

## ERGEBNISVERMERK

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

#### **3. Sitzung des begleitenden Arbeitskreises am 10.03.2016 im MKULNV in Düsseldorf**

*Teilnehmerliste s. Anlage 1*

#### **TOP 1: Begrüßung, Tagesordnung, Protokoll der Sitzung vom 15.09.2015, Mitteilungen**

Herr Knitsch begrüßt die Teilnehmenden des Arbeitskreises (AK) zur 3. Sitzung. Die Teilnehmerliste ist im Anhang 1 beigefügt. Entschuldigt waren Herr Prof. Carls, Herr Fastring und Herr Drüke.

Der Tagesordnung (TO) wird zugestimmt. Herr Dr. Friedrich kündigt einen Beitrag zum TOP 7: Grubenwasserhaltungskonzept an.

Das Protokoll der 2. AK-Sitzung wurde am 22.01.2016 auf die Homepage gestellt. Es wird um Kommentierung bis zum 24.03.2016 gebeten. Herr Knitsch kündigt an, dass die Mitglieder des AK zukünftig über Neueinstellungen auf der Homepage per Mail (ggf. auch per Post) benachrichtigt würden.

#### **TOP 2: Stand der Gutachtenbearbeitung**

Herr Dr. Meiners berichtet zum Stand der Projektbearbeitung. Er erinnert zunächst an die Aufgabenstellung und die Projektstruktur (Folien 4 bis 7). Der Projektstand ist in Folie 8 mit unterschiedlichen Farben eingetragen: bearbeitet (grün), teilweise bearbeitet (gelb), noch ausstehend (orange). Herr Dr. Meiners weist ausdrücklich darauf hin, dass die heutigen Präsentationen einen Zwischenstand darstellen und das Ergebnis des Gutachtens – vor allem die Bewertung des heutigen und zukünftigen Risikos (Folie 8: Arbeitsschritt 3) – noch nicht vorliege. Er berichtet, dass der Projektfortschritt plangemäß sei und der vorgesehene Abgabetermin 31.08.2016 für den Entwurf des Abschlussberichtes – nach derzeitigem Stand – eingehalten werden könne. Er führt weiter aus, dass die von Herrn Prof. van Berk und Herrn Prof. König bearbeiteten Modelle (Freisetzungs- bzw. Ausbreitungsmodell) in die Gesamtbearbeitung des hydrogeologischen und hydrochemischen Systems eingebettet seien. Die Ergebnisse der Bearbeitung beider Seiten – hydrogeologisches / hydrochemisches System einerseits und Modelle andererseits – würden in die integrierte Gesamtanalyse münden, auf deren Grundlage dann die Risikobetrachtung erfolge. Herr

Dr. Meiners verweist auf den einleitenden Beitrag zu TOP 5 (Modell) von Herrn Dr. Denneborg, der auf die Fragestellungen und die Bedeutung der Modelle im Rahmen des Gesamtgutachtens eingehe.

### **TOP 3: Stand des Zwischenberichtes**

Herr Knitsch kündigt an, dass ein Entwurf des Zwischenberichtes ab dem 15.03.2016 auf der Homepage eingestellt werde. Das Inhaltsverzeichnis für den Zwischenbericht zeigt Folie 10. Die Mitglieder werden eine entsprechende Mail erhalten und – auf Wunsch einzelner AK-Mitglieder – Zeit haben, bis zum 08.04.2016 ihre Kommentare abzugeben. Diese werden entweder noch in den Text des Zwischenberichtes eingearbeitet oder bei der weiteren Bearbeitung des Gutachtens berücksichtigt bzw. im Anhang des Zwischenberichtes dokumentiert.

### **TOP 4: Zustand der Bruchhohlraumverfüllung (BHV) und Auswahl der Wässer zur weiteren Untersuchung**

Herr Prof. Rüde berichtet über die Arbeiten zum Zustand der BHV (vgl. Zwischenbericht, Kap. 11 sowie teilweise Kap. 8) und erläutert den Sachverhalt anhand der Folien Nr. 11 bis 37.

Auf der Grundlage der bisher ausgewerteten Informationen zieht Herr Prof. Rüde das Zwischenfazit, dass die Gutachter von einer erfolgten „Erhärtung“ des Versatzmaterials ausgehen. Auf Nachfrage erläutert er, dass das Versatzmaterial ursprünglich thixotrope Eigenschaft gehabt habe, d. h. dass dessen Konsistenz von einwirkenden Kräften (z. B. Schütteln) abhängig sei. Herr Prof. Rüde weist darauf hin, dass die Auswertung der Abschlussberichte zu Haus Aden / Monopol hinsichtlich der betriebsbedingten Störungen noch in Arbeit sei.

Herr Dr. Friedrich fragt nach der Herkunft und Glaubwürdigkeit des Fotos aus dem BW Walsum (Folie 23). Er verweist auf die vorhandenen Risswerke des BW Walsum und bittet die genaue Lokalität des Fotos zu vermerken. Herr Prof. Rüde verweist darauf, dass das Foto der Arbeit von Thiehofe/RAG (BMFT Bericht 0326416B, 1991) entnommen sei, die für ihn eine glaubwürdige Quelle darstelle.

Herr Dr. Denneborg ergänzt, dass das Foto aus der Bruchhohlraumverfüllung in Bauhöhe 44 im Flöz EF des BW Walsum stamme.

Herr Dr. Friedrich bittet darum, aus Gründen der wissenschaftlichen Glaubwürdigkeit in allen Fällen die Quellen anzugeben und deutlich zu machen, wenn es sich nicht um eigene Erhebungen handelt. Er verweist darauf, dass ihm im Zuge seiner eigenen Arbeiten von der Bergbaubehörde etwa 10 Aktenordner übergeben worden seien. Er fragt, ob die Gutachter freien Zugang zu den Informationen gehabt hätten oder nur das „vorgefilterte“ Material ausgewertet worden sei. Herr Prof. Rüde betont, dass die Gutachter freien Zugang zu den Informationen der Bergbaubehörden gehabt hätten und das gesamte Material ausgewertet worden sei.

Herr Dr. Friedrich weist darauf hin, dass es zu den Störfällen auch handschriftliche Anmerkungen gebe, die zum Teil mit den später maschinengeschriebenen Berichten nicht übereinstimmen würden.

Er fragt, warum es keine 1 : 1-Übertragung gegeben habe und wie die Gutachter damit umgegangen seien. Er fragt auch nach den Auswertungen aus den „Störfällen“ (insbesondere dort, wo der Versatz „flüssiger“ angerichtet worden war) und danach, ob es Rückstellproben gebe. Herr Prof. Rüde verweist auf die laufenden Arbeiten. Herr Knitsch bittet die Gutachter darum, im Zuge der weiteren Auswertungen auf die Unterschiede zwischen den handgeschriebenen und den maschinengeschriebenen Aufzeichnungen einzugehen.

Herr Dr. Friedrich fragt, wie sich für die Gutachter der Prozess der Einbringung und des Erhärtens des Versatzmaterials darstellt, ob es Hinweise auf sogenanntes Überschusswasser und darin gelöste Schadstoffe gegeben habe und ob das ggf. erhärtete Material stabil sei oder sich in Zukunft verändern werde. Herr Prof. Rüde erläutert, dass Zementrezepturen verwendet worden seien, die ein verzögertes Erhärten ermöglicht hätten, damit das Material nicht schon in den Rohrleitungen erhärtet. Das pastöse Material (keine Suspension) sei mit Schleppschräuchen unter Druck (40 bar) in den Bruchhohlraum verpresst worden. Den Vorgang des Erstarrens und Erhärtens hat sich nach den Vorstellungen der Gutachter in einem Zeitraum zwischen 3 Stunden und 3 Jahren abgespielt. Kennzeichnend für den Erhärtungsprozess sei, dass er in einem alkalischen Milieu (pH 11 bis 12) stattfand (Folie 26). Über die Bildung von Überschusswasser und über Entmischungsvorgänge (Wasser und Feststoff) wurde in den Vorversuchen berichtet; in den Schlussberichten, in den Bohrungen und auch im BW Walsum haben die Gutachter keine Hinweise auf Überschusswasser gefunden (Folien 28 bis 31). Stattdessen werde von Sprengvortrieb, standfesten Materialien (keine Schlämme) und Restwassergehalten (keine freie Wasserphase) in den vorliegenden Berichten gesprochen. Als Ergebnis der Verfüllung ergebe sich ein heterogenes Bild: Die zunächst luft- bzw. wassererfüllten Poren-/Hohlräume des Bruchhohlraumes sind bis zu 1 bis 10 Volumenprozent mit Versatzmaterialien verfüllt (Folie 27). Zur Frage, ob das Material in Zukunft stabil sei oder sich verändern werde, verweist Prof. Rüde darauf, dass entsprechende Beobachtungen dazu nicht vorlägen und gerade hier die von den Gutachtern eingesetzten Modelle ihren Wert zeigen würden: Sie sollten zum besseren Prozessverständnis unter verschiedenen Bedingungen beitragen und Aussagen zur bisherigen und zukünftigen Entwicklung der Versatzmaterialien ermöglichen.

Herr Dr. Friedrich fragt nach den Rezepturen für die unterschiedlichen Versatzmaterialien (im BW Walsum wurden Flotationsschlämme versetzt und im BW Haus Aden Filterstäube) und danach, ob die Auflast des Gebirges den Aushärtungsprozess gestört haben könnte. In diesem Zusammenhang hält er es für wissenschaftlich nicht legitim, Laborversuche auf die Wirklichkeit der BHV zu übertragen. Er verweist auch auf das Bild der Bruchhohlraumverfüllung (Folie 27), das aus seiner Sicht korrigiert werden sollte: Er denke, dass der Bruchhohlraumversatz aufgrund des abnehmenden Einpressdrucks nach oben, zum Hangenden hin, ausdünne. Herr Prof. Rüde verweist darauf, dass es gerade das Ziel der Laborversuche gewesen sei, das Versatzmaterial richtig einzustellen, um es in einen pumpfähigen Zustand zu bringen und Phasentrennung zu verhindern. Dort, wo dies nicht gelungen sei, habe es Betriebsstörungen gegeben, die von den Gutachtern im Einzelnen ausgewertet würden. Herr Prof. Rüde betont, dass er nicht von Überschusswasser ausgehe und aus seiner Sicht die Auflast des Gebirges den Aushärtungsprozess nicht verhindert habe. Das schematische Bild eines Bruchhohlraumversatzes für das BW Walsum solle aber in der Tat so korrigiert werden, dass der Versatz nach oben ausdünnt. Für das BW Haus Aden liegt eine entsprechende Dokumentation nicht vor. Die Frage der Übertragbarkeit vom Labor (empirische Untersuchungen) auf die Wirklichkeit sieht Prof. Rüde ebenfalls kritisch; in der internationalen Literatur (Ohio) sei diese nicht beschrieben. Er verweist in diesem Zusammenhang auf die Arbeiten von Herrn Prof. van Berk.

Frau Baitinger bezieht sich auf den Einfluss der pH-Werte und macht darauf aufmerksam, dass im sauren Bereich die Schwermetalle in Lösung gehen würden. Sie bittet um entsprechende Darstellung. Herr Prof. Rüde verweist auf die Arbeiten von Herrn Prof. van Berk, der den Einfluss der pH-Werte und anderer Einflüsse auf die Langzeitstabilität des Versatzmaterials näher untersucht hat. In diesem Zusammenhang erläutert er auch die Auswahl der Wässer (Folie 37), die Herr Prof. van Berk bei seinen Versuchen eingesetzt hat.

Herr Pabsch präzisiert die Aussage von Herrn Prof. Rüde, dass im Schlepprohr ein Druck von 40 bar anliege. Er weist darauf hin, dass dieser Druck nur für den oberen Teil der Versatzanlage gelte und sich der Druck im Schlepprohr entsprechend reduziere. Er bittet die Gutachter, diese Druckentwicklung im Gutachten zu berücksichtigen.

Herr Behrens macht darauf aufmerksam, dass aus seiner Sicht der Bergbau damals unantastbar (sakrosankt) war und deshalb die im Umfeld des Bergbaus entstandenen Gutachten grundsätzlich mit Vorsicht zu betrachten seien. Mit Blick auf das dortige Fracking seien für ihn die Aussagen aus Ohio nicht glaubwürdig.

Herr Dr. Friedrich kritisiert die damalige Praxis, nicht für Rückstellproben gesorgt zu haben und fordert, die heutige Konsistenz des Versatzmaterials anhand von Bohrkernen zu überprüfen oder zumindest Rückstellproben von anderen Orten (z. B. aus der untertägigen Sondermülldeponie Herfa-Neurode, Hessen) zu untersuchen. Er macht darauf aufmerksam, dass es nicht nur in der Steinkohle Versatz gebe und fordert, dass die Gutachter die Praxis des Versatzes in anderen Orten (z. B. Herfa-Neurode, Heilbronn und Niedersachsen) miteinander vergleichen. Dadurch solle u. a. deutlich werden, was damals Stand der Technik gewesen sei und wie die Annahmen hier im Vergleich zu anderswo zu beurteilen seien.

Herr Prof. Rüde unterstreicht noch einmal die Auffassung des Gutachtertteams, dass das Material erhärtet sei. Heute noch an Material (Bohrkerne) heranzukommen, sei technisch relativ aufwändig und schwierig. Die heutigen Filterstäube unterschieden sich auch erheblich von den damaligen, so dass Versuche auch nicht vergleichbar wären. Er plädiert dafür, das Ergebnis der Simulationsberechnungen abzuwarten, sich auf dieser Grundlage zunächst über mögliche Ziele weiterer Materialentnahmen/ Bohrungen klar zu werden und erst dann darüber zu entscheiden.

Herr Dr. Denneborg verweist darauf, dass es in der Vergangenheit eine Vielzahl der unterschiedlichsten Laborversuchen an Reststoffen gegeben habe, durch Wiederholungen keine neuen Erkenntnisse zu erwarten seien und die Gutachten deshalb den Ansatz verfolgten, die Prozesse zu verstehen. Er verweist auf Herrn Prof. van Berk.

Herr Knitsch stimmt dem Vorschlag, die Simulationsergebnisse abzuwarten, zu und macht abschließend zu diesem TOP 4 noch einmal Folgendes deutlich: Gerade bei der vorliegenden Thematik sei die Sorgfalt der Gutachter bei ihrem Umgang mit Informations- und Literaturquellen von grundlegender Bedeutung. Die Gutachter sollten ihre Quellen genau kennzeichnen und auch deutlich unterscheiden, welche Feststellungen von ihnen selbst kämen bzw. welche sie von anderen übernommen hätten und inwieweit diese aus ihrer Sicht hinreichend belegt wären. Es sei Sache des Auftraggebers, am Ende der Bearbeitung zu würdigen, wie belastbar die Aussagen des damaligen Gutachtens seien. Er verweist darauf, dass – wie im vorliegenden Fall – bestimmte Prozesse später nicht mehr rückholbar und nicht mehr nachzuvollziehen seien. Er appelliert an alle, die sich mit ähnlichen Thematiken heute beschäftigen, stets auf die Nachvollziehbarkeit ihrer Arbeit zu achten.

## TOP 5: Schwerpunktthema: Hydrogeologisches System und Modellierung

### Einführung

Herr Dr. Denneborg erläutert einleitend die Ziele der Modellierung (Folien 40 bis 50). Es sind zwei Arten von Modellen im Einsatz, die sich mit unterschiedlichen Fragestellungen beschäftigen:

Die hydrochemische Modellierung wird sich mit der Frage beschäftigen, in welchem Ausmaß und in welchen Zeitdimensionen die von den Gutachtern festgestellten Gefährdungspotenziale im Tiefengrundwasser freigesetzt werden können. Das Verhalten der anorganischen Stoffe wird von Herrn Prof. van Berk (vgl. Kap. 8 des Zwischenberichtes) und das der organischen Stoffe von Herrn Prof. Schwarzbauer (vgl. Kap 5 des Zwischenberichtes) untersucht.

Das Grundwasserströmungsmodell wird sich mit der Frage beschäftigen, wie das Röhrensystem, das Gebirge und die BHV durchströmt werden und in welchen Zeitdimensionen und Konzentrationen ausgetragene Stoffe aus der BHV über das Gebirge und die Röhren zur zentralen Wasserhaltung Haus Aden 2 gelangen können (vgl. Kap. 9 des Zwischenberichtes). Dabei werden alle Besonderheiten des Standortes Haus Aden (Poren, Klüfte, Röhrensysteme, Dämme) durch das Modell abgebildet. Das Tunnelsystem (Röhren) mit seinen gegenüber dem Gebirge sehr hohen Durchlässigkeiten (ca. 1 bis 10 Millionen Mal durchlässiger) wird das Fließsystem dominieren. In dem Tunnelsystem reichen sehr geringe Druckunterschiede aus, um ein Fließen zu verursachen.

Herr Dr. Denneborg legt dar, wie sich die Gutachter derzeit die grobe zeitliche Abfolge der Prozesse beim Grundwasseranstieg und die Verzahnung der Modelle vorstellen (Folie 50):

Der Ist-Zustand ist dadurch geprägt, dass die BHV noch nicht mit dem Grubenwasser in Kontakt ist. In der Anfangsphase des Wiederanstiegs werden zunächst die Röhren, dann die Klüfte und zuletzt die Poren mit Wasser gefüllt. In der Übergangsphase des Wiederanstiegs wird der Porenraum der BHV langsam mit Grubenwasser / Tiefengrundwasser gefüllt. In der Dauerphase nach dem Wiederanstieg ist die BHV wassergesättigt. Ob, über welche Länge und mit welcher Geschwindigkeit dann eine Durchströmung der BHV erfolgt, hängt von der Druckverteilung in dem Röhrensystem ab.

Das hydrochemische Modell verwendet bei seiner Untersuchung des Freisetzungspotenzials Informationen aus dem Grundwasserströmungsmodell (vor allem die Geschwindigkeit, mit der die BHV durchströmt wird). Das Grundwasserströmungsmodell wiederum verarbeitet Informationen aus dem hydrochemischen Modell (freigesetzte Stoffkonzentrationen als Quellterm) für die Berechnung der Ausbreitung der Stoffe in die weitere Umgebung der BHV bis zur zentralen Wasserhaltung. Die Ergebnisse beider Modelle stehen im Kontext der hydrogeologischen und hydrochemischen Beschreibungen und sind Grundlage für die integrierte Analyse (vgl. Abschn. 7.3 des Zwischenberichtes).

Herr Grigo macht darauf aufmerksam, dass die Gutachter bei der bisherigen Betrachtung des Gefährdungspotenzials ausschließlich Gesamtmengen für PCB in NRW und nicht die spezifische Menge an PCB für Haus Aden ausgewiesen hätten. Herr Dr. Denneborg erläutert, dass nach derzeitigem Kenntnisstand eine differenzierte Zuordnung einer PCB-Menge zu einzelnen Bergwerken nicht möglich sei. Für die Risikoabschätzung gingen die Gutachter derzeit davon aus, dass noch die

gesamte eingesetzte PCB-Menge in den Bergwerken vorhanden sei und in der Risikoanalyse eine disperse Verteilung und die Existenz von Hot-Spots betrachtet werde. Es werde zzt. geprüft, ob sich die Datenlage noch verbessern lasse.

### **Freisetzungspotenzial (hydrochemische Modellierung)**

Der Vortrag von Herrn Prof. van Berk wird wie folgt zusammengefasst (Folien 46 bis 83 und Zwischenbericht Kap. 8):

Herr van Berk zeigt zunächst einige grundsätzlichen Prozesse der Minerallösung, Umwandlung, Neubildung und Ausfällung (einfache hydrogeochemische Modellierungen; „Becherglasversuche“) beim Kontakt von ‚reinen‘ Reststoff-bürtigen Mineralphasengemischen mit Wässern. Ab Folie 69 stellt er den konzeptionellen Aufbau einer 1-D Modellierung einer durchströmten BHV vor. In der weiteren Bearbeitung werden die hier zugrunde gelegten Parameter noch verändert und die Mineralphasen des verstürzten Gebirges mit einbezogen.

Die beim Zutritt von Wasser in die BHV auftretenden Prozesse beim Stofftransport durch den BHV-Bereich sind im Einzelnen hoch komplex. Sie umfassen die – häufig wiederholte – Lösung, Umwandlung und Neubildung und Ausfällung von Mineralien und werden durch zahlreiche Randbedingungen beeinflusst, z. B. die Mineralphasen der Reststoffe, die chemische Zusammensetzung des Grund- bzw. Grubenwassers und die mineralogische Beschaffenheit der Nebengesteine.

Die oben aufgeführten Prozesse laufen naturgemäß deshalb ab, weil die großen Mengen eingebrachter Reststoffe nicht in einem hydrogeochemischen-thermodynamischen Löslichkeits-Gleichgewicht mit den Grubenwässern bzw. Tiefengrundwässern stehen.

Bei der Begutachtung geht es darum, Vorstellungen darüber zu entwickeln, ob, wie, in welchen Mengen sowie in welcher räumlichen und zeitlichen Entwicklung Reststoff-bürtige Stoffe (u. a. die Schwermetalle Zink und Blei) nach der vollständigen Auffüllung des BHV-Bereichs mit Tiefengrundwasser und mit dem Durchströmen des BHV-Bereichs in das Tiefengrundwasser innerhalb des BHV-Bereichs freigesetzt und aus dem BHV-Bereich heraus transportiert werden können. Zur Entwicklung dieser Vorstellung kommen im Rahmen der vorliegenden Begutachtung durch Herrn Prof. van Berk hydrogeochemische Modelle zum Einsatz. Messungen vor Ort bringen wenig Erkenntnisgewinn, weil die Prozesse teilweise noch nicht begonnen haben bzw. – wenn sie einsetzen – in der Regel sehr langsam ablaufen und nicht übertragbar sind.

Die Eingangsparameter für das hydrogeochemische Modell werden durch das Konsortium abgeschätzt; teilweise entstammen sie auch der Modellierung der Grundwasserströmung durch Herrn Prof. König (Geschwindigkeit, Durchströmungslänge). Die hydrochemischen Modellierungen des 1D-Stofftransports durch Herrn Prof. van Berk beginnen nach der vollständigen Wassersättigung der BHV („erst dann beginnt der modellierte, chemisch-thermodynamische Transportprozess“), wenn sich stationäre Verhältnisse der Durchströmung des BHV-Bereichs eingestellt haben. Laut derzeitiger Abschätzung von Herrn Prof. König ist diese Wassersättigung erst nach dem Grubenwasseranstieg in 10 – 30 Jahren der Fall (siehe Vortrag Herr Prof. König). Der bis dahin instationäre Vorgang des Grubenwasseranstiegs bleibt bei der hydrogeochemischen Modellierung unberücksichtigt. Als Ergebnis berechnet Herr Prof. van Berk den Beginn der Freisetzung, die Konzentration der Stoffe und

die Dauer der Stofffreisetzung, die über die äußeren Ränder der BHV im Laufe der Zeit in den zur BHV abstromigen Bereich verfrachtet wird. Diesen sogenannten Quellterm übergibt Herr Prof. van Berk an Herrn Prof. König, der mit Hilfe des Grundwasserströmungsmodells die weitere Ausbreitung im umgebenden Grundwasser untersucht (Folien 55 bis 83).

Eine erste Obergrenze der Freisetzung ist durch den Anteil der sich überhaupt lösenden Anteile der Reststoffe gegeben; eine zweite Obergrenze ist die gesamte eingebrachte Menge an Reststoffen. Die zeitliche Dimension dieser Stofffreisetzungs- und Transportprozesse gibt Herr Prof. van Berk zunächst nur mit der Anzahl der Porenwasseraustausche des gesamten BHV-Bereichs an, ohne eine echte zeitliche Dimension in Jahren zu nennen. Er schätzt zum aktuellen Zeitpunkt und vorbehaltlich der weiteren Untersuchungen eine Zeitdauer von mehreren Tausend bis mehreren Zehntausend Jahren ab, innerhalb derer – allerdings in Abhängigkeit der Länge der Fließstrecke des Tiefengrundwassers durch den BHV-Bereich – eine pH-abhängige Freisetzung von Zink und Blei einsetzen und danach über ähnliche Zeitspannen anhalten kann. So wird der „Zusammenbruch“ der pH-Wert-Barriere (Folie 74) unter diesen Annahmen nach 4.000 Zeitschritten (hier zunächst nicht definierter Länge) angenommen. Herr Prof. van Berk verweist vor allem auf diesen Zusammenhang: Je mehr Reststoffe in Reaktionskontakt mit dem Tiefengrundwasser kommen, desto stabiler, lang andauernder ist die pH-Wert-Barriere, da diese durch die Lösung bestimmter Anteile Reststoff-bürtiger Mineralphasen selbst entsteht. Desto höher sind aber irgendwann auch die Frachten an Schwermetallen (betr. die Zeitspanne, in der der Stoffaustrag aus dem BHV-Bereich erfolgt), die dann nach Zusammenbruch der Barriere ausgetragen werden. Eine weitere wichtige Rolle spielt die durchströmte Länge der BHV: vertikal, ca. 10 m oder horizontal, ca. 100 m (Folie 45, kleines Bild links oben), da hiervon die Menge der Reststoff-bürtiger Mineralphasen im durchströmten BHV-Bereich abhängt.

Herr Prof. van Berk verweist auf seine über dreißigjährige Erfahrung bei der Arbeit mit dem verwendeten hydrogeochemischen Modellierungswerkzeug (PHREEQC). Das Modellierungswerkzeug sei stets weiterentwickelt worden, weltweit im Einsatz und würde absolut dem Stand der Wissenschaft entsprechen. Es ermögliche ein quantitatives Prozessverständnis und die zeitliche Einordnung der Prozesse im Hinblick auf einen 1D-Stofftransport.

In Bezug auf den Untersuchungsansatz bei der früheren Machbarkeitsstudie führt Herr Prof. van Berk aus, dass diese mit ihren Laborversuchen einen rein empirischen Ansatz verfolgt habe, der (auch nach eigenem Bekunden) nicht dazu geeignet gewesen sei, die zugrunde liegenden hydrochemischen Prozesse zu beschreiben, weder qualitativ noch quantitativ. Insofern führten die damaligen Ergebnisse nicht zu einem quantitativen Prozessverständnis und könnten auch nicht auf andere Verhältnisse (als im Labor) übertragen und nicht zur quantitativen Prognose hydrogeochemischer Entwicklungen verwendet werden (Folien 49 bis 54). Das gelte insbesondere für die langfristige Entwicklung. Von daher würden auch weitere Laborversuche an einem Bohrkern zur Freisetzung wenig Erkenntnisgewinn bringen.

Herr Knitsch dankt für den anschaulichen Vortrag und fragt nach der weiteren Bearbeitung. Herr Prof. van Berk erläutert, dass seine Berechnungen (Quellterme) am 18.03.2016 an Herrn Prof. König übergeben würden. Im Zusammenspiel mit ihm und dem Gutachterteam werde es danach Aussagen über die Freisetzung (ob, wie viel, wohin und wann?) geben. Herr Prof. van Berk ergänzt, dass man über (mehrjährige) Laborversuche und analog dazu aufgebaute hydrogeochemische Modellierungen von „Becherglasversuchen“ die Plausibilität dieser Modellierung erhöhen könne. Das sei deshalb

erforderlich, weil die 1D-Stofftransportmodellierung prinzipiell nicht kalibriert werden könne, da Messwerte zum langfristigen Stoffaustrag aus real existierenden BHV-Bereichen nicht vorlägen.

Herr Janssen fasst zusammen, dass der Vortrag für ihn zeige, dass es nicht eine Frage des „ob“ sei – es also nicht um die Frage ginge: „Werden Stoffe aus der BHV freigesetzt oder nicht?“ – sondern „wann“?. Dies würde aber für ihn im Gegensatz zu den Aussagen der DMT stehen, dass die Pufferfunktion über Hunderttausende von Jahren erhalten bleibe. Herr Prof. van Berk weist darauf hin, dass die schlussendliche Risikobetrachtung noch nicht vorliege, die Pufferfunktion aber eine Tatsache sei und über lange Zeiträume bestehen werde. Genauer werde z. Zt. untersucht. Herr Knitsch bemerkt dazu: „Alles was wir verbuddeln, kommt wieder“.

Herr Dr. Friedrich weist darauf hin, dass für ihn schon der Begriff „immissionsneutral“ irreführend sei, weil das bedeuten würde, dass die Gesetze der „Thermodynamik“ nicht gelten. Herr Prof. van Berk stimmt dem nicht zu, weil es auf die Durchströmung ankomme. Dort wo es keine Durchströmung gebe, gebe es auch keine thermodynamischen Prozesse und die spätere Durchströmung der BHV hänge von dem großräumigen Fließen in den Röhren ab. Herr Dr. Denneborg ergänzt, dass es in Haus Aden nicht um die immissionsneutrale Einlagerung, sondern um den vollständigen Einschluss gehe.

Herr Pabsch dankt für den eindrucksvollen Vortrag. Er weist darauf hin, dass in der Machbarkeitsstudie neben den im Vortrag erwähnten Barrieren schon weitere Barrieren beschrieben worden seien und er mit Interesse auf die Bewertung der Gutachter warte. Auf seine Nachfrage, ob in den Betrachtungen von Herrn Prof. van Berk auch die Sorption berücksichtigt sei, antwortet Herr Prof. van Berk, dass er – aus Gründen, die er in seinem Detailbericht darlegen werde – die allgemeine Sorption im Nebengestein nicht in die Modellierung aufnehmen werde, da es hier zu wenig belastbare Daten gebe. Allerdings werde er die speziellen Sorptionseigenschaften bestimmter Eisenhydroxidverbindungen in der BHV, die entstehen würden, in die Modellierung aufnehmen und bewerten, da es hierfür gesicherte Daten gebe.

### **Ausbreitungspotenzial (Grundwasserströmungsmodell)**

Der Vortrag von Herrn Prof. König wird wie folgt zusammengefasst (vgl. Folien 84 bis 107 und Zwischenbericht Kap. 9):

Aufgabe des Grundwasserströmungsmodells ist die Beantwortung der Fragen, wie das Röhrensystem und das Gebirge und die BHV durchströmt werden und in welchen Zeitdimensionen und Konzentrationen ausgetragene Stoffe aus der BHV über das Gebirge und die Röhren zur zentralen Wasserhaltung Haus Aden 2 gelangen können (Folien 85 und 86).

Es wird ein 2-stufiges Modell aufgebaut: Das Fernfeld-Modell (Fläche ca. 200 km<sup>2</sup>, Höhe: Geländeoberkante (GOK) bis zur Bergwerkssohle bei 1.400 m u. GOK) umschließt den Bereich des Grubengebäudes vollständig. Das Nahfeld-Modell (Fläche ca. 1.000 x 2.500 m, Höhe ca. 300 bis 500 m) umfasst den Teilbereich des Fernfeld-Modells, der die untertäglich verbrachten Reststoffe (BHV) beinhaltet.

Beide Modelle, das Fernfeld-Modell und das Nahfeld-Modell sind dreidimensionale Modelle und simulieren die Strömung des Grundwassers unter Berücksichtigung der Dichteschichtung und Temperaturabhängigkeit. Die Stoffverteilung innerhalb dieser Modelle erfolgt über einen Tracer-

Transport. Es werden alle Besonderheiten des Standortes Haus Aden (Poren, Klüfte, Tunnelsysteme, Dämme) durch das Modell abgebildet. Die Eingangsdaten z. B. für die Durchlässigkeit zeigen die Folien 87 bis 96 sowie für das Nahfeld die Folie 102. Die Lage der Strecken, Schächte und Dämme zeigen die Folien 97 bis 100.

Mit beiden Modellen werden sowohl der Ist-Zustand (Anfangsbedingung für die weiteren Berechnungen) als auch die Flutungsphase und der Zustand nach vollständiger Flutung berechnet. Das Fernfeld-Modell liefert zum einen die Randbedingungen und Anfangsbedingungen für das Nahfeld-Modell; zum anderen kann mit ihm auch die Ausbreitung von Stoffen simuliert werden. Damit ist es auch möglich, ggf. aus dem Nahbereich austretende Stoffe des BHV in ihrem Ausbreitungsverhalten in Richtung zentralen Wasserhaltung Haus Aden 2 zu berechnen.

Die Flutung der Hohlräume erfolgt in einem deutlich kürzeren Zeitraum als die Auffüllung des Porenraums. Der Gradient der Grundwasserströmung ist in diesem Zeitraum in die BHV gerichtet. Die Zeitdauer für den gesamten Vorgang bis zur Sättigung (instationäre Phase) schätzt Herr Prof. König vorbehaltlich der weiteren Untersuchungen mit 10 bis 30 Jahren ab. Herr Prof. van Berk beschäftigt sich in seinen Untersuchungen erst ab der stationären Phase, d. h. wenn die BHV wassergesättigt ist (Folie 101 bis 108).

Herr Prof. König zeigt einen eindrucksvollen Film über die Modellsimulation der Veränderungen der Grundwasserströmungen vom Beginn des Grubenwasseranstiegs bis zur Wassersättigung der BHV.

Herr Dr. Friedrich äußert die Auffassung, dass die Hangendschichten bergbaubedingt klüftiger seien als die Liegendschichten der BHV und fragt danach, ob dieses im Modell berücksichtigt werde. Herr Prof. König bestätigt dies und verweist auf die entsprechende Parametertabelle (Folie 94 und 95).

Herr Behrens fragt danach, ob das Gefälle der Karbonschichten von Norden nach Süden berücksichtigt worden sei. Herr Prof. König erläutert, dass die geologischen Verhältnisse aus der Kohlevorratsberechnung des GD NRW (Aufbau, Schichteinfallen) digital übernommen würden und es keine bessere Datenbasis gebe.

Herr Dr. Friedrich fragt nach dem Einfluss der Grubenwasserförderung vor und nach dem Grubenwasseranstieg. Herr Behrens vermutet, dass das Grundwasser von allen Seiten auf die BHV zuströmt und vor allem der Abstand der BHV zu den nächstgelegenen Strecken/Röhren eine Rolle spielt. Er fragt, ob dies im Modell Berücksichtigung finde. Herr Prof. König bejaht dies und verweist auf die Folien von Hr. Dr. Denneborg (37 bis 43) und auf seine laufenden Arbeiten.

Herr Dr. Friedrich fragt, ob die Gesteine beim Grundwasseranstieg – nach der durch die Grubenwasserhaltung bedingten „Trockenphase“ – im Kontakt mit dem Tiefenwasser an Volumen zunehmen (quellen) würden und ob der unterschiedliche Grundwasserchemismus berücksichtigt werde. Herr Prof. König verweist auf die Untersuchungen von Herrn Prof. Rude und Herrn Prof. van Berk.

Herr Ruppel äußert seinen Eindruck, dass es im Modell überwiegend um horizontale Strömungskomponenten gehe und fragt vor dem Hintergrund bergbaubedingter Bodensenkungen an der Tagesoberfläche, inwieweit auch vertikale Strukturen und Strömungskomponenten berücksichtigt würden. Herr Prof. König bestätigt, dass auch vertikale Strukturen (Schächte, Störungen und soweit bekannt Klüfte) berücksichtigt würden. Herr Roth bemerkt dazu, dass

bergbaubedingte Unstetigkeiten an der Tagesoberfläche sich nicht zwangsweise bis in große Tiefen durchpausten.

### **Fazit zum Stand der Modellierung**

Herr Dr. Denneborg gibt ein kurzes Fazit zum Stand der derzeitigen Modellierung (Folie 107).

Herr Knitsch kündigt an, dass der AK auf das Thema zurückkommt, sobald weitere Ergebnisse vorliegen.

### **TOP 6: Stand der Bearbeitung: Mögliche bergbaubedingte Beeinflussungen im tagesnahen Bereich**

Aufgrund der fortgeschrittenen Zeit wird der Tagesordnungspunkt auf die nächste Sitzung verschoben.

### **TOP 7: Das Grubenwasserhaltungskonzept der RAG im Kontext der Begutachtung, RAG-Grubenwasserkonzept**

Herr Roth erläutert in seinem Vortrag zunächst das generelle Konzept des geplanten Grubenwasseranstiegs der RAG und geht dann anhand vieler Karten darauf ein, in welchen Bereichen der verschiedenen Bergwerke das Grubenwasser bereits angestiegen ist bzw. zukünftig ansteigen wird. Er geht weiterhin auf die Bauhöhen ein, die zum Zeitpunkt des PCB-Einsatzes abgebaut wurden.

Herr Behrens macht darauf aufmerksam, dass die Karten Bereiche mit PCB-Einsatz zeigen würden, die noch nicht geflutet seien. Er fordert, in diesen Bereichen den Grubenwasseranstieg zumindest vorläufig anzuhalten.

Herr Knitsch weist darauf hin, dass das Wirtschaftsministerium in Abstimmung mit dem Umweltministerium bereits veranlasst habe, dass bisherige Bereiche mit PCB-Einsatz bis zur Vorlage des Gutachtenergebnisses nicht geflutet werden, soweit dem nicht technische Gründe entgegen stehen. Herr Schumacher bestätigt die Aussage von Herrn Knitsch und erläutert, das MWEIMH habe die Bergbehörde gebeten, keine Zulassung von Betriebsplänen zu erteilen, die zu einem Grubenwasseranstieg in Bereiche und Niveaus führen würden, in denen PCB-/TCBT-haltige Betriebsmittel oder Abfall- und Reststoffe zur Bruchhohlraumverfüllung nach dem Prinzip des vollständigen Einschlusses eingesetzt wurden, bis Erkenntnisse aus diesem Gutachten zu möglichen Umweltauswirkungen vorliegen. Damit solle sichergestellt werden, dass das Gefährdungspotenzial nicht durch Zulassung von Maßnahmen zur Grubenwasserhaltung erhöht werde, bevor Erkenntnisse und Handlungsempfehlungen aus dem Gutachten als Basis für etwaige Maßgaben für das weitere Vorgehen vorlägen – es sei denn, eventuelle Maßnahmen seien aus zwingenden grubensicherheitlichen Gründen unbedingt erforderlich. Bei Eintritt derartiger Situationen werde die Bergbehörde dem MWEIMH vorab berichten.

Herr Knitsch informiert darüber, dass in nächster Zeit ein Gutachten beauftragt werden soll, um die technischen Möglichkeiten der Wasseraufbereitung von PCB-belastetem Grubenwasser zu erkunden.

Herr Dr. Friedrich bittet, beim nächsten AK ausführlich zu diesem Thema zu Wort zu kommen und seine Folien an das Protokoll anzuhängen. Er verweist darauf, dass die Grubenwassereinleitung auch das Thema Chloridfracht betreffe. Herr Knitsch verweist darauf, dass die Chloridfracht nicht Thema der Begutachtung sei und in einem anderen Kreis diskutiert werden solle.

Frau Baitinger weist darauf hin, dass durch die Schwermetall- und PCB-Belastungen auch die Belange des Bodenschutzgesetzes tangiert würden. Herr Knitsch schlägt vor, das Thema angesichts der fortgeschrittenen Zeit auf die nächste Sitzung zu vertagen.

## **TOP 8: Sonstiges / Ausblick**

Herr Knitsch kündigt an, dass die nächste Sitzung mit dem Thema PCB, insbesondere mit der Frage von Herrn Behrens zu den noch nicht gefluteten PCB-Bereichen beginnen werde und bittet die RAG bzw. die Gutachter um eine kurze Darstellung, um diesen Punkt zu Ende diskutieren zu können.

Herr Knitsch kündigt die nächste Sitzung des AK für den 24. Mai 2016 an, dieses Mal schon um 9:00 Uhr. Mögliche Tagesordnungspunkte könnten sein: Ergebnisse der untertägigen PCB-Untersuchungen, die Ergebnisse des Gesprächs mit Herrn Prof. Carls, die abschließende Darstellung des Gefährdungspotenzials, weitere Ergebnisse zum Freisetzungs- und Ausbreitungspotenzial sowie erste Gedanken zum Monitoring.

Herr Knitsch bedankt sich bei den Teilnehmenden für ihr Interesse und die rege Diskussion und schließt die Sitzung gegen 15:15 Uhr.

Entwurf: Dr. Meiners / Dr. Denneborg

Aufgestellt: Dr. Vietoris

Anlage 1: Teilnehmerliste

Anlage 2: Präsentation der Gutachter