gefüllte Fässer oder Maschinen: bislang keine gesicherten Hinweise)**

Wesentliche potentielle PCB-Emissionsquellen

- 1. Lokschuppen, Werkstätten mit Ölsammelstellen und Lagern**
- 2. Sumpfstrecken + Schachtsümpfe**
- 3. Schlämme aus Sumpfstrecken + Schachtsümpfen**
- 4. Maschineneinsatz**
5. Installationskammer für Vollschnittmaschinen (100m x 6m), ca. 10 Maschinen im Einsatz der RAG
6. Transformatoren / Umspanner
7. Mobile Ölsammelstellen
8. Unfall (bislang nur 1 Unfall BW West dokumentiert)
9. Zurückgelassene Maschinen (wurden entleert: §3 Altölv / SBP von 11.01.1995 Akt. H10-4.3-38-9)

Aktenspiegel BR Arnsberg

- 54 **Einordnung von Bergwerksanlagen in die Landesplanung**
- 55 **Ordnung der Oberflächennutzung**
- 55.1 Wiedernutzbarmachung von Bergwerksgelände
- 55.11 Landwirtschaftliche Rekultivierung
- 55.12 Forstwirtschaftliche Rekultivierung
- 55.13 Wiedernutzbarmachung für Siedlungs- und Erholungszwecke, Sportplätze, Friedhöfe usw.
- 55.14 Wiedernutzbarmachung für Verkehrszwecke
- 55.15 **Wiedernutzbarmachung durch Einrichtung von Müllkippen**
- 55.16 Wasserwirtschaftliche Wiedernutzbarmachung (Restseen)

- 13.18 Druckluftmotore und Druckluftleitungen
- 13.19 Sonstige Maschinen
- 13.2 Maschinelle Anlagen
- 13.21 Kälteanlagen
- 13.22 Hebezeuge und Krananlagen
- 13.23 Hydraulikanlagen und -geräte (außer hydr. Ausbau)
- 13.24 Maschinenwerkstätten
- 13.3 Prüfung der Bauart von Maschinen und ihrem Zubehö
- 13.31 **Prüfung von Hydraulikflüssigkeiten**
- 13.4 Fachkräfte für Maschinen und maschinelle Anlagen
- 13.5 -

Aktenpiegel

- 13.31 „Prüfung von Hydraulikflüssigkeiten“ (14 Bände)
- 55.15-15-7 „Entsorgung von Altöl und Hydraulikflüssigkeiten“ (6 Bände)



13.31 „Prüfung von Hydraulikflüssigkeiten“ (14 Bände, 7 Seiten Inhaltsverzeichnis)

Dok.1: Aktenmaterial der BR Arnsberg zum Aktenzeichen 13.31 „Prüfung von Hydraulikflüssigkeiten“

Aktenzeichen	Band	Vorgang	Zeitraum		Inhalt Zulassung von Hydraulikflüssigkeiten	Mengen- angabe		Bemerkung
			von	bis		j	n	
13.31	1	1-41	01/68	12/68	Schriftverkehr zum Stand der Umstellung der Hydraulikflüssigkeiten		X	
13.31	2	1-37	01/69	02/70	lfd. Nr. 29 = Schreiben Steinkohlenbergbauverein über den Stand der Umstellung auf schwer entflammare Hydraulikflüssigkeiten		X	Ausnahmslos Zulassung von Hydraulikflüssigkeiten
13.31	3	1-36	03/70	06/71	Schriftverkehr zum Stand der Umstellung lfd. Nr. 28 = Anfrage der Fa. Monsanto zur Einlagerung von unbrauchbaren Hydraul-Flüssigkeiten im Steinkohlenbergbau unter Tage (Antwort, Ablehnung wegen evtl. Grundwasserverschmutzung)		X	
13.31	4	1-30	08/71	08/72	Lfd. Nr. 8 = 4. Bericht über die Anforderungen und Prüfungen schwer entflammbarer Flüssigkeiten zur hydraulischen Kraftübertragung (4. Luxemburger Bericht) Lfd. Nr. 17 = Umweltverschmutzung durch die schwer entflammare Flüssigkeit Pydraul (Verbrauch im Bergamtsbezirk Aachen (EBV und Sophia Jacoba im Jahr 1971 war 41.000 l) Schriftverkehr auch mit den Herstellerfirmen, der die aufkommenden Fragen der Umweltverträglichkeit PCB-haltiger Hydraulikflüssigkeiten und das Umdenken und die zur Verfügung Stellung von Ersatzprodukten verdeutlicht. Ebenfalls Inhalt ist die ordnungsgemäße Rücknahme und Entsorgung gebrauchter PCB-haltiger Hydraulikflüssigkeiten Keine Mengenangaben!	X		
13.31	5	1-32	08/72	09/73	Anträge auf Ausnahmegewilligung für die Verwendung nicht zugelassener Hydraulikflüssigkeiten wegen Umstellungsproblemen an Maschinen Lfd. Nr. 10 = Informationsblatt „PCB als Tränkmittel für Starkstromkondensatoren“ der Bayer AG		X	

Dokumentation Punktquellen

- **Betriebspläne**
- **Bergmännisches Risswerk**
 - Risswerk nach § 63 BBergG (BR Arnsberg)
 - Betriebliche Risse (RAG), tw. mit Funktion Grubengebäude (keine Dokumentationspflicht!)
- Zulassung aller eingesetzten Betriebsmittel und Betriebsstoffe (u.a. PCB haltige Öle)
- Entsorgungsnachweise (Kreislaufwirtschaftsgesetz)
- Internes Umweltmanagementhandbuch (RAG)
 - Verfahrensanweisungen zum Umgang mit Betriebsmittel
- Betriebsbücher nur an der Saar

Betriebspläne

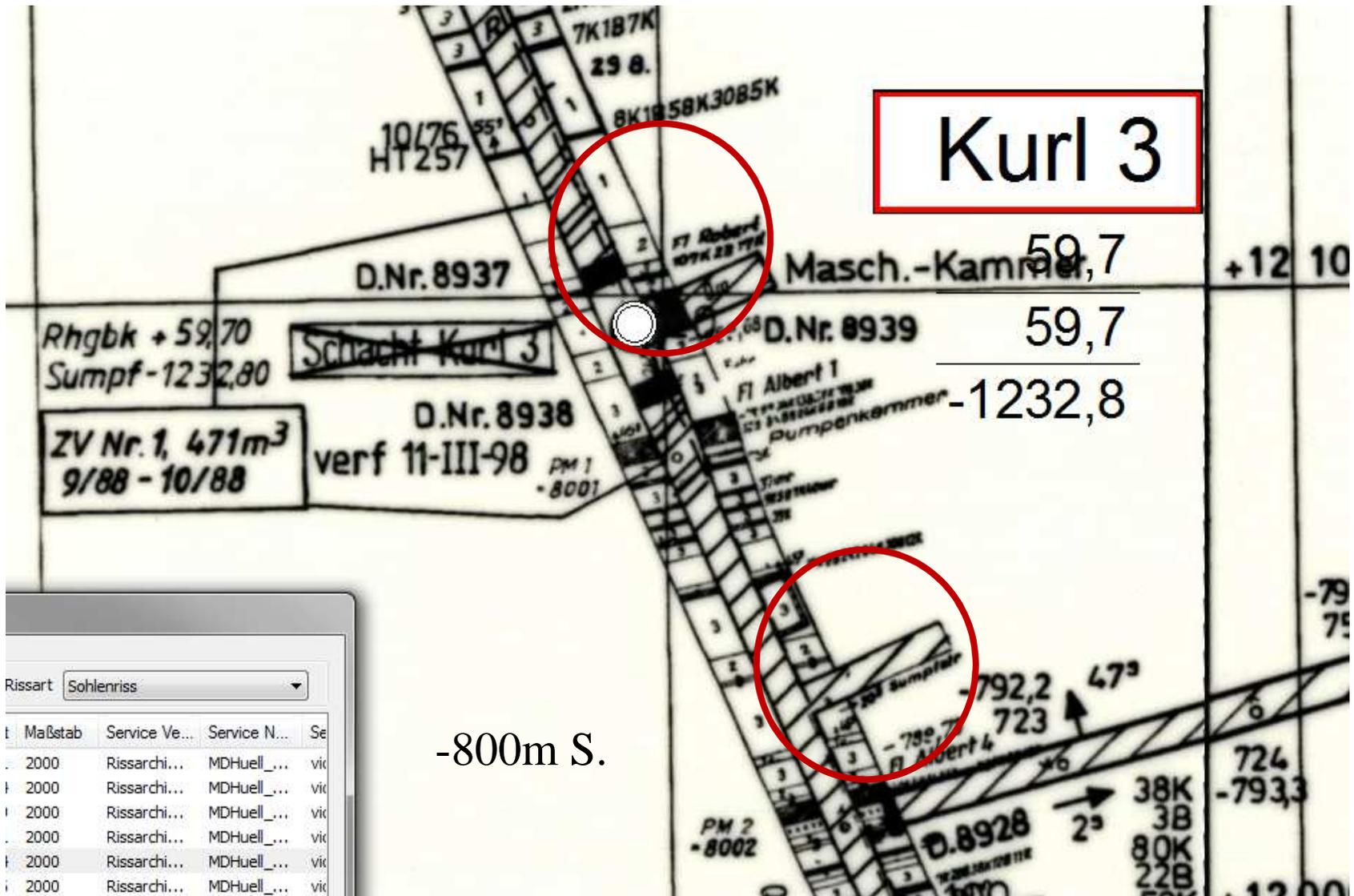
- Untertägige Hauptbetriebspläne:
 - Planung Maschineneinsatz und Abbau
 - viele detaillierte und BW-bezogene Nebenbestimmungen
- Sonderbetriebspläne:
 - Lage + Funktion von untertägigen + übertägigen Einrichtungen:
z.B. für Werkstätten, Umpumpen Sumpfstrecken, etc.
 - ca. 400-500/a/Bergwerk
- Abschlussbetriebspläne
 - Lage und Funktion von Einrichtungen mit Umgang wassergefährdender Stoffe (u.a. PCB) und deren Umgang bei der Räumung des BW

Betriebliche Risse/Lagepläne I (RAG)



-690m S.

Betriebliche Risse II (RAG)



-800m S.

Nachweisbuch der Altölbesitzer, §3 Altölgesetz

Nachweisbuch der Altölbesitzer (§ 3 Abs. 1 der Zweiten Verordnung zur Durchführung des Altölgesetzes) (Anlage 1)

Anfall der Altöle			Weitergabe der Altöle						Eigenbeseitigung				
Menge in Litern	Datum Freigabe in Litern	Datum mit Bestätigung des Verantwortlichen	an abnahmepflichtige Unternehmen		an nicht abnahmepflichtige Unternehmen		St. Nr. des Abnahmescheins, Beleg	Datum mit Bestätigung des Verantwortlichen	Verbrennung Menge in Litern	Sonstige Beseitigung			Datum mit Bestätigung des Verantwortlichen
			Menge in Litern	Firma	Menge in Litern	Firma				Menge in Litern	Art	Ort	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
									55.670				
4.940		17/10		Zentrale Fr.-Händl.	16. Kempten		191		4.940				
									68.740	x 1,242 = 84.257,5 + 125		1.431.44	
2.640		7/10		Wirtschaftsges.	Walden		193		2.640				
2.780		4/10		Friseur	213. Jettstrop		194		2.780				
2.630		19/10			Walden		195		2.630				
840				Ergebn-Förderung	Walden		196		840				
1.740		22/10		Zentrale Wirtschaftsges.	18. Jettstrop		199		1.740				
1.540				Wirtschaftsges.	Walden		200		1.540				
4.440		4/10		Friseur	Walden		202		4.440				
2.370		7/10		Wirtschaftsges.	Walden		203		2.370				
1.860		14/10		Friseur	2. Jettstrop		204		1.860				
									24.840				

PCB Entsorgung bis 1983

- PCB-Einsatz ab 1969: Luxemburger Protokolle zum Brandschutz
- Spezielle PCB-Öle, machten nur wenige % des gesamten Öleinsatzes in den Bergwerken aus
- Bis Mitte der 80er Jahre wurden, vermischt mit den anderen Ölen, dem Altölmarkt zugeführt.
- Erste PCB-Bilanz 1983 (LOBA):
 - ca. 1.250 t HFD (PCB) eingesetzt.
 - ca. 85% untertage „verbraucht“: „Leckagen, Undichtigkeiten, Abspritzen der Strömungskupplungen bei Überlast und untertage Reparaturen“
 - Ca. 10 % gereinigt, wiederverwendet
 - Ca. 5% entsorgt: Filterrückstände bei der Reinigung (ca. 1t) + anfallende Öle bei der Reparatur der Maschinen übertage.

PCB Entsorgung 1984

- 18.07.1984 Rundverfügung des LOBA Veranlassung „ordnungsgemäße Entsorgung“
- 11/1984 Umweltministerkonferenz: *ab 50 ppm PCB (50 mg/l) in Altöl: Sonderabfall (führte zum Entsorgungseingpass)
- Bilanz 1984 (LOBA):
 - 11,09 t PCB-haltige Öle* über die BW direkt und 19,64 t PCB-haltige Öle über die Reparaturbetriebe entsorgt
 - Jährliche entsorgte Altölmenge: 1.143,03 t
 - Anteil PCB-haltige Öle ca. 3 % der entsorgten Öle.

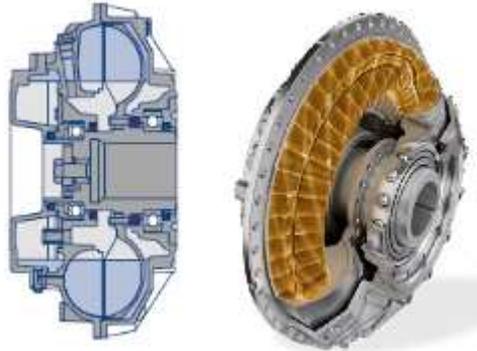
**PCB-Anteil eingesetzter Hydrauliköle bis 100 % PCB*

PCB Entsorgung ab 1985

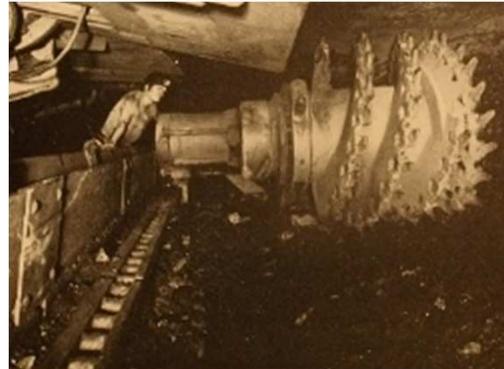
- Ab 01.01.85 getrennte Entsorgung der PCB-haltigen Öle.
- 28.01.1985 Erlass MWMW: Empfehlungen zur Verminderung der PCB-Verunreinigungen in Altöl.
- 06.03.1985 RV LOBA „die Maßnahmen (Verminderung der PCB-Verunreinigungen von Altöl) unverzüglich verbindlich zu machen“.
- 06.05.1985 RV LOBA: Grenzwert von 50 ppm für Altöl ist verbindlich.
- 18.07.1985 RV LOBA „ab sofort...verstärkt...ordnungsgemäße Entsorgung“.
- 03.10.1985 RV LOBA zur Entsorgung der Hydrauliköle
- **Bis Ende 1986 war der Austausch der PCB-haltigen Öle untertage weitestgehend abgeschlossen.**

Maschineneinsatz PCB-haltiger Hydrauliköle

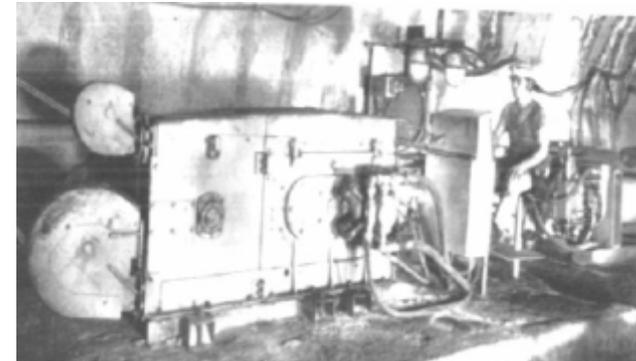
...Kupplungen



...Walzenlader



...Seilbahnmaschinen



Einsatzorte	Bandanlagen (ca. 1 pro km), Brecher	36 % Kohleförderung (77-83)	Blindschächte / Strecken
Anzahl	7.000	45	120
Füllung (kg)	9	440-670	
Verbrauch untertage/a	0,01-0,03 t	6-9 t	0,4 t

Jährlicher „Verbrauch“ Angaben LOBA: ca. 735 t

Weitere Verwendung:

Trafos 7.042: Entsorgung Herfa Neurode

Kondensatoren: 30.736

Kohlehobel, Vollschnittmaschinen

PCB-Austrag über Kohleförderung

BW Walsum (1986): Auffälligkeiten in der Kohlewäsche: eine Probe

- Kohle: < 40µg/kg (NWG)
- Flotationsschlämme: 1 - 3 mg/kg
(ca. 10 % der Berge waren Schlämme, Austrag 6t/a, falls repräsentativ)
- Flotationswasser: 0,5 bis 13 µg/l

- Nachgewiesene PCB deuten auf Clophen A30 Standard hin

Fazit PCB

- **PCB-Einsatz ab 1969: Luxemburger Protokolle zum Brandschutz (ohne Mengendokumentation)**
- **PCB-Einsatz 1974-1986 (mit Mengendokumentation)**
- **Ab 1985 separate Fassung und Entsorgung**
- **Entsorgungsengpass und Einrichtung zentraler Sammelstelle bei der RAG Fürst Hardenberg (für alle Öle): ab 50 ppm PCB: Sonderabfall**
- **„Verbrauch“ PCB untertage (LOBA 1983: 85%) und anteilig auch mit der Kohle + Bergen übertage gefördert.**
- **Worst Case Ansatz: Kein Austrag von PCB aus den BW**

Unterlagen Dr. Friedrich (3.046 Seiten)

- 45 Seiten kommentiertes Inhaltsverzeichnis

Inhalt	
Verschiedene Quellen	29
5 → Drucksache MMV16-1149 des Landtags mit der Stellungnahme Dr. Friedrich	59
6 CD des MKULNV, übergeben an ahu AG mit gesammelten Dokumenten die Dr. Friedrich, an die Minister Duin und Remmel geschickt hat	
7. Übergabene Daten der BR Arnsberg an Dr. Friedrich 10-11-2015	149
7.1 H10-2.17-1-13 RVA E1 Bd1	149
7.2 H10-2.17-1-13 RVA E1 Bd2	179
7.3 M15-1-3-7 Monopol Bd 1	189
7.4 M15-1-3-7 Monopol Bd 2	239
7.6 M15-1-3-7 Monopol Bd 3	299
7.7 M15-1-3-7 Monopol Bd 4	369
Andere Materialien:	429

Auszug Inhaltsverzeichnis I

Nr	Datum-Bearbeitet	Bezeichnung	Dokument	Beschreibung-Dok. Adressat	Umfang-(s)	Inhalt-/Aussagen	Bemerkung
Verschiedene-Quellen							
1	2015.10.04	2015-10-04-hf an AL Odenkirchen-MKULNV	Brief	MKULNV	1	<ul style="list-style-type: none"> → Messprogramm für die PCB-Belastung → Papier-Problemkreis-07 	
	2015.10.05	2015-10-04-PROBLEMKREIS-07	Brief	MKULNV	2	<ul style="list-style-type: none"> → PROBLEMKREIS 07 → Messprogramm für PCB-Verbindungen → PCB-Mengen → VORSCHLAG FÜR EIN PCB-MESSPROGRAMM 	
	2015.10.05	2015-10-05-hf an AL Odenkirchen-MKULNV	Brief	MKULNV	2	<ul style="list-style-type: none"> → Fachgespräch zur Problematik der Bruchhohlraumverfüllung erforderlich → mediale „Begleitung“ ist absolut überflüssig → Die sogenannten „Kontroll“-Analysen entsprechen leider nicht dem Niveau der Abfallerfassung 	
	2015.10.04	Arbeitskreis: BRUCHHOHLRAUMVERFÜLLUNG → PCB-Problemkreis-07	Email	MKULNV Odenkirchen, Gerhard	1	<ul style="list-style-type: none"> → Email: Problemkreises-07 Messprogramm für PCB-Verbindungen 	
2	2015.10.20	Fwd AW Ihr Schreiben vom 05.10.2015, MKULNV, 'Kontrollanalysen'	Email	MKULNV, AHU	1	<ul style="list-style-type: none"> → Antwort auf die Frage von Dr. Denneborg was mit „Niveau der Abfallerfassung nicht erfüllt“ gemeint ist 	Antwort geht nicht auf die Frage ein

Auszug Inhaltsverzeichnis II

Nr	Datum Bearbeitet	Bezeichnung	Dokument	Beschreibung Dok	Umfang (s)	Inhalt	Bemerkung
5.	→	ANLAGE 3	Tabelle	Duin Rammel RAG	1	<ul style="list-style-type: none"> → Schwebstoffproben-Untersuchungen und Wasserprobenuntersuchungen in der Fossa Eugeniana und deren Einzugsgebiet im Zeitraum 24.05.2004 bis 03.06.2004 	
6.	→	2004-10-26 ANLAGE 4 ANLAGE 1 M33	Bericht	Duin Rammel RAG	4	<ul style="list-style-type: none"> → Untersuchungsergebnisse: V.MDG.IN FOSSA EUGEN 	
7.	→	2004-10-26 ANLAGE 5 ANLAGE 1 FH	Bericht	Duin Rammel RAG	4	<ul style="list-style-type: none"> → Untersuchungsergebnisse: Kohlewaschwasser Schwebstoff 	
8.	→	2004-10-26 ANLAGE 6 ANLAGE 1 M40	Bericht	Duin Rammel RAG	4	<ul style="list-style-type: none"> → Untersuchungsergebnisse: oberhalb Moersbach Schwebstoff 	
9.	→	2004-10-26 ANLAGE 7 ANLAGE 1 M27	Bericht	Duin Rammel RAG	4	<ul style="list-style-type: none"> → Untersuchungsergebnisse: oberhalb Fossa Eugeniana Schweb 	
10.	→	2004-10-29 ANLAGE 8 ANLAGE 1 M41	Bericht	Duin Rammel RAG	4	<ul style="list-style-type: none"> → Untersuchungsergebnisse: vor-Mdg. am Deichtor Schwebstoff 	
11.	→	ANLAGE 9 Rossenray	Bericht	Duin Rammel RAG	3	<ul style="list-style-type: none"> → Bericht: Grubenwasser Schwebstoff 	
12.	→	ANLAGE 10 M40 Wasser	Bericht	Duin Rammel RAG	10	<ul style="list-style-type: none"> → Bericht: Stadt Rheinberg → Gewässername: FOSSA EUGENIANA 	
13.	→	ANLAGE 11 M27 Wasser	Bericht	Duin Rammel RAG	9	<ul style="list-style-type: none"> → Gemeinde: Stadt Rheinberg → Gewässername: MOERSBACH 	

Auszug Inhaltsverzeichnis III

Nr	Datum-Bearbeitet	Bezeichnung	Dokument	Beschreibung-Dok	Umfang-(s)	Inhalt	Bemerkung
13	1994.05.11	H10-2.17-1-13-RVA-E1-Bd1	Brief	BA-Recklinghausen	3	<ul style="list-style-type: none"> - Sonderbetriebsplan-Zulassung - Festlegung der Probenahmestelle 2/16 	
14	1994.09.23	H10-2.17-1-13-RVA-E1-Bd1	Brief		4	<ul style="list-style-type: none"> - Verfügung 	nicht lesbar
15	1994.10.24	H10-2.17-1-13-RVA-E1-Bd1	Bericht	Ruhrkohle-Bergbau-AG	23	<ul style="list-style-type: none"> - Vierteljährlicher Bericht gem. Nebenbestimmung Nr. 14.1 - Reststoffverwertung an der Aden/Monopol 	
16	1994.11.24	H10-2.17-1-13-RVA-E1-Bd1	Bericht-Ergänzung	Ruhrkohle-Bergbau-AG	6	<ul style="list-style-type: none"> - Ergänzung: Grundwasseranalysen 	
17	1994.12.02	H10-2.17-1-13-RVA-E1-Bd1	Brief	BA-Kamen	3	<ul style="list-style-type: none"> - Verfügung 	
18	1994.11.21	H10-2.17-1-13-RVA-E1-Bd1	Brief	BA-Recklinghausen	1	<ul style="list-style-type: none"> - Abschlussbericht über die Reststoffverwertung im Grimberg 2 - Festlegung des neuen Betriebsgelände am Schacht Grillo 4 - Bodenproben im Bereich der Anlage 	Nur-Deckblatt, Rest fehlt
19	1994.12.05	H10-2.17-1-13-RVA-E1-Bd1	Brief		1	<ul style="list-style-type: none"> - Verfügung 	Nicht lesbar
20	1994.11.24	H10-2.17-1-13-RVA-E1-Bd1	Brief	BW-Haus-Aden/Monopol	2	<ul style="list-style-type: none"> - Betriebsstörung: Grund-Ausfall der Messerköpfe 	
21	1994.12.13	H10-2.17-1-13-RVA-E1-Bd1	Brief		1	<ul style="list-style-type: none"> - Anmerkung zu der Betriebsstörung 	
22	1995.01.13	H10-2.17-1-13-RVA-E1-Bd1	Brief	BA-Recklinghausen	4	<ul style="list-style-type: none"> - Ergebnisse der Besprechung am 1994.09.22 	
23	1995.01.18	H10-2.17-1-13-RVA-E1-Bd1	Brief	BA-Recklinghausen	1	<ul style="list-style-type: none"> - Gb-17 und Gb-16 	
24	1995.01.19	H10-2.17-1-13-RVA-E1-Bd1	Bericht	BA-Recklinghausen	40	<ul style="list-style-type: none"> - Vierteljähriges Bericht für das 4. Quartal 	
25	1995.01.19	H10-2.17-1-13-RVA-E1-Bd1	Bericht	Ruhrkohle-Bergbau-AG	13	<ul style="list-style-type: none"> - Nebenbestimmung: Arbeitsschutzanalyse 	



(3) ZWISCHENBERICHT

Anmerkungen zum Zwischenbericht

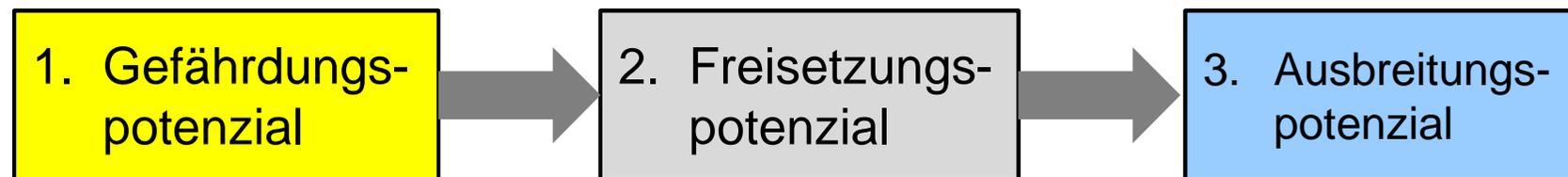
1. Prof. Carls 31.03.2016 3 Seiten
2. BR Arnsberg mail an Frau Dr. Vietoris, 3 Seiten
3. Dr. Ruppel 06.04.2016, 1 Seite per mail
4. BR Düsseldorf 08.04.2016 1 Seite per mail
5. Dr. Friedrich 15.04.2016, 25 Seiten



(4) PROJEKTSTAND

Vorgehensweise Risikoabschätzung

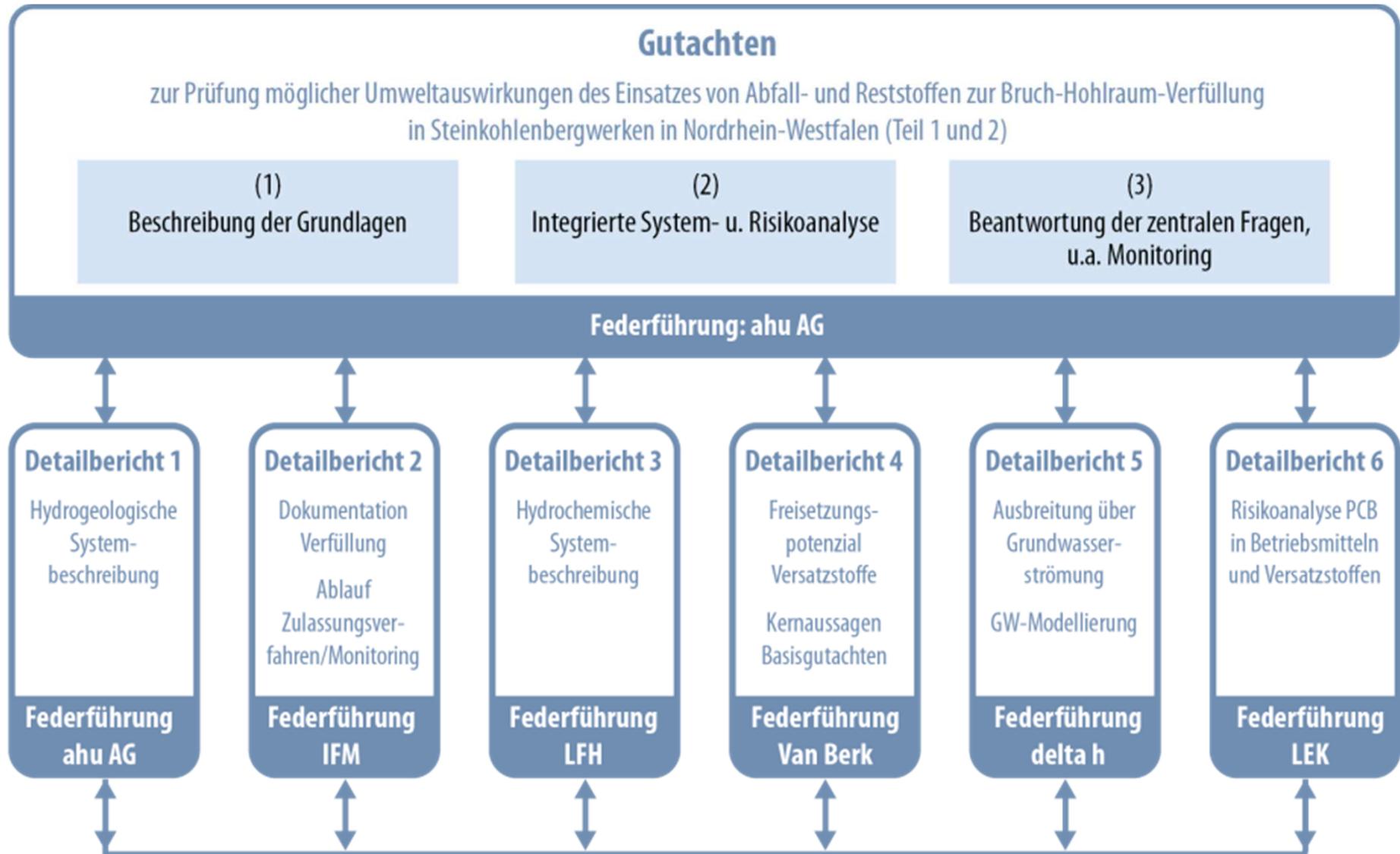
Gibt es aktuell und künftig Gefährdungen (Risiko) durch die BW?



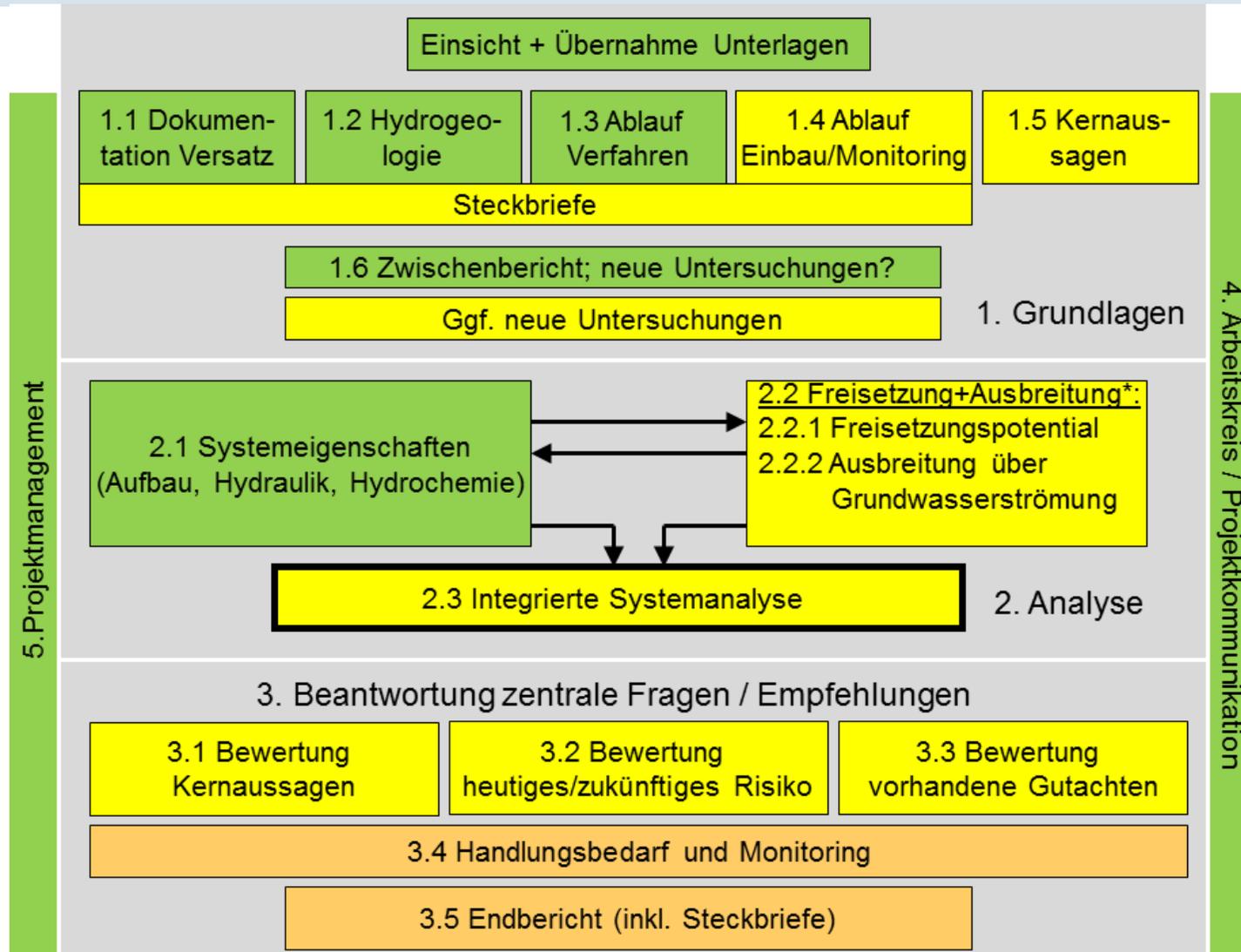
1. Welche gefährlichen Stoffe wurden in die Bergwerke eingebracht?
2. Werden diese Stoffe durch die verschiedenen Barrieren zurückgehalten?
3. Breiten sich die Stoffe (gelöst oder partikelgebunden) im Nahfeld (50-100 m) und im Fernfeld (> 100 m) aus?

Risikoabschätzung möglicher Umweltauswirkungen

Projektbearbeitung und Ergebnisse



Bearbeitungsstand 5/2016





(5) ZUSTAND UND EIGENSCHAFTEN BHV, ANORGANISCHES GEFÄHRDUNGSPOTENTIAL (PROF. RÜDE)

Themen

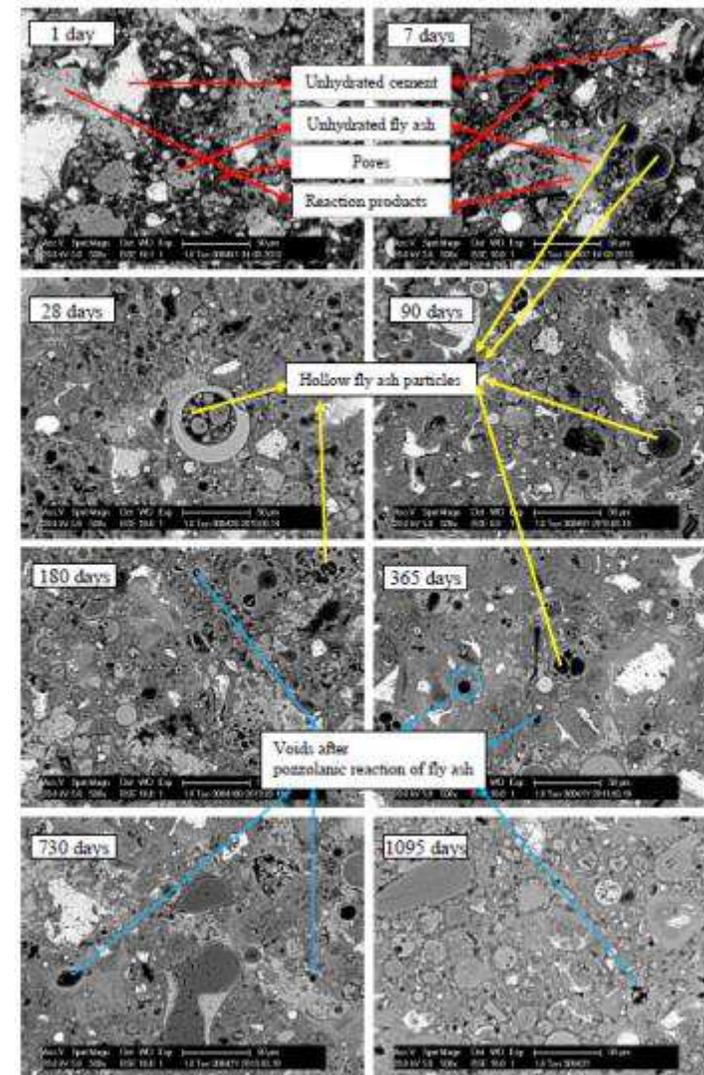
1. Zustand der BHV
2. Ermittlung der versetzten Schwermetallmassen
 - 2.1 Filterstäube
 - 2.2 RAA-Schlämme

Internationale Studien zum Verhalten Versatzmaterial

- Die Eigenschaft zur Bildung von C-S-H Phasen entspricht im Wesentlichen der von reinen Zementphasen (Remond et al. 2002)
- Die Festigkeit und das Abbindeverhalten von Versatzmaterial aus der Müllverbrennung (Filterstäube, HMVA, RAA) entspricht in etwa der von Zement (Aubert et al. 2004)
- zunächst Verzögerung der Aushärtung durch HMVA, mit Umwandlung der Gipsphasen entwickelt sich eine hohe Festigkeit (Ubbriaco und Calabrese 1998)
- Die Zugabe von Flugaschen zu Zement führt langfristig zur Bildung von „Dead-End“ Poren und einer Verringerung der Permeabilität im Vergleich zu Zement → gleichzeitig mehr Platz für CSH-Phasen (Zhuqing 2015; Fu et al. 2002)
- Eine langfristige Festigkeit durch Bildung von CSH-Phasen, Ettringit und Ca(OH)_2 begünstigt der Einsatz von Flugaschen in der Zementmischung (Fu et al. 2002)

Mikroskopische Aufnahmen des Porenraumes

- Wachstum CSH-Phasen verschließt Porenraum



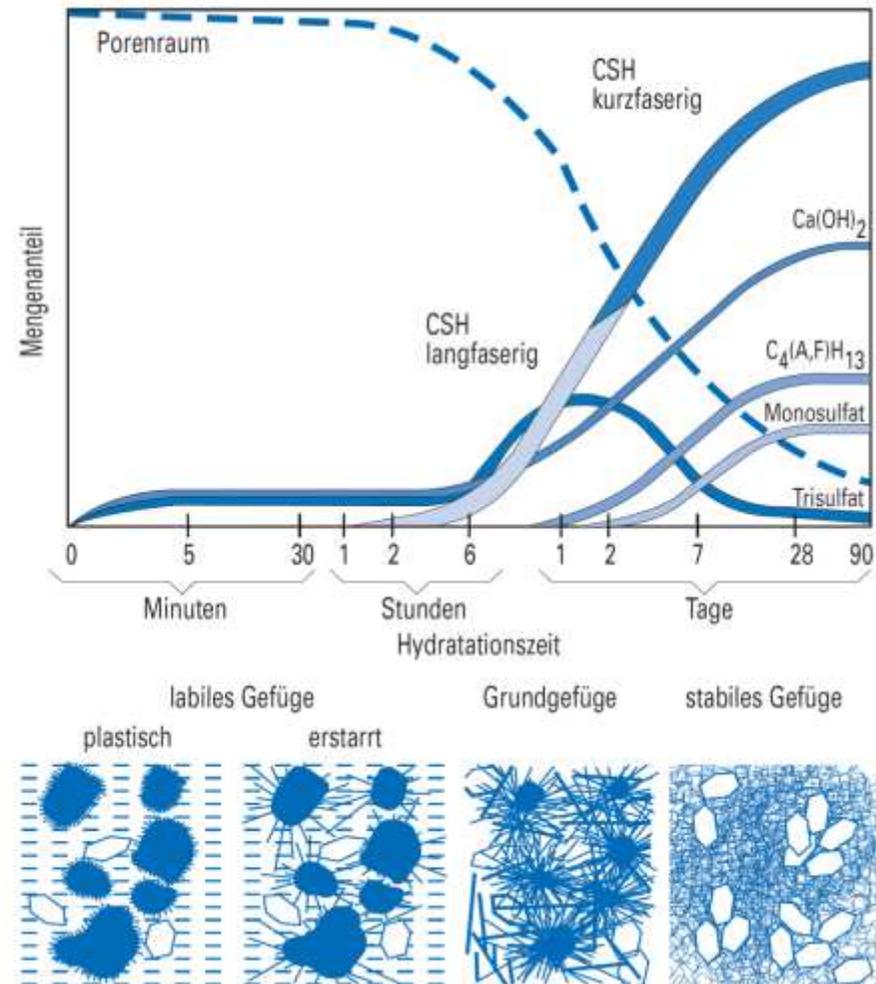
aus Zhuqing 2015

Zustand der BHV: Erhärtet

Nach Auswertung des wissenschaftlichen Kenntnisstandes **erhärtet** das eingebrachte Versatzmaterial.

Kristallwachstum verschließt Porenräume

Verringerung der Permeabilität

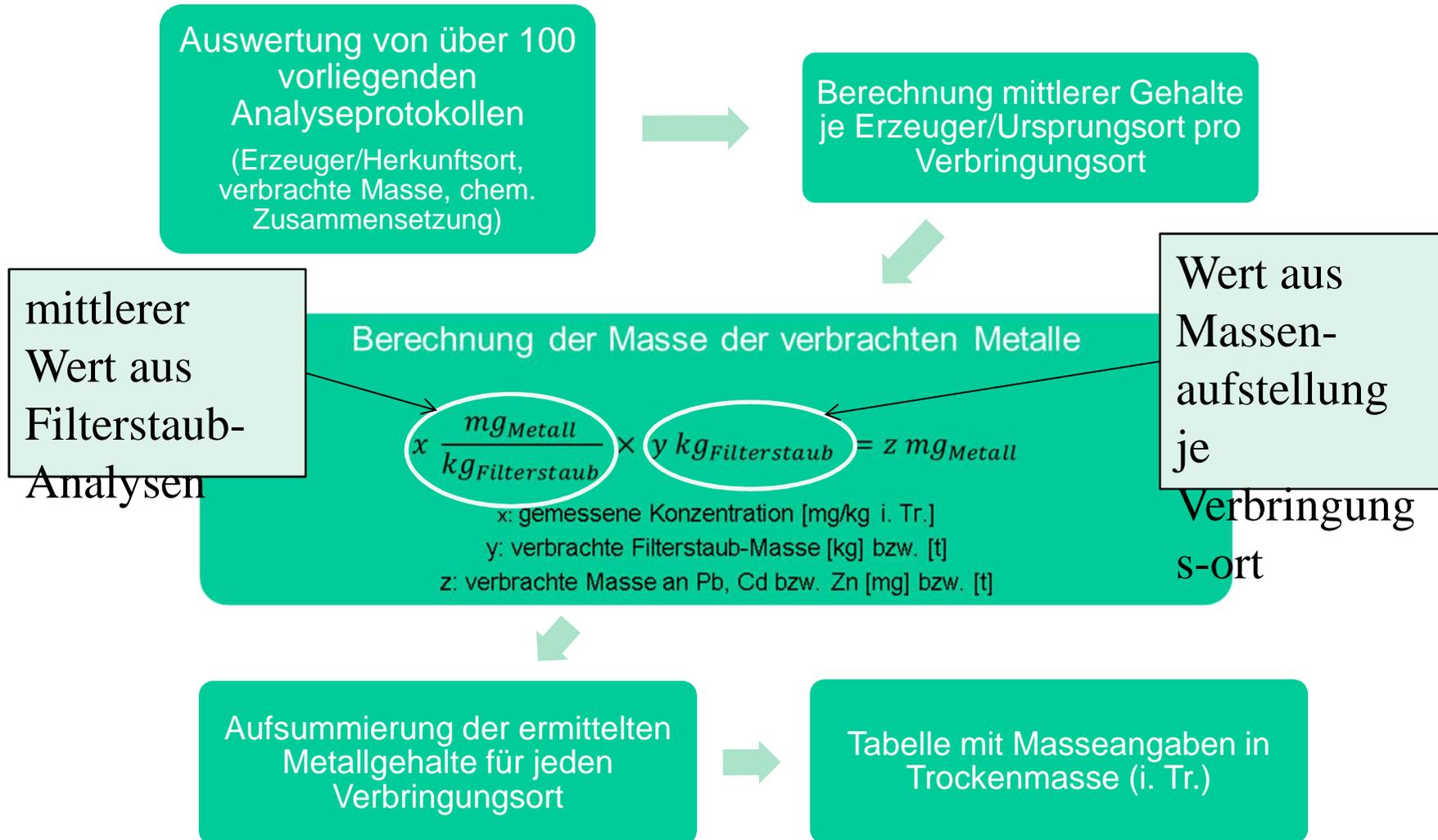


Aus: Zementtaschenbuch 50. Ausgabe; 2002

Massenbilanzierung Versatzmaterial (ahu AG)

Bauhöhe *Abrechnungstag	HMVA Filterstaub [t]	RAA Schlämme [t]	Verbrachte Masse [t]	Verbrachte Mengen [m ³] gemäß Risswerk
Gb1 *11.06.1996	17.636	23.438	41.074	42.561
Gb2 *24.03.1995	5.184	23.933	29.118	30.563
Gb16 *06.01.1995	13.004	16.974	29.725	29.296
Gb17 *21.07.1995	11.105	13.623	24.302	26.259
Gb31 *18.02.1998	15.360	27.509	42.869	41.769
∑	62.289	105.477	167.088	170.448

Massenbilanzierung Metalle – Filterstaub | Vorgehen



Massenbilanzierung Metalle – Filterstaub

Parameter	Gb 1	Gb 2	Gb 16	Gb 17	Gb 31	Summe
	Masse i. Tr. [t]					
Blei	110	39	69	41	144	403
Cadmium	4	2	3	4	6	19
Zink	293	132	268	149	479	1.321
Summe	407	173	340	194	629	1.743

Summe: 1.743 Tonnen Blei, Cadmium und Zink

Weitere Metalle: Analytik erfolgte nur zeitlich begrenzt

Massenbilanzierung Metalle – Filterstaub

- Gb 2
 - Metalle-Analytik (Zeitraum: 07/93 – 01/94)
 - ab 04/94 nur Pb, Cd, Zn analysiert
- Gb 1, Gb 16, Gb 17 und Gb 31
 - Zeitraum: 06/94 – 01/98
 - Nur Pb, Cd und Zn analysiert

Mittelwert Gb2 07/93 – 01/94	
Parameter	mg/kg i. Tr
Zink	22510*
Blei	6586*
Barium	2106
Zinn	1879
Kupfer	1714
Antimon	872
Chrom gesamt	694
Cadmium	415*
Strontium	300
Bor	289
Nickel	207
Arsen	79
Vanadium	44
Lithium	42
Kobalt	40
Selen	20
Quecksilber	6
Thallium	3
Beryllium	2

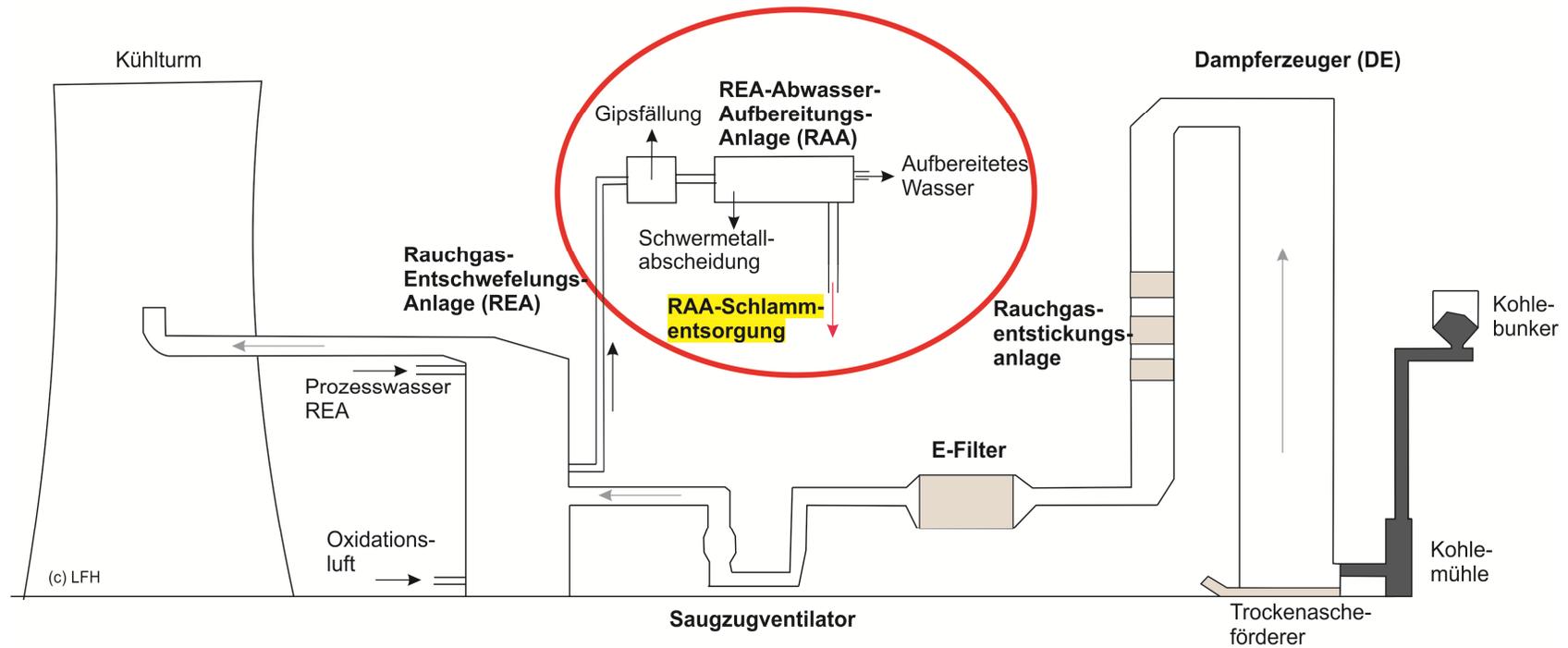
*Mittelwert über Analysezeitraum 07/93 – 04/94

Massenbilanzierung Metalle: Vergleichsgrößen

- Vergleichswerte für den Bereich Deutschland
- dies bedeutet keine Bewertung

	Blei [t]	Cadmium [t]	Zink [t]
Schwermetalle Haus Aden/Monopol	403	19	1.321
Blei-/Cadmium-/Zink-Massen [t] in Filterstaub aus der Abfallverbrennung, der gefährliche Stoffe enthält im Jahr 2004 (Öko-Institut e.V. 2007)	2.242	106	8.525
Einträge in die Oberflächengewässer 2006-2008, Einheit: t/a (UBA 2013)	274	9	2.814
Atmosphärische Emissionen [t] im Jahr 2013 (UBA 2015)	210	7	1.996

Zum Begriff RAA-Schlamm



eigene Abbildung

Massenbilanzierung RAA-Schlamm, andere Materialien

Bauhöhe *Abrechnungstag	RAA- Schlamm [t] (RSN: 31613)	RAA- Schlamm [t] (RSN: 31620)	KW- Filterstaub [t] (RSN: 31314)	Flotations- berge [t]	Σ
Gb1 *11.06.1996	4.354	16.357	-	2.728	23.439
Gb2 *24.03.1995	4.363	19.725	25	-	24.113
Gb16 *06.01.1995	3.922	12.518	-	535	16.975
Gb17 *21.07.1995	2.576	9.831	-	1.216	13.623
Gb31 *18.02.1998	6.089	20.511	-	909	27.509
Σ	21.304	78.942	25	5.388	105.659

RAA-Schlamm – Spannbreiten

Parameter	Formel	Einheit	Bandbreite
Aluminium	Al ₂ O ₃	M.-%	0,1 – 16
Calcium	CaO	M.-%	30 – 50
Chlorid	Cl ⁻	M.-%	0,5 – 8
Eisen	Fe ₂ O ₃	M.-%	0,5 – 7
Fluorid	F ⁻	M.-%	0,1 – 10
Kalium	K ₂ O	M.-%	1 – 10
Magnesium	MgO	M.-%	1 – 35
Natrium	Na ₂ O	M.-%	1 – 10
Silicium	SiO ₂	M.-%	0,5 – 55
Sulfat	SO ₄ ²⁻	M.-%	25 – 45
Arsen	As	mg/kg	1 – 240
Blei	Pb	mg/kg	2 – 360
Cadmium	Cd	mg/kg	2 – 15
Chrom	Cr	mg/kg	3 – 210
Kupfer	Cu	mg/kg	1 – 305
Nickel	Ni	mg/kg	20 – 110
Quecksilber	Hg	mg/kg	5 – 70
Zink	Zn	mg/kg	50 – 4000

Chemische
Zusammensetzung
der
Trockensubstanz,
typische
Bandbreiten
Der Gipsgehalt
(CaSO₄ * 2 H₂O)
liegt bei 15 – 90
M.-%

(VGB Kraftwerkstechnik 70
(1990), Heft 12)

Erzeuger der verbrachten RAA-Schlämme

Erzeuger	Erzeugernr.	RSN	Ort Grimberg	Summe verbrachte Masse je Erzeuger [t]	Anteil an Gesamt-masse [%]
KW Hamburg/Wedel	A56000057	31613	1, 2, 16, 17, 31	5725,61	5,4
KM Hamburg/Hafen	B10107A00	31613	1, 2, 16, 17	815,54	0,8
Stadtwerke Bremen/Hafen	D1111761	31613	1, 16, 17, 31	1562,69	1,5
Stadtwerke Bremen/Hafen	D1111761	31620	2	1088,92	1,0
KW Voerde/West	E1706066	31620	1, 2, 16, 17, 31	22627,87	21,4
KW Herne	E9160274	31620	1, 2, 16, 17, 31	21937,05	20,8
KW Lünen	E9784033	31620	1, 2, 16, 17, 31	13197,83	12,5
GKW Weser/Veltheim	E77023102	31620	1, 2, 16, 17, 31	14365,61	13,6
HKW Reuter/Berlin	L21010760	31620	1, 31	1341,49	1,3
HKW Reuter/Berlin-West	L21010760	31620	1, 31	1051,60	1,0
KW Mannheim	H19006500	31613	1, 2, 16, 17, 31	7451,05	7,1
KW Bayer AG Uerdingen	E1140051	31613	1, 2, 16, 17, 31	958,12	0,9
Henkel KG aA	E11100017	31620	1, 2, 16, 31	359,22	0,3
KW Rostock	M03E00327	31620	1, 16, 17, 31	1998,99	1,9
KW Heyden	E77023005	31613	2	910,73	0,9
KW Heyden	E77023005	31620	16	733,22	0,7
KW Wilhelshafen	CUE001000	31613	2, 16, 17	1778,35	1,7
KW Siersdorf/KW Filterstaub	E3580065	31314	2	25,18	0,02
KW Hamburg/Tiefstack	B10117A00	31620	31	239,80	0,2
VKR KW Scholven	E5130525	31613	31	2101,42	2,0
BW Prosper/Haniel Flotationsberge	-	-	1, 16, 17, 31	5387,88	5,1
			Summe	105658,17	100,0



(6) MODELLIERUNG FREISETZUNG UND AUSBREITUNG



(6.1) FREISETZUNGSPOTENTIAL (Prof. van Berk)

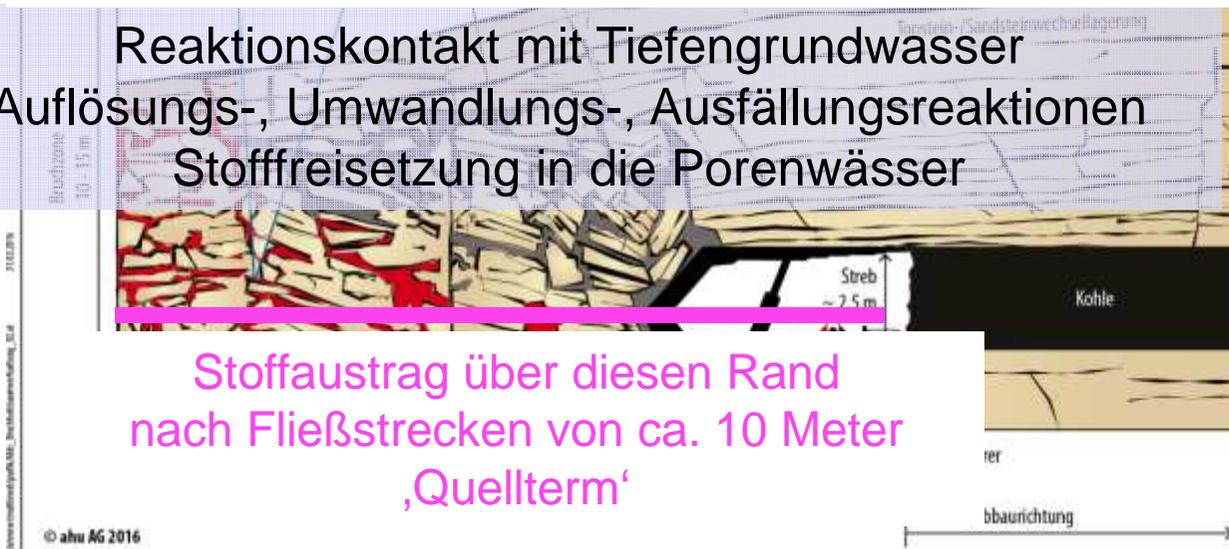
Grundlagen

Quarz/ SiO_2
Halit/ NaCl
Sylvin/ KCl
Anhydrit/ CaSO_4 , Gips/ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Glauberit/ $\text{Na}_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_2$
Calcit/ CaCO_3
Ettringit/ $\text{Ca}_6\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{OH})_{12} \cdot 26\text{H}_2\text{O}$
Portlandit/ $\text{Ca}(\text{OH})_2$
Ca-Hydroxochloridphasen/ $\text{Ca}_2\text{Cl}_2(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
NaKCa-Al-Silikate (‘feldspätig’)

Tiefengrundwasser

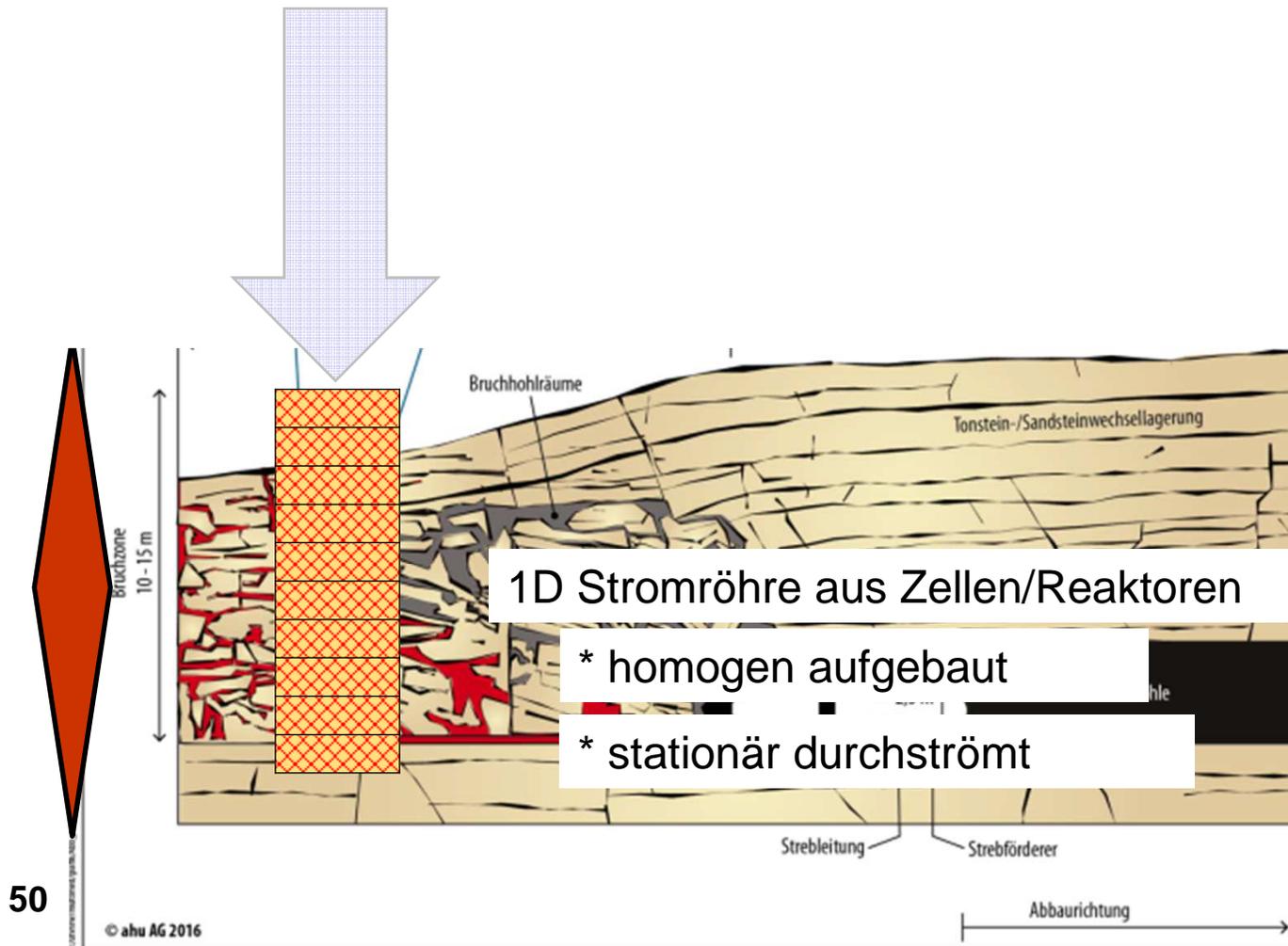
Reaktionskontakt mit Tiefengrundwasser
Auflösungs-, Umwandlungs-, Ausfällungsreaktionen
Stofffreisetzung in die Porenwässer

Stoffaustrag über diesen Rand
nach Fließstrecken von ca. 10 Meter
‘Quellterm’



Konzeptionelles Modell

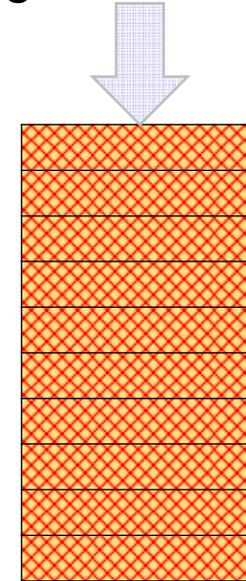
Tiefengrundwasser



Aufbau des 1D-Modells

- 1D Stromröhre aus Zellen/Reaktoren
- Fließstrecke durch BHV: 10, 25, 50 und 100 Meter
Standardszenario: 10 Meter
- Mächtigkeit des BHV-Bereichs: 10 Meter
- Länge der Zellen/Reaktoren in Fließrichtung: 1,0 Meter
- Dicke des Profilschnitts: 2,0 Millimeter
- Porosität: 0,05
- Hohlraumvolumen eines Reaktors,
mit Tiefengrundwasser gefüllt: 1,0 Liter
- Gesamtvolumen eines Reaktors: 20,0 Liter
- Feststoffvolumen eines Reaktors: 19,0 Liter (= ca. 50 kg
Feststoffmasse)

Tiefengrundwasser



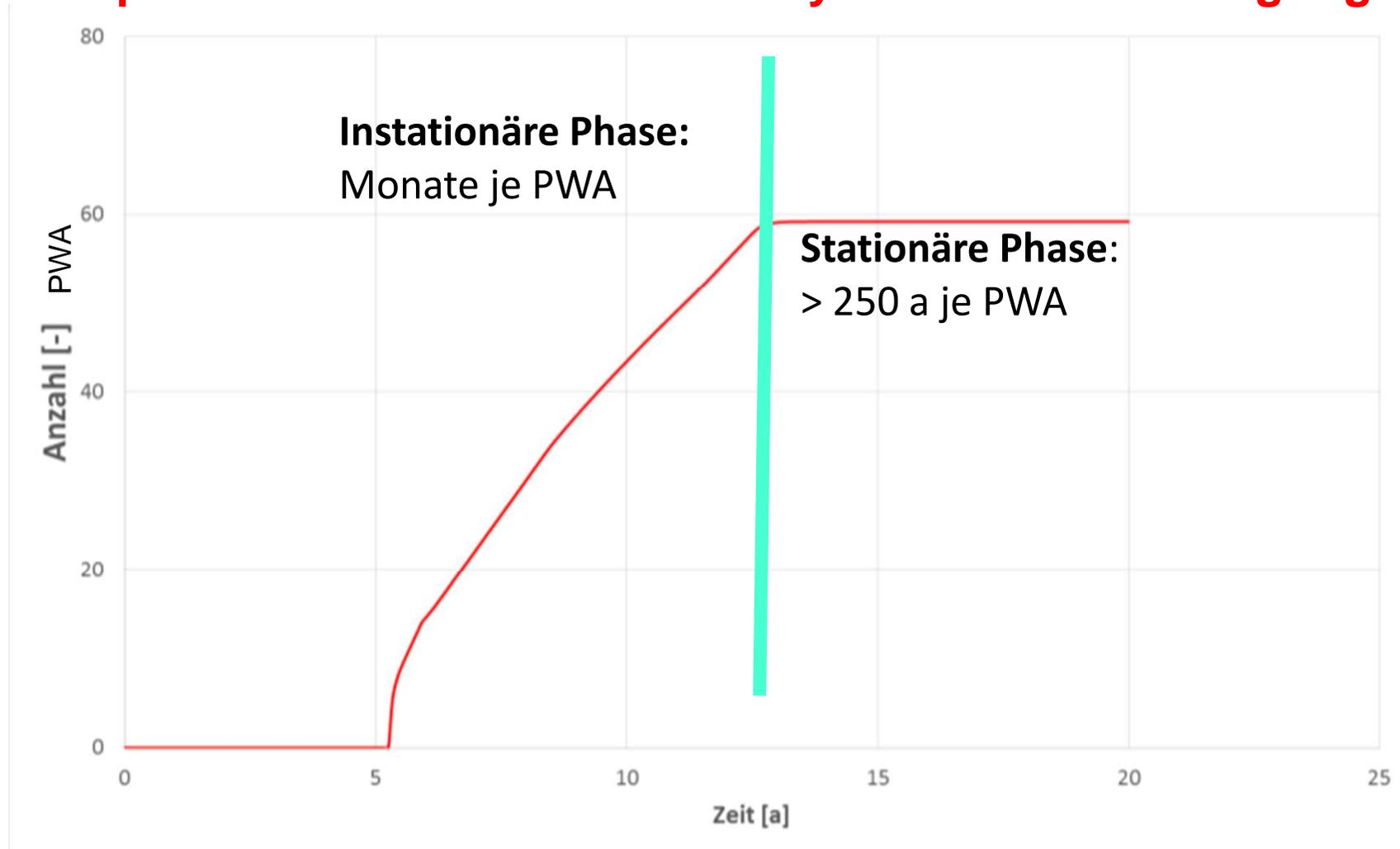
Porenwasser

Standardszenario

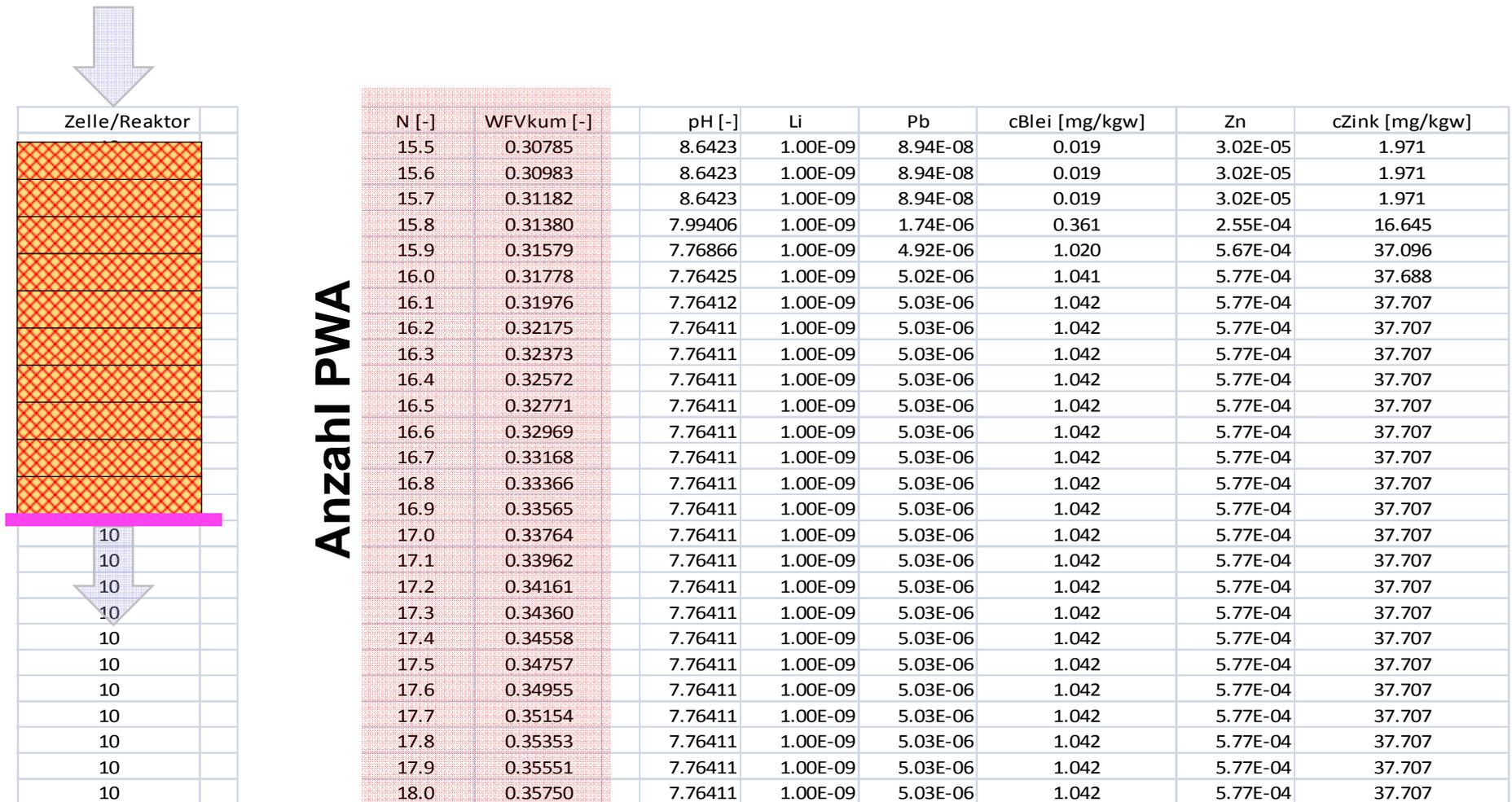
- Anteil mineralischer (nicht-glasiger) Reststoffe im Reaktor:
2 % bzw. 1 kg bzw. 5 Mol,
- Anteil mit dem Tiefengrundwasser reagierender Reststoffe: 10 %,
- Verwendetes Tiefengrundwasser: Haus Aden/Monopol
(Wedewardt Z2)
- Repräsentativ für relativ mobile Schwermetalle: z. B. Zink
- Repräsentativ für Schwermetalle mit geringerer Mobilität: z. B. Blei

Prinzip: Dauer der Porenwasseraustausche (PWA)

Entspricht noch nicht den realen hydraulischen Bedingungen !

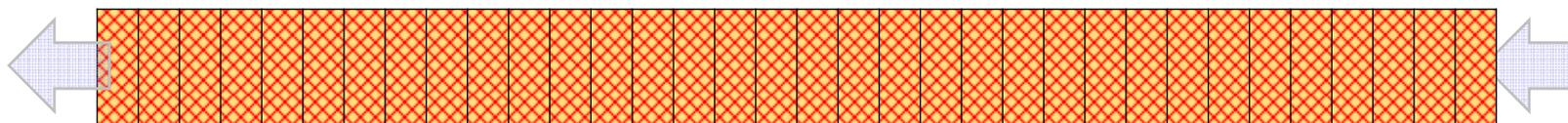
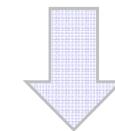
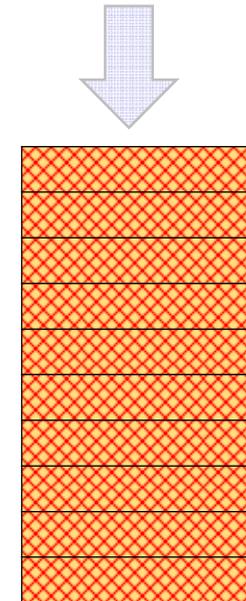
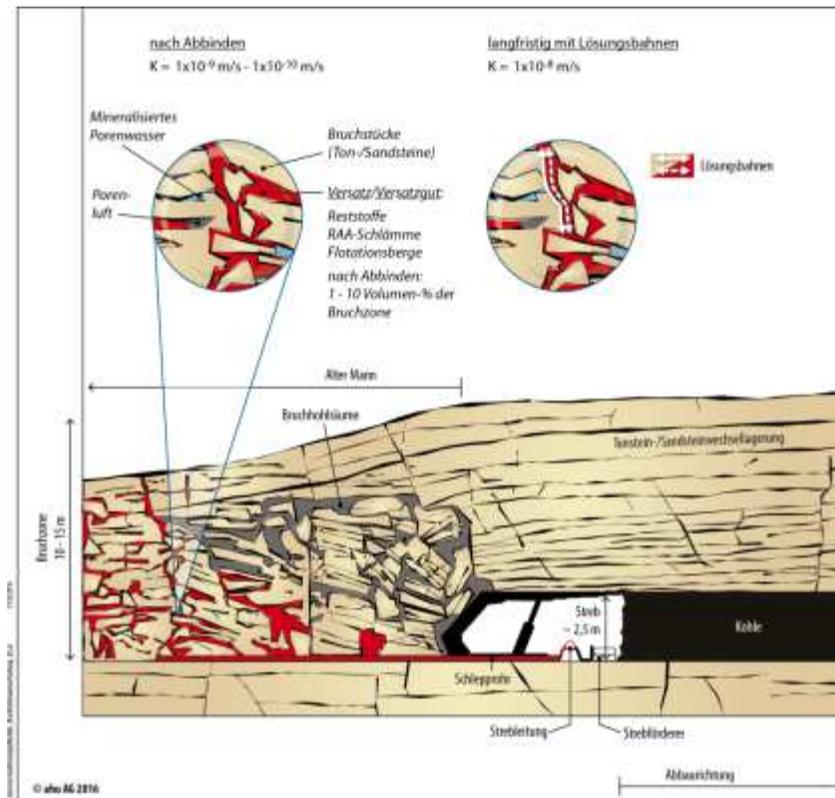


PHREEQC Modellierung / Ergebnisse: Quellterm

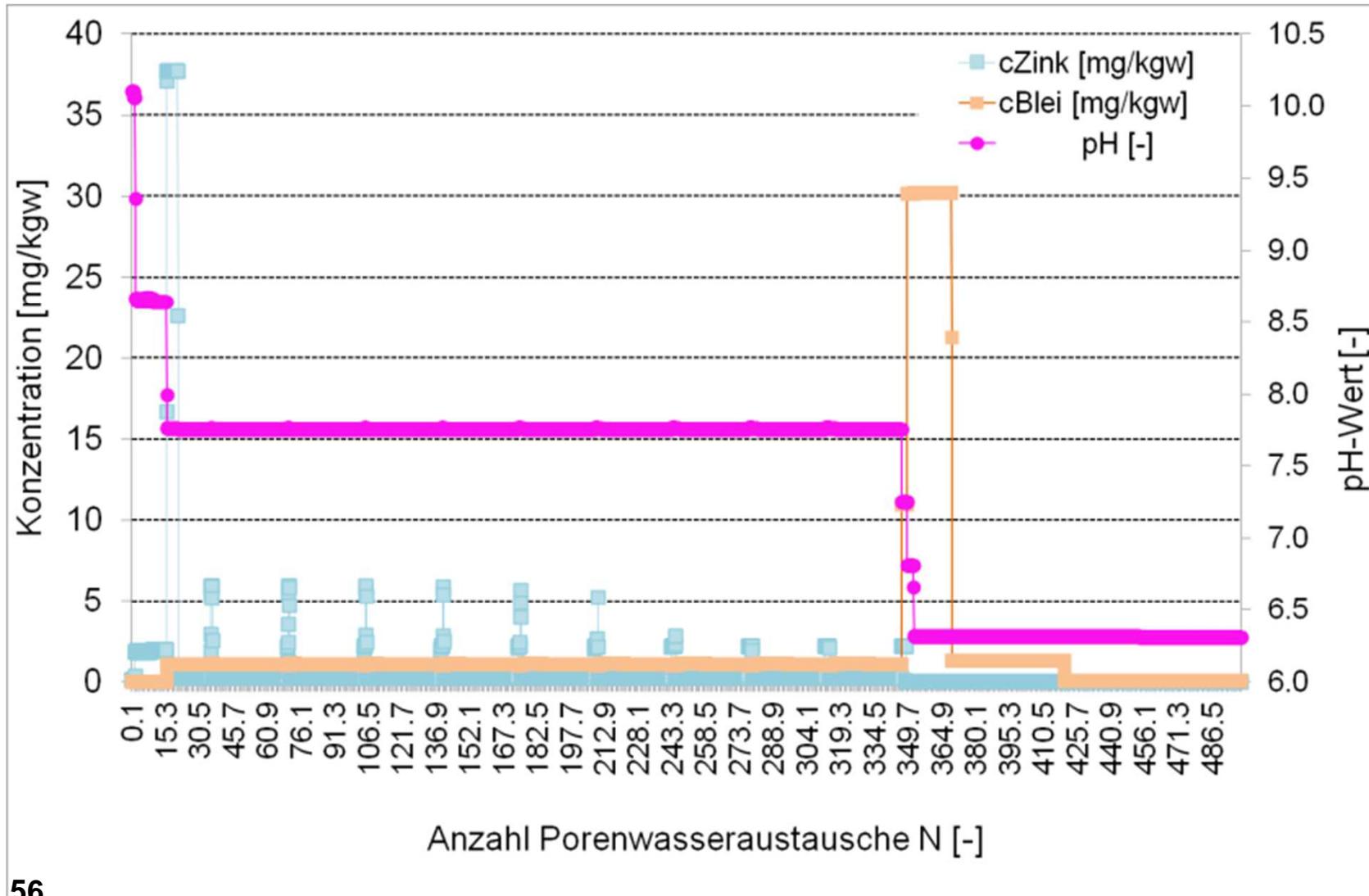


Variation der Fließstrecken

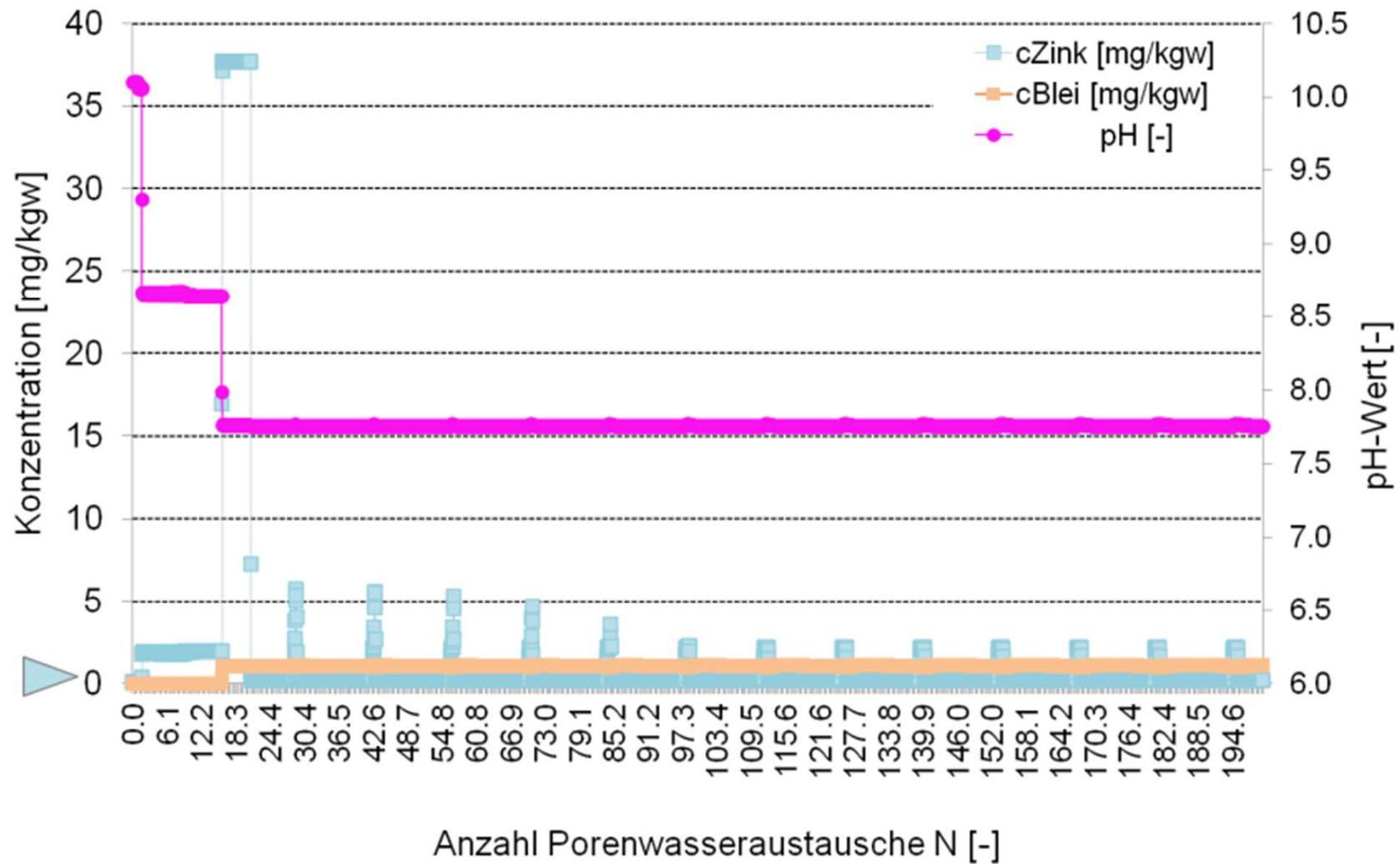
Fließstrecke durch BHV-Bereich: 10, 25, 50 und 100 Meter (vertikal – horizontal)



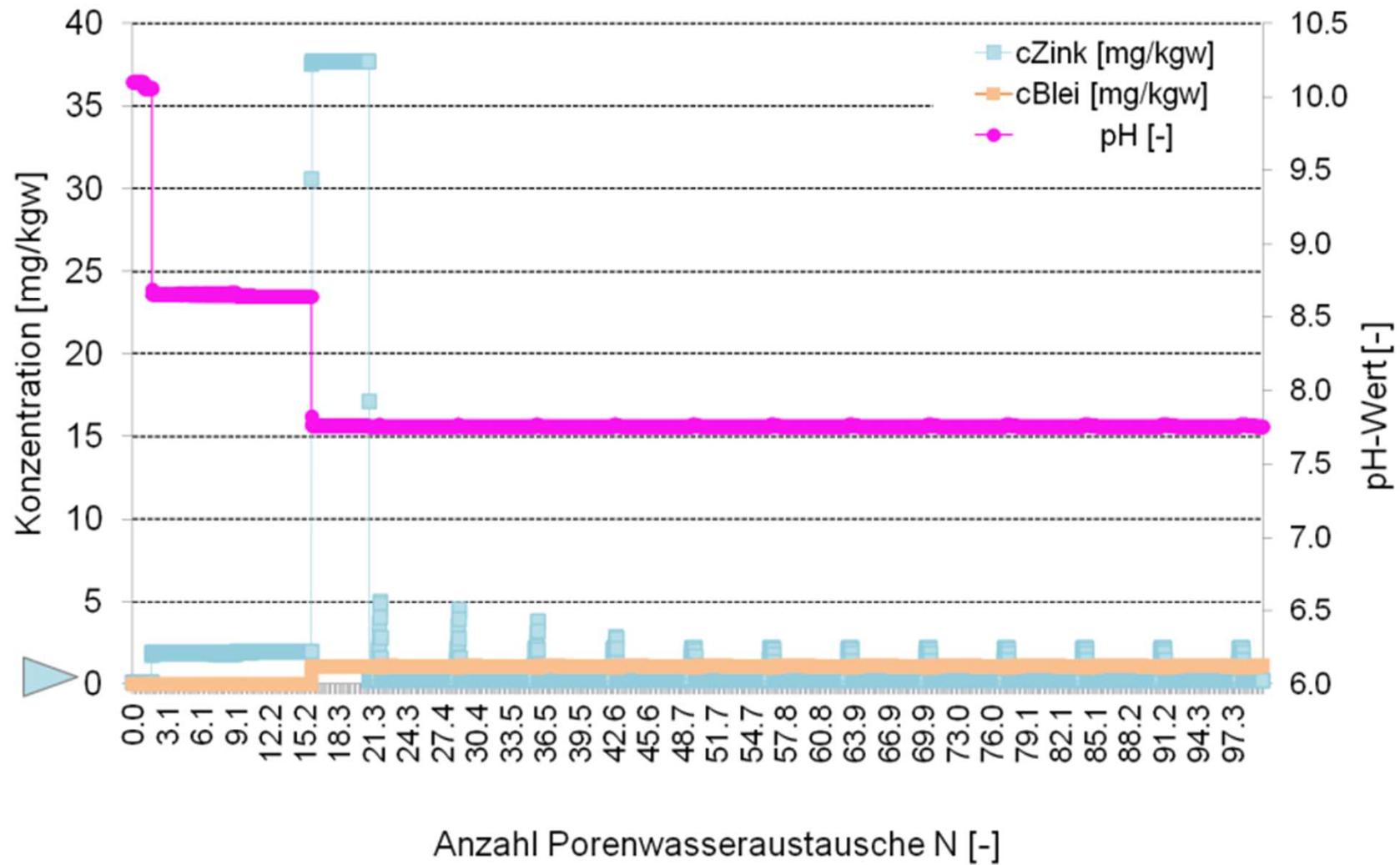
Fließstrecke 10 m / Standardszenario (10 %)



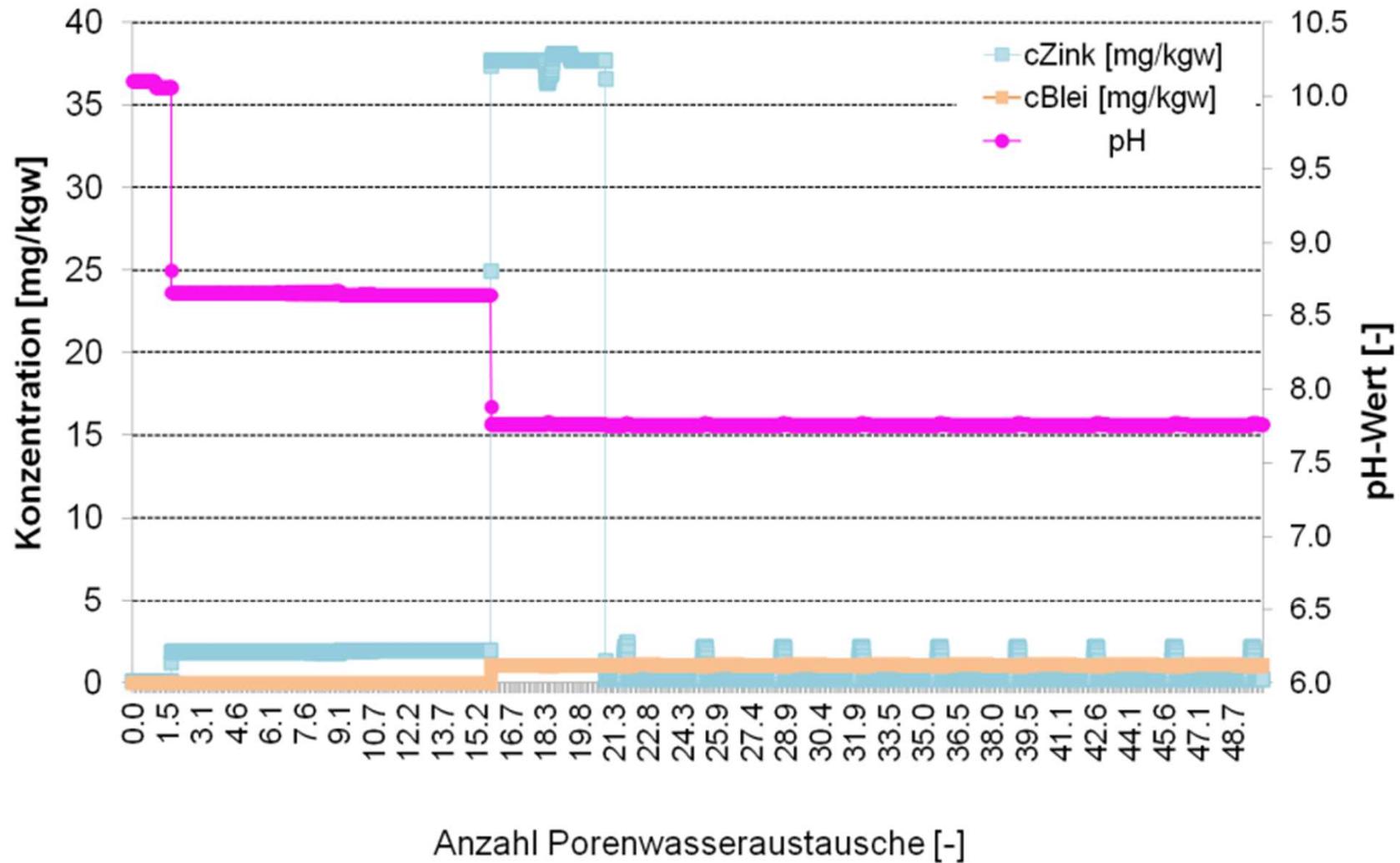
Fließstrecke 25 m / Standardszenario (10 %)



Fließstrecke 50 m / Standardszenario (10 %)

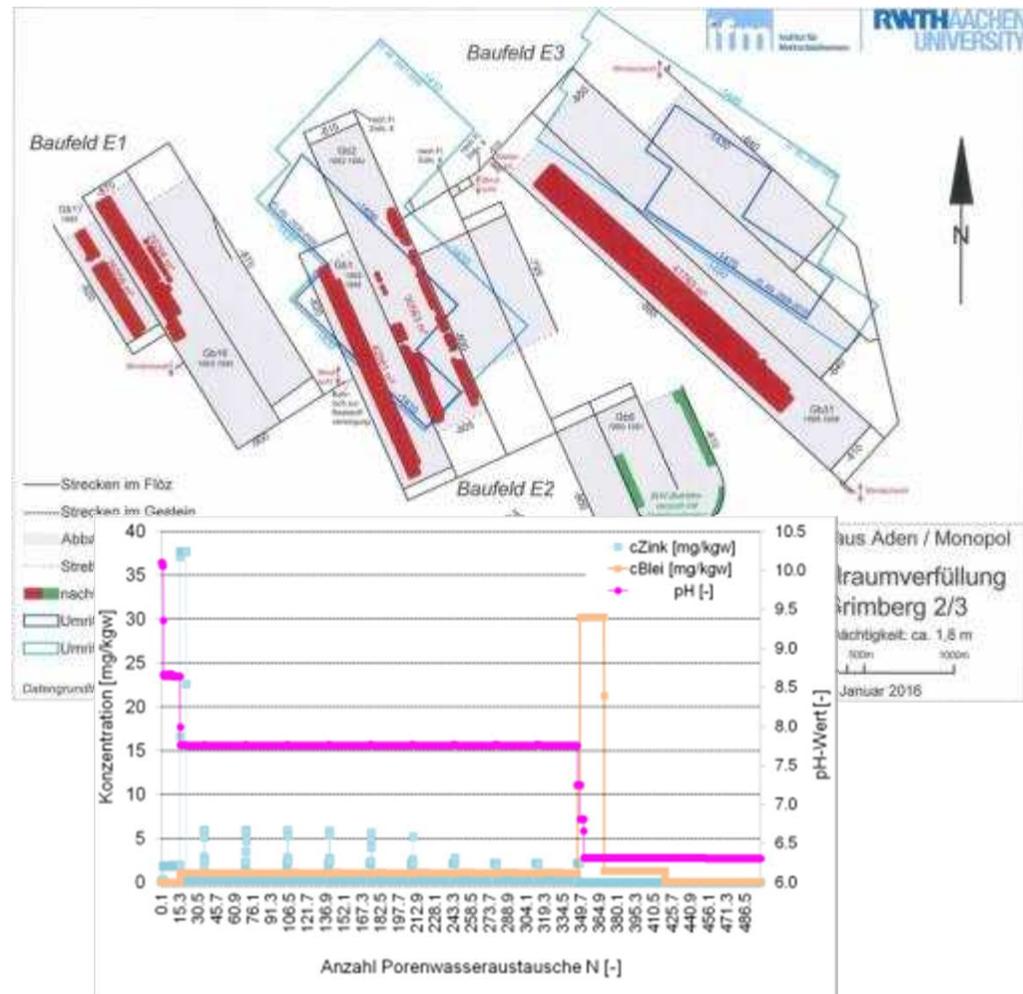


Fließstrecke 100 m / Standardszenario (10 %)

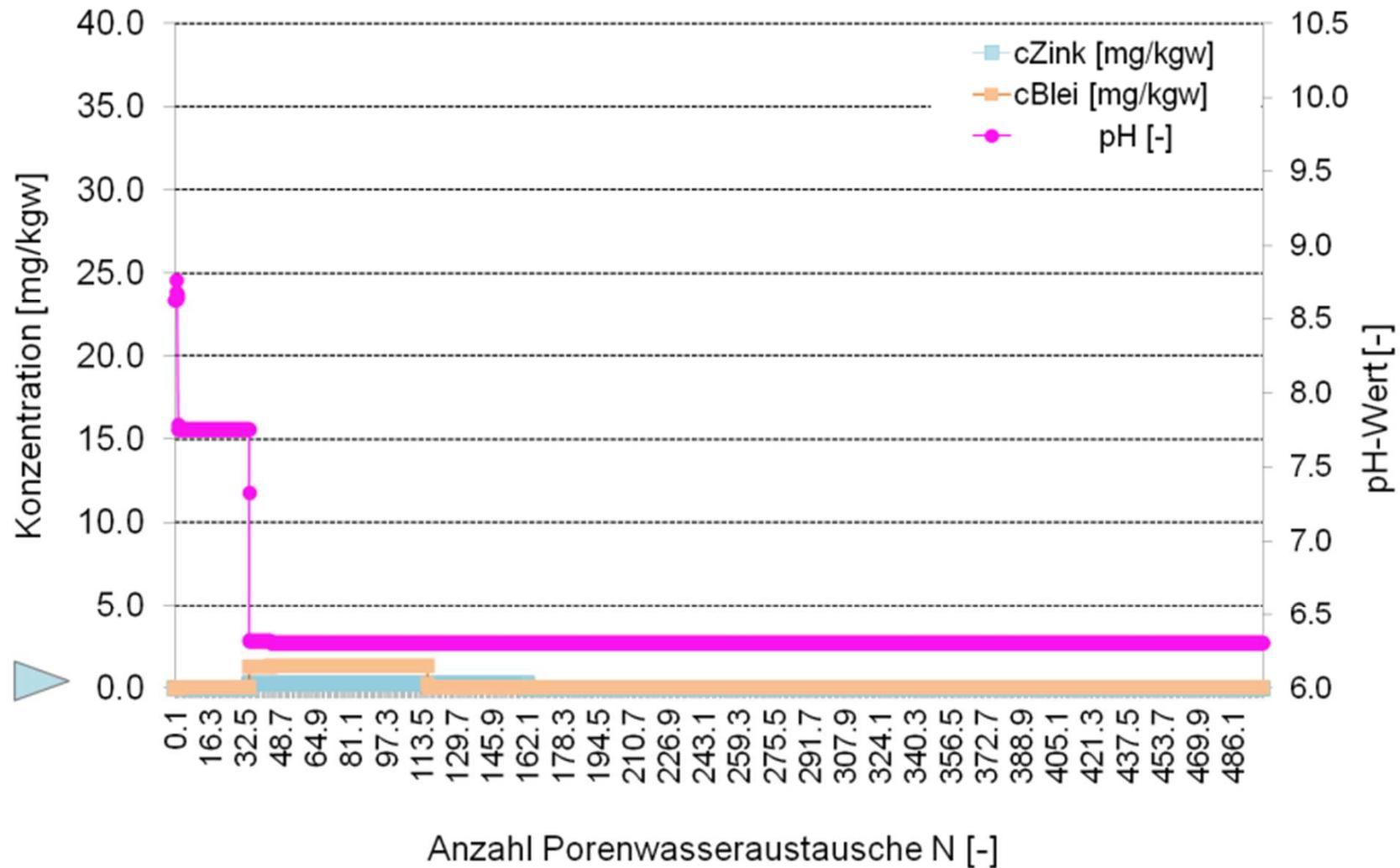


Reststoffe in der BHV

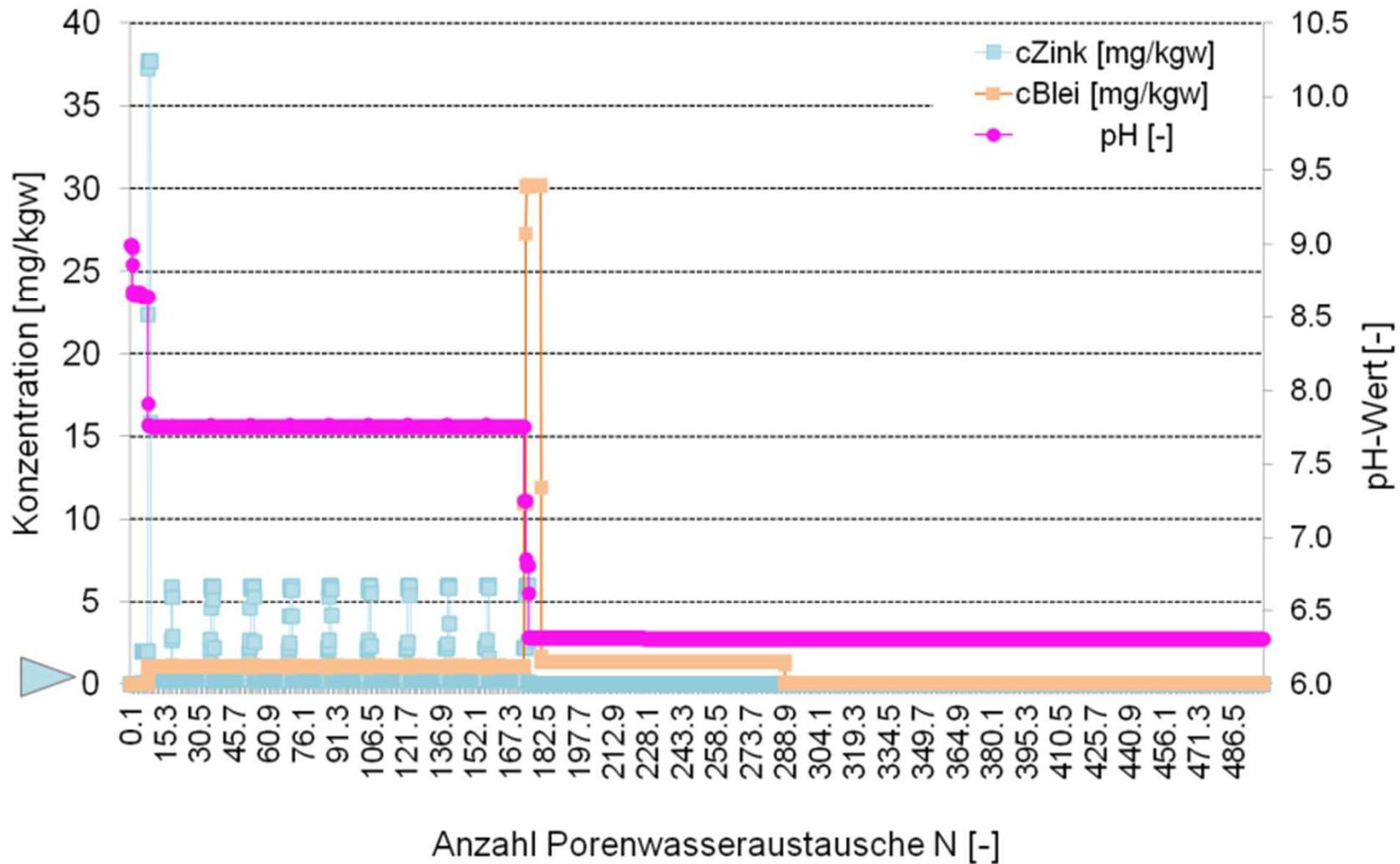
- Reststoffe (Filterstäube): ca. 62.000 t Tonnen in 6 Bauhöhen
- 1.743 t Zn, Pb, Cd (100%)
 - 1.321 t Zink
 - 403 t Blei
 - 19 t Cadmium
 - weitere Schwermetalle (z.Zt. Noch Recherche)



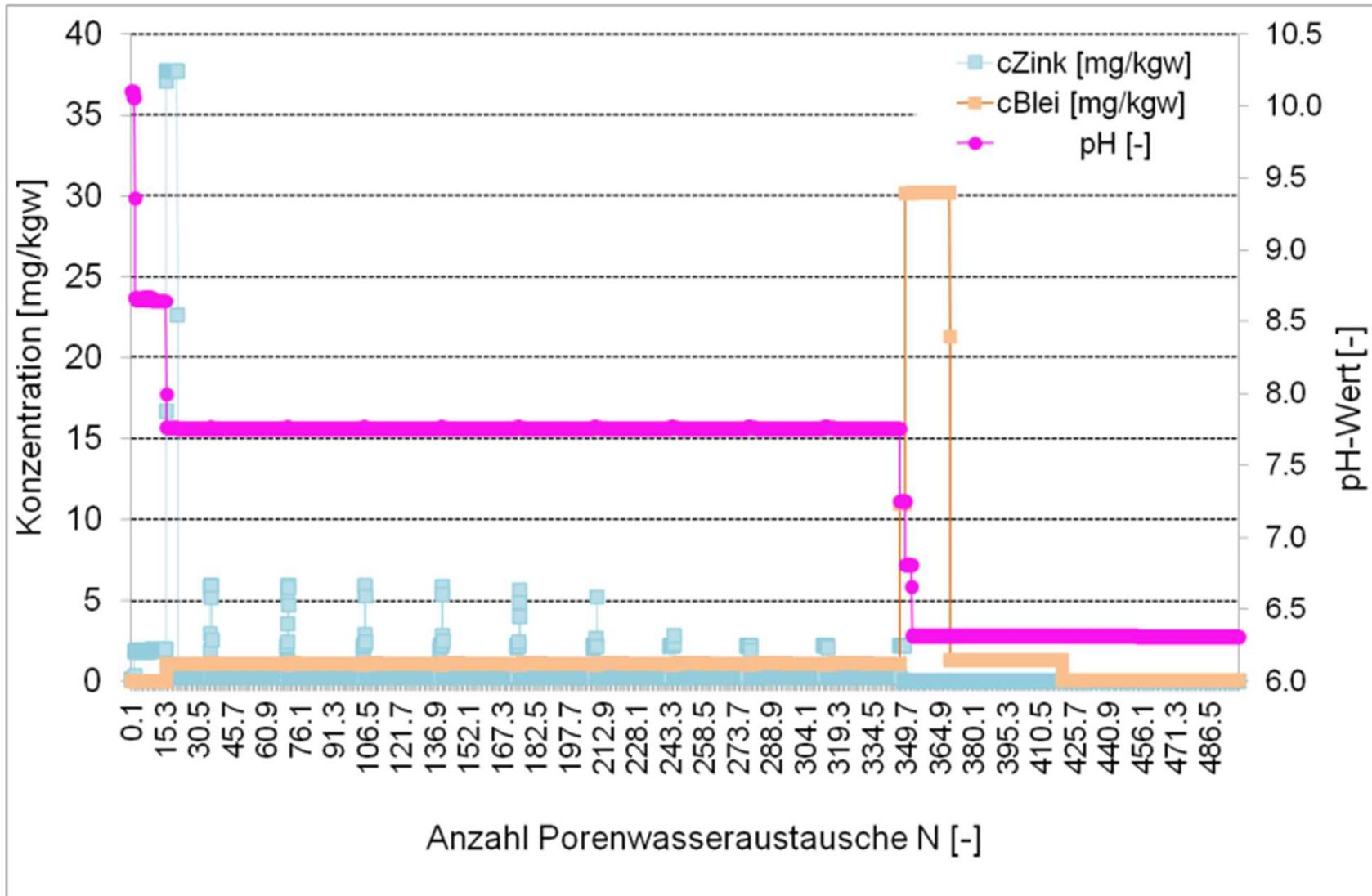
Fließstrecke 10 m / Reagierende Reststoffe 1 %



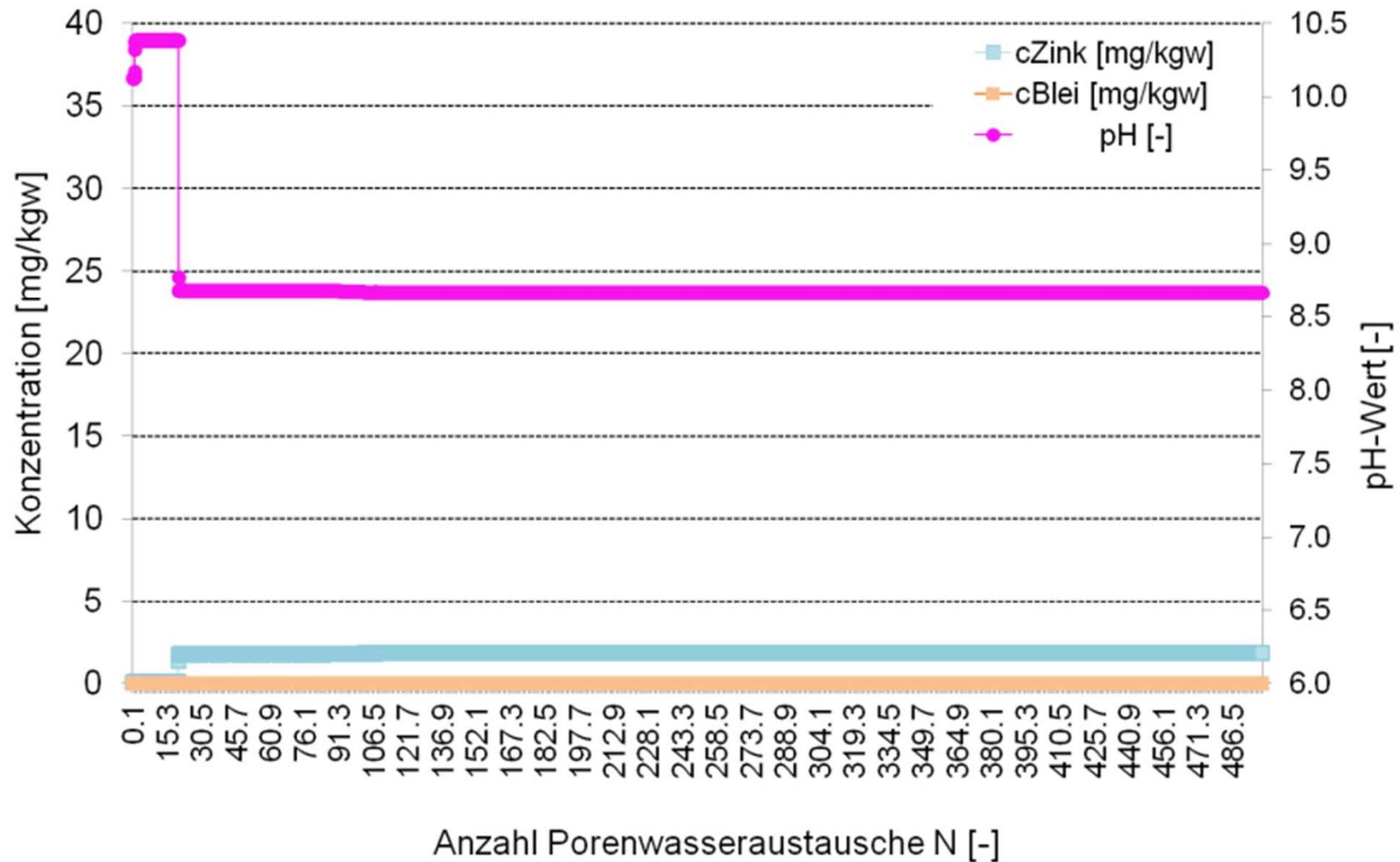
Fließstrecke 10 m / Reagierende Reststoffe 5 %



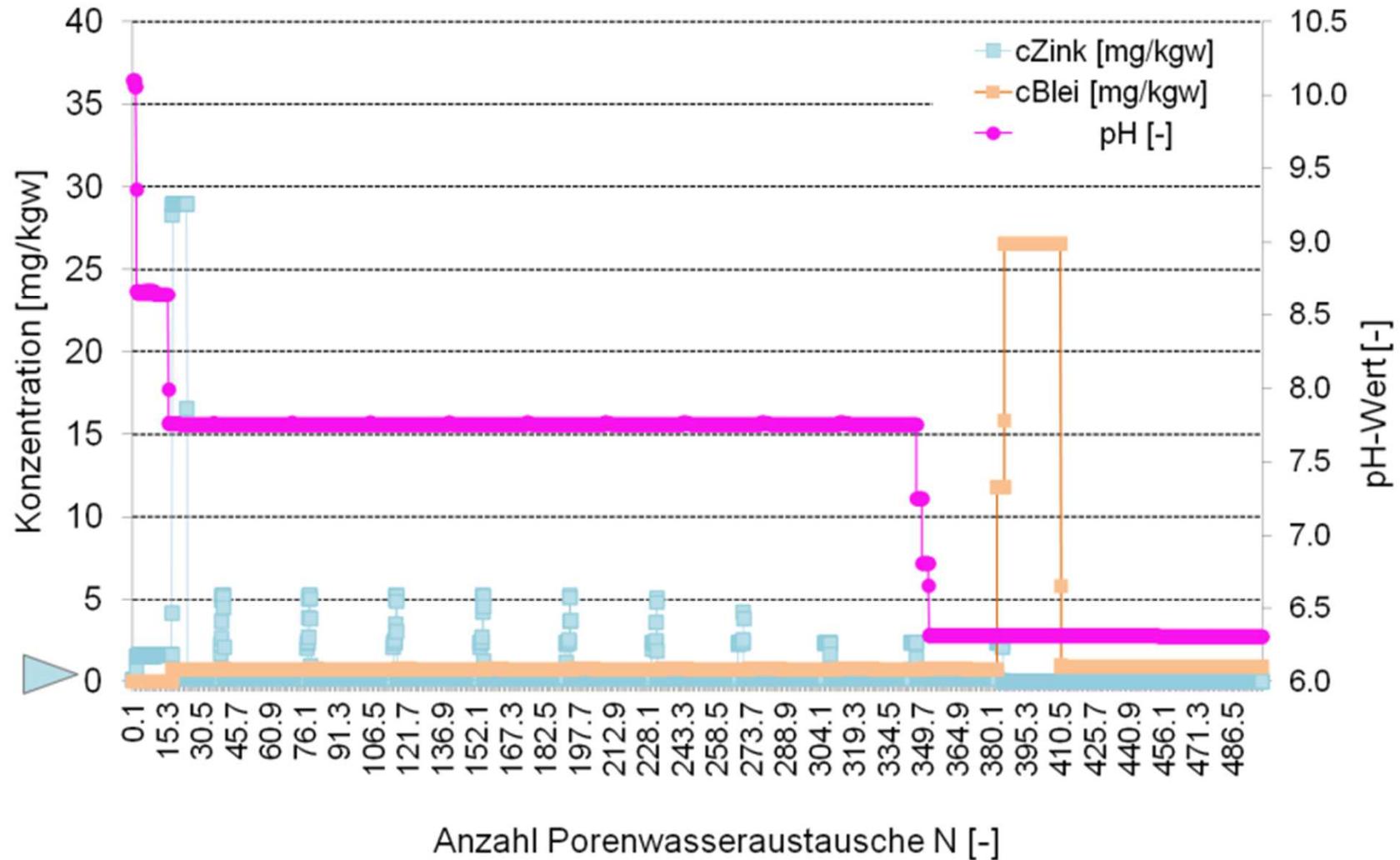
Fließstrecke 10 m / Reagierende Reststoffe 10 % ,Standard'



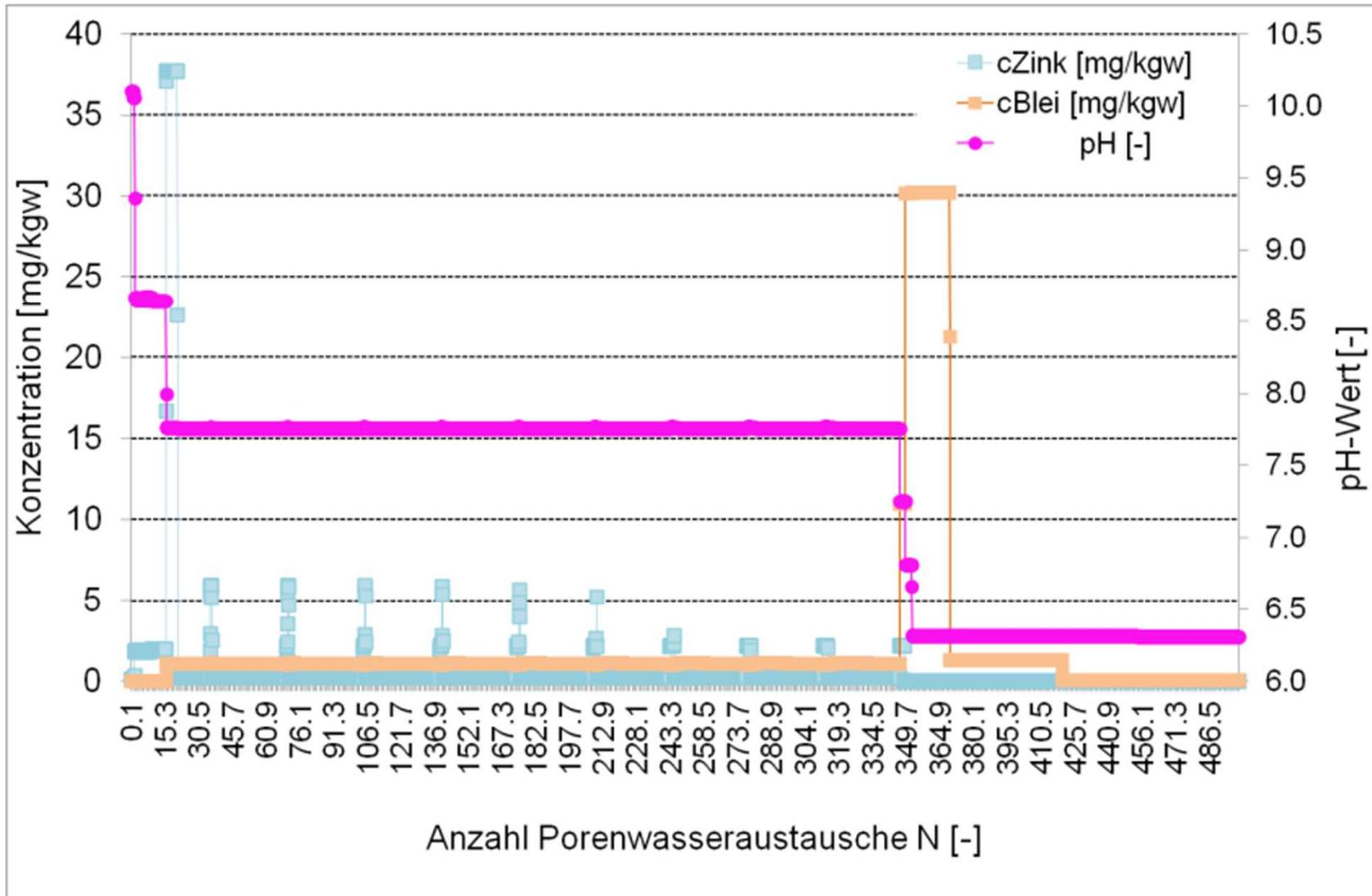
Fließstrecke 10 m / Reagierende Reststoffe 100 %



Standardszenario mit verdünntem Tiefengrundwasser Z2

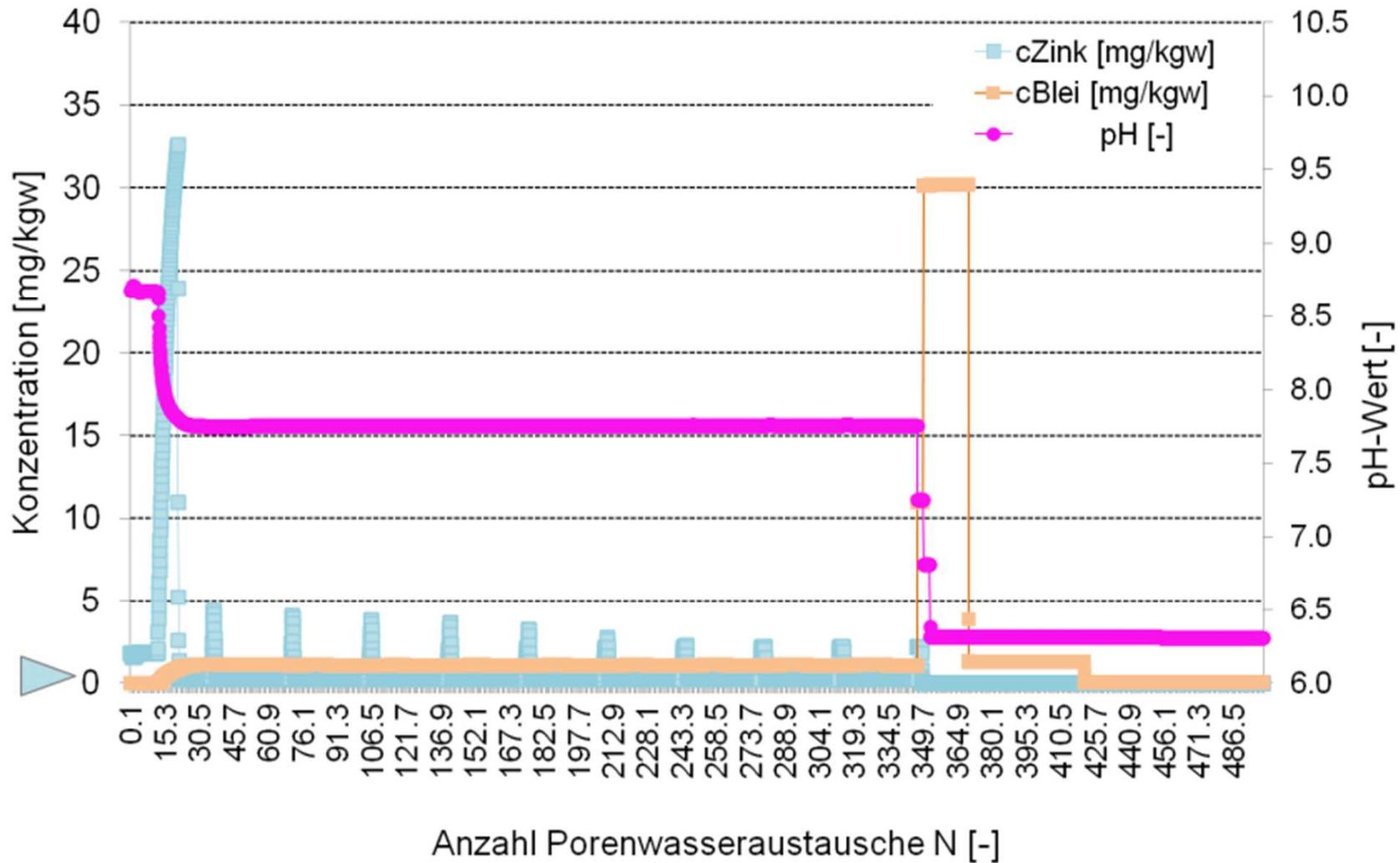


Fließstrecke 10 m / Reagierende Reststoffe 10 % ,Standard'

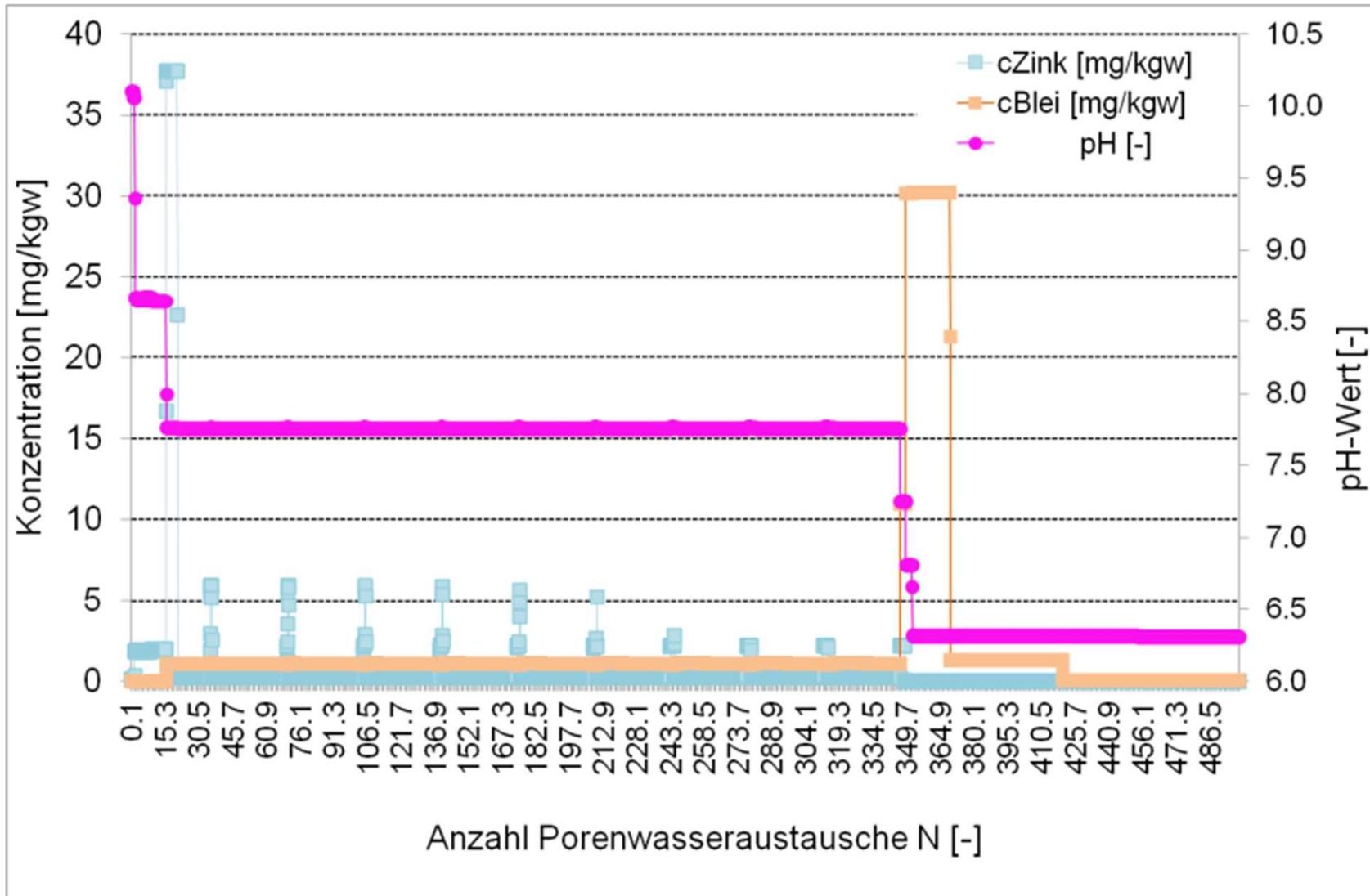


Standardszenario:

Abschätzung der Bedeutung des Kationenaustausch



Fließstrecke 10 m / Reagierende Reststoffe 10 % ,Standard'



Zusammenfassung

* pH ca. 10 bis pH ca. 6,5; Entwicklung in der Zeit

* Zink- und Bleikonzentrationen: maximal einige Zehner Milligramm pro Liter

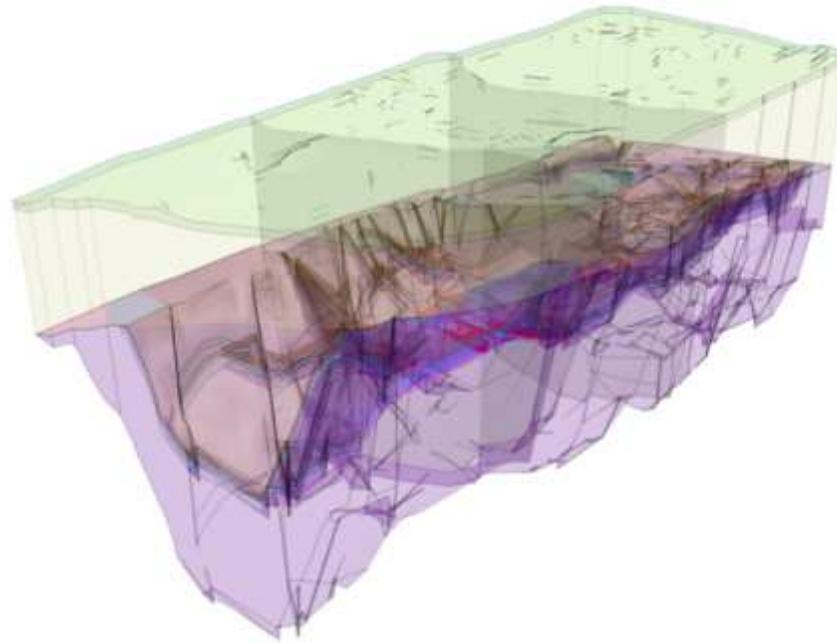
* Beginn und Zeitdauer der Belastung: Jahre bis Hundert-Tausende Jahre; gebunden an die pH-Wertentwicklung

- * Prozess-dominierende Einflussfaktoren hinsichtlich Beginn und Zeitdauer:
- Fließstreckenlänge durch den BHV-Bereich
 - Vorrat an Reststoff-bürtigen Mineralphasen im Reaktionskontakt
 - Art und relativer Anteil der verschiedenen Reststoff-bürtigen Mineralphasen
 - Porosität
 - Abstandsgeschwindigkeit der Porenwasserbewegung
 - Durchlässigkeitsbeiwert, Hydraulischer Gradient

Das Diagramm zeigt einen Querschnitt durch einen Bruchzonenbereich (BHV) mit einer Mächtigkeit von 10 bis 15 Metern. Ein Schlenrohr ist an der Basis des Bruchzonenbereichs positioniert. Ein Pfeil zeigt den Reaktionskontakt mit Tiefengrundwasser an, was zu Auflösungs-, Umwandlungs- und Ausfällungsreaktionen führt. Diese Reaktionen resultieren in der Stofffreisetzung in die Porenwässer. Ein weiterer Pfeil zeigt den Kontakt mit Tiefengrundwasser an, der über die Ränder des Bruchzonenbereichs erfolgt.

Bruchzone
10-15 m
Reaktionskontakt mit Tiefengrundwasser
Auflösungs-, Umwandlungs-, Ausfällungsreaktionen
Stofffreisetzung in die Porenwässer
Tiefengrundwasser
Schlenrohr

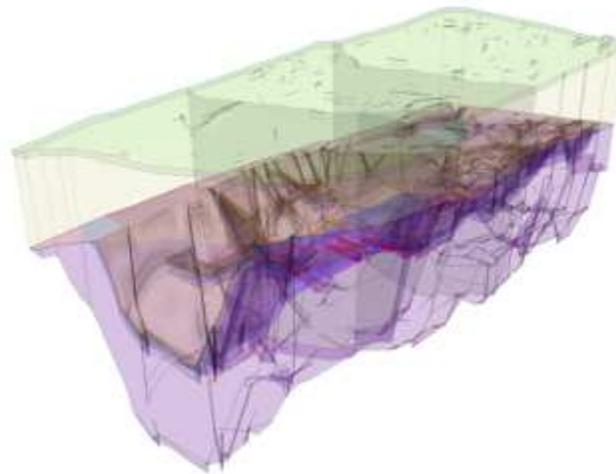
Stoffaustrag über diese Ränder
nach Fließstrecken von ca. 10 Meter bis 100 Meter
,Quellterm‘



(6.2) AUSBREITUNGSPOTENTIAL (PROF. KÖNIG)

AK4-Düsseldorf

Modellierung der Stoffausbreitung über die Grundwasserströmung



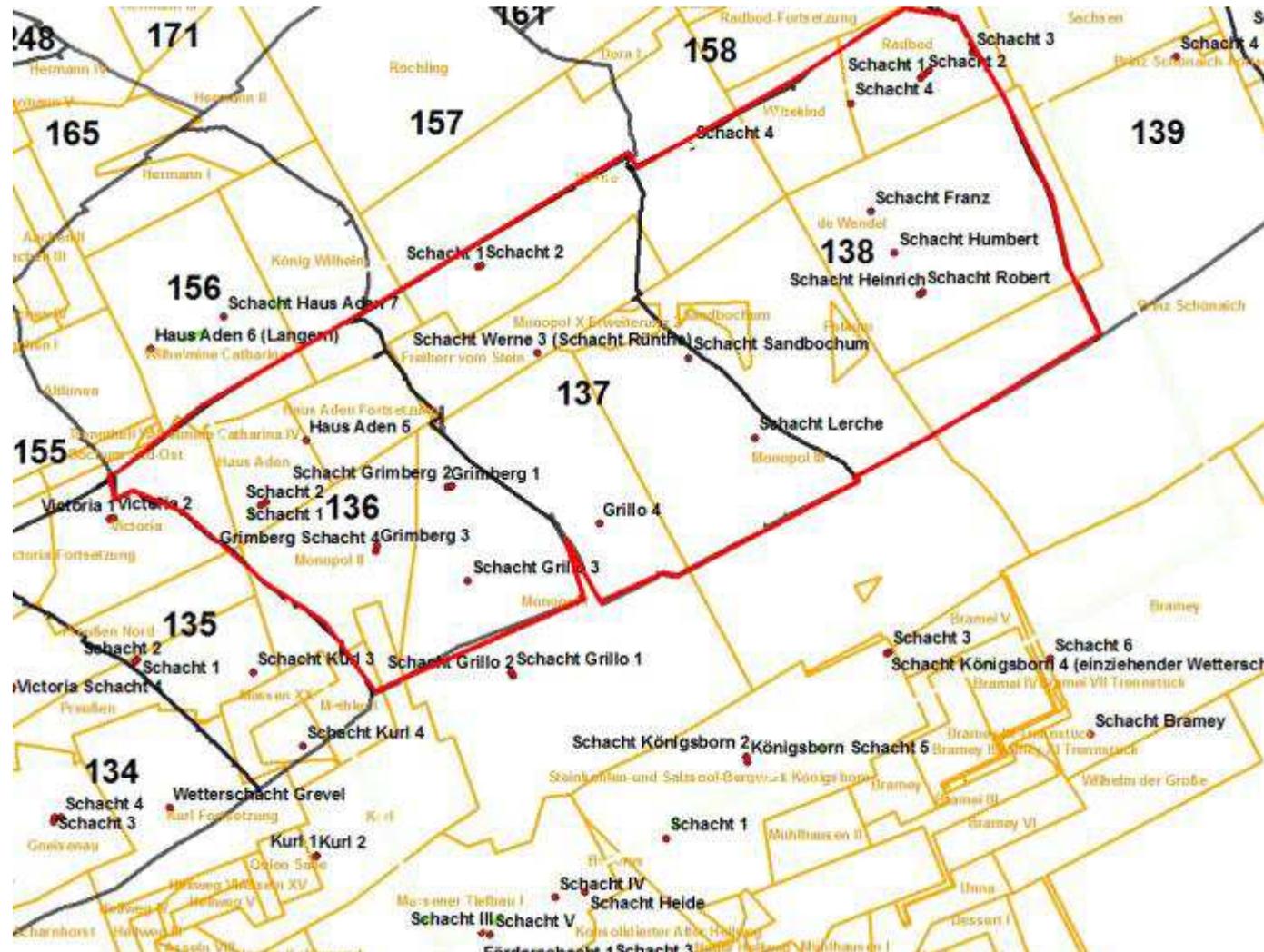
Düsseldorf
23.05.2016

delta h
Parkweg 67
D-58453 Witten
www.delta-h.de

- Geologisches Modell
- Fernfeldmodell
- Flutungsmodell

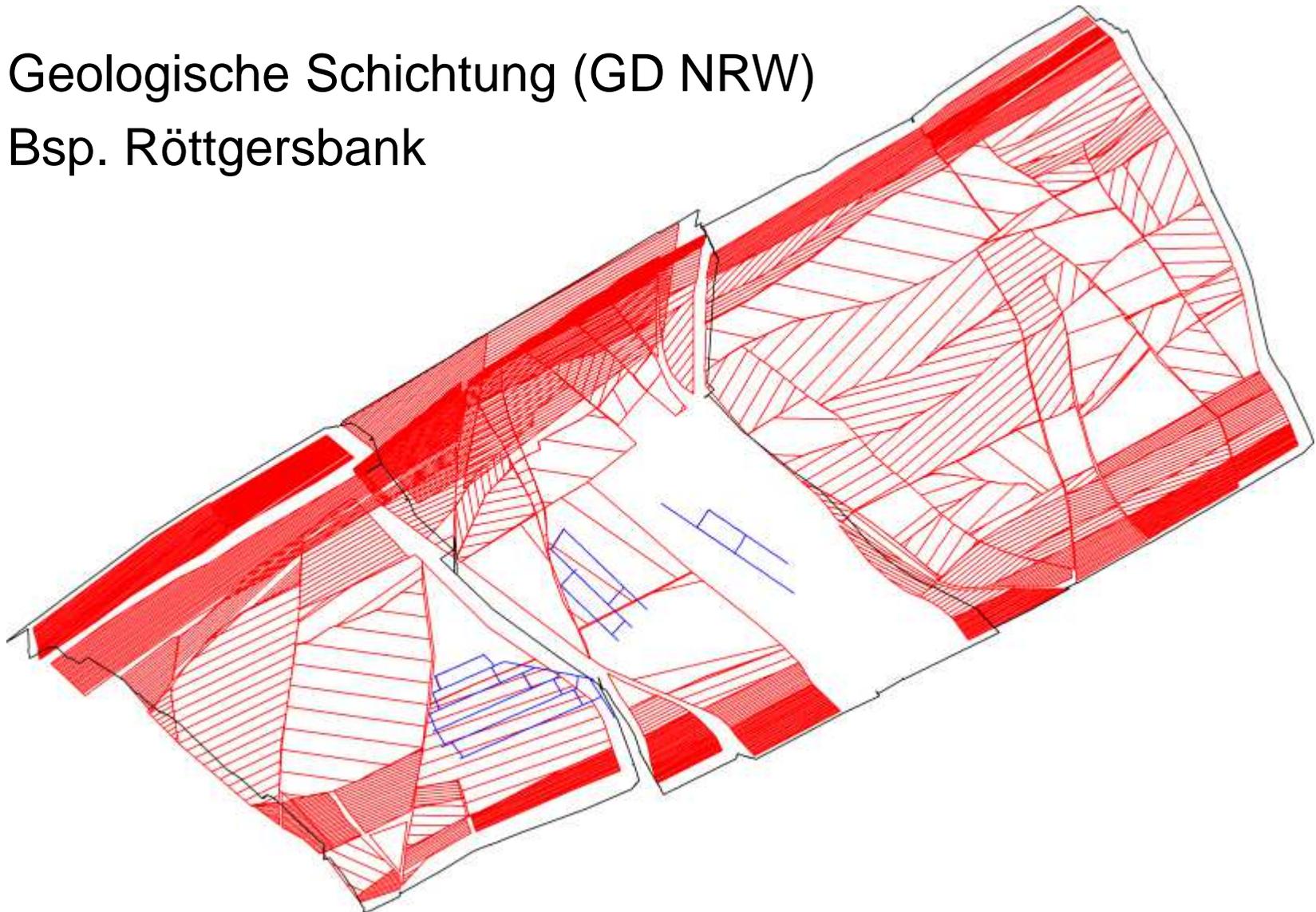
Aufbau geologisches Modell

- Großschollen inkl. Störungen (Geologischer Dienst)



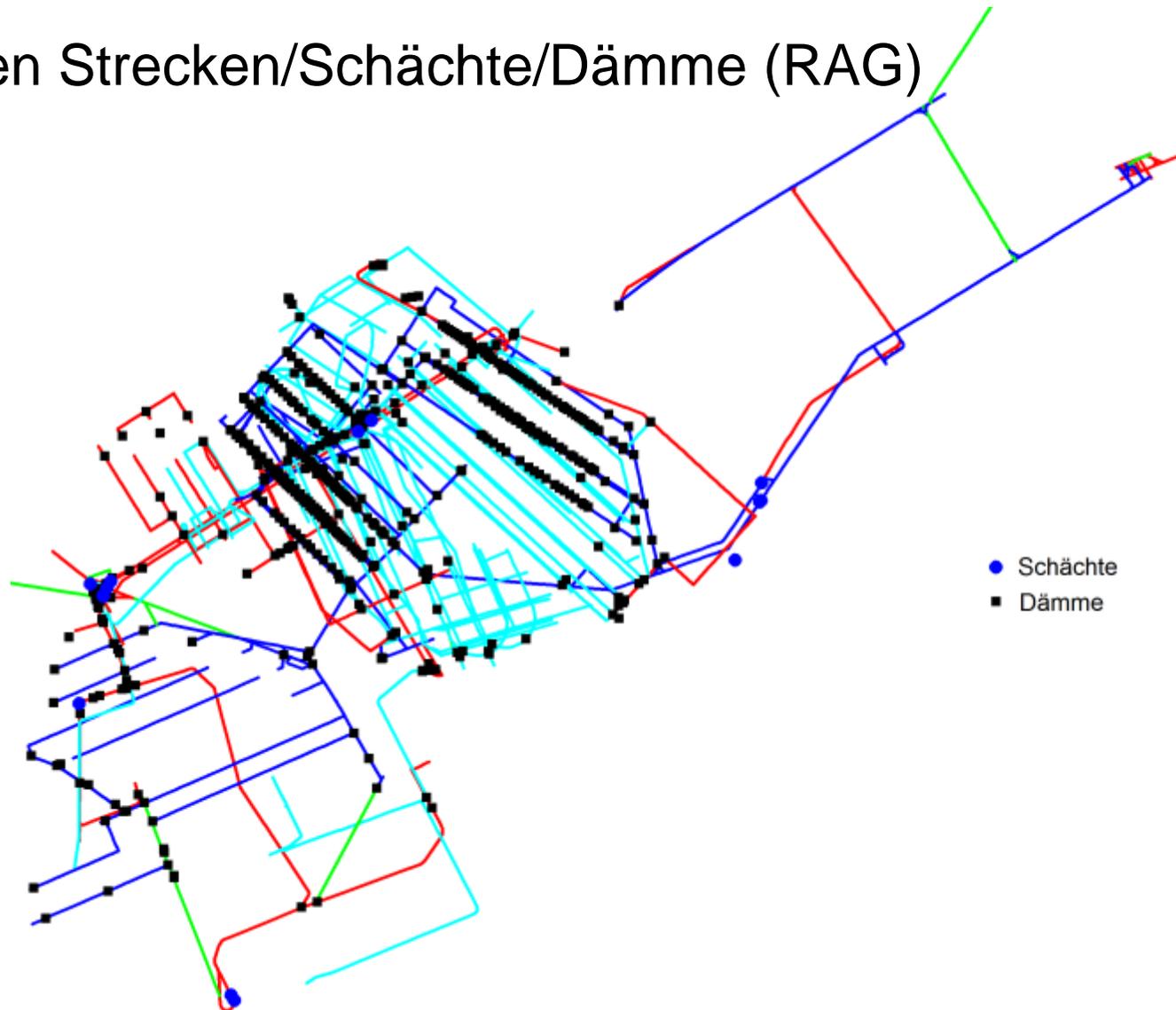
Aufbau geologisches Modell

- Geologische Schichtung (GD NRW)
- Bsp. Röttgersbank

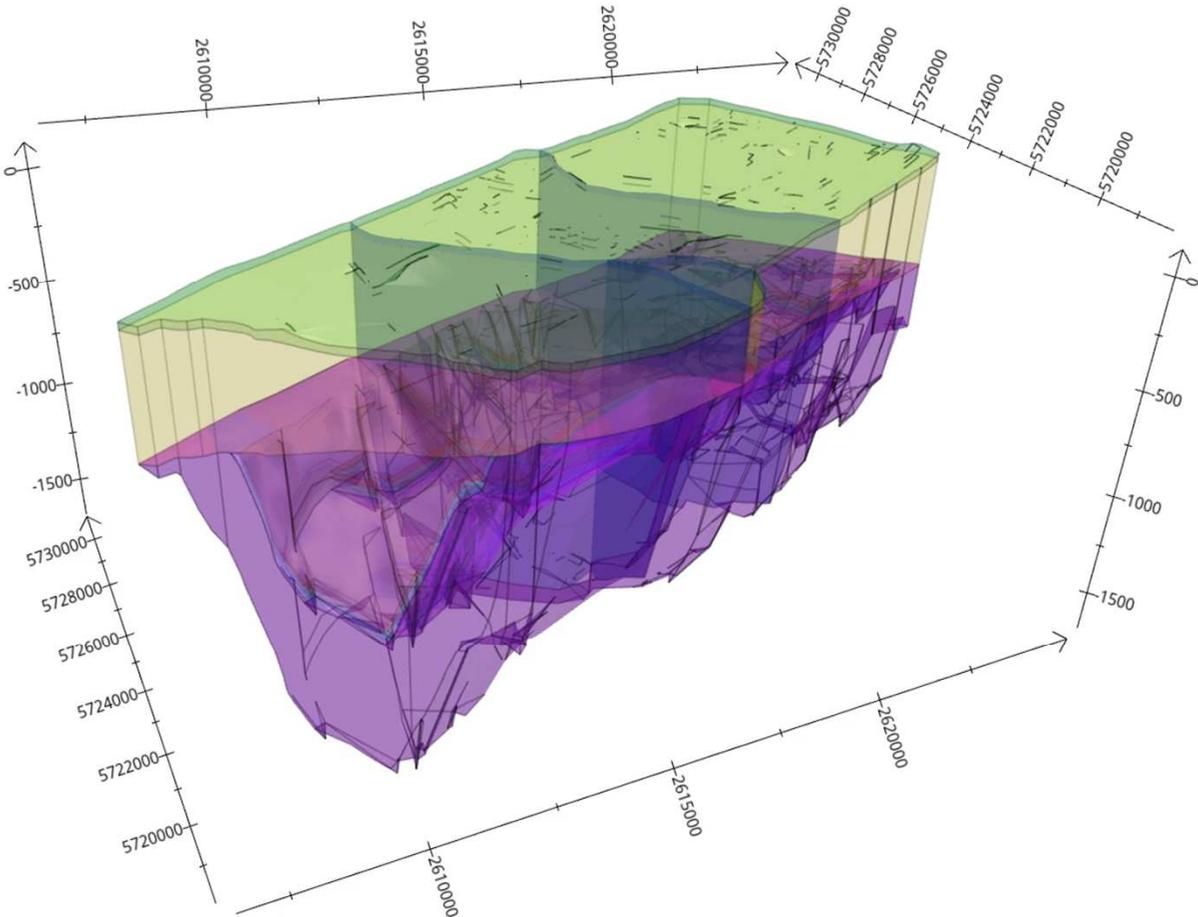


Aufbau geologisches Modell

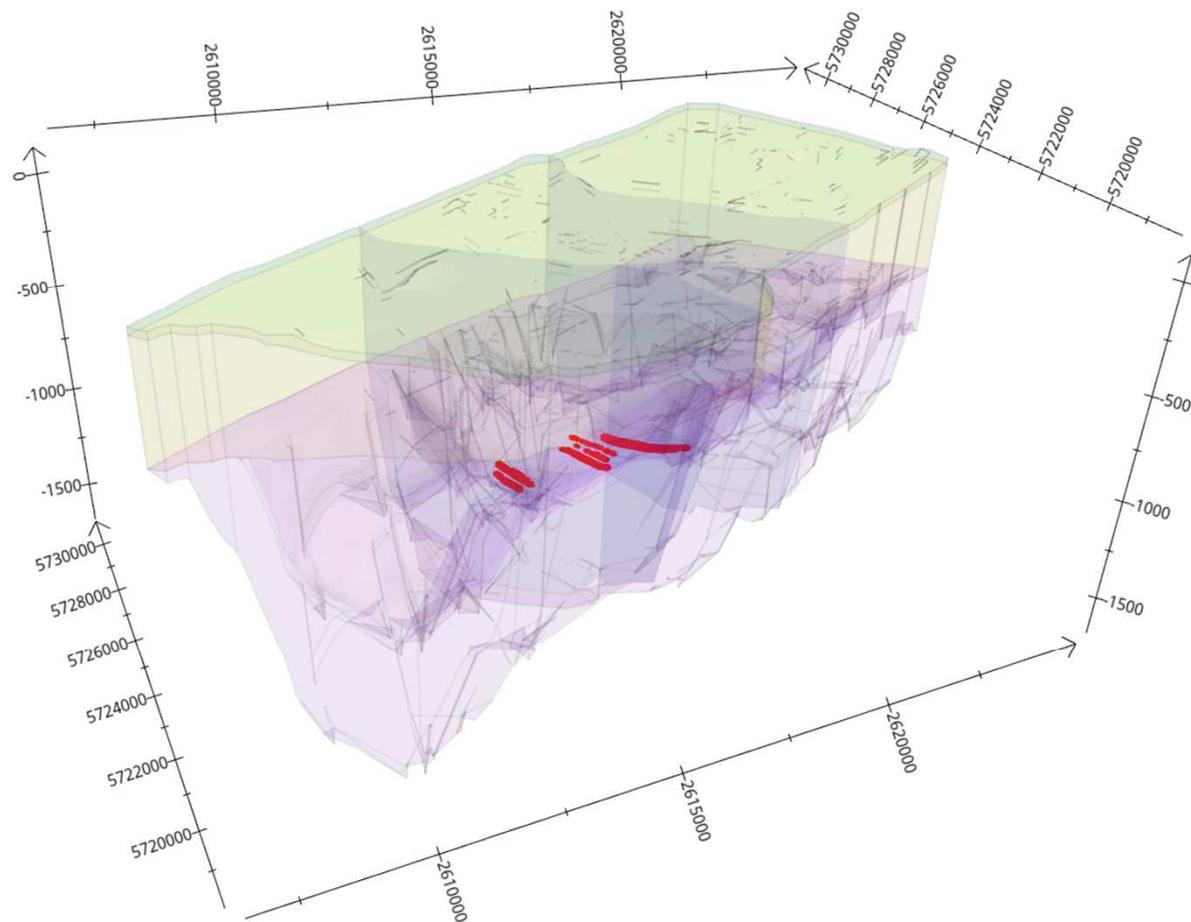
- Daten Strecken/Schächte/Dämme (RAG)



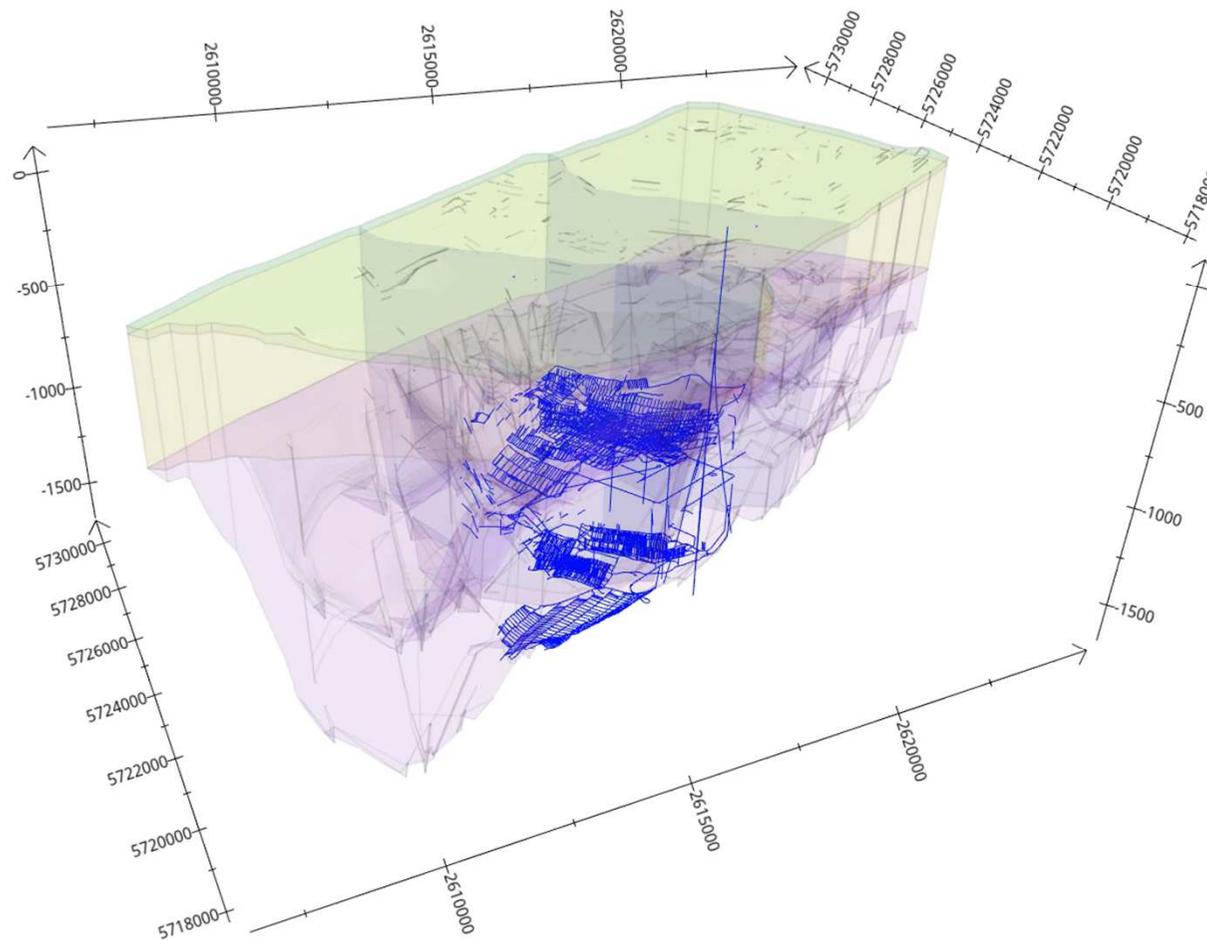
Geologisches Modell



Aufbau Fernfeldmodell: Lage BHV

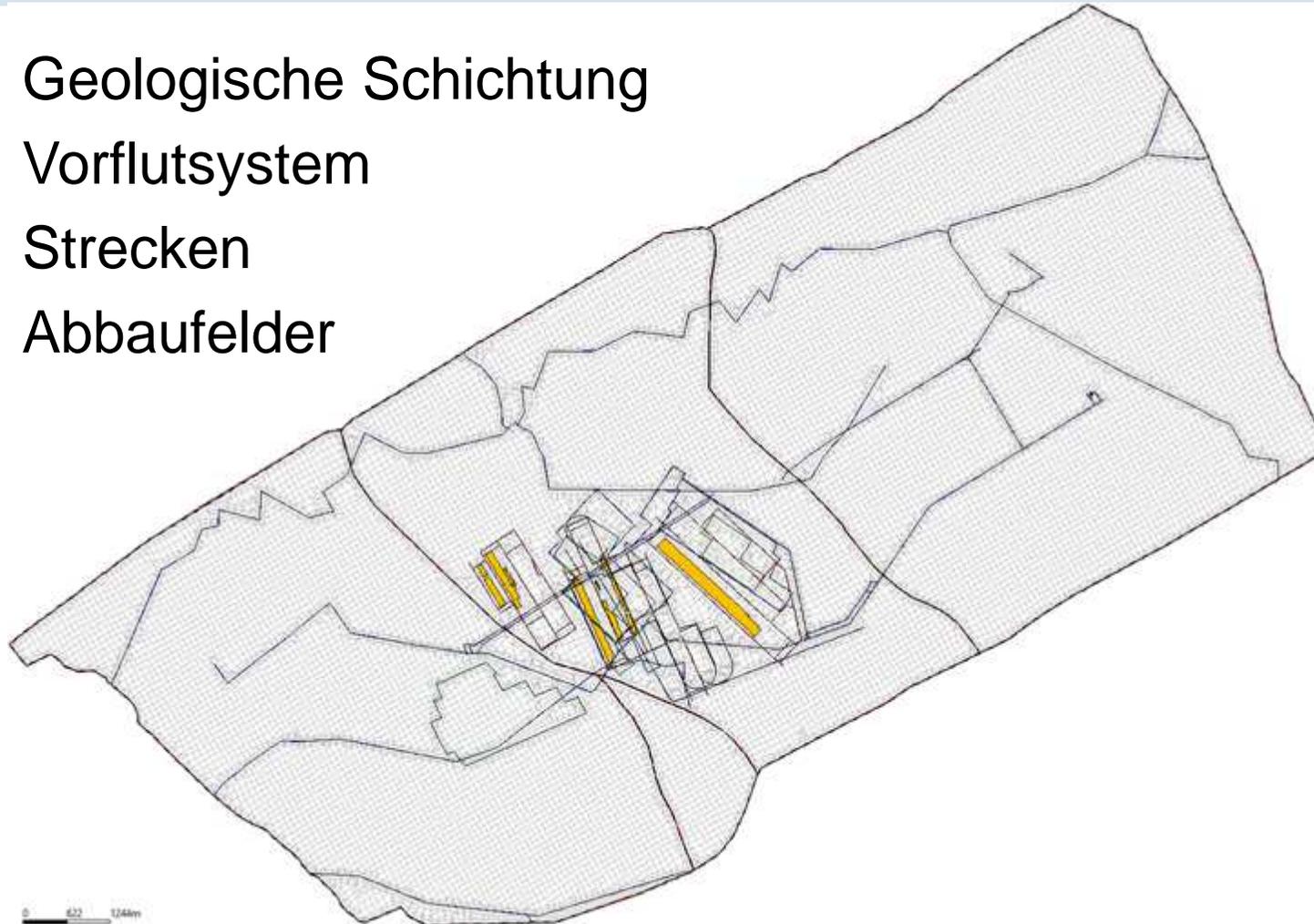


Aufbau Fernfeldmodell: Streckensystem



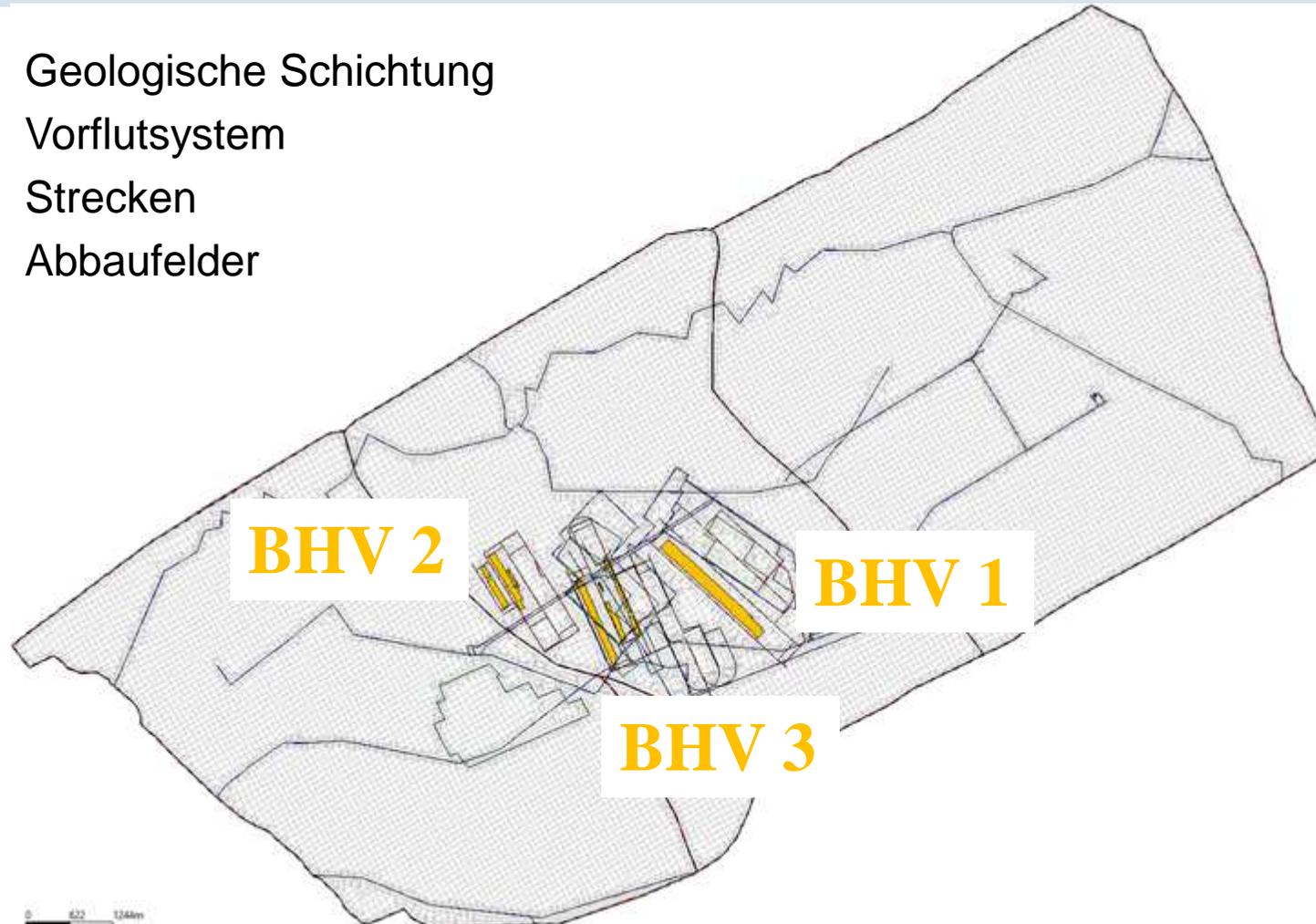
Regionales Fernfeldmodell

- Geologische Schichtung
- Vorflutsystem
- Strecken
- Abbaufelder



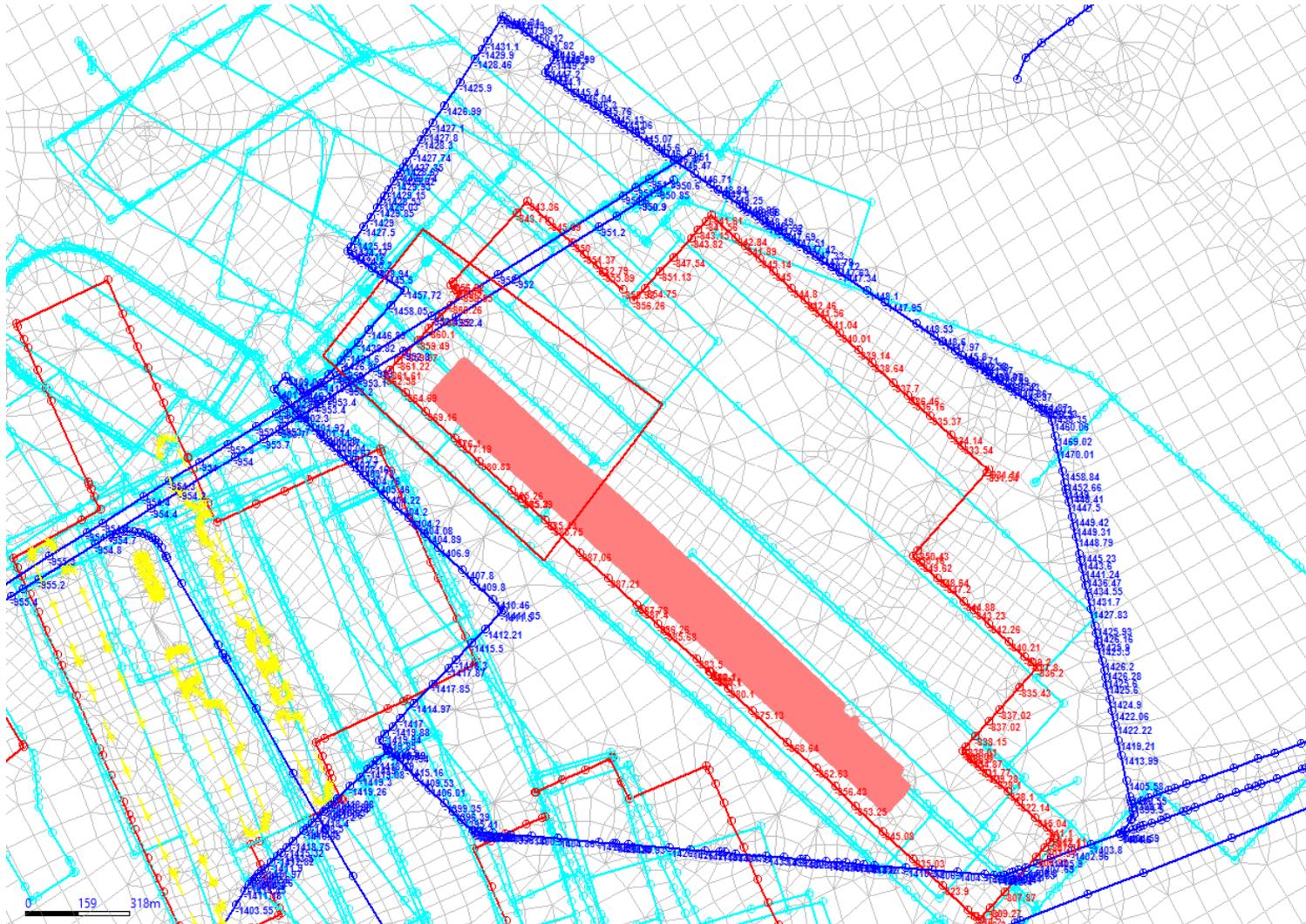
Regionales Fernfeldmodell

- Geologische Schichtung
- Vorflutsystem
- Strecken
- Abbaufelder



Flutungsmodell - BHV 1 und Streckennetz

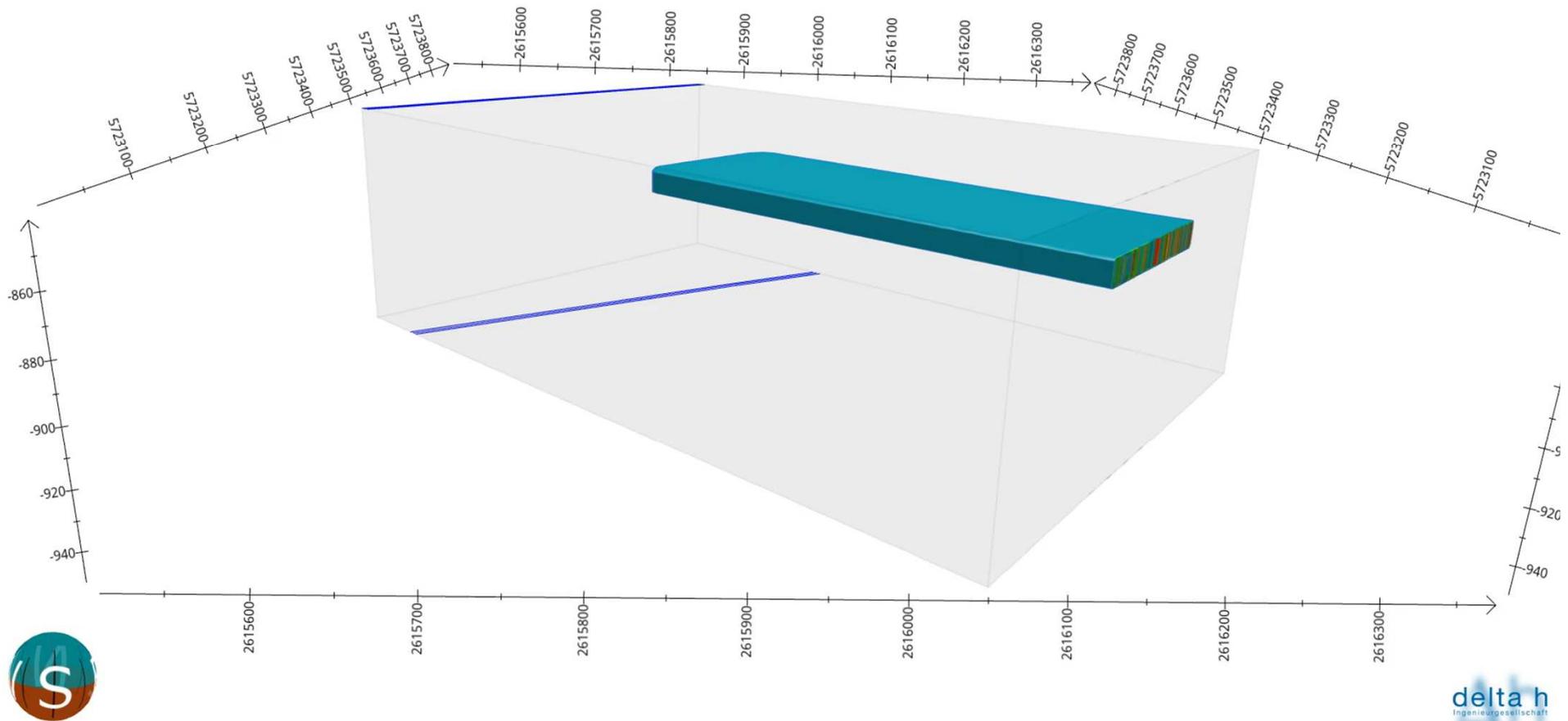
- Hauptwasserweg (blau)
- Strecken auf Flözniveau Bsp. Grimberg (rot)



Flutungsmodell - BHV 1 und Streckennetz

- Hauptwasserweg (blau)
- Stoffausbreitung während Flutung

Time: 0.0000



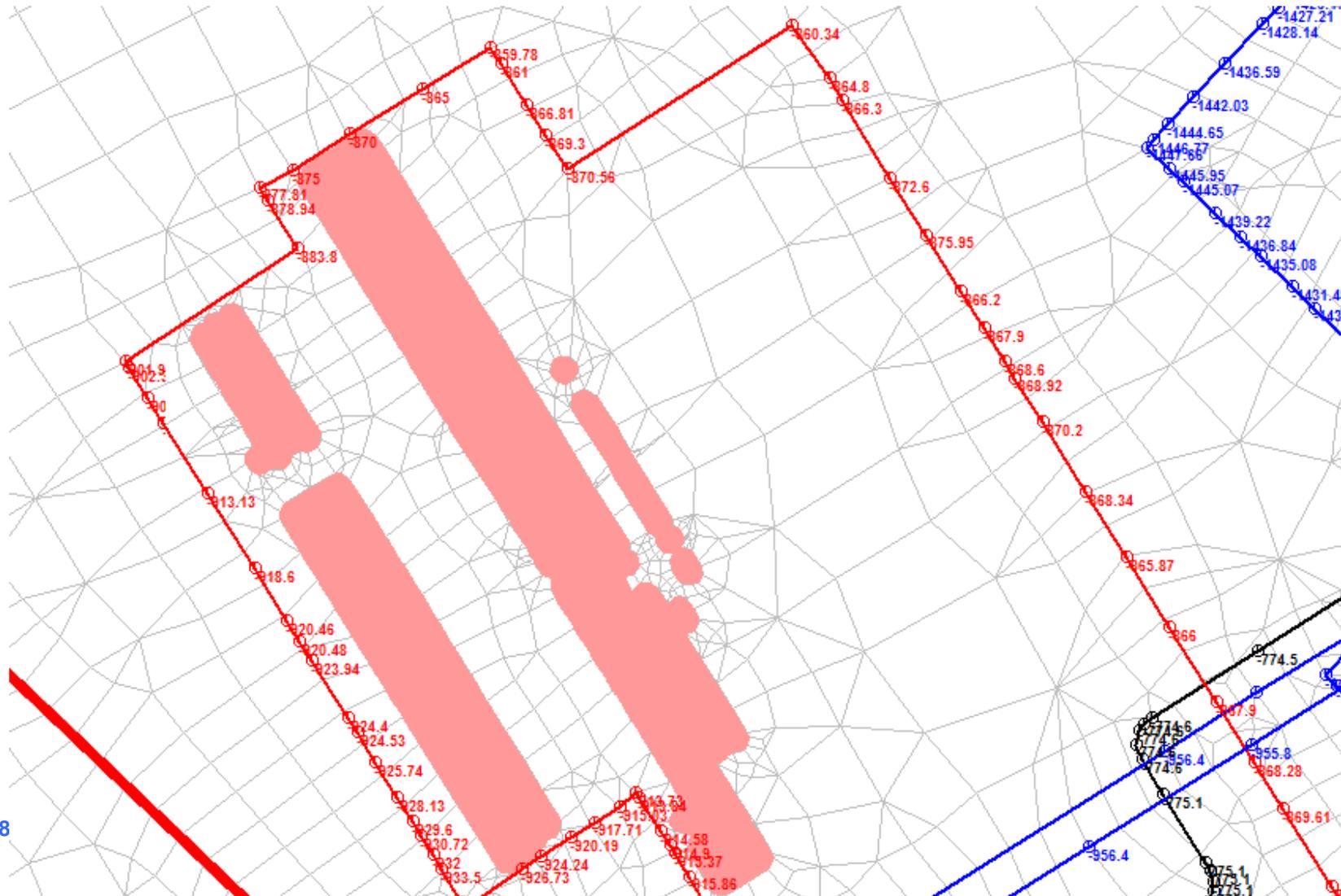
Flutungsmodell - BHV 1 u. Streckennetz

- Grundwasserströmung und Stoffausbreitungsverhalten (vertikal)



Flutungsmodell - BHV 2 und Streckennetz

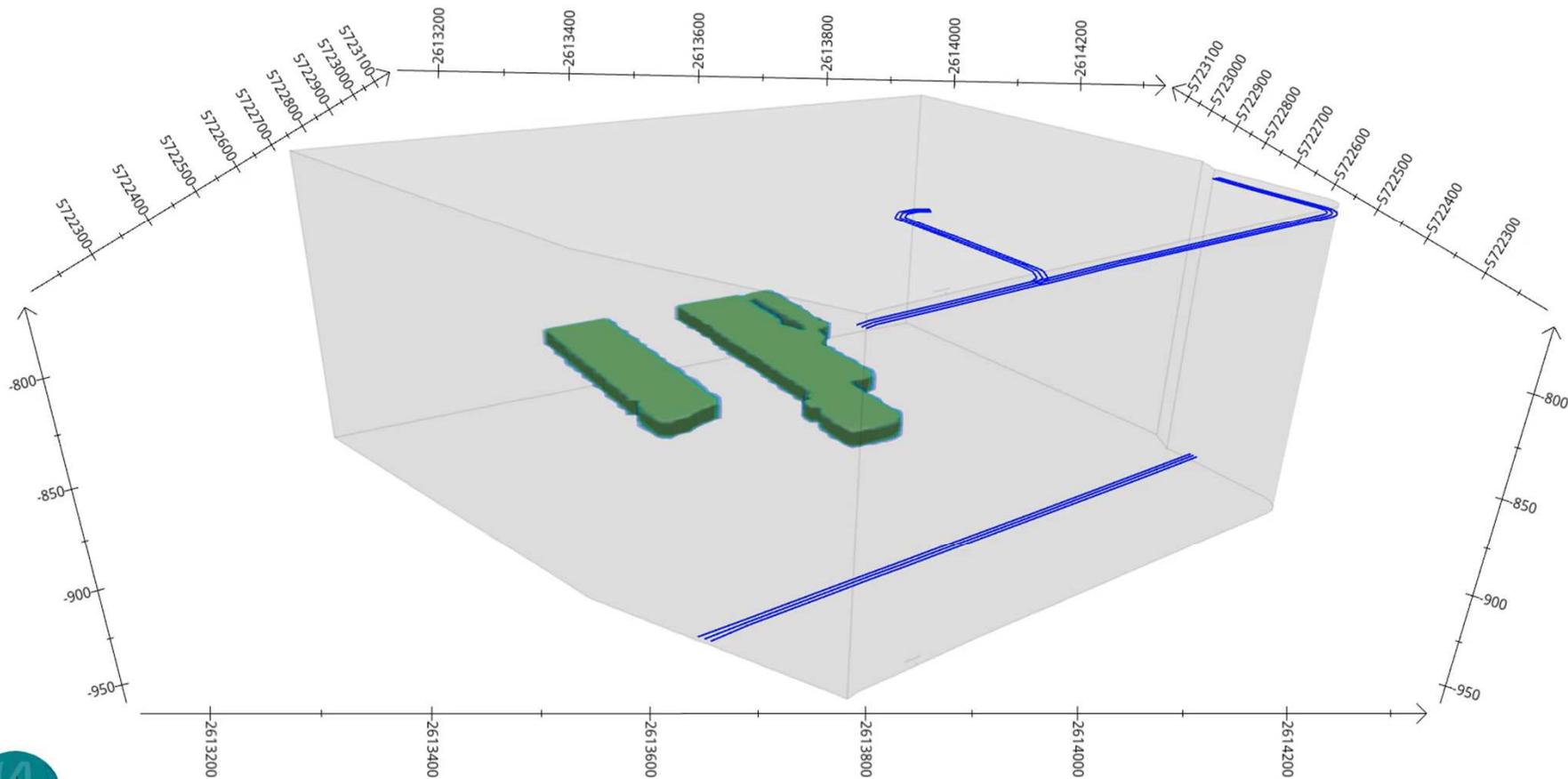
- Hauptwasserweg (blau)
- Strecken auf Flözniveau Bsp. Grimberg (rot)



Flutungsmodell - BHV 2 und Streckennetz

Time: 0.0000

- Hauptwasserweg (blau)
- Stoffausbreitung während Flutung



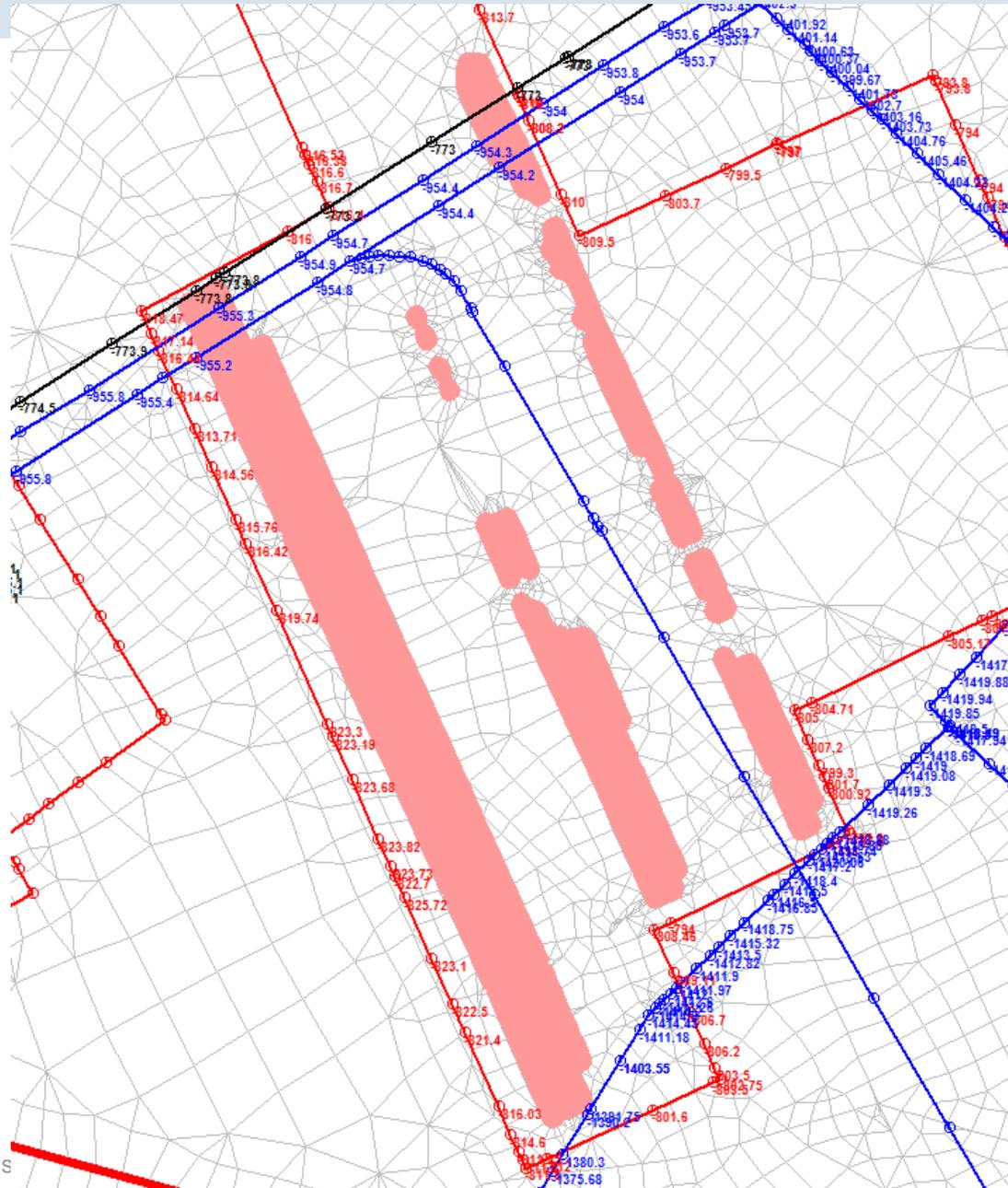
Flutungsmodell - BHV 2 und Streckennetz

Grundwasserströmung + Stoffausbreitungsverhalten (vertikal)



Flutungsmodell - BHV 3 und Streckennetz

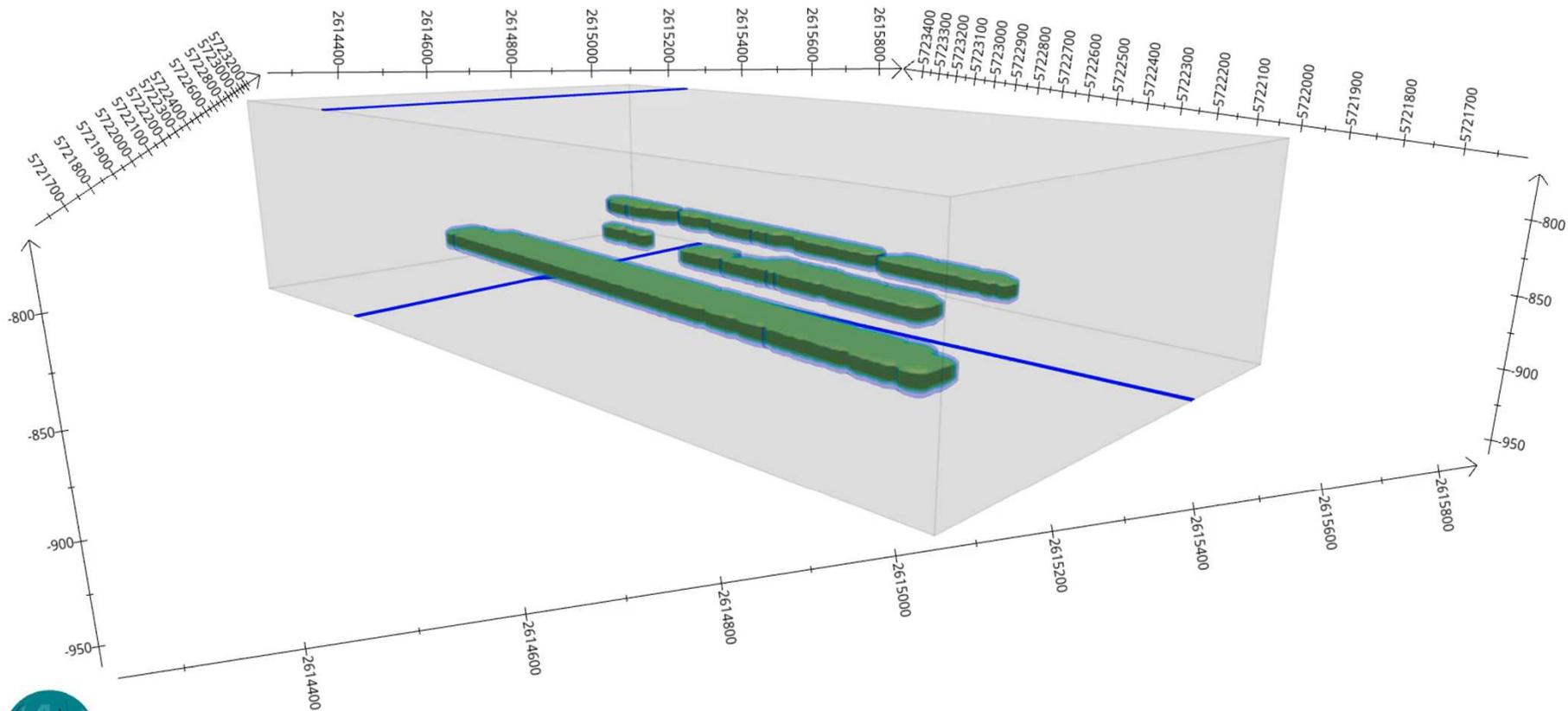
- Hauptwasserweg (blau)
- Strecken auf Flözniveau Bsp. Grimberg (rot)



Flutungsmodell - BHV 3 und Streckenne

- Hauptwasserweg (blau)
- Stoffausbreitung während Flutung

Time: 0.0000

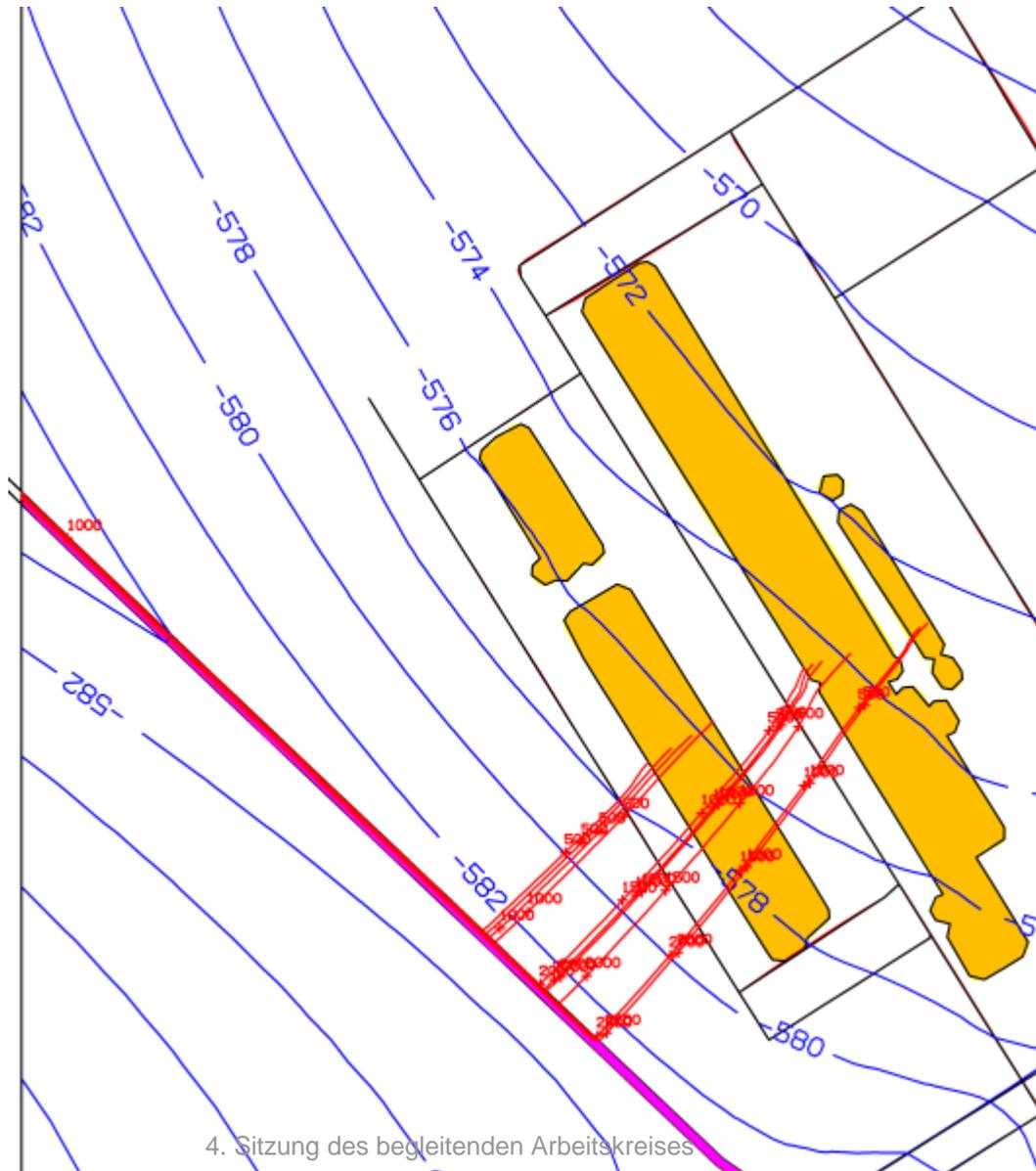


Flutungsmodell - BHV 2 und Streckennetz

- Stoffausbreitung (Vertikalschnitt)

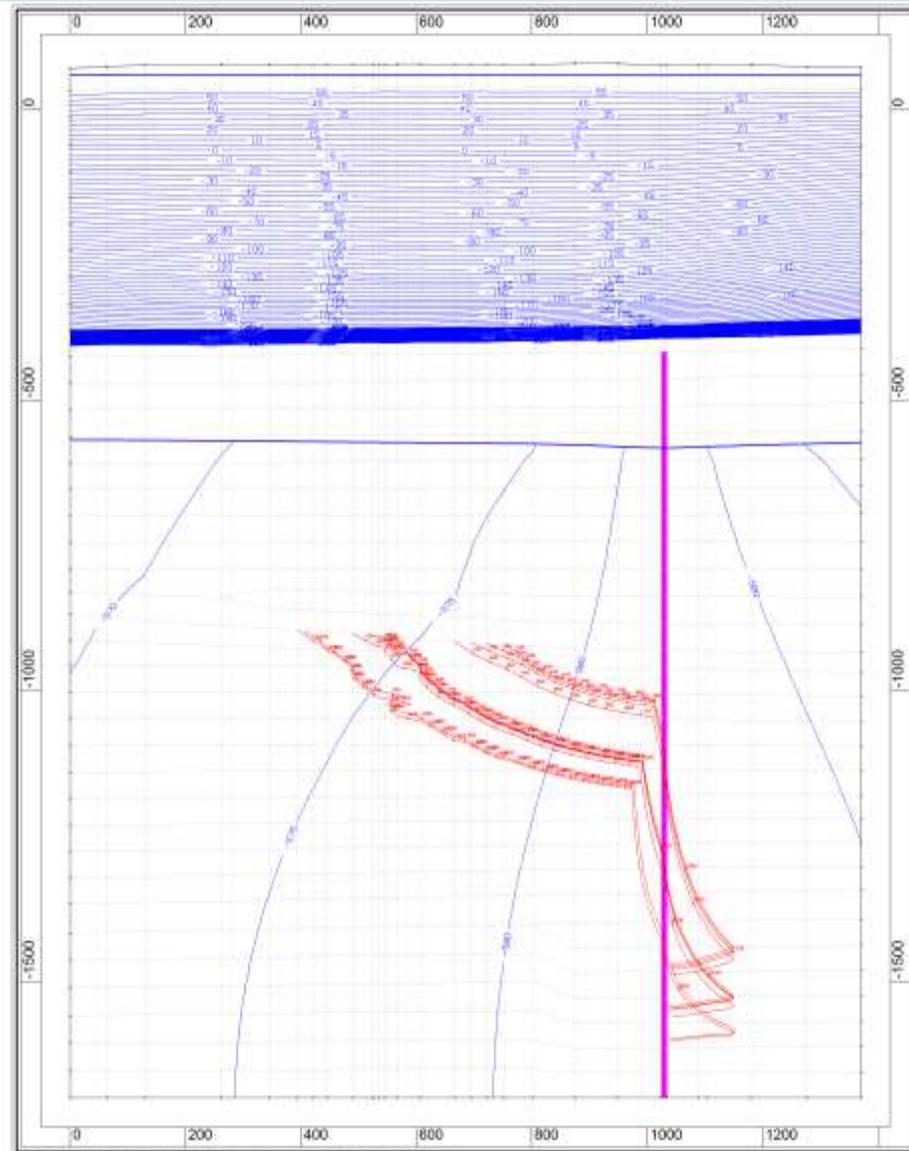


Fließzeiten BHV 2 / Strecke



- Szenario bei offenen Störungen

Fließzeiten BHV 2 / Strecke (Vertikalschnitt)



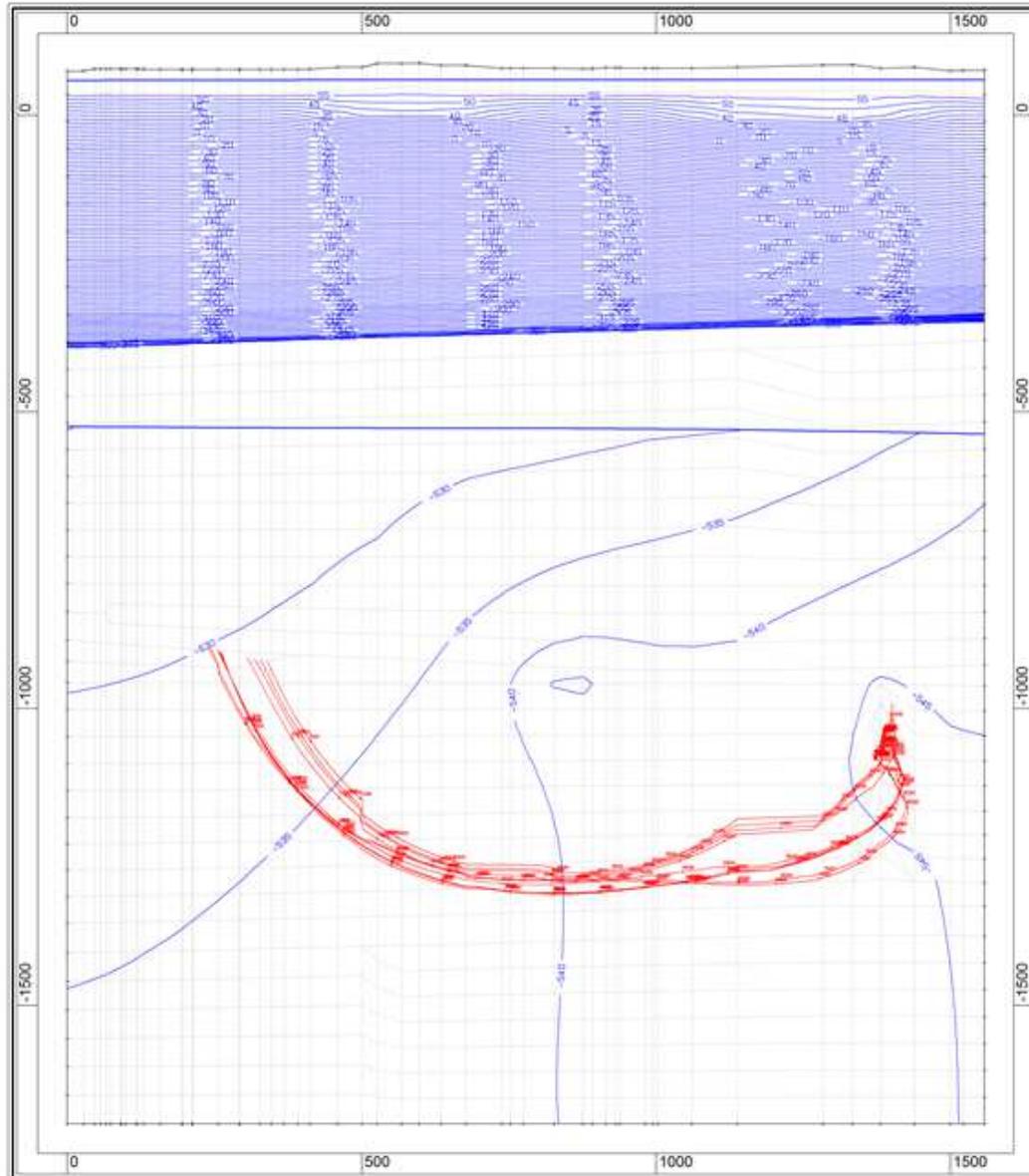
- Szenario bei offenen Störungen

Fließzeiten BHV 2 / Strecke



- Szenario bei geschlossenen Störungen

Fließzeiten BHV 2 / Strecke (Vertikalschnitt)



- Szenario bei geschlossenen Störungen



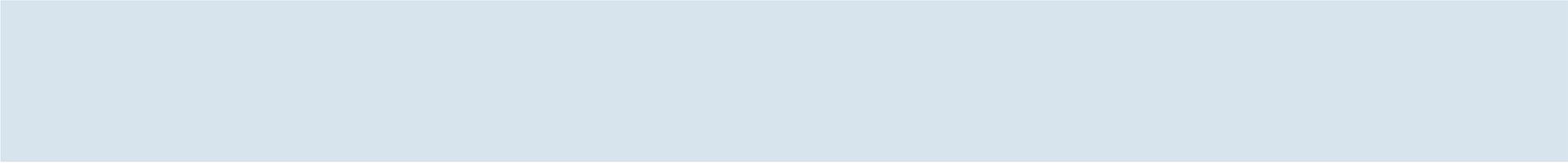
(7) TAGNAHE BEEINFLUSSUNGEN

Gespräch Prof. Carls

- **Gespräch war für den 28.4.2016 geplant**
- **Absage am 27.4.2016 durch Dr. Friedrich**
- **2 neue Terminvorschläge am 4.5 an Dr. Friedrich**
 - für den 20.5
 - für den 1.6
 - wurden bislang von Dr. Friedrich nicht beantwortet



(8) DISKUSSION GRUBENWASSERKONZEPT



(9) WEITERES VORGEHEN / AK 5

Terminplan

1. Vorlage des Gutachtens am 30.08.2016 im Entwurf
2. Einstellen des Gutachtens auf die HP
3. 4 Wochen für Stellungnahmen
4. AK 5 zur Diskussion der Ergebnisse
5. Ggf. Ergänzung des Gutachtens



Danke schön

Für ihre Aufmerksamkeit