GUTACHTEN ZUR PRÜFUNG MÖGLICHER UMWELTAUSWIRKUNGEN DES EINSATZES VON ABFALL- UND RESTSTOFFEN ZUR BRUCH-HOHLRAUM-VERFÜLLUNG IN STEINKOHLENBERGWERKEN IN NORDRHEIN-WESTFALEN, TEIL 2

Detailbericht 1:

Hydrogeologische Systembeschreibung und Auffälligkeiten an der Tagesoberfläche

ahu AG

Dr. Michael Denneborg

Dipl.-Geol. Frank Müller

Abgabe März 2018

Dieser Bericht ist Teil des Gutachtens:

Gutachten zur Prüfung möglicher Umweltauswirkungen des Einsatzes von Abfall- und Reststoffen zur Bruch-Hohlraumverfüllung in Steinkohlenbergwerken in Nordrhein-Westfalen, Teil 2

Auftraggeber:

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

(früher: Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen)

Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen

(früher: Ministerium für Wirtschaft, Energie, Industrie, Mittelstand und Handwerk des Landes Nordrhein-Westfalen)

Auftragnehmer:

ahu AG Wasser · Boden · Geomatik, Aachen

in Zusammenarbeit mit:

Prof. Dr. van Berk (TU Clausthal, Abtlg. Hydrogeologie)

delta h Ingenieurgesellschaft mbH, Witten (Prof. Dr. König)

LEK Lehrstuhl für Geologie, Geochemie und Lagerstätten des Erdöls und der Kohle,
RWTH Aachen University (Prof. Dr. Schwarzbauer)

LFH Lehr- und Forschungsgebiet Hydrogeologie, RWTH Aachen University (Prof. Dr. Rüde)

IFM Lehrstuhl und Institut für Markscheidewesen, Bergschadenkunde und Geophysik im Bergbau,
RWTH Aachen University (Prof. Dr. Preuße)

Auftragsdatum: 16.07.2015

I N H A L T

0		Vorbemerkung	6
	0.1	Aufbau des Gutachtens und der Detailberichte	6
	0.2	Untersuchungsräume	8
1		Geschichte der Bergwerke Hugo Consolidation und Walsum	9
	1.1	Bergwerk Hugo Consolidation	9
	1.2	Bergwerk Walsum	11
		1.2.1 Binsheimer Feld	13
		1.2.2 Walsumer Horst-Altfeld	14
2		Hydrogeologisch-hydrogeochemisches System bei den BW Hugo Consolidation und BW Walsum	15
	2.1	Hydrogeologischer Aufbau BW Hugo Consolidation	15
		2.1.1 Quartär BW Hugo Consolidation	15
		2.1.2 Kreide BW Hugo Consolidation	15
		2.1.3 Karbon BW Hugo Consolidation	16
	2.2	Hydrogeologischer Aufbau BW Walsum	18
		2.2.1 Quartär BW Walsum	18
		2.2.2 Tertiär BW Walsum	19
		2.2.3 Kreide BW Walsum	19
		2.2.4 Hydrogeologie und Funktion des Deckgebirges	19
		2.2.5 Trias und Perm BW Walsum	20
		2.2.6 Karbon BW Walsum	20
	2.3	Tiefengrundwasser	21
		2.3.1 Ruhrrevier	21
		2.3.2 Aachen-Erkelenzer Revier	24
	2.4	Hydrogeologisches Fließsystem	26
3		Grubenwasserkonzept BW Hugo Consolidation und BW Walsum	30
	3.1	BW Hugo Consolidation	31
	3.2	BW Walsum	31
4		Übertragung der Risikoeinschätzung aus Teil 1 (BW Haus Aden/Monopol) auf die BW Hugo Consolidation und BW Walsum	33
	4.1	Grundlagen	33
	4.2	Übertragbarkeit der Grundlagen und der Risikoabschätzung	33
5		Auswirkungen an der Tagesoberfläche: neuere Ergebnisse zu den Einleitungen in den Kuhbach	36
6		Literatur	37

ABBILDUNGEN:

Abb. 1: Aufbau und Inhalt des Gutachtens (ahu AG). Hier Detailbericht 1. 6

Abb. 2: Übersichtsdarstellung der Verbringungsbereiche des BW Hugo Consolidation mit Standort des Zentralschachtes Consolidation 3/4/9 im Stadtgebiet von Gelsenkirchen 10

Abb. 3: Übersichtsdarstellung der Verbringungsbereiche im BW Walsum mit Standort der Schächte Walsum 1 (Schacht Franz Lenze) und Schacht 2 (Schacht Wilhelm Roelen) 12

Abb. 4: Geologisch-tektonisches Profil (N-S) im Bereich BW Hugo Consolidation (RAG 1990) und Übersicht über die BHV-Bereiche 17

Abb. 5: Tektonische Übersicht und Übersicht über die BHV-Bereiche des BW Hugo Consolidation mit dem Zentralschacht im Stadtteil Gelsenkirchen Bismarck 17

Abb. 6: Lage der festgesetzten Schutzgebiete der WG Voerde der WW Dinslaken GmbH und linksrheinisch die WG Binsheimer Feld des Wasserverbundes Niederrhein GmbH (WVN) in gelb (Schutzzone III), grün (Schutzzone II) und rot (Schutzzone I) aus http://www.umweltportal.nrw.de und im Überblick die Abbaufelder Walsumer Horst-Altfeld und Binsheimer Feld 18

Abb. 7: Geologisch-hydrogeologischer Schnitt durch den Walsumer Horst 20

Abb. 8: Entwicklung des Grubenwasserchemismus 26

Abb. 9: Entfernungen: BHV – potentielle Fließwege im Röhrensystem im Walsumer Horst-Altfeld 28

Abb. 10: Wasserhaltung 30

Abb. 11: Sechs Standorte der zentralen Wasserhaltung nach Umsetzung des Grubenwasserkonzeptes im Ruhrgebiet mit den Wasserprovinzen und Stand des Grubenwassers in 2017 31

Abb. 12: Wasserniveaus in der Wasserprovinz Walsum-West 32

TABELLEN:

Tab. 1: Inhaltliche Schwerpunkte der Bearbeitung durch das Konsortium in den Detailberichten 7

Tab. 2: Untersuchungsräume für die Detailberichte 8

Tab. 3: Zusammensetzung der Tiefengrundwässer für alle von Wedewardt (1995) beprobten Bergwerke im Tiefenbereich der Verbringungstiefen der BW Walsum und Hugo Consolidation (-770 mNHN bis -1.212 mNHN). Im Falle von Messwerten mit der Angabe „kleiner Nachweisgrenze“ wurde zur Berechnung von statistischen Werten der Zahlenwert dieser Angabe genutzt. 23

Tab. 4: Relevante Entfernungen BHV – potentielle Fließwege im Röhrensystem 28

Tab. 5: Geologischer Aufbau der Verbringungsbereiche und des Deckgebirges 29

Tab. 6: Randbedingungen für die Übertragbarkeit der Risikoabschätzung für die BHV gemäß dem Prinzip des vollständigen Einschlusses 34

0 VORBEMERKUNG

0.1 Aufbau des Gutachtens und der Detailberichte

Die Bearbeitung des „Gutachtens zur Prüfung möglicher Umweltauswirkungen des Einsatzes von Abfall- und Reststoffen zur Bruch-Hohlraumverfüllung in Steinkohlenbergwerken in Nordrhein-Westfalen, Teil 2“ erfolgt durch sechs Projektpartner, deren fachliche Schwerpunkte in der Abb. 1 dargestellt sind. Die Federführung hat die ahu AG.

Die einzelnen Projektpartner haben inhaltliche Schwerpunkte, die in der Abb. 1 im Überblick und in der folgenden Tabelle 1 genauer dargestellt sind, da diese z. T. über die in der Abb. 1 beschriebenen Inhalte hinausgehen.

Die Beschreibung und Erläuterung dieser Arbeitsergebnisse erfolgt in den sechs Detailberichten. Die für die integrierte System- und Risikoanalyse relevanten Grundlagen und Ergebnisse aus den Detailberichten werden – teilweise auch in verkürzter Form – in das Gutachten aufgenommen.

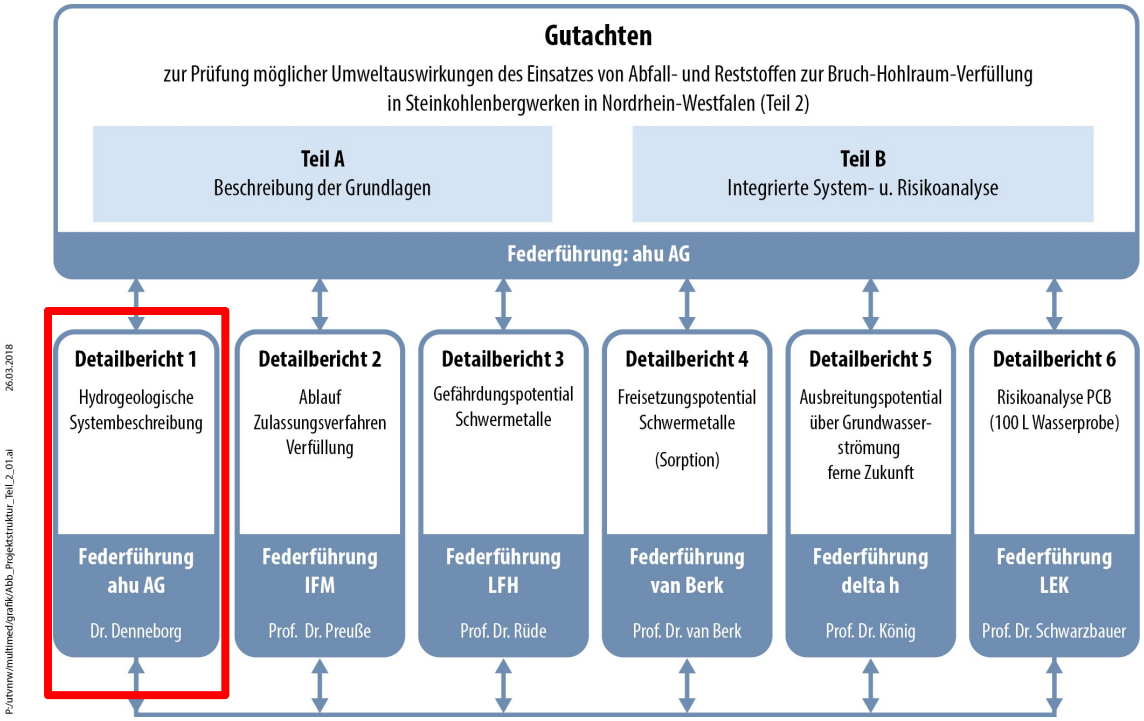

Abb. 1: Aufbau und Inhalt des Gutachtens (ahu AG). Hier Detailbericht 1.

Die Detailberichte wurden in enger Abstimmung der Gutachter erstellt, u. a. erfolgten auch Zuarbeiten untereinander.

Tab. 1: Inhaltliche Schwerpunkte der Bearbeitung durch das Konsortium in den Detailberichten

Nr	Detailbericht	Verantwortlicher Bearbeiter / Projektleiter	Inhalte (Darstellung der Ergebnisse)
1	Hydrogeologische Systembeschreibung	Dr. Denneborg (ahu AG)	1. Hydrogeologischer Aufbau BW Walsum und BW Hugo Consolidation 2. Übertragungskonzept/Bewertungsmatrix 3. Verhältnis geflutete/nicht geflutete PCB-Bereiche und Veränderungen bei höheren Grubenwasserständen (Gutachten) 4. Recherche oberirdische Altölentsorgung (Detailbericht 6) 5. Konzeption/Auswertung Untertägige PCB-Probenahme weitere BW (Detailbericht 6) 6. ggf. Anpassung der Risikoanalysen (Gutachten)
2	Ablauf des Zulassungsverfahrens, der Bruchhohlraumverfüllung und des Monitorings	Prof. Preuße (IFM) RWTH Aachen	1. Abgrenzung BHV-Bereiche BW Walsum und BW Hugo Consolidation 2. Bewertung Arbeitskreise BW Walsum und BW Hugo Consolidation 3. Genehmigungsgrundlagen/Verfahrensablauf BW Walsum und BW Hugo Consolidation 4. Recherche PCB-Punktquellen (Infrastruktureinrichtungen) in Grubenrissen (Detailbericht 6)
3	Bilanzierung der Hydrogeochemischen anorganischen Gefährdungspotentiale	Prof. Rüde (LFH) RWTH Aachen	1. Anorganische Gefährdungspotentiale BHV BW Walsum + BHV BW Hugo Consolidation 2. Auswertung der Störfälle 3. Gefährdungspotentiale Immissionsneutrale Verbringung 4. Übertragbarkeit der Aussagen zu Hydrochemie der Tiefengrundwasser und zur Verfestigung der BHV
4	Freisetzungspotential	Prof. van Berk	1. Übertragbarkeit der Freisetzungspotentiale gemäß der Gefährdungspotentiale 2. Stoffverhalten auf dem Fließweg von der BHV zum Röhrensystem 3. Ergänzung PHREEQC-Modellierungen 4. ggf. Anpassung der Freisetzungspotentiale
5	Ausbreitungspotential	Prof. König (delta h)	1. Modellierungen mit geänderten Randbedingungen zum Grubenwasserstand und der Durchlässigkeit des Röhrensystems 2. Übertragbarkeit der Ergebnisse
6	Risikoanalyse organische Stoffe	Prof. Schwarzbauer (LEK) RWTH Aachen	1. Auswertung der 100 L-Proben 2. Auswertung untertägige Probenahmen 3. ggf. Anpassung der Risikoanalyse 4. Literaturstudie zum PCB-Abbau

0.2 Untersuchungsräume

Für die Bearbeitung des Gutachtens wurden je nach Fragestellung verschiedene Untersuchungsräume betrachtet, die nicht scharf abgegrenzt werden können. So beschäftigen sich die Detailberichte 4, 5 und 6 mit Fragen der Stofffreisetzung und Ausbreitung, die für viele BW relevant sind. Der Aufbau der Modelle erfolgte jedoch nur für das BW Haus Aden. Im Teil 2 des Gutachtens werden die Ergebnisse anhand einer Übertragungsmatrix auf die betreffenden BW übertragen.

Tab. 2: Untersuchungsräume für die Detailberichte

Nr	Detailbericht	Verantwortlicher Bearbeiter/ Projektleiter	Untersuchungsraum
1	Hydrogeologische Systembeschreibung	Dr. Denneborg (ahu AG)	Abbaufelder aller 11 betrachteter BW (inklusive Kuhbach)
2	Ablauf des Zulassungsverfahrens, der Bruchhohlraumverfüllung und des Monitorings	Prof. Preuße (IFM) RWTH Aachen	Abbaufelder BW Walsum und BW Hugo Consolidation Für die Recherche der potentiellen Punktquellen BW Haus Aden
3	Bilanzierung der Hydrogeochemischen anorganischen Gefährdungspotentiale	Prof. Rüde (LFH) RWTH Aachen	Abbaufelder BW Walsum und BW Hugo Consolidation
4	Freisetzungspotential	Prof. van Berk	BW Haus Aden (Weiterführung der hydrochemischen Modellierungen wie in Teil 1)
5	Ausbreitungspotential	Prof. König (delta h)	BW Haus Aden (Weiterführung der hydraulischen Modellierungen wie in Teil 1)
6	Risikoanalyse organische Stoffe	Prof. Schwarzbauer (LEK) RWTH Aachen	BW Haus Aden (100 L-Wasserprobe) BW Zollverein (100 L-Wasserprobe)

Der vorliegende Bericht ist der Detailbericht 1 für den Teil 2 des Gutachtens.

Die inhaltlichen Schwerpunkte sind der hydrogeologische Aufbau beim BW Walsum und beim BW Hugo Consolidation sowie das Übertragungskonzept und die Bewertungsmatrix der Risikoanalyse vom BW Haus Aden (Teil 1) auf das BW Walsum und das BW Hugo Consolidation. Weiterhin werden noch weitere Rechercheergebnisse zu möglichen (Fluorid)-Belastungsquellen am Kuhbach beschrieben.

1 GESCHICHTE DER BERGWERKE HUGO CONSOLIDATION UND WALSUM

Die BW werden in Chronologie des Ablaufs der Bruchhohlraumverfüllungen beschrieben.

1.1 Bergwerk Hugo Consolidation

Ab 1848 wurden in der Schalker Mark mehrere Mutungsbohrungen durchgeführt, die in dem Gebiet um Schalke und die umliegenden Bauernschaften herum reichhaltige Steinkohlevorkommen vermuten ließen. 1854 wurde ein Kohlenflöz in 170 m Tiefe erreicht. Friedrich Grillo veranlasste 1861 den Zusammenschluss verschiedener Gewerke zur „Gewerkschaft des Steinkohlenbergwerkes Consolidation“ (Consolidation = Zusammenschluss von Grubenfeldern und deren Anteilen).

1863 wurde in der Schalker Mark der erste Schacht abgeteuft und 1865 wurde die Förderung aufgenommen. Von 1872 bis 1876 war die Zeche Consol, wie sie nun im Volksmund genannt wurde, die größte im Ruhrgebiet. 1873 betrug die Förderung 366.000 Tonnen bei einer Belegschaft von 2.060 Beschäftigten.

1923 erwarb die Mannesmannröhren-Werke AG die Gewerkschaft Consolidation. Die Schachtanlage 3/4/9 in Gelsenkirchen-Bismarck wurde zur Zentralanlage ausgebaut. 1929 wurde die stillgelegte Zeche Unser Fritz in Wanne-Eickel an die Schachtanlage 3/4/9 angeschlossen. Die Unser-Fritz-Schächte wurden offengehalten und dienten fortan als Außenanlage.

Gegen Ende des Zweiten Weltkriegs wurden die im Stadtgebiet von Gelsenkirchen gelegenen Schachtanlagen stark in Mitleidenschaft gezogen. Erst 1949 konnte die Anlage 1/6 wieder in vollem Umfang die Förderung aufnehmen.

Im Rahmen der sich verschärfenden Kohlekrise wurde Mitte der 1960er Jahre begonnen, die Förderanlagen zusammenzulegen. Das Hibernia-Feld wurde 1964 abgeworfen. 1967 wurde Consolidation 1/6 nebst Kokerei zugunsten einer Zusammenfassung auf Schacht 3/4/9 fördertechnisch stillgelegt. 1968 ging der bergbauliche Besitz der Mannesmann AG an die neu gegründete Ruhrkohle AG über. Diese baute zunächst die Zeche Consolidation zu einem Verbundbergwerk aus.

1976 wurde das Grubenfeld der stillgelegten Zeche Pluto in Herne mit den Schachtanlagen Pluto 2/3/7, Pluto 4 und 5 übernommen. Nach und nach wurden die nicht mehr benötigten Schächte Consolidation 1, Pluto 5, Pluto 4 und Consolidation 8 abgeworfen und verfüllt. 1983 wurde die Kokerei Schacht Consolidation 3/4/9 stillgelegt. Der Abbau verlagerte sich in immer größere Abbautiefen von bis zu 1.200 Metern.

1986 wurden die Nordsternschächte aus dem aufgelösten Verbundbergwerk Nordstern-Zollverein übernommen. Das Verbundbergwerk Consolidation/Nordstern verfügte über 15 Schächte. Die Hauptfördersohlen lagen bei 1.040 m (Nordschacht) und 1.100 m (Consolidation).

Nach Stilllegung der Baufelder Nordstern und Pluto 1990 wurde für 1993 der fördertechnische Zusammenschluss mit der Zeche Hugo beschlossen, unter allmählicher Aufgabe des kompletten Förderstandortes Consolidation.

1993 wurde die Förderung auf Consolidation 3/4/9 eingestellt. Die Schächte auf „Consolidation“, „Unser Fritz“ und „Pluto“ wurden nach und nach verfüllt. Ende der 1990er Jahre wurden die Schachtanlagen 1/6 und 2/7 vollständig abgebrochen. Die Förderanlagen Consolidation Schacht 4, 8 und 9 sowie Unser Fritz 1 und Pluto 3 wurden unter Denkmalschutz gestellt. Die im Bismarckfeld verbliebenen Vorräte wurden bis zum Jahr 2000 von der Zeche Hugo aus abgebaut.

Zwischen 1989 und 1996 erfolgte in den Flözen Karl 1, Ernestine 1, Röttgersbank/Wilhelm und Dickebank im Rahmen von großtechnischen Versuchen die Bruchhohlraumverfüllung. Hierzu wurden in steiler Lagerung die Abfall-/Reststoffe über Bohrlöcher eingebracht. Die Abb. 2 zeigt in einer Übersicht die Verbringungsbereiche mit Standort des Zentralschachtes Consolidation 3/4/9.

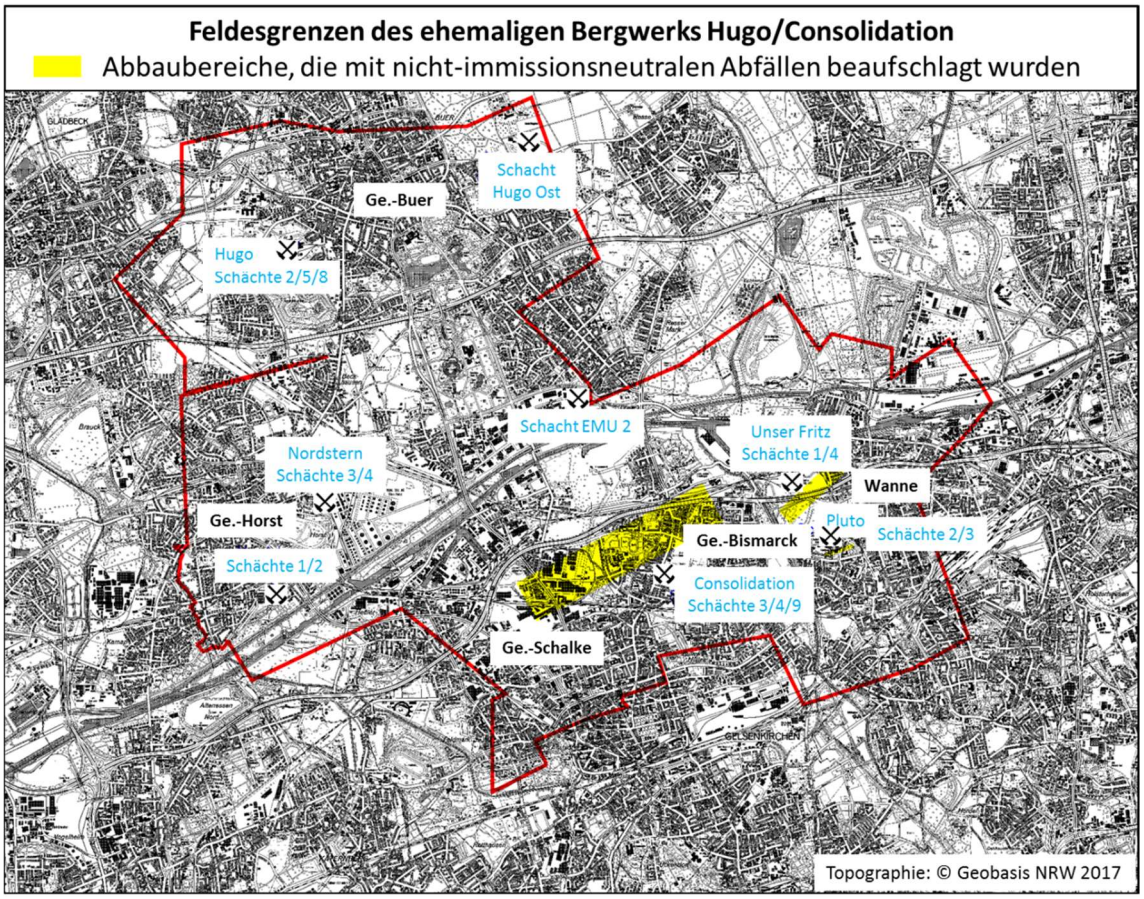

Abb. 2: Übersichtsdarstellung der Verbringungsbereiche des BW Hugo Consolidation mit Standort des Zentralschachtes Consolidation 3/4/9 im Stadtgebiet von Gelsenkirchen

1.2 Bergwerk Walsum

Die Planungen für den Bau des BW Walsum hatten bereits 1904 begonnen. Nach Verzögerungen durch den ersten Weltkrieg und die anschließende Besetzung des Rheinlandes wurde allerdings erst 1927 mit dem Abteufen des Schachtes 1 (auch als Schacht Franz Lenze bezeichnet) begonnen, der 1930 – nach erneuten Verzögerungen infolge eines Wassereinbruchs – fertiggestellt wurde. 1945 wurde der Betrieb zeitweise eingestellt.

1954 bis 1955 wurde auch der Schacht 2 (auch als Schacht Wilhelm Roelen bezeichnet) als Förderschacht ausgebaut. 1968 ging die Walsum Bergbau Aktiengesellschaft aus dem Familienbesitz der Familie Thyssen-Bornemisza de Kázon in die neu gegründete Ruhrkohle AG über. Die Grubenbaue wurden vollmechanisiert. 1976 erfolgte die Übernahme der Schachtanlage Wehofen 1/2 von der stillgelegten Zeche Friedrich Thyssen 2/5. Die Wehofen-Schächte dienten ausschließlich der Wasserhaltung.

Von 1981 bis 1986 wurde im Nordfeld der Schacht Voerde als neuer Seilfahrt- und Materialschacht abgeteuft. Bedingt durch die Stilllegung des BW Rheinland 1993 wurde dem BW Walsum ein größerer Abbaubereich unter dem Rhein zugewiesen. Es wurden von Rheinland die Schächte Rheinpreußen 8, Rheinpreußen 9 und Rheinberg übernommen. Im Gegenzug wurden die Wehofen-Schächte abgeworfen. Nach erfolgtem Abbau der Kohlevorräte im Grubenfeld Rheinpreußen wurden die Schächte Rheinpreußen 9 im Jahre 2001 und Rheinpreußen 8 im Jahre 2004 verfüllt und abgeworfen.

Zwischen 1993 und 2004 erfolgte im Walsumer Horst-Altfeld und im Binsheimer Feld die Bruchhohlraumverfüllung (Abb. 3). Hierzu wurden in horizontaler Lagerung die Abfall-/Reststoffe über das Schlepprohrverfahren (wie auch im BW Haus Aden/Monopol) eingebracht.

Zum 30. Juni 2008 wurde der Bergbau im Grubenfeld Walsum eingestellt und das Bergwerk stillgelegt.

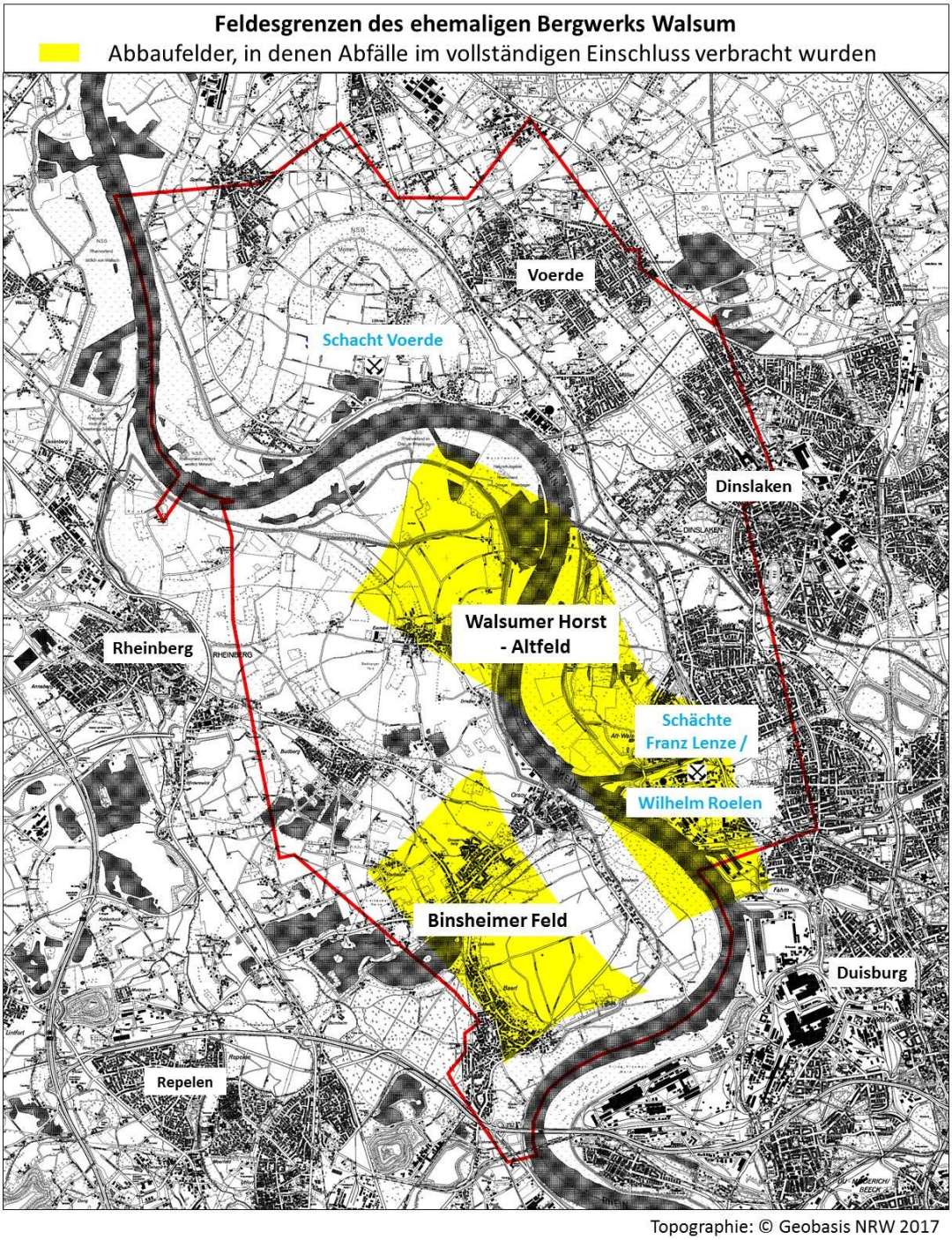

Abb. 3: Übersichtsdarstellung der Verbringungsbereiche im BW Walsum mit Standort der Schächte Walsum 1 (Schacht Franz Lenze) und Schacht 2 (Schacht Wilhelm Roelen)

1.2.1 Binsheimer Feld

Das Binsheimer Feld liegt linksrheinisch (Abb. 3).

Zunächst erfolgte die BHV in den Flözen Anna und Hermann/Gustav im Binsheimer Feld (Zulassungsbescheid des Bergamtes Dinslaken vom 08.02.1993 - w1-1-8-11). Das Flöz Anna verfügte über eine bauwürdige Fläche von 4 km^2 und das Flöz Hermann/Gustav von 3,2 km^2.

Grundlage war die Aussage in einem Gutachten (OBERMANN 4/1991), dass die hydrogeologische Situation im Bereich des Walsumer Horst-Altfeldes mit der des Steinkohlengebirges in den mittleren und östlichen Ruhrkohlenbezirken vergleichbar ist sei für die die Machbarkeitsstudie (JÄGER et al. 1990) erstellt worden war. Die Schichtenfolge der im Binsheimer Feld zum Abbau anstehenden flach gelagerten Flöze – Flöz Hermann/ Gustav und Flöz Anna – gehören zu den in der Machbarkeitsstudie für die Untertageverbringung als geeignet angesehenen oberen Bochumer (Fettkohlen) Schichten, die einen hohen Anteil an hydraulisch und geochemisch wirksamen, tonigen Schichten im Nebengestein beinhalten (Anlage 6 des Gutachtens OBERMANN). Darüber hinaus war die Mindestteufe -800 mNHN überall erreicht. Im Hangenden und Liegenden herrscht eine Wechsellagerung von Schieferton, Sandschiefer und Sandstein vor. Der tonige Anteil überwiegt im Nahbereich der abgebauten Flöze.

Zu größeren Störungen betrug der Sicherheitsabstand in der Regel 50 m. Andernfalls wurden Begleitstrecken mit immissionsneutralen Reststoffen verfüllt und abgedämmt. Zur Möglichkeit der Wasserführung auf Kleinststörungen wurde ein separates Gutachten erstellt, das im Ergebnis eine Wasserführung ausschloss (THEIN/MÜLLER 1992 06 15).

Die hydrogeologische Situation des Deckgebirges im Hangenden des Verbringungsbereichs ist von der des mittleren und östlichen Ruhrkohlenbezirks verschieden. Für den Verbringungsbereich Binsheimer Feld ist laut Aussage des Gutachters die Qualität des Deckgebirgsaufbaus für eine Ablagerung nach dem Prinzip des vollständigen Einschlusses nicht maßgeblich, „*da sie bestenfalls eine zusätzliche über das Maß hinaus geforderte Barriere darstellt*“.

1991 wurden aus dem Binsheimer Feld durchschnittlich 2,7 m^3/min Grubenwassermengen gefördert; davon waren ca. 60 % geogenes Grundwasser (ca. 1,6 m^3/min). Der Rest war eingesetztes Betriebswasser.

1.2.2 Walsumer Horst-Altfeld

Der Walsumer Horst-Altfeld liegt beidseitig des Rheins (Abb. 3).

Am 21.01.1994 wurde der Antrag auf Erweiterung der BHV auf das Flöz Zollverein 7/8 im Bereich des Walsumer Horst-Altfeldes gestellt. Der Bereich oberhalb des Flözes Zollverein 7/8 war zuvor durch die Überbauung durch die FIöze P, N, F, Zollverein 1 und Zollverein 7/8 strukturell vollständig aufgeklärt und frei von wasserwegsamen Störungen.

In einem Gutachten (THEIN 12/1993) wurden in diesen Abbaufeldern die hydrogeologischen Verhältnisse untersucht und die Eignung bestätigt. Im Hangenden und Liegenden des Verbringungsbereichs (etwa 800 bis 1.000 m unter Gelände) liegt eine mehrere 10 m mächtige Folge von Schiefertonen der oberkarbonischen Essener Schichten, die eine wirksame hydraulische und geochemische Barriere darstellen.

Das Deckgebirge ist ca. 370 m mächtig. Im Tertiär und in der Kreide sind mehrere mächtige tonige und mergelige Schichten vorhanden, die eine weitere wirksame Barriere darstellen und einen Austausch von Wässern aus dem karbonischen "Grundgebirge" und jüngerem Deckgebirge verhindert haben.

In einem Gutachten THEIN & MÜLLER (15.06.1992) wurde bestätigt, dass auch das Tiefengrundwasser in der Zusammensetzung vergleichbar ist mit dem Tiefengrundwasser, das in der Machbarkeitsstudie (JÄGER et al. 1990) definiert und zur Beurteilung herangezogen wurde.

Ein wichtiges Gutachten war die „Ergänzende Studie zur Übertragbarkeit der geologischen, hydrogeologischen Randbedingungen der „Studie zur Eignung von Steinkohlebergwerken im rechtsrheinischen Ruhrkohlebezirk für die grundwasserverträgliche Verbringung von Abfall und Reststoffen“ auf den linksrheinischen Teil des Baufeldes „Walsumer Horst-Altfeld“ des Bergwerkes Walsum der Ruhrkohle AG“ (THEIN & MÜLLER 03.11.1993). Hier wurde festgestellt, dass auch linksrheinisch vergleichbare und geeignete hydrogeologisch-hydrochemische Bedingungen – wie sie in der Machbarkeitsstudie definiert wurden – für eine BHV vorliegen.

2 HYDROGEOLOGISCH-HYDROGEOCHEMISCHES SYSTEM BEI DEN BW HUGO CONSOLIDATION UND BW WALSUM

Die Anforderungen an die hydrogeologisch-hydrogeochemische Systembeschreibung als Grundlage für die hydrogeochemischen und hydraulischen Modellierungen und deren Umsetzung werden in Teil 1 detailliert für das BW Haus Aden/Monopol beschrieben.

Da im Teil 2 des Gutachtens keine hydrogeochemischen und hydraulischen Modellierungen für das BW Hugo Consolidation und das BW Walsum aufgebaut werden, erfolgt im Folgenden eine Systembeschreibung, die für die Übertragung der Ergebnisse aus der Risikoanalyse des Teils 1 des Gutachtens relevant ist.

2.1 Hydrogeologischer Aufbau BW Hugo Consolidation

Im Folgenden werden die Schichten, die den Untergrund aufbauen, kurz beschrieben. Es handelt sich von der Erdoberfläche aus gesehen um die Schichten des Quartär und der Kreide, die zusammen das Deckgebirge aufbauen. Darunter liegt das Grundgebirge (Karbon), unterteilt in das Flözleere und Flözführende Karbon.

Als Datengrundlage stehen v. a. zur Verfügung: Fachliteratur, Daten aus der Kohlenvorratsberechnung (KVB) des Geologischen Dienstes NRW, Kenntnisse der Gutachter und Datenauswertung der umfangreichen Unterlagen der BR Arnsberg und der RAG.

2.1.1 Quartär BW Hugo Consolidation

Das z. T. nur wenige Meter mächtige Quartär ist vor allem aus lehmig-tonigen Sedimenten aufgebaut. Im Bereich der Emscheraue sind auch geringmächtige sandig-kiesige Grundwasserleiter verbreitet.

Gemäß Rechercheergebnis (Umweltportal NRW (http://www.umweltportal.nrw.de) gibt es im Bearbeitungsgebiet (Abb. 2) keine festgesetzten oder geplanten Entnahmen für die öffentliche Trinkwasserversorgung und keine Heilquellen und damit auch keine festgesetzten oder geplanten Schutzgebiete.

2.1.2 Kreide BW Hugo Consolidation

Die Mächtigkeit des Emscher Mergels verringert sich von Osten nach Westen. Während der Emscher Mergel bei Haus Aden noch eine Mächtigkeit von ca. 185 m hat, beträgt diese beim BW Hugo Consolidation noch ca. 130-150 m. In den sandigen Bereichen und auf Klüften besteht eine isolierte Wasserführung. Bis ca. 50 m u. GOK reicht die Süßwasserführung. Darunter steigt der Salzgehalt stark an. Darunter folgen Kalksteine des Turon (35 m). In den Kalksteinen wurde beim Abteufen der Schächte eine Wasserführung festgestellt. Der darunter folgende Essen Grünsand hat nur eine Mächtigkeit von einigen Metern. Es gibt keine hydraulische Trennung zum Turon. Das Wasser ist hoch mineralisiert.

Der Bergbau hat (in der Regel) einen Sicherheitsabstand von ca. 50 m zum Deckgebirge eingehalten, damit es nicht zu Wassereinbrüchen in die Grubengebäude kommt.

2.1.3 Karbon BW Hugo Consolidation

Das flözführende Oberkarbon im Ruhrgebiet hat eine Gesamtmächtigkeit von ca. 3.000 m. Darin sind ca. 200 Flöze enthalten. Die Mächtigkeit der Flöze beträgt wenige Zentimeter bis 5 bis 6 Meter. Insgesamt wird der Kohleanteil in den Flözen bezogen auf das flözführende Karbon auf 3 bis 5 % geschätzt. Es wird allgemein davon ausgegangen, dass im Nebengestein des flözführenden Karbon fein verteilt noch einmal dieselbe Menge an Kohlenstoff vorkommt (GD NRW 2011). Dies ist wichtig für die Bewertung der Sorptionseigenschaften der Gesteine bezüglich der organischen Schadstoffe PCDD/PCDF und PCB (Detailbericht 6).

Die einzelnen Flöze wurden in sog. Cyclothemen abgelagert. Dies ist eine regelmäßige Abfolge von Flöz, Ton- und Schluffsteinen, Sandsteinen/Konglomeraten, Schluffstein, Tonstein und dem nächsten Flöz. Die einzelnen Ton- und Schluffsteinlagen haben eine geringere Durchlässigkeit als die Sandsteinlagen, die auch geklüftet sein können. Die Mächtigkeit eines Cyclothems beträgt im Durchschnitt 7 bis 10 m.

Die Abbaubereiche des BW Hugo Consolidation liegen an der NW-Flanke des Gelsenkirchen Sattels, so dass die Flöze, in denen die BHV erfolgte, mit 35 bis 45 gon[1] nach Norden einfallen. Weiter im Norden schließt sich die Emschermulde mit flacher Lagerung der Schichten an (Abb. 4).

Im Bereich der Bruchhohlraumverfüllung, der Bochumer Schichten beträgt der Anteil toniger Bestandteile im Hangenden der BHV ca. 40 bis 80 %. Der Anteil der Sandsteine liegt unter 25 %.

Im Westen wird das Abbaufeld durch die Wilhelmine-Victoria-Störung und im Osten durch die Primus-Störung begrenzt. Während des Abbaus war der gesamte Feldbereich vergleichsweise trocken (Grubenwasserförderung ca. 3 m^3/min), da der gesamte Bereich in den Jahren zuvor vollständig überbaut worden war. Für einen Teilbereich wurde in einem Gutachten geprüft, ob durch „Kleinstörungen“ unerwünschte Wasser-Wegsamkeiten bestehen würden (DMT 1993), was durch das Gutachten ausgeräumt wurde.

[1] 100 gon entsprechen 90 Grad.

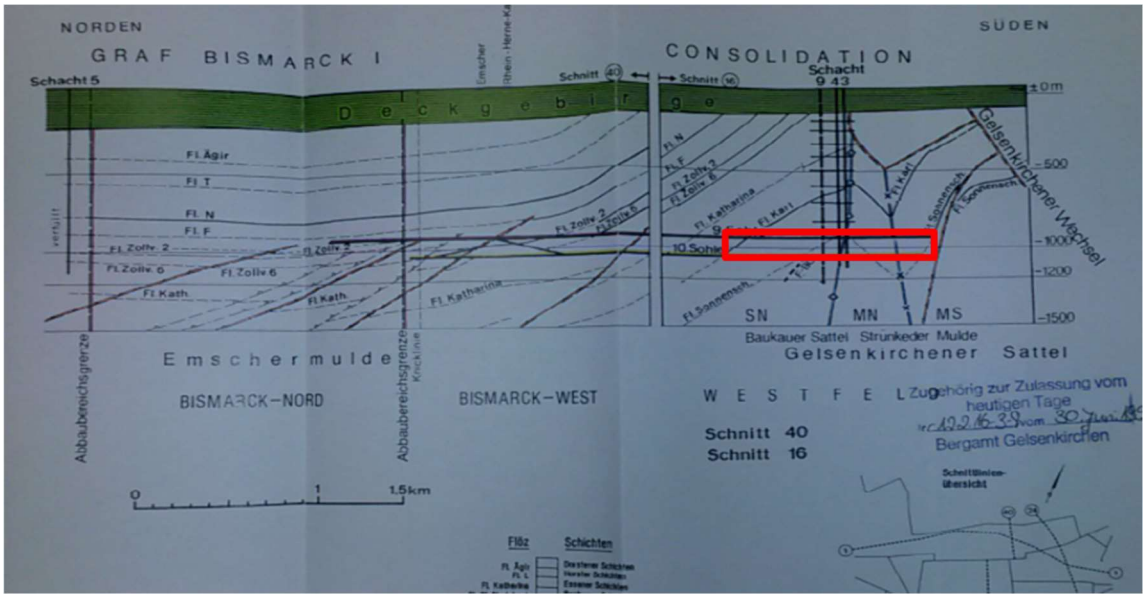

Abb. 4: Geologisch-tektonisches Profil (N-S) im Bereich BW Hugo Consolidation (RAG 1990) und Übersicht über die BHV-Bereiche

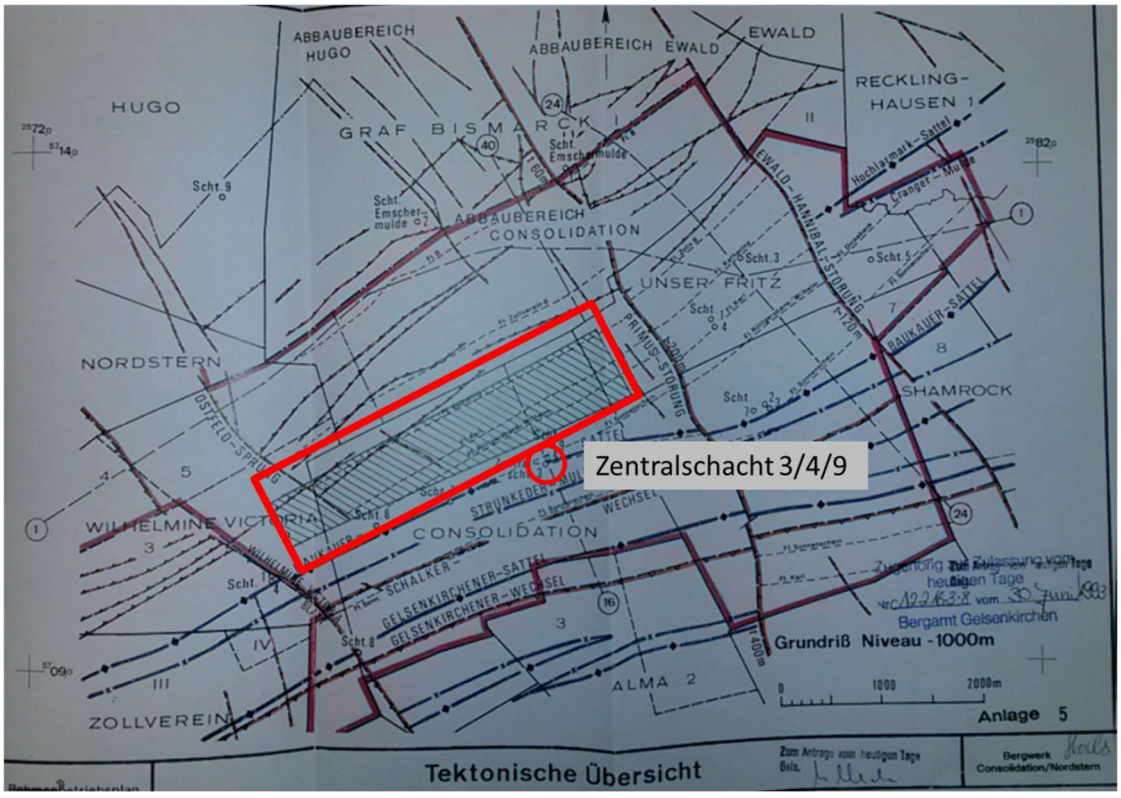

Abb. 5: Tektonische Übersicht und Übersicht über die BHV-Bereiche des BW Hugo Consolidation mit dem Zentralschacht im Stadtteil Gelsenkirchen Bismarck (RAG 1990)

2.2 Hydrogeologischer Aufbau BW Walsum

2.2.1 Quartär BW Walsum

Das Quartär im Bereich des BW Walsum ist aus den Sanden und Kiesen der Rheinterrasse aufgebaut und stellt einen sehr ergiebigen Grundwasserleiter dar. Die Mächtigkeit liegt bei bis zu 25 Meter. Gemäß dem Umweltportal NRW (http://www.umweltportal.nrw.de) gibt es im Bearbeitungsgebiet zwei festgesetzte Wasserschutzzonen für die öffentliche Trinkwasserversorgung (Abb. 6): Rechtsrheinisch liegt in der Mommniederung die WG Voerde der WW Dinslaken GmbH und linksrheinisch im Binsheimer Feld die WG Binsheimer Feld des Wasserverbundes Niederrhein GmbH (WVN).

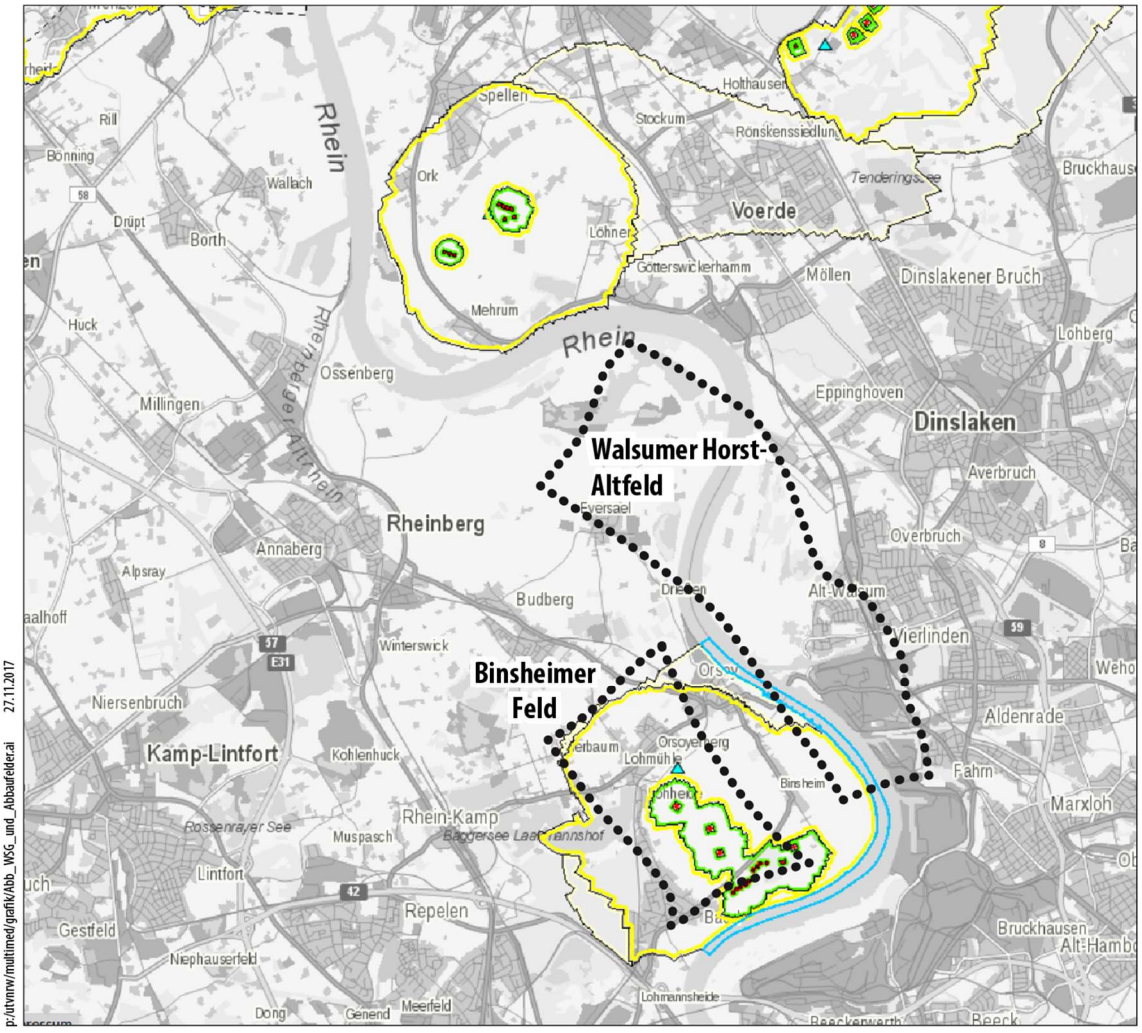

Abb. 6: Lage der festgesetzten Schutzgebiete der WG Voerde der WW Dinslaken GmbH und linksrheinisch die WG Binsheimer Feld des Wasserverbundes Niederrhein GmbH (WVN) in gelb (Schutzzone III), grün (Schutzzone II) und rot (Schutzzone I) aus http://www.umweltportal.nrw.de und im Überblick die Abbaufelder Walsumer Horst-Altfeld und Binsheimer Feld

2.2.2 Tertiär BW Walsum

Das Tertiär hat eine Mächtigkeit von ca. 120 m und ist aus einer Wechselfolge von feinkörnigen Meeressanden (Grafenberger und Lintforter Schichten, Walsumer Meeressand) und Tonen (Lintforter Ton, Ratinger Ton) aufgebaut.

In THEIN/MÜLLER (Juni 1992) werden Durchlässigkeitsuntersuchungen des GLA (1958) im Tertiär aus dem Schacht Rheinpreußen (westlich des Rheinpreußensprungs) erwähnt. Unterhalb ca. 70 m Teufe wurden Durchlässigkeitsbeiwerte von < 1,3 x 10^{-9} m/s gemessen. Diese Messungen wurden zwar nicht bis zur Karbonoberfläche fortgesetzt, aber gemäß Kornverteilungsanalysen aus Bohrungen sind in den marinen, plastischen Tonen (untere Lintforter Schichten/Ratinger Ton) keine Durchlässigkeitsbeiwerte > 1 x 10^{-9} m/s abzuleiten (GLA NRW).

2.2.3 Kreide BW Walsum

Die unter dem Tertiär folgende Kreide hat eine Mächtigkeit von ca. 250 m (geologisches Profil Schächte Walsum 1/2 im Walsumer Horst-Altfeld). Die Wechselfolge aus gering durchlässigen und sehr gering durchlässigen Schichten, wie im Tertiär, setzt sich auch in der Kreide weiter fort. Die Schichtmächtigkeit nimmt nach NW hin zu. Sie ist von oben nach unten wie folgt aufgebaut:

- Bottroper Mergel (ca. 25 m)
- Osterfeld Sande, Recklinghausen Sandmergel,
  Emscher Grünsand (Gesamtmächtigkeit ca. 150 m)
- Emscher Mergel (ca. 50 m)
- Kalksteine des Turon (ca. 25 m)

2.2.4 Hydrogeologie und Funktion des Deckgebirges

Insgesamt hat das Deckgebirge, bestehend aus Quartär, Tertiär und Kreide, eine Gesamtmächtigkeit von ca. 370 m. Bis auf das hoch durchlässige Quartär ist es aus einer Wechselfolge mehr oder weniger geringdurchlässige Feinsande, Tone und Mergel aufgebaut. Aufgrund der geringer durchlässigen Zwischenschichten haben sich mehrere Grundwasserstockwerke ausgebildet. Von der Wassergewinnung werden nur die quartären Terrassenablagerungen des Rheins genutzt.

Im Tertiär erfolgt eine Mineralwassernutzung (Hövelmann Mineralquelle, Rheinfelsquelle). Im Rahmen der Betriebszulassung der BHV wurde in Gutachten aufgrund der hydraulischen Stockwerkstrennungen eine mögliche Beeinflussung der Mineralwasservorkommen durch die BHV ausgeschlossen.

Der Emscher Mergel ist zwar vorhanden, allerdings deutlich geringmächtiger ausgebildet als im östlichen Ruhrgebiet. „*Für den Verbringungsbereich Binsheimer Feld ist laut Aussage des Gutachters die Qualität des Deckgebirges für eine Ablagerung nach dem Prinzip des vollständigen Einschlusses nicht zwingend erforderlich, da sie bestenfalls eine zusätzliche über das Maß hinaus geforderte Barriere darstellt*“ (OBERMANN 1991 04 18). Von OBERMANN (1991 04 18) wurde darauf hingewiesen, dass bereits das Karbon u. a. auch aufgrund seiner hohen Tongehalte (Bochum Schichten mit Fettkohlen) eine ausreichende Barrierefunktion hat.

Da der Grubenwasserstand auch in der Wasserhaltung Walsum auf einem Niveau von ca. -600 mNHN gehalten wird und damit noch weit unterhalb des Deckgebirges im Karbon liegt, können die (zusätzlichen) Deckgebirgsbarrieren auch noch nicht wirksam werden.

2.2.5 Trias und Perm BW Walsum

Nach Nordwesten hin nimmt die Schichtmächtigkeit des Deckgebirges schnell zu. Ungefähr ab der nördlichen Begrenzung der Rheinaue Walsum wird das Karbon zunächst von Zechsteinsedimenten (Perm) und noch weiter nordwestlich von Triassedimenten überdeckt, die sich wie ein Keil zwischen die flächig abgelagerten Kreidesedimente und das oberkarbonische Grundgebirge legen. Im Bereich Löhnen ist dieser Keil aus Trias- und Permsedimenten bereits ca. 200 m mächtig (Abb. 7).

2.2.6 Karbon BW Walsum

Für die Fragestellung sind die beiden Grubenfelder „Walsum Horst-Altfeld“ und das „Binsheimer Feld“ von Bedeutung, da hier die BHV erfolgte.

2.2.6.1 Walsum Horst-Altfeld

Im Hangenden und Liegenden der BHV (etwa 800 bis 1.000 m unter Gelände) liegt eine mehrere 10 m mächtige Folge von Schiefertonen der oberkarbonischen Essen Schichten. Der minimale Abstand der BHV zu einer Zone „möglicher, geringfügiger Wasserwegsamkeiten“ beträgt mindestens 100 m (DMT THEIN/MÜLLER 1992 06 15).

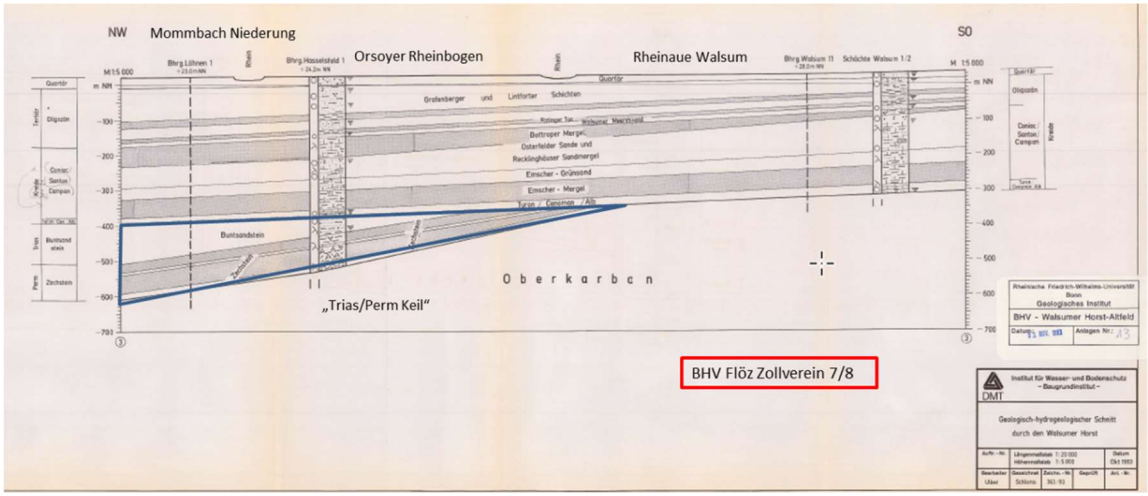

Abb. 7: Geologisch-hydrogeologischer Schnitt durch den Walsumer Horst (DMT 1993, farbige Hervorhebungen der ungefähren Lage der BHV durch ahu)

Eine der Anforderungen an einen BHV-Bereich war der Nachweis der Freiheit von Störungen. Das Gebirge oberhalb der Bruchhohlraumverfüllung wurde fast flächig mit den Flözen der Zollvereinsgruppe durchbaut. Dabei wurden „*keine Wasser führenden Stö-*

rungen festgestellt und größere, unbekannte Störungen, die potentielle Wasserwege darstellen können, sind nicht zu erwarten“ (THEIN & KLINGEL 1995).

2.2.6.2 Binsheimer Feld

Die geologisch-hydrogeologische Situation der Bereiche der BHV im Binsheimer Feld ist vergleichbar mit der Situation im Steinkohlengebirge des mittleren und östlichen Ruhrkohlenbezirks, für die in der Machbarkeitsstudie (JÄGER et al. 1990) die Eignungskriterien definiert wurden.

Die Schichtenfolge im Binsheimer Feld in der Umgebung der BHV (Flöz Hermann/Gustav und Flöz Anna) gehören zu den in der Machbarkeitsstudie für die Untertageverbringung als geeignet angesehenen oberen Bochumer (Fettkohlen) Schichten, die einen hohen Anteil an hydraulisch und geochemisch wirksamen, tonigen Schichten im Nebengestein beinhalten (OBERMANN April 1991).

2.3 Tiefengrundwasser

Wie im Detailbericht 3 zu Teil 1 ausführlich beschrieben, existieren bezogen auf die 11 BW zwei grundsätzlich verschiedene Typen von Tiefengrundwasser.

Das Tiefengrundwasser im **Ruhrrevier** ist hoch mineralisiert.

Das Tiefengrundwasser im **Aachener-Erkelenzer Revier**, wo das BW Emil Mayrisch liegt, ist hingegen deutlich geringer mineralisiert und hat nur ca. 10 % der Mineralisation (bezogen auf NaCl), die das Tiefengrundwasser im Ruhrkarbon aufweist.

2.3.1 Ruhrrevier

Als Beurteilungsgrundlage wurde in der Machbarkeitsstudie (JÄGER et al. 1990) ein geogener Grubenwasserzufluss des Bergwerkes Consolidation herangezogen. Die chemische Zusammensetzung dieses Grubenwassers war auch die Basis für die Festlegung der Konzentration von Hauptinhaltsstoffen eines für Routineuntersuchungen zum Stoffmobilisationsverhalten anzuwendenden „synthetischen Grubenwassers", auch als RAG-Wasser bezeichnet. Die stoffliche Zusammensetzung, insbesondere auch die Spurenelementzusammensetzung des „Consolwassers" ist für die Zusammensetzung von Grubenwässern des Karbons nicht repräsentativ, sondern stellt vielmehr nur einen Einzelfall dar. In der Folge wurden zahlreiche hydrochemische Analysen von geogenen Grubenwässern aller Teufen, regional über das gesamte Abbaurevier der Ruhr und des Niederrheins verteilt, erhoben und es liegen ausreichend Daten vor, die es erlauben, die natürliche Hintergrundbelastung für zahlreiche Inhaltsstoffe realistisch einzuschätzen. Diese Daten wurden im Rahmen einer Dissertation an der Universität Bonn und bei der DMT erhoben (WEDEWARDT 1995) und galten zukünftig als Bemessungsbasis für die wasserwirtschaftliche Beurteilung von Versatzmaßnahmen. Eine detaillierte Beschreibung und Bewertung des Tiefengrundwassers ist in Teil 1 des Gutachtens enthalten (Detailbericht 3 Kap. 2).

Die Auswertung der Tiefengrundwasseranalysen aus WEDEWARDT (1995) im Detailbericht 3 zeigt, dass trotz großer räumlicher Abstände zwischen den Bergwerken keine signifikanten Abweichungen der Inhaltsstoffe der Tiefengrundwässer auftreten. Daher kann ein mittleres Tiefengrundwasser für die Teufe der verbrachten Reststoffe herangezogen werden (siehe Tab. 3 sowie Detailbericht 3, Kap. 2). Eine hydrochemische

Differenzierung der Tiefengrundwässer im Ruhrgebiet ist im Teufenbereich der verbrachten Reststoffe nicht notwendig. Die in Teil 1 durchgeführten hydrochemischen Modellierungen des Freisetzungspotentials unter Verwendung verschiedener Ansätze mittlerer Tiefengrundwässer (RAG-Wasser, Wedewardt Z2 Wasser, Wedewardt Mittelwerte) haben nach wie vor uneingeschränkte Gültigkeit.

Nitratkonzentrationen bis 170 mg/L erscheinen zunächst für ein von anthropogenen Einflüssen freies Teifengrundwasser sehr hoch. Hierbei muss auch Ammonium berücksichtigt werden, das im Redoxgleichgewicht mit Nitrat „ersatzweise“ die Stickstoffspezies sein kann. Das bedeutet – ausgedrückt als Stickstoffkonzentrationen – bis zu 40 bis 50 mg/L. Solche Konzentrationen sind in Tiefengrundwässern global festgestellt worden (z. B. Mannning & Hutcheon 2004, und darin angeführte Literatur). Quellen für Stickstoff in Tiefengrundwässern sind zum einen organische Materialien wie Kohlen, die 1-3 % Stickstoff enthalten können (z. B. Gurba & Ward 2000), und der Einbau von Ammonium in Tonmineralen, insbesondere Illit (Mannning & Hutcheon 2004). Die für das Tiefenwasser Haus Aden ermittelten Nitratkonzentrationen sind völlig im Einklang mit diesen Studien und kein Indiz für anthropogene Einflüsse.

Tab. 3: Zusammensetzung der Tiefengrundwässer für alle von WEDEWARDT (1995) beprobten Bergwerke im Tiefenbereich der Verbringungstiefen der BW Walsum und Hugo Consolidation (-770 mNHN bis -1.212 mNHN). Im Falle von Messwerten mit der Angabe „kleiner Nachweisgrenze“ wurde zur Berechnung von statistischen Werten der Zahlenwert dieser Angabe genutzt.

		Mittelwerte	Median	Minimum	Maximum
Temperatur (in situ)	°C	34,3	33,5	20,0	58,0
pH-Wert		6,50	6,71	3,62	8,54
spez. elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	178.291	159.500	1.194	217.000
Abdampfrückstand	mg/L	144.806	141.500	56.200	232.500
Dichte	g/cm^3	1,0900	1,0903	1,0370	1,138
freies CO_2	mg/L	34,7	30,0	1,00	146
aggressives CO_2	mg/L	6,33	1,00	1,00	35,0
Chlorid	mg/L	80.453	80.600	33.500	128.000
Iodid	mg/L	6,52	4,20	0,10	50,0
Bromid	mg/L	98,5	100	4,00	256
Sulfat	mg/L	363	10,0	5,00	3.500
Hydrogencarbonat	mg/L	101	89,5	1,00	400
Nitrat	mg/L	24,2	10,0	5,00	174
Ammonium	mg/L	43,6	44,5	0,50	111
Bor	mg/L	3,91	3,60	0,10	11,0
Silizium	mg/L	4,56	4,10	0,50	13,0
Lithium	mg/L	19,2	17,0	1,50	53,0
Natrium	mg/L	43.983	44.250	17.500	73.000
Kalium	mg/L	501,3	483	66	1.180
Magnesium	mg/L	1.515	1.290	153	13.808
Calcium	mg/L	5.003	5.170	252	10.800
Strontium	mg/L	521	538	4,80	1.530
Barium	mg/L	748	622	0,14	2.550
Aluminium	mg/L	0,61	0,50	0,10	< 5
Arsen	mg/L	0,002	0,002	0,001	< 0,005
Blei	mg/L	0,39	0,50	0,01	0,60
Cadmium	mg/L	< 0,05	0,05	0,01	< 0,05
Chrom	mg/L	0,06	0,05	0,01	0,26
Eisen	mg/L	21,0	13,5	0,10	158

		Mittelwerte	Median	Minimum	Maximum
Kupfer	mg/L	0,06	0,05	0,01	0,27
Mangan	mg/L	3,07	2,05	0,05	12,8
Molybdän	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05
Nickel	mg/L	0,07	0,05	0,02	0,62
Quecksilber	mg/L	0,0006	0,0005	0,0005	0,001
Selen	mg/L	0,01	0,005	0,005	0,006
Vanadium	mg/L	< 0,05	0,05	0,005	< 0,05
Zink	mg/L	0,98	0,1	0,01	32,0

Für die Reststoffe, die gemäß dem Prinzip der Immissionsneutralität verbracht wurden, ist ebenfalls ein Tiefengrundwasser zu definieren, das als Bewertungsgrundlage dienen kann. Hierbei ist zwischen dem sehr hoch mineralisierten Tiefengrundwasser im Ruhrgebiet und dem geringer mineralisierten Tiefengrundwasser im Aachen-Erkelenzer Revier zu unterscheiden.

2.3.2 Aachen-Erkelenzer Revier

Der wesentliche Unterschied gegenüber dem zentralen Ruhrgebiet ist die deutlich geringere Mineralisation des Tiefengrundwassers, im Aachen-Erkelenzer Revier, wo das BW Emil Mayrisch liegt. Das BW Emil Mayrisch liegt im Aachen-Erkelenzer Steinkohlenrevier. Es wurden v. a. Kohlen des Westfal A und B (mittleres Oberkarbon) abgebaut. Diese sind geologisch jünger als die Kohlen im zentralen Ruhrgebiet, wo Flöze des Namur C bis Westfal C abgebaut wurden.

Die Abteufarbeiten für das BW wurden 1938 aufgenommen. Der Abbau erfolgte ab 1952 bis in eine Tiefe von -860 mNHN. Weitere Sohlen lagen bei -710 mNHN, -610 NHN und -530 mNHN.

Zwischen 1989 und 1990 wurden 28.198 t Reststoffe immissionsneutral verbracht. Es liegen jedoch keine Unterlagen über die Art der Stoffe und über die Verbringungsorte vor.

Das BW wurde 1992 stillgelegt. 1993 wurde die Wasserhaltung im Aachener Steinkohlenrevier eingestellt.

Der Grubenwasserstand liegt (2016) im Schacht I Emil Mayrisch I bei ca. -17,4 mNHN bei einem durchschnittlichen Anstieg von ca. 3 m/a. Bei diesem Wasserstand ist das Deckgebirge bereits ca. 300 m eingestaut. Die Grundwasserstände im Deckgebirge sind noch deutlich höher, so dass eine abwärts gerichtete Fließbewegung erfolgt. Der hydraulische Ausgleich wird bei ca. 80 mNHN erwartet. Dieser Wasserstand liegt noch ca. 30 m unterhalb des Wurmtalniveaus. Das Grundwasser wird dann langfristig den Gruben des Südlimburger Reviers zuströmen (IHS 2017).

Der wesentliche Unterschied gegenüber dem zentralen Ruhrgebiet ist die deutlich geringere Mineralisation des Tiefengrundwassers. Während im zentralen Ruhrgebiet die Tiefengrundwässer 70 g/L Chlorid und 63 mg/L Sulfat aufweisen (WEDEWARDT Mittelwerte, Detailbericht 3, Tabelle 2), liegt der Chloridgehalt im Schacht I Emil Mayrisch in

2016 bei ca. 1,8 g/L. Der Sulfatgehalt liegt bei ca. 75 mg/L. Die Leitfähigkeit in den Schöpfproben liegt zwischen 6.600 µS/cm und 7.600 µS/cm (Ruhrrevier: ca. 160.000 µS/cm) mit in 2016 steigender Tendenz, IHS 2017). Dies ist vor allem auf Hydrogencarbonat zurückzuführen und deutet auf einen verstärkten Zustrom aus dem Deckgebirge hin (IHS 2017).

Aufgrund der vergleichsweise geringen Mineralisation wird das Tiefengrundwasser auch als fossiles Meerwasser angesehen (ROSNER 2011). Für Tiefengrundwasser im Ruhrgebiet wird u. a. die Zuwanderung von Solen aus den Salzvorkommen des Zechstein diskutiert.

Im Schacht I Emil Mayrisch ist anhand der mit der Tiefe (von 80 m auf 750 m) zunehmenden Temperatur (von 16 auf 36 Grad Celsius) und Leitfähigkeit (von 6.000 auf 10.500 µS/cm an der Schachtbasis) eine deutliche Schichtung des Grubenwassers nachgewiesen. Allerdings hat sich hier nicht, wie in anderen Schächten des Aachen-Erkelenzer Steinkohlenreviers, eine stabile Süßwasserkappe ausgebildet, was auf thermale tiefe Wasserzuflüsse aus den verschiedenen Sohlen und fehlende starke Süßwasserzutritte aus dem Deckgebirge zurückgeführt wird (ROSNER 2011).

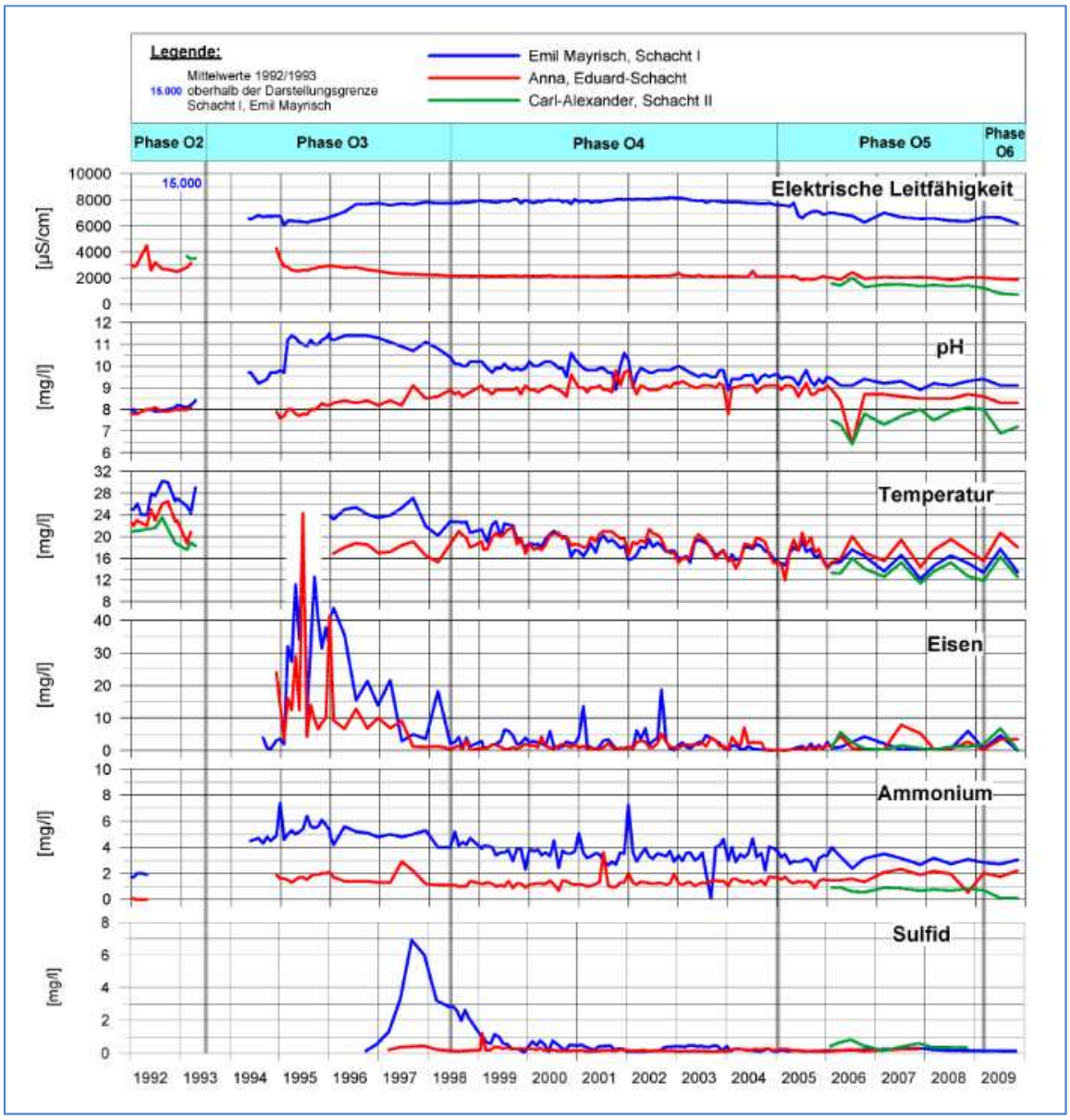

Abb. 8: Entwicklung des Grubenwasserchemismus (Rosner 2011)

Im Monitoring werden auch regelmäßig die Hinweise auf anthropogene Verunreinigungen überprüft. Auch im Jahr 2016 liegen die PCB-Gehalte unter der Bestimmungsgrenze.

2.4 Hydrogeologisches Fließsystem

Grundsätzlich unterscheiden sich die Grundwasserfließsysteme in den BW Walsum und BW Hugo Consolidation nicht von dem Grundwasserfließsystem des BW Haus Aden, das in Teil 1 des Gutachtens detailliert beschrieben ist. Vor allem das Kernelement ist in allen Fällen identisch. Hierunter werden die Versatzkörper der BHV im Bezug zum umgebenden Fließsystem im vom Bergbau durchörterten Grundgebirge verstanden.

Dieses Fließsystem ist am ehesten mit einem Doppelkontinuum aus Röhren und Matrix zu vergleichen, in dem über die Röhren fast der gesamte Wasserumsatz erfolgt. Die Gesteinsmatrix, das umgebende Gebirge, nimmt aufgrund der erheblich geringeren Durchlässigkeit (mindestens 10.000.000-fach geringere Durchlässigkeit) kaum am Wasserumsatz teil. Dies betrifft auch die verbrochenen Abbaubereiche (Alter Mann), die nach einer gewissen Zeit fast dieselbe geringe Durchlässigkeit wie das nicht durchbaute Gebirge haben (1×10^{-8} m/s (GRS 1998) bis 5×10^{-8} m/s (Detailbericht 5, Teil 1). Der Nahbereich um die Strecken (Röhren) herum ist durch den jahrzehntelangen Bergbau ebenfalls teilweise entwässert.

Das Fließsystem ähnelt damit einem Karst-Grundwasserleiter, der auch aus Röhren (Höhlen) und einer Gesteinsmatrix aufgebaut wird. Anders als in einem natürlichen Karstsystem ist die zukünftige Entwässerungsfunktion der Grubengebäude jedoch künstlich angelegt und geplant. Hierzu gehören mehrere Elemente, die in Teil 1 des Gutachtens in Text und Bild beschrieben sind:

- Offene Strecken mit Querschnitten bis zu 20 m^2.
- Schotterschicht: Alle gleisgebundenen Strecken sind geschottert. Die Mächtigkeit beträgt mind. 10 cm. Selbst bei einer langfristig zusammengesunkenen Röhre soll der Schotter dann noch eine Grundwasserströmung ermöglichen.
- Zusätzliche ein bis zwei Rohrleitungen (DN 300 bis DN 500) mit regelmäßigen Wasserzutrittsmöglichkeiten. Über diese Rohre soll das Grubenwasser fließen, wenn die Strecken langfristig verbrochen und vollständig verschlossen sind.
- Abgedämmte Strecken zur Steuerung des Wasserflusses.

Die Unterschiede zwischen den drei BW bestehen deshalb vor allem darin, dass die räumlichen Anordnungen der BHV und des Röhrensystems und damit die Fließwege bis zum Eintritt in die Röhre unterschiedlich sind. Die Berücksichtigung der unterschiedlichen Fließwege in der Risikoabschätzung wird im Folgenden erläutert.

Die Abb. 9 und die Tab. 4 zeigen die minimalen Entfernungen zwischen den einzelnen BHV-Bereichen und dem offenen Röhrensystem im Walsumer Horst-Altfeld.

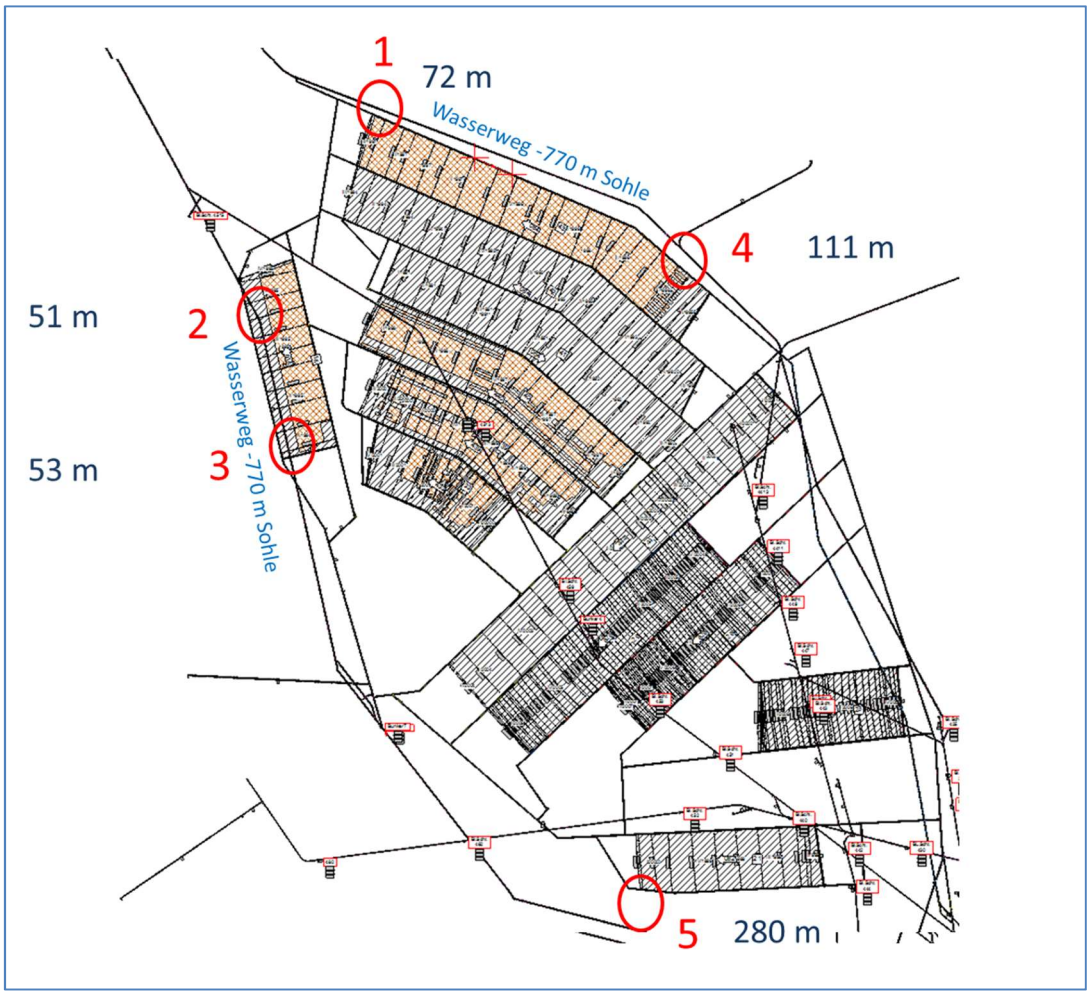

Abb. 9: Entfernungen: BHV – potentielle Fließwege im Röhrensystem im Walsumer Horst-Altfeld

Die Tab. 4 zeigt die relevanten Entfernungen von den BHV-Bereichen zu den am nächsten gelegenen potentiellen Fließwegen im Röhrensystem.

Tab. 4: Relevante Entfernungen BHV – potentielle Fließwege im Röhrensystem

BW	**kürzeste Entfernung zwischen der BHV zum Röhrensystem**
BW Haus Aden	126 m
BW Hugo Consolidation	25 m zum Bohrloch 133 (Einzelfall) sonst mindestens ca. 50 m
BW Walsum Horst-Altfeld	51 m bis 280 m
BW Walsum Binsheimer Feld	133 m zum unterlagernden Wasserweg auf -1.050 mNHN

Im BW Hugo Consolidation ist zu beachten, dass die Entfernung von 25 m sich nur auf ein Bohrloch (Nr. 133) bezieht und die Hauptmasse der BHV (und damit der eingebrachten Schwermetalle) von dem Röhrensystem weiter entfernt liegt. Über die Grundwassermodellierungen wird für das gesamte Röhrensystem über die Zeit aufsummiert, welche Schwermetallfrachten in das Röhrensystem – ob über eine Störung oder über die Durchströmung des Gebirges – gelangen.

Die Tab. 5 zeigt den Vergleich des geologischen Aufbaus und der Deckschichten.

Tab. 5: Geologischer Aufbau der Verbringungsbereiche und des Deckgebirges

	Schichten BHV	**Tiefe (NHN)**	**Deckgebirge im Bereich der BHV**	**Mächtigkeit (ca. Angaben)**
BW Haus Aden	Essen Schichten	-860 bis -890 m	**Gesamt** Emscher Mergel	413 m 185 m
BW Hugo Consolidation	Bochum Schichten	-1.075 bis -1.262 m	**Gesamt** Emscher Mergel	225 m 130-150 m
BW Walsum Altfeld	Essen Schichten	-800 bis -880 m	**Gesamt** Tertiär Kreide Emscher/Bottrop Mergel	370 m 120 m 250 m 75 m
BW Walsum Binsheimer Feld*	obere Bochum Schichten	-860 bis -919 m	**Gesamt** Tertiär Kreide	 110 m 0-120 m

* Obermann (1991)

Die Bochum und Essen Schichten im Verbringungsbereich entsprechen den Anforderungen der Machbarkeitsstudie hinsichtlich des Tongehaltes (Obermann & Müller (1991); Thein & Klingel (12/1993)). Der Tongehalt war in der Argumentation der Machbarkeitsstudie wichtig, da dieser relevant für eine hohe Sorption der Schwermetalle ist. Bei der Risikobetrachtung in Teil 1 war die Sorption nicht berücksichtigt worden.

Wie im Detailbericht 4 im Detail gezeigt wird, führt die Sorption bereits bei Fließlängen > 25 m, was bis auf eine Ausnahme der Fall ist, zu einer erheblichen Abnahme der Konzentration an Schwermetallen, wenn eine Grundwasserströmung nach Zusammenbruch der hydrochemischen Barriere das Röhrensystem erreicht.

Im Binsheimer Feld ist das Deckgebirge infolge des vielfachens Wechsels von Grundwassergeringleitern und Grundwasserleitern in Verbindung mit einer intensiven Bruchtektonik und dem Ausstreichen des Emscher Mergels ungünstiger als in den übrigen BHV-Bereichen zu beurteilen (Obermann 1991). Allerdings erfolgt bei dem derzeitig geplanten Grubenwasserkonzept kein Anstieg des Grubenwassers bis in das Deckgebirge.

3 GRUBENWASSERKONZEPT BW HUGO CONSOLIDATION UND BW WALSUM

Die Abb. 10 zeigt die Lage der 10 betriebenen Wasserhaltungen (Juni 2017). Zu unterscheiden sind die

- Wasserhaltung des **aktiven Bergbaus** (PH: BW Prosper Haniel);
- **zentralen Wasserhaltungen** (ZWH) AD: BW Haus Aden, WA: BW Walsum und ab deutlich nach 2030 LO: BW Lohberg;
- Die Wasserhaltungen Hansa (Sicherungsbrunnen) und Fürst Leopold (derzeit Umbau zum Sicherungsbrunnen) sind nicht mehr in Betrieb.

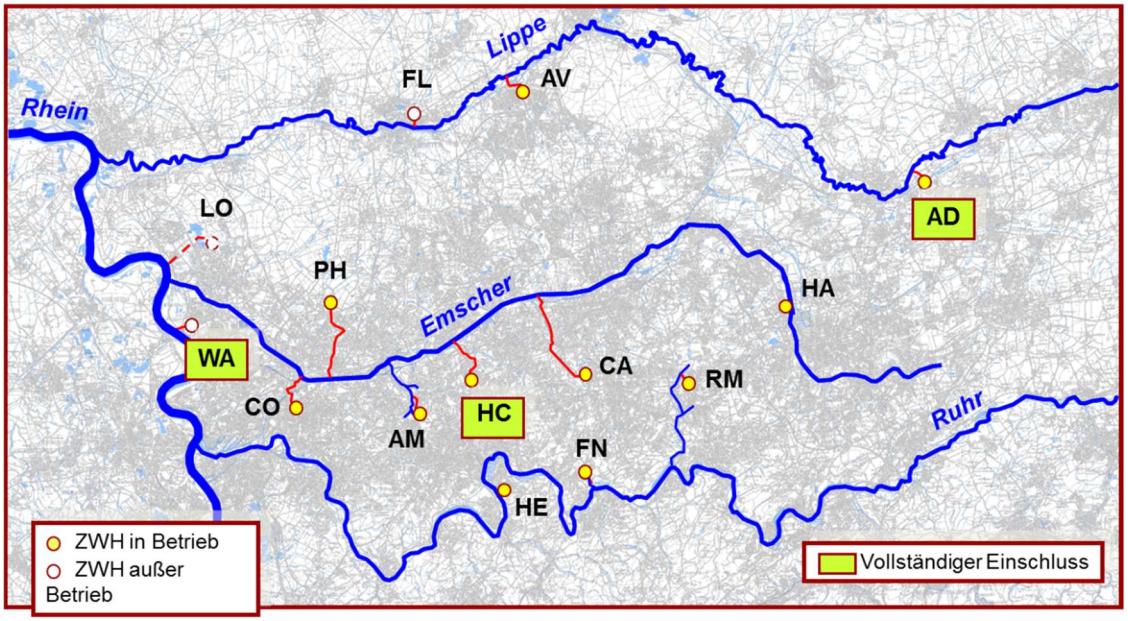

Abb. 10: Wasserhaltung (Stand Juni 2017, Quelle: RAG)

Die Abb. 11 zeigt die zukünftigen 6 Standorte der zentralen Wasserhaltungen nach der geplanten Umsetzung des derzeitigen Grubenwasserkonzeptes und in rot die mittleren Grubenwasserstände. Es ist geplant, die Wasserhaltung dann im **Ruhrgebiet** auf die drei Standorte Walsum (Einleitung Rhein, ab 2017, ca. 7 Mio. m^3/a), Lohberg (Einleitung Rhein, ab 2028, ca. 35 Mio. m^3/a) und Haus Aden (Einleitung Lippe, ca. 13 Mio. m^3/a) zu konzentrieren. Die anderen drei Wasserhaltungen leiten Grubenwasser in die **Ruhr** ab.

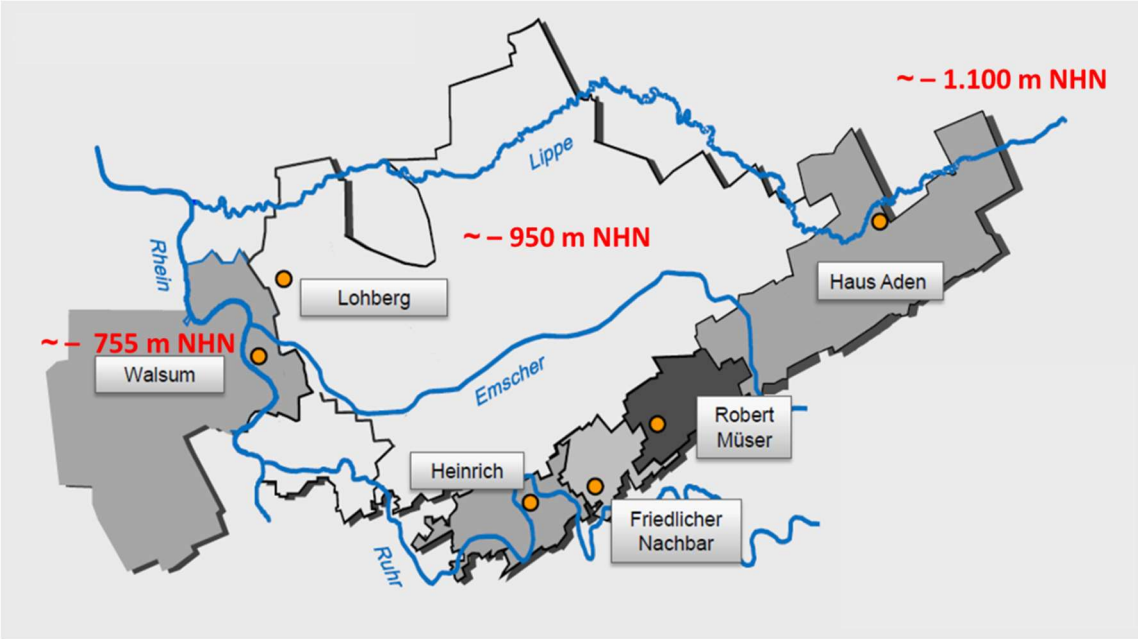

Abb. 11: Sechs Standorte der zentralen Wasserhaltung nach Umsetzung des Grubenwasserkonzeptes im Ruhrgebiet mit den Wasserprovinzen und Stand des Grubenwassers in 2017 (Quelle: RAG)

3.1 BW Hugo Consolidation

Im Gegensatz zur Wasserprovinz Haus Aden, die ein weitgehend abgeschlossenes Grubenwassersystem darstellt (siehe Teil 1 des Gutachtens), liegt das BW Hugo Consolidation in der großräumigen Wasserprovinz Mitte, die in mehrere Teilprovinzen mit entsprechenden Grubenwasserfließsystemen unterteilt ist. Die spätere, zentrale Wasserhaltung ist der Standort Lohberg im Westen der Provinz Mitte. Der Grubenwasseranstieg bis auf das geplante Annahmeniveau von ca. -600 mNHN wird voraussichtlich erst ca. 2028 erreicht. Die derzeit abgeschätzte Fördermenge wird dann ca. 35 Mio. m^3/a betragen. Innerhalb der Provinz Mitte soll das Grubenwasser unter Tage infolge des Grubenwasseranstiegs übergeleitet werden (Röhrensystem).

Die BHV im BW Hugo Consolidation ist seit ca. 1997 überstaut.

Es wird zzt. geprüft, ob in den Schächten der Wasserprovinz Zollverein, in denen die Grubenwasserstände gelotet werden, auch die Entnahme von Schöpfproben möglich ist.

3.2 BW Walsum

Das BW Walsum liegt in der Wasserprovinz West mit dem Standort der zentralen Wasserhaltung Walsum (Abb. 12). Die BHV im BW Walsum ist seit ca. Juni 2012 überstaut. Hier ist das Grubenwasser im Schacht Walsum 1/2 bis auf ein Niveau von ca. -759 mNHN angestiegen (Stand 2017). In den weiter westlich liegenden BW ist das Grubenwasser noch im Anstieg begriffen und wird über definierte Übertrittniveaus nach und nach stärker in Richtung Schacht Walsum 2 überlaufen. Das Zielniveau von ca.

-746 mNHN im Schacht Walsum 2 wird auch für die nächsten Jahre gehalten, da so verhindert wird, dass Grubenwässer nach Concordia überlaufen. In Concordia wird derzeit noch eine tiefe konventionelle Grubenwasserhaltung betrieben. Die derzeit abgeschätzte Fördermenge wird dann in der ZWH Walsum ca. 7 Mio. m^3/a betragen.

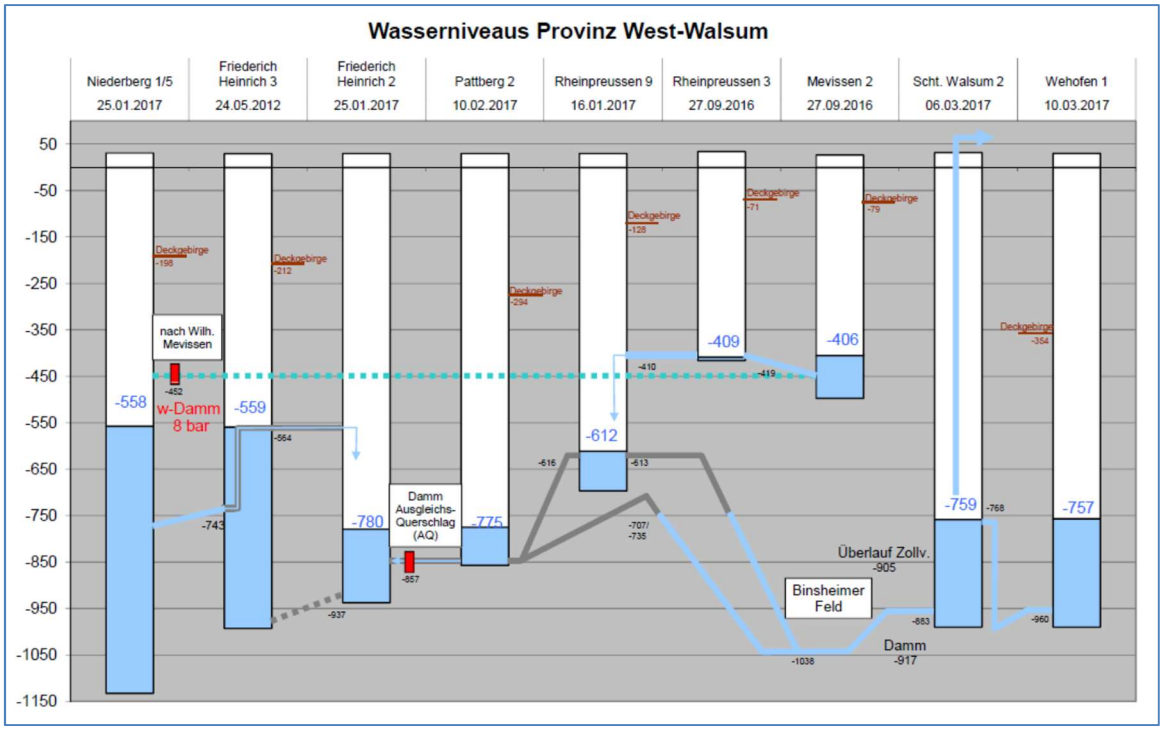

Abb. 12: Wasserniveaus in der Wasserprovinz Walsum-West (Stand 2017, Quelle: RAG)

4 ÜBERTRAGUNG DER RISIKOEINSCHÄTZUNG AUS TEIL 1 (BW HAUS ADEN/MONOPOL) AUF DIE BW HUGO CONSOLIDATION UND BW WALSUM

4.1 Grundlagen

In Teil 1 des Gutachtens wurden sehr detailliert das Gefährdungspotential, das Freisetzungspotential und das Ausbreitungspotential als Grundlagen für die Risikoabschätzung für das BW Haus Aden untersucht. In Teil 2 erfolgte eine Übertragung der Ergebnisse für die BW Walsum und BW Hugo Consolidation.

In der Tab. 6 werden die Randbedingungen der drei BW für die drei Bausteine der Risikoanalyse (Gefährdungspotential (Detailbericht 3), Freisetzungspotential (Detailbericht 4) und Ausbreitungspotential (Detailbericht 5, für PCB Detailbericht 6)) verglichen. Im Einzelnen ist dies in den jeweiligen Detailberichten dargelegt.

Da bei dem derzeitig geplanten Grubenwasserkonzept kein Anstieg des Grubenwassers bis in das Deckgebirge erfolgt, ist der Aufbau des Deckgebirges nicht relevant.

Gefährdungspotential

Die gefährlichen Stoffe sind in den 3 BW identisch (Schwermetalle, PAK, PCDD/F). Die verbrachten Massen wurden anhand der verfügbaren Berichte zusammengestellt.

Freisetzungspotential

Die Prozesse beim Freisetzungspotential und die daraus abgeleiteten Aussagen zur hydrochemischen Barriere unterscheiden sich in den 3 BW nicht, da die hydrochemische Zusammensetzung der verbrachten Stoffe, des umgebenden Gebirges und des Tiefengrundwassers vergleichbar sind.

Ausbreitungspotential

Die Unterschiede zwischen den drei BW bestehen vor allem darin, dass die räumlichen Anordnungen der BHV und des Röhrensystems und damit die Fließwege bis zum Eintritt in die Röhre unterschiedlich sind. Dies wurde bei der Risikoabschätzung berücksichtigt.

4.2 Übertragbarkeit der Grundlagen und der Risikoabschätzung

Zusammenfassend wird festgestellt, dass die Grundlagen der Risikoabschätzung aus dem Teil 1 des Gutachtens auch für das BW Walsum und das BW Hugo Consolidation gültig sind.

Die Ergebnisse der gekoppelten hydraulischen und hydrogeochemischen Modellierungen (Risikoabschätzung) aus Teil 1 sind auch auf den Teil 2 und die hier betrachteten BW Walsum und das BW Hugo Consolidation übertragbar.

Tab. 6: Randbedingungen für die Übertragbarkeit der Risikoabschätzung für die BHV gemäß dem Prinzip des vollständigen Einschlusses

		Teil 1	**Teil 2**	
		BHV Haus Aden/Monopol	**BHV Hugo Consolidation**	**BHV Walsum**
Gefährdungs-potential	Datengrundlage	Auswertung der vollständigen Quartals- und Abschlussberichte	Auswertung aller noch vorhandenen Quartals- und Abschlussberichte	
	Zusammensetzung der BHV	detaillierte Aufstellung	Aufstellung gemäß den vorhandenen Unterlagen	
	BHV-weise Zuordnung und Darstellung der Schwermetalle	detaillierte Aufstellung	Aufstellung gemäß den vorhandenen Unterlagen	
	Auswertung der Betriebs-störungen	erfolgt (6 Betriebsstörungen)	erfolgt (s. Detailbericht 3)	
	Verfestigung der BHV	die BHV ist verfestigt	die BHV ist verfestigt	
	Charakterisierung der Tiefen-grundwässer Karbon*	vergleichbare Zusammensetzung	vergleichbare Zusammensetzung	
Freisetzungs-potential	Modellierungen zum Prozess-verständnis	s. Teil 1, Detailbericht 4	Übernahme der Ergebnisse	
	Modellierungen der Dauer der pH-Wert-Barriere und des Quell-terms mit verschiedenen Annah-men zu den durchströmten Längen (10 bis 100 m) und dem Anteil der Abfall- und Reststoffe im Reaktionskontakt (10 % bis 100 %)	s. Teil 1, Detailbericht 4	Übernahme der Ergebnisse	

		Teil 1	Teil 2	
		BHV Haus Aden/Monopol	**BHV Hugo Consolidation**	**BHV Walsum**
	Konzentrationsverminderung auf dem Fließweg von der BHV zum Röhrensystem („Sorption“)	nicht berücksichtigt	Verminderung der Konzentration von Zink und Blei auf 2 bis 5 % des Quellterms bei Fließlängen > 25 m	
	Modellierung weiterer CSH-Phasen	nicht berücksichtigt	Bestätigung der Ergebnisse hinsichtlich der Dauer und Stärke der hydrochemischen Barriere	
Ausbreitungs-potential	Aufbau eines instationären 3D-Strömungsmodells für die Wasserprovinz Haus Aden unter der Annahme eines offenen Röhrensystems und eines Grubenwasserspiegels von ca. -600 mNHN	Konzentrationserhöhung in der ZWH	nicht erfolgt, Ergebnisse sind übertragbar	
	Modellrandbedingungen in einer fernen Zukunft	Abschätzung der Auswirkungen eines weitgehend geschlossenen Röhrensystems bei einem Grubenwasserspiegel von ca. -600 mNHN und höher	Ergebnisse sind übertragbar	
	geologischer Aufbau der Verbringungsbereiche (s. im Detail Tab. 5)	entspricht den Anforderungen der Machbarkeitsstudie	vergleichbar im Sinne der Anforderungen der Machbarkeitsstudie	
	Hydrogeologischer Aufbau der Deckschichten / Barrierefunktion (s. Detail Tab. 5)	der derzeit geplante Grubenwasseranstieg erreicht nicht das Deckgebirge	der derzeit geplante Grubenwasseranstieg erreicht nicht die Deckgebirge	

* RAG Wasser, WEDEWARDT Z2, WEDEWARDT Mittelwerte

5 AUSWIRKUNGEN AN DER TAGESOBERFLÄCHE: NEUERE ERGEBNISSE ZU DEN EINLEITUNGEN IN DEN KUHBACH

In Teil 1 des Gutachtens wurde in Kap. 11 erwähnt, dass es für die erhöhten Fluoridgehalte im Kuhbach eine Vielzahl von Ursachen geben kann, die jedoch nicht weiter untersucht wurden.

Bei der Aktenrecherche bei der BR Arnsberg wurde die wasserrechtliche Erlaubnis vom 28.08.1986 zur Einleitung von Grubenwässern, häuslichen Abwässern und sonstigen Wässern in den Kuhbach ausgewertet. Hiernach durften an vier Einleitestellen insgesamt jährlich eingeleitet werden:

- ca. 100.000 m^3 der auf dem BW anfallenden Abwässer (z. B. Kauenwaschwasser)
- 30.000 m^3 Grubenwasser
- 11.400 m^3 Abspritzwasser
- 15.000 m^3 Kühlwasser/Betriebswasser
- ca. 33.000 m^3 Niederschlagswasser
- 1 m^3/s Gaskondensat aus der Methangasanlage

Es liegen auch einzelne Analysen von Grubenwasser aus den 1980er Jahren vor, allerdings beschränken sich diese auf die Parameter Chlorid, pH-Wert (6,0 bis 8,5), absetzbare (max. 0,5 ml/L) und abflitrierbare Stoffe und den CSB oder $KMNO_4$-Verbrauch. Weiterhin wurden auch PCB (6 Ballschmitter Kongenere) und UGILEC untersucht. Die aufgefundenen PCB-Konzentrationen lagen alle unter der BG von 0,01 µg/L. Über die Vorbereitung der Proben (Filtration etc.) liegen keine Angaben vor.

Grubenwasseranalysen in den 1990er Jahren hatten zwar einen größeren Untersuchungsumfang, allerdings gehörte der Parameter Fluorid nicht dazu.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass über den Kuhbach jährlich ca. 150.000 m^3 belastete Wässer abgeleitet wurden, die bei Hochwasser auch auf die landwirtschaftlichen Flächen hätten übertreten können und damit auch eine Belastungsquelle für die aufgefundenen „Auffälligkeiten“ darstellen können.

Aachen, im März 2018

6 LITERATUR

p:\UTVNRW\text\gutachten\Teil 2\Dok. 01 Literatur Gutachten_Teil 2.docx