

Kurz-Stellungnahme zur Unterlage

DMT GmbH&Co.KG/TÜV NORD SysTec GmbH&Co.KG

K-UTECH AG Salt Technologies

Thyssen Schachtbau GmbH

„Konzept- und Genehmigungsplanung für einen weiteren Schacht - Ist-Analyse - Schachtansatzpunkt -“

Arbeitsgruppe Optionenvergleich

Projektträger Karlsruhe – Wassertechnologie und Entsorgung (PTKA-WTE)

Bühler, M.; Pitterich, H.; Stumpf, S.

Sachverständige der Begleitgruppe Asse-II des Landkreises Wolfenbüttel

Bertram, R.

Kreusch, J.

Krupp, R.

Neumann, W.

Stand: 10.10.2011

0 Veranlassung und Vorgehensweise

0.1 Veranlassung

Am 06.07.2011 machte das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) die Unterlage „Konzept- und Genehmigungsplanung für einen weiteren Schacht – Ist-Analyse Schachtansatzpunkt“ (DMT (2011) mit Erstellungsdatum vom 20.04.2011 auf der Internet-Seite www-endlager-asse.de verfügbar. Die AGO beschloss auf ihrer Sitzung 06/2011 am 09. und 10.08.2011 die Erarbeitung einer kurzen Stellungnahme zu dieser Unterlage.

0.2 Vorgehensweise

Die Kapitel der Unterlage sind jeweils in einer Sachverhaltsdarstellung inhaltlich zusammengefasst. Da es sich um eine Kurz-Stellungnahme handelt, kommentiert die AGO in der an die Sachverhaltsdarstellung anschließenden Bewertung im Wesentlichen lediglich die kritischen Punkte des jeweiligen Kapitels.

Zur Vorbereitung der schriftlichen Ausarbeitung einer Stellungnahme wurden themenbezogene Schwerpunkte einzelnen AGO Mitglieder zugeordnet:

- a) Geologie (Herr Dr. Krupp)
- b) Methodik, Auswahlverfahren (Herr Kreusch)

Auf der Grundlage genannter Zuarbeiten wurde vom PTKA-WTE ein erster Entwurf einer Stellungnahme erstellt, der auf der Sitzung 07/2011 der AGO diskutiert und danach im E-Mail-Umlaufverfahren inhaltlich abgestimmt wurde. Die Endfassung der Stellungnahme wurde auf der Sitzung 08/2011 der AGO beschlossen.

Im Laufe der Diskussion der AGO wurden von der Begleitgruppe Asse-II die Fragestellung der Nutzung der Schächte 2 und 5 sowie die Anregung des LBEG, den Schachtansatzpunkt außerhalb des FFH-Schutzgebiets zu legen, aufgenommen. Zu diesen Themen äußert sich die AGO gesondert.

0.3 Von der AGO berücksichtigte Unterlagen und Informationen

Die vorliegende Stellungnahme der AGO bezieht sich ausschließlich auf die Unterlage DMT (2011). Bei der Erarbeitung der Stellungnahme fanden neben den Zuarbeiten von Herrn Dr. Krupp und Herrn Kreusch die Ergebnisse der Diskussion der AGO-Sitzung 07/2011 Berücksichtigung.

1 Zielsetzung

Sachverhaltsdarstellung

Ziel des Gutachtens DMT (2011) ist es, einen Ansatzpunkt für einen weiteren Tagesschacht (Schacht 5) zu ermitteln. An der ausgewählten Lokation soll zuerst eine Schachtvorbohrung abgeteuft werden, um die Eignung des gewählten Schachtstandortes zu belegen.

Um dieses Ziel zu erreichen, sind nach DMT (2011) drei Arbeitsschritte notwendig:

Erster Bearbeitungsschritt:

Identifizierung der Bereiche, in denen kein Schacht abgeteuft werden kann. Diese Bereiche umfassen u.a. Sicherheitspfeiler zu hydrologischen Gefahrenquellen aus dem Deckgebirge und Sicherheitsabstände zu bestehenden Abbauen und Streckensystemen.

Zweiter Bearbeitungsschritt:

Hier werden die Bereiche ausgeschlossen, in denen aus unterschiedlichen Gründen Unsicherheiten oder erhöhte Risiken bestimmt wurden.

Beide Arbeitsschritte arbeiten mit Ausschlusskriterien. Als Ergebnis der Arbeitsschritte werden zwei potentielle Flächen ausgewiesen, auf denen die Schachtvorbohrung möglich ist. Es handelt sich um Fläche A im NW des Betriebsgeländes und um Fläche B im SE des Betriebsgeländes.

Dritter Arbeitsschritt:

Hier wird eine vergleichende Bewertung der Flächen A und B auf Grundlage verschiedener Vergleichskriterien und eines Bewertungssystems vorgenommen.

Als Ergebnis des dritten Arbeitsschrittes wird die Fläche B mit „gut“ bewertet, und die Fläche A mit „befriedigend“. Auf Fläche B soll deshalb die Schachtvorbohrung vorgenommen werden.

An Schacht 5 werden folgende Anforderungen gestellt:

- Förderschacht für die auszulagernden radioaktiven Abfälle
- Ausziehender Wetterschacht
- Förderkapazität von 20 t pro Förderspiel
- Gewährleistung einer späteren langzeitsicheren Verwahrung

Das gesamte Projekt „Erstellen von Schacht 5“ wird in folgende Arbeitspakete untergliedert.

- AP1: Grundlagenermittlung / Vorlaufende Arbeiten
- AP2: Sicherheits- und Nachweiskonzept
- AP3: Variantenvergleiche
- AP4: Nachweisführung
- AP5: Konzeptplanung / Genehmigungsplanung / Systembeschreibung
- AP6: Kostenschätzung

Bewertung durch die AGO

Die formulierten Anforderungen an Schacht 5 sind nachvollziehbar. Die weitere Vorgehensweise zur Ermittlung möglicher Bereiche für einen Schachtansatzpunkt unter Anwendung geeigneter Kriterien ist grundsätzlich logisch und zielführend. Die Bestimmung eines geeigneten Standortes für einen Schachtansatzpunkt über den Vergleich verbleibender Flächen ist notwendig. Allerdings ist die Anwendung des von DMT (2011) benutzten Bewertungsverfahrens kritisch zu sehen. Ein verbal-argumentativer Vergleich unter Verzicht auf Rechenoperationen wird von der AGO zur Lösung der Fragestellung als sinnvoller erachtet. Die Diskussion dieses Kritikpunktes erfolgt in Kapitel 5 dieser Stellungnahme.

2 Ist-Analyse Schachtanlage Asse II

Sachverhaltsdarstellung

Die Beschreibung der übertägigen Situation ist gegliedert in:

- Geographische Lage
- Eigentumsverhältnisse
- Infrastruktur
- Schutzgebiete

Die geologisch-geotechnische Situation wird getrennt nach Geologie, Hydrogeologie und Geotechnik beschrieben.

Die Beschreibung der Geologie stützt sich im Wesentlichen auf Auswertung vorhandener Literatur wie z. B. SCHWANDT (2008), ERCOSPLAN (2004), COLENCO (2005) und COLENCO (2006).

Zur hydrogeologischen Charakterisierung wird neben den o. g. Unterlagen auch auf die Literaturstelle „Klarr & Konrad 1981“ verwiesen (gemeint ist wahrscheinlich KLARR (1981)).

Die Beschreibung der Geotechnik stützt sich weitestgehend auf die Literaturstellen IFG (2006), BGR (2009) sowie STOCKMANN (2003).

Im Rahmen der Beschreibung der betrieblichen / bergbaulichen Situation wird auf die folgenden Punkte eingegangen:

- Vorhandene Grubenbaue
- Einlagerungskammern
- Wettertechnik
- Infrastruktur unter Tage

Die Beschreibung der geologischen Situation in DMT (2011) stützt sich hauptsächlich auf die bisher erfolgten Oberflächenkartierungen, die Tiefbohrungen Remlingen 1 bis 9, die reflexionsseismischen Profilmessungen, sowie die geologische Aufnahme der Untertageaufschlüsse inklusive Untertage-Bohrungen der Schachtanlage Asse II, die als Grubenrisswerk (BFS (2009)) vorliegen. Die Geologie des Asse-Sattels ist mit fortschreitenden Erkenntnissen erneut bearbeitet worden, zuletzt durch ERCOSPLAN (2004) und SCHWANDT (2008).

Der Asse-Sattel (Asse-Heeseberg-Struktur) ist durch das Eindringen von Zechsteinsalzen in eine NW-SE (herzynisch) streichende Störungszone entstanden. Während an der steil aufergerichteten NE-Flanke die stratigraphische Abfolge erhalten blieb, drang das Salz an der SW-Flanke keilförmig entlang der Basis des Rötosalinars (Oberer Buntsandstein) ein. Dadurch hat der Salzkern im Assesattel eine langgestreckte Ausdehnung und nach oben einen spitz zulaufenden Querschnitt. Die Breite der Salinarstruktur beträgt daher am Salzspiegel nur etwa 150 Meter, nimmt mit der Tiefe aber rasch zu. Oberhalb des Salzspiegels befindet sich ein 12 bis 17 m mächtiges Hutgestein und darüber stark zerbrochenes Einsturzgebirge.

Der Innenbau der Salinarstruktur ist durch eine Sattel-Mulde-Sattel-Struktur der Staßfurt- und der Leine-Salze geprägt. Das Staßfurt-Salinar wird im Wesentlichen aus dem „älteren Steinsalz“ und dem carnallitischen Staßfurt-Kaliflöz gebildet. Der im Allgemeinen lösungsführende T3/A3-Komplex (Grauer Salzton / Hauptanhydrit) an der Basis der Leinefolge ist in der Schachtanlage Asse II bis auf lokal nachgewiesene geringe Reste tektonisch unterdrückt. Das Leine-Salinar besteht aus einer Abfolge verschiedener Steinsalz-Schichten, wovon das sogenannte „Speisesalz“ intensiv abgebaut wurde. Das Anhydritmittelsalz enthält mehrere Anhydritbänke von 1 bis 3 m Mächtigkeit, die Lösungen führen und für die eine hydraulische Verbindung zum grundwasserführenden Deckgebirge nicht ausgeschlossen werden kann.

Der Asse-Sattel wird von einer größeren Anzahl Störungen durchsetzt. Es besteht ein System von Querstörungen und von streichenden Längsstörungen, die zum Sattelkern hin einfallen. Daneben sind Diagonalstörungen bekannt, von denen die ungefähr E-W verlaufende Diagonalstörung von Großvahlberg und die N-S verlaufende Ammerbeek-Störung besondere

Bedeutung haben. Nördlich der Diagonalstörung von Großvahlberg wird eine abrupte Verbreiterung des Asse-Sattels beobachtet.

Die Beschreibung der Hydrogeologie des Asse-Höhenzuges in DMT (2011) stützt sich hauptsächlich auf die umfangreichen Recherchen von COLENCO (2006). Demnach handelt es sich bei dem Neben- und Deckgebirge um eine abwechselnde Folge von Grundwasserleitern und Grundwassergeringleitern, wobei sich die Gegebenheiten an der Nordflanke (konkordanter Salzkontakt mit ungestörter stratigraphischer Abfolge) von denen an der Südflanke (etwa schichtparalleler Störungskontakt zwischen Zechstein-Salz und Röt-Anhydrit) unterscheiden.

Die wichtigsten Grundwasserleiter sind demnach:

- die Rogensteinbänke im Hangenden des Unteren Buntsandsteins,
- der Untere und Obere Muschelkalk,
- die Residualbildungen des Mittleren Muschelkalks und des Röt-Anhydrits.

Bei den Aquifergesteinen handelt es sich um überwiegende Kluft-Grundwasserleiter mit variablen Durchlässigkeiten, teilweise auch mit Verkarstungen. Oberhalb des Salzspiegels wurden innerhalb der Hutbildungen lokal Subrosionsgerinne festgestellt.

Die oberflächennahen Grundwasserströmungen sind aufgrund der besonderen geologischen Struktur des Asse-Sattels komplex. So werden durch die steil aufgerichteten Wechselfolgen aus Aquiferen und Aquitarden generell Strömungsrichtungen im Streichen des Asse-Sattels erzwungen, allerdings bei mäßigem hydraulischem Gefälle. Andererseits existieren zahlreiche Querstörungen und Querklüfte, die lokal eine Grundwasserströmung entsprechend dem topographischen Gefälle quer zum Asse-Sattel ermöglichen. Im verstürzten Gebirge oberhalb des Salzspiegels muss mit hohen Wasserwegsamkeiten gerechnet werden.

Innerhalb des Salinars sind besonders die Anhydritbänke der Leineserie als potentiell wasserführend anzusehen, was hinsichtlich des Schachtabteufens und des Schachtausbaus von Bedeutung ist, jedoch kein unüberwindliches Hindernis darstellt.

Im Abschnitt 2.2.3 „Geotechnik“ von DMT (2011) wird der geomechanische Zustand der Schachthanlage Asse II wie folgt charakterisiert:

- Anhaltende Verformungen des Tragsystems führten zu Schädigungen und dilatantem Materialverhalten in der Steinsalzbarriere zwischen dem Grubengebäude und dem Deckgebirge der Asse-Südflanke und somit zur lokalen Verletzung der Barriereintegrität mit der Folge eines kontinuierlichen Lösungszutritts.
- Auf den versetzten Sohlen wird eine Verlangsamung der Pfeilerstauchungen festgestellt, die auf die stabilisierende Versatzwirkung in der Südflanke bzw. die Maßnahmen der Firstspaltverfüllung zurückgeführt wird.
- Der Spannungszustand im Deckgebirge und Grubengebäude wird so interpretiert, dass ein Großteil der Tragelemente (Pfeiler und Schweben) das Tragfähigkeitsmaximum überschritten haben. In Folge werden die angreifenden Lasten über den Pfeilern von Süd nach Nord durch Pfeilerdeformationen abgebaut.
- Aus den abgelaufenen Gebirgsdeformationen sind Überzugswirkungen auf das direkte Deckgebirge oberhalb des Salinartops sowie die näheren Randbereiche im Nordwesten und Südosten abzuleiten. Diese Deformationsprozesse führten bisher zu keinen signifikanten Beeinflussungen der Tagesschächte bzw. der Infrastrukturstrecken im Sattelnern.

Bewertung durch die AGO

Allgemeines

Die AGO stellt fest, dass in der Unterlage DMT (2011) die Beschreibung von Geologie, Hydrogeologie und Geotechnik sich größtenteils auf Unterlagen bezieht, die auf den ehemaligen Betreiber der Schachthanlage Asse II – das HMGU - zurückgehen. Unklar bleibt, ob sich das BFS den Inhalten dieser Berichte fachlich anschließt.

Geologie

Die Erkundungsdichte und damit die Qualität und Zuverlässigkeit der geologischen Informationen im Umfeld der Schachtanlage Asse II sind sehr variabel und zu einem unterschiedlichen Grad auf Interpretationen beruhend.

Der bevorzugte Ansatzpunkt für Schacht 5 (Variante B) liegt knapp südlich der Ausbiss-Linie der bedeutenden Diagonalstörung von Großvahlberg und knapp östlich der Ammerbeek-Störung. Bei der Großvahlberger Störung handelt es sich nach ERCOSPLAN (2004) um eine Auf- bzw. Überschiebung, jedoch mit ungewissem Einfallen. Im Fall eines Süd- bis Südwest-Einfallens würde der Schacht 5 daher mit großer Wahrscheinlichkeit durch diese Störung hindurch geteuft werden. Ebenso würden möglicherweise beide Anschlussstrecken diese Störung queren.

Die Großvahlberger Störung müsste auch in den Tiefbohrungen Remlingen 9 und evtl. Remlingen 8 angetroffen worden sein, ist aber in den entsprechenden Bohrprofilen im geologischen Risswerk der Schachtanlage Asse II (BFS (2009)) nicht dargestellt. Auch im Schnitt 5 und ebenso in den Schnitten 22, 25 und 28 in BFS (2009) fehlt eine Darstellung der Großvahlberger Diagonal-Störung. Es sollte daher dringend geklärt werden, ob die Grubenrisse unvollständig bzw. revisionsbedürftig sind und wie die Lage der Großvahlberger Störung tatsächlich verlaufen könnte.

Die Schachtvorbohrung am Standort B kann unabhängig von der Klärung dieser Fragen bereits vorgenommen werden, bzw. bei deren Klärung helfen. Auch bei den Vorbohrungen für die horizontalen Anschlussstrecken muss (je nach Tiefenlage) mit dem Antreffen dieser ggf. wasserführenden Störung gerechnet werden. Im ungünstigsten Fall könnte sie den Standort B für den neuen Schacht 5 in Frage stellen.

Hydrogeologie

Die hydrogeologische Beschreibung entspricht dem gegenwärtigen Kenntnisstand. Allerdings fehlt eine Berücksichtigung des Grauen Salztons und des Hauptanhydrits (T3/A3) bei der Beurteilung der hydrogeologischen Risiken beim Abteufen eines neuen Schachtes. Zwar sind im Bereich des Asse-II-Grubengebäudes nur isolierte Relikte der ansonsten tektonisch unterdrückten Sequenz angetroffen worden. Gleichwohl wird im Bereich der neuen Schachtansatzpunkte, insbesondere bei Variante B, geologisches Neuland betreten, und man kann nicht ohne weiteres davon ausgehen, dass dort Hauptanhydrit und Salzton ebenfalls fehlen.

Geotechnik

Zutreffender als der Begriff „Geotechnik“ (im Sinne von Anwendung bautechnischer Verfahren im Gebirge) erscheint im vorliegenden Kontext der Begriff „Geomechanik“ (im Sinne von mechanischer Reaktion der Tragelemente des Grubengebäudes auf die einwirkende Belastung).

Die geomechanische Zustandsbeschreibung erscheint der AGO weitestgehend nachvollziehbar und plausibel. Auf Basis der aktuellen Ergebnisse der laufenden Gebirgsbeobachtung, die während der Erstellung von DMT (2011) bereits für das Jahr 2010 vorlagen, weist die AGO jedoch darauf hin, dass aus der ablaufenden Spannungsumlagerung im Grubengebäude Indizien auf erhöhte Beanspruchung der Baufeldränder sowie auf beginnende Beeinträchtigung der Gebrauchstauglichkeit von dort befindlichen Infrastrukturräumen vorliegen.

3 Anforderungen an den Schachtansatzpunkt / Auswahlkriterien zur Festlegung des Schachtansatzpunktes

Sachverhaltsdarstellung

Die Beschreibung des Anforderungskataloges und der Auswahlkriterien gliedert sich in folgende Themenpunkte:

1. Übertägige Situation (Topografie, Eigentumsverhältnisse, Infrastruktur für das Schacht-
abteufen, Umweltschutz)
2. Geologisch-geotechnische Situation (Geologie, Hydrogeologie, Geotechnik)
3. Betriebliche / bergbauliche Situation (vorhandene Grubenbaue, Einlagerungskammern,
Wettertechnik, Infrastruktur unter Tage)
4. Strahlenschutz

Zu 1. Übertägige Situation:

Als vorteilhaft für einen Schachtansatzpunkt wird ein ebenes und gut zugängliches Gelände auf gewachsenem Boden oder Fels gesehen. Tallagen können von Vorteil (Schachtteufe) aber auch von Nachteil (Oberflächenwasser, Hangrutschung) sein. Bevorzugt werden weiterhin wenig bebaute bzw. unbebaute Gebiete, die sich im Besitz der Öffentlichen Hand befinden. Die Bewertung der generellen Infrastruktur beinhaltet das Vorhandensein von Straßen- und Schienennetzen sowie die Versorgung mit Elektrizität, Wasser etc.. Bei der Auswahl des Bauplatzes werden spätere Erweiterungen und der vorgesehene Nutzungszweck des Schachtes sowie die Anbindung des Schachtansatzpunktes an ein Zwischenlager berücksichtigt. Die Infrastruktur der Baustelle wird in Abhängigkeit des Genehmigungsverfahrens geplant (Atomrecht, Bergrecht). Das Teufen und die Nutzung des Schachtes und das geplante Zwischenlager sollte Bevölkerung und Umwelt so wenig wie möglich belasten.

Zu 2. Geologisch-geotechnische Situation:

Die geologischen Randbedingungen bestimmen das Teufverfahren und den endgültigen Ausbau des Schachtes. Da die langzeitsichere Abdichtung der Schachtröhre angestrebt wird, wird als wichtiges Bewertungskriterium der Barrierehorizont angeführt. Steinsalzhorizonte werden allgemein als standfest und verwitterungsunempfindlich angesehen, während Carnallit aufgrund seiner leichten Lösbarkeit als ungeeignetes Barrieregestein eingestuft wird. In DMT (2011) wird die Notwendigkeit einer ausreichenden Barriermächtigkeit im oberen Salinar von mindestens 60 m Steinsalz betont, um entsprechend dem Notfallplan eine langzeitsichere Abdichtung zu ermöglichen. Die Deckgebirgsmächtigkeit wird als weiteres Kriterium herangezogen, da der wasserdichte Schachtausbau im Deckgebirge aus hydrogeologischer Sicht aufwändiger ist als ein Ausbau im Salinar. Anhaltende übermäßige Gebirgsbewegungen bzw. Spannungsumlagerungen gelten unter Umständen als Ausschlusskriterium.

Zu 3. Betriebliche / bergbauliche Situation:

Sicherheitspfeiler sind ausreichend zu dimensionieren. Ein weiteres Bewertungskriterium ist die Anschlussfähigkeit des Schachtes an die Einlagerungskammern. Aus wettertechnischer Sicht bestehen keine signifikanten Anforderungen an die geographische Lage des Schachtansatzpunktes. Die Verbindungswege zwischen Schacht und Grubengebäude sollten möglichst kurz sein.

Zu 4. Strahlenschutz:

Radiologische Bewertungskriterien werden unter den Gesichtspunkten Sicherheit und Umwelt sowie Realisierbarkeit und Aufwand betrachtet und gelten über wie auch unter Tage.

Sicherheit und Umwelt: Die Kriterien über Tage sind die geographische Lage, die meteorologischen Ausbreitungsverhältnisse und die Transportbedingungen zum Zwischenlager. Als Kriterium für unter Tage werden die dortigen Transportbedingungen herangezogen. Die vier Kriterien sind jeweils mit Parametern belegt, zu denen teilweise Ausführungen zu ihrer Motivation gemacht werden.

Realisierbarkeit/Aufwand: Hier wird das Kriterium Notwendigkeit der Querung öffentlichen Gebietes beim Transport der Abfälle zum Zwischenlager herangezogen.

Bewertung durch die AGO

Geologie

Ein dichter Schachtverschluss kann nach Absaufen des Endlagers Asse II die langfristige Freisetzung von in der Grube befindlichen Radionukliden nicht verhindern. Wie die AGO in AGO (2010) bereits festgestellt hat, würde die Grubenlösung durch Konvergenz und Gasbildung unter Druck geraten und über Leckagestellen (bzw. Zuflussstellen) an der Südflanke ins Nebengebirge und die Biosphäre verdrängt werden. Um dies zu verhindern, sollte auch ein Schachtverschluss mit einem Standrohr zur Abförderung von Gasen und Überschusslösung geprüft werden.

Da ein vorzeitiges Ersaufen der Asse nicht ausgeschlossen werden kann, sollten neue Tagesbohrungen in Grubennähe oder Bohrungen ins Nebengebirge, welche die geologische Barriere schädigen und über welche kontaminierte Grubenlösungen austreten könnten, nur aus zwingenden Gründen und mit Bedacht geplant und vorgenommen werden.

Hydrogeologie

Die Ausführungen zur Hydrogeologie sind plausibel, jedoch werden auch an dieser Stelle der Komplex Grauer Salzton/Hauptanhydrit, ggf. auch der Rote Salzton mit Pegmatitanhydrit, als potentiell lösungsführende Einschaltungen nicht weiter betrachtet.

Strahlenschutz

Die zum Strahlenschutz über Tage festgelegten Kriterien geographische Lage und meteorologische Ausbreitungsverhältnisse und die dazu herangezogenen Parameter sind zwar nachvollziehbar, ihre Bedeutung ist jedoch teilweise von der Betriebsflächengröße und der Höhe des Emissionspunktes abhängig. Hierzu enthält DMT (2011) jedoch keine Angaben.

Für das Kriterium Transportbedingungen zum Zwischenlager werden in DMT (2011) für den Fall einer räumlichen Verbindung zwischen Schachthalle und Zwischenlager Vorteile genannt, die teilweise - z. B. bezüglich Kontrollbereich und Dosiserfassung des Personals - nicht nachvollziehbar sind.

Die Heranziehung der Kriterien Transportbedingungen unter Tage (einschließlich Parameter) im Bereich „Sicherheit und Umwelt“ und Querung öffentlichen Geländes im Bereich „Realisierbarkeit/Aufwand“ sind nachvollziehbar und plausibel.

4 Ermittlung geeigneter Bereiche für einen potentiellen Schachtansatzpunkt

Sachverhaltsdarstellung

Die Erweiterung bzw. die Ertüchtigung des Schachtes 2 ist nicht zielführend, da alle untertägigen Arbeiten für die Dauer der Erweiterung und Ertüchtigung ausgesetzt werden müssten. Darüber hinaus ist die für den Ausbau benötigte Fläche nicht vorhanden.

Im Grubengebäude sind folgende Bereiche als hydrologische Sicherheitspfeiler ausgewiesen:

- Sicherheitspfeiler zur abgesoffenen Schachanlage Asse I im Nordwesten des Grubengebäudes
- Sicherheitspfeiler um die Tiefbohrungen Remlingen 1 bis 9
- Sicherheitspfeiler der bestehenden Tagesschächte Asse 2 und Asse 4
- Bohrlochsicherheitspfeiler um das Horizontalbohrloch 23/700 auf der 700-m-Sohle
- Sicherheitspfeiler mit einem Radius von 150 m zwischen ca. 240 mT und 540 mT um das lösungsführend angetroffene Anhydritmittel 4
- Sicherheitspfeiler von 75 m zum Röt-Anhydrit des südlichen Deckgebirges

Daneben sind weitere Sicherheitsbereiche festgelegt, in denen vor der Herstellung von Aufahrungen eine Detailerkundung vorgeschrieben ist. Für Bereiche außerhalb des bestehenden Grubengebäudes wird in DMT (2011) empfohlen, einen Sicherheitspfeiler von 75 m gegenüber dem Röt-Anhydrit und dem Anhydritmittel 4 einzuhalten.

Die für einen neuen Schacht potentiell geeigneten Gebirgsbereiche (Flächen A und B) wurden nach den verschiedenen Ausschlussgründen schrittweise eingegrenzt. Die Fläche A befindet sich oberhalb des Grubengebäudes nordwestlich der bestehenden Tagesschächte der Schachanlage, während die Fläche B im Südosten außerhalb des bestehenden Grubengebäudes liegt. Die Flächen wurden unter der Annahme von Füllörtern in verschiedenen Sohlenniveaus ermittelt. In den Anlagen 9 bis 11 von DMT (2011) sind die aus geologisch-geotechnischer Sicht potenziell möglichen Ansatz-Flächen dargestellt. Diese Flächen sind besonders durch die vorgesehenen Anschlüsse auf der 511-m-Sohle (Fläche A) bzw. der 595-m-Sohle (Fläche B) stark eingegrenzt. Die Einschränkungen für einen Anschluss auf der 700-m-Sohle sind demgegenüber weniger stringent.

Es werden Zonen definiert, denen ein erheblicher Mehraufwand bzw. ein erhöhtes Risiko beim Teufen und bei Anschluss und Betrieb eines Schachtes zugeordnet wird. Diese sind:

- Zonen außerhalb des explorierten Bereiches
- Zonen mit stark wasserführenden Schichten (z.B. Rogenstein)
- Zonen, die gebirgsmechanisch stark beansprucht werden (z.B. Südflanke)

Die Auswahl geeigneter Flächen für einen potentiellen Schachtansatzpunkt erfolgt nach dem Ausschlussprinzip unter Anwendung festgelegter Ausschlusskriterien (bestehende Sicherheitspfeiler, gültige Richtlinien und Vorschriften, sicherheitsrelevante Randbedingungen). Aus geologisch-geotechnischer Sicht verbleiben zwei potentielle Flächen (A und B). Die Größe der ausgewählten Flächen wird begrenzt durch die Anschlussfähigkeit des Schachtes an das Grubengebäude auf einer unteren Sohle für LAW (700-m-Sohle) und einer oberen Sohle für MAW (595-m-Sohle). In den Anlagen 12 und 13 von DMT (2011) werden die Flächen A und B auf die geologischen Sohlenrisse der beiden Anschluss-Niveaus projiziert.

Bewertung durch die AGO

Die gewählte Vorgehensweise zum Ausschluss ungeeigneter Flächen mit dem Ziel der Findung möglicher Schachtansatzpunkte ist grundsätzlich logisch und zielführend, wobei Defizite (Großvahlberger Störung, Hauptanhydrit, Roter Salzton) noch zu beheben wären.

Die Darstellung der einzuhaltenden Sicherheitspfeiler ist nachvollziehbar und plausibel, jedoch fehlt die Berücksichtigung von Aussagen zu dem Grauen Salzton / Hauptanhydrit und dem Roten Salzton / Pegmatitanhydrit.

5 Bewertung verschiedener potentieller Flächen

Sachverhaltsdarstellung

Die Bewertung der nach dem Ausschlussverfahren ermittelten potentiellen Flächen erfolgt nach einem an die Nutzwertanalyse angelehnten Bewertungsschema. In diesem Schema werden zwei übergeordnete Gesichtspunkte definiert:

- Sicherheit und Umwelt
- Realisierbarkeit und Aufwand

Die Gesichtspunkte werden durch verschiedene Einflussgrößen beschrieben:

- Strahlenschutz
- Langzeitsicherheit
- Schutzgebiete
- Lärm
- Topographie
- Besitzrechte
- Infrastruktur
- Platzverhältnisse
- Aufschlussdichte
- Ausbildung und Eigenschaften des Deckgebirges / Salinars
- Gebirgsmechanischer Zustand
- Anbindung an das Grubengebäude
- Wassertechnik

Da die Einflussgrößen unterschiedliche Bedeutung besitzen, werden sie gewichtet. Dazu wird jeder Einflussgröße eine **Kennzahl** zugeordnet. Diese liegen zwischen 1 und 5 (1 = sehr geringer Einfluss bis 5 = hoher Einfluss der Einflussgröße).

Weiterhin werden den Einflussgrößen **Bewertungsfaktoren** zugeordnet. Mit ihrer Hilfe wird der Erfüllungsgrad der Anforderungen und Randbedingungen bezüglich der jeweiligen Einflussgröße belegt. Die Bewertungsfaktoren liegen zwischen 1 und 5 (1 = sehr gut bis 5 = mangelhaft).

Anschließend wird für jede Einflussgröße durch Multiplikation ihrer Kennzahl mit ihrem Bewertungsfaktor die gewichtete Bewertung bestimmt. Die Ergebnisse werden für jede der beiden Flächen zusammengefasst und für jeden der beiden Gesichtspunkte „Sicherheit und Umwelt“ sowie „Realisierbarkeit und Aufwand“ in Anlage 15 und 16 in DMT (2011) in Form von „Ergebnispunkten“ dargestellt.

Abschließend werden die Ergebnisse der Anlagen 15 und 16 (DMT (2011)) in eine prozentuale Gesamtbewertungstabelle umgewandelt, die aus fünf Eignungsstufen besteht (Eignung 0 bis 15% = mangelhaft bis Eignung 90 bis 100% = sehr gut). Daraus ergibt sich folgendes Gesamtergebnis: Die Fläche A kommt auf 61,2 % („befriedigend“), und die Fläche B kommt auf 76,1 % („gut“). Auf Basis der vergleichenden Bewertung wird die Fläche B als Ansatzpunkt einer Vorbohrung vorgeschlagen.

Bewertung durch die AGO

Bewertungssystem

Die in DMT (2011) benutzte Bewertungsmethode entspricht im Kern einer Nutzwertanalyse. Diese ist wegen ihres formal einfachen Ablaufs sehr beliebt, besitzt aber gravierende und seit langer Zeit bekannte Mängel (z. B. STOLPE & VOIGT (1996), STRASSERT (1995), KÖHL (1994)). Wesentliche Mängel sind:

- Es gibt viele Möglichkeiten, in die Bewertung bewusst oder unbewusst einzugreifen (über subjektiv festlegbare Gewichtungsfaktoren (hier: Kennzahlen), Erfüllungsfunktionen der Einflussgrößen (hier: Bewertungsfaktoren) u. ä.,

- die Fiktion eines gemeinsamen „Nutzwertes“ (hier: Gesamtbewertung in Prozent) über alle Einflussgrößen, um für jede Variante (hier: Fläche A bzw. B) den zugehörigen Nutzwert (hier: je Fläche A bzw. B erreichter Prozentanteil) zu ermitteln,
- die unzulässige Kompensation von Vor- und Nachteilen der zu vergleichenden entscheidungsrelevanten Einflussgrößen (z. B. Vorteil Einflussgröße X kompensiert Nachteil bei Einflussgröße Y mittels Rechenoperationen, obwohl beide Einflussgrößen keinen sachlichen Zusammenhang aufweisen),
- die Vermischung bzw. Verrechnung verschiedenen Skalentypen: Vor allem ordinale (qualitative) Skalen werden häufig mit kardinalen (quantitativen) Skalen miteinander verrechnet (hier: Multiplikation, Mittelwertbildung); bei ordinaler Skalierung sind aber selbst elementare Rechenoperationen wie z. B. Addition oder Division nicht zulässig.

Insbesondere im kompensatorischen Ansatz und der „Verrechenbarkeit“ von Einzelbewertungen liegen – neben ihrer einfachen Anwendung - die vermeintlich großen Vorteile der Nutzwertanalyse, und daraus resultiert auch ihre Beliebtheit. Dieser kompensatorische Ansatz darf jedoch nur dann angewandt werden, wenn die Verrechenbarkeit der Einflussgrößen nachweislich sachgerecht ist – was in der Regel aber nicht der Fall ist. Letzteres gilt auch für den in DMT (2011) betrachteten Anwendungsfall.

Beispielhaft für den fehlerhaften Umgang sind die Anlagen 15 und 16 in DMT (2011). Hier werden gewichtete Bewertungen sowohl der einzelnen Einflussgrößen als auch über alle Einflussgrößen mit einer Genauigkeit auf eine Nachkommastelle errechnet, obwohl es sich bei fast allen Einflussgrößen um qualitative Größen handelt, die bestenfalls einer ordinalen Skala zuzuordnen sind und deshalb eindeutig keine Rechenoperationen wie Addition, Multiplikation oder Division erlauben.

Durch die exakt errechneten Zahlen wird der Eindruck erweckt, die Inhalte sämtlicher Einflussgrößen seien zu einer einzigen Zahl zusammengefasst, die dann das objektive Ergebnis des Vergleichs darstelle. Die möglicherweise dahinter stehende Vorstellung ist falsch, weil durch diese Vorgehensweise elementaren Regeln der vergleichenden Bewertung (richtiges Skalenniveau, nur für das jeweilige Skalenniveau gültige Operationen u. ä.) verletzt werden. Entsprechende Rechenoperationen besitzen keine Aussagekraft.

Gleiches gilt für die Gesamtbewertung der beiden Flächen (Abb. 21 und 22 in DMT 2011). Hier wird durch nochmalige Aggregation bereits zusammengefasster Werte ein Gesamtergebnis ermittelt, das für Fläche A mit 67,2% als „befriedigend“ und für Fläche B mit 76,1% als „gut“ gewertet wird (Bezugsgröße sind 100% bei einem bestmöglichen Standort). Die Erzeugung solcher Prozentzahlen durch Rechenoperationen und ihre Bewertung mittels frei festlegbarer Begriffe wie „befriedigend“ oder „gut“ führt zu keiner Verbesserung der Aussage- und Bewertungsqualität. Vielmehr handelt es sich um eine selbstreduzierende „Bewertungsschleife“, bei der als Ergebnis bestenfalls das herauskommt, was in früheren Arbeitsschritten in die Methodik hineingegeben wurde. Ein Erkenntnisgewinn ist dadurch nicht zu erreichen.

Bei der formalen Beurteilung des in DMT (2011) benutzten Bewertungsverfahrens sind auch die benutzten Einflussgrößen zu betrachten. Dabei zeigt sich im Großen und Ganzen, dass die angelegten Einflussgrößen und ihre Zuordnung zu den beiden übergeordneten Gesichtspunkten „Sicherheit und Umwelt“ und „Realisierbarkeit und Aufwand“ nachvollziehbar sind. Allerdings stellt sich die Frage, ob nicht eine Konzentration auf die wesentlichen Einflussgrößen (v. a. Strahlenschutz, Langzeitsicherheit, Ausbildung des Deckgebirges und des Salzstruktur) zu einer besseren inhaltlichen Behandlung der entsprechenden Sachverhalte bei der vergleichenden Bewertung der beiden Flächen A und B geführt hätte. Dadurch wäre eine vertiefte inhaltliche Abwägung der Vor- und Nachteile der Flächen möglich gewesen, und man hätte auf den methodisch unzureichenden formal-rechnerischen Ansatz verzichten können.

Ein weiteres Problem besteht darin, dass die fünf Stufen der Bewertungsfaktoren, die den Grad der Erfüllung der jeweiligen Einflussgröße angeben (sie liegen zwischen 1 = sehr gut bis 5 = mangelhaft), nicht näher definiert werden. Dies eröffnet einer subjektiven Bewertung Raum. Typische Beispiele dafür sind Abschnitt 5.2.1.1 „Strahlenschutz“ in DMT (2011) zu

entnehmen. Dort wird hinsichtlich der geographischen Lage der Fläche B ein leichter Vorzug vor Fläche A gegeben, und hinsichtlich der meteorologischen Ausbreitungsverhältnisse weist Fläche A leichte Vorzüge gegenüber Fläche B auf. Im Ergebnis wird Fläche A der Bewertungsfaktor 3 zugeschrieben, und Fläche B der Bewertungsfaktor 2 (s. Tabelle 11 in DTM 2011). Das Problem liegt jetzt darin, dass nicht begründet wird, warum Fläche A gerade der Faktor 3 (und nicht 2 oder 4) zugeordnet wird und der Fläche B gerade der Bewertungsfaktor 2 (und z. B. nicht 3). Es fehlt also an einer klaren Charakterisierung der Bewertungsfaktoren und damit an Regelungen, welche Erfüllungsgrade bei welchen materiellen Ausbildungen zu vergeben sind. Dieser Aspekt ist von erheblicher Bedeutung, da die Bewertungsfaktoren sich über die Multiplikation mit den Kennzahlen zur Beurteilung des Einflusses der jeweiligen Einflussgrößen direkt auf das Ergebnis der Gesamtbewertung auswirken.

Im Übrigen ist die prozentuale Gesamtbewertung nicht nachvollziehbar. Insbesondere die willkürliche Aufteilung von 100% in verschiedene Intervallgrößen (10%-, 15%- und 25%-Schritte) scheint so vorgenommen worden zu sein, dass sich für die Flächen A und B ein Bewertungsunterschied ergibt. Eine Begründung dafür liefert DMT (2011) nicht. Hätte man die 100% in fünf gleiche Intervalllängen von jeweils 20% aufgeteilt, würden beide Flächen mit 67,2% und 76,1% als „gut“ bewertet werden.

Inhaltliche Aspekte

Die Bewertung der AGO erstreckt sich hier auf die inhaltliche Beurteilung der Bewertungsfaktoren einzelner Einflussgrößen, d. h. darauf, wie gut die Anforderungen an eine Einflussgröße erfüllt werden. Dies geschieht beispielhaft anhand zweier Einflussgrößen, die besondere Bedeutung besitzen.

Einflussgröße Langzeitsicherheit (5.2.1.2 in DMT (2011))

Gefordert werden geeignete und ausreichend mächtige geologische Barrierehorizonte, um die Realisierung des Notfallkonzeptes (Schachtabdichtung) sicher zu stellen. Diese Einflussgröße gehört nach DMT (2011), Tab. 14 zur Gruppe mit dem höchsten Einfluss (5 – hoch). Der Fläche A wird der Bewertungsfaktor 4 (ausreichend) zugeordnet, der Fläche B der Bewertungsfaktor 1 (sehr gut).

Allerdings sind die Begründungen für die Bewertungsfaktoren für dieses Kriterium nur bedingt nachzuvollziehen. Abgesehen davon, dass der die Bewertung begründende Text mit Blick auf die Bedeutung des Kriteriums sehr knapp gehalten ist, ergeben sich einige Fragen.

Die Bewertung der Fläche A mit dem Bewertungsfaktor 4 ist wegen der Prognoseunsicherheit bezüglich ausreichend mächtiger Barrierehorizonte nachvollziehbar. Nicht nachvollziehbar ist die Begründung der sehr guten Bewertung der Fläche B. Die Salinarstruktur im Bereich des Schachtes mag in größeren Teilen aus Steinsalz der Staßfurt-Folge aufgebaut sein, jedoch möglicherweise vorkommende kritische Gesteinsfolgen (z. B. Anhydritmittel, Carnallit) werden nicht ausreichend gewürdigt. Zieht man die Ausführungen in DMT (2011) zur Einflussgröße „Ausbildung und Eigenschaften des Salinars“ (Abschn. 5.2.2.8 in DMT (2011)) heran, so ist nicht auszuschließen, dass neben dem Staßfurt-Steinsalz größere Bereiche von Carnallit oder anderen ungeeigneten Barrierehorizonten – vor allem im oberen Salinarbereich – auftreten können. Im südlichen Bereich der Fläche kann möglicherweise auch Rötanydrit, der gleichfalls ein potentieller Lösungsbringer ist, durch die Schachttachse angeschnitten werden. Bezüglich des Vorkommens des potentiellen „Lösungsführenden Anhydritmittel 4“ werden die Verhältnisse für bei Fläche A sogar günstiger bewertet als für Fläche B.

Insgesamt ist festzuhalten, dass die Bewertung der Fläche B zu günstig ausfällt. Wenn Prognoseunsicherheiten zu Abschlägen bei der Bewertung führen (vgl. DMT (2011), S. 59), dann müsste dies auch bei Fläche B der Fall sein.

Einflussgröße „Ausbildung und Eigenschaften des Deckgebirges“ (5.2.2.7 in DMT (2011))

Gefordert wird ein möglichst einfach aufgebautes Deckgebirge mit geringer Wasserführung, um die hohen Anforderungen an die Sicherheit und Gebrauchsfähigkeit der Schächte erfül-

len zu können. Diese Einflussgröße gehört nach DMT (2011), Tab. 22 zur Gruppe mit erhöhtem Einfluss (4 – erhöht). Der Fläche A wird der Bewertungsfaktor 2 (gut) zugeordnet, der Fläche B der Bewertungsfaktor 3 (befriedigend).

Die Zuordnung des Bewertungsfaktors 2 zur Fläche A ist aus den schriftlichen Erläuterungen in DMT (2011) nachvollziehbar. Bei der Bewertung der Fläche B mit dem Bewertungsfaktor 3 ist dies nicht der Fall. So ist die Mächtigkeit des Deckgebirges bei Fläche B mit 320 m – 500 m deutlich größer als die bei Fläche A (270 m – 300 m). Diese Tatsache wird jedoch in der textlichen Bewertung mit „nur geringfügig besser“ für Fläche A gekennzeichnet, obwohl im Extremfall Fläche B ein rund 200 m mächtigeres Deckgebirge als Fläche A aufweist.

Hinsichtlich der Ausbildung des Deckgebirges weist Fläche A im wesentlichen Gesteine des Unteren Buntsandsteins auf. Die Verhältnisse sind dort weniger komplex, und größere Störungen fehlen. Wegen der Aufschlussverhältnisse verbleiben aber gewisse Unsicherheiten. Demgegenüber besteht das Deckgebirge der Fläche B aus verstürzten Gesteinen des Oberen Buntsandsteins und des Muschelkalks. Zusätzlich muss vom Vorhandensein größerer Störungen ausgegangen werden. Dieser Unterschied in der Ausbildung des Deckgebirges wird in DMT (2010) nicht gewürdigt. Die entsprechende Aussage „Die bestehenden Unterschiede hinsichtlich der Deckgebirgsgeologie gehen neutral in die Bewertung ein“ ist ob der bestehenden realen Unterschiede nicht nachvollziehbar.

Ähnlich verhält es sich mit den hydrogeologischen Verhältnissen: In Fläche A dominiert der einfach aufgebaute und mächtige Grundwasserleiter des Unteren Buntsandsteins. In Fläche B hingegen sind die hydrogeologischen Verhältnisse im Deckgebirge deutlich schlechter zu bewerten. Dort liegen nämlich – je nach genauem Schachtansatzpunkt – die verschiedenen Grundwasserleiter des Muschelkalks und der Grundwasserleiter des Oberen Buntsandsteins (so1A - Rötanhydrit) in komplexer Weise zueinander. Dieser deutliche Unterschied zwischen den Flächen A und B wird von DMT et al. (2011) in der Bewertung nicht berücksichtigt.

Diese Aspekte führen nach Meinung der AGO zu einer zu günstigen Bewertung der Fläche B gegenüber der Fläche A. Daran können auch vorhandene Erkundungsdefizite über Störungselemente u. a. nichts ändern, denn diese gelten für beide Flächen gleichermaßen.

Einflussgröße Strahlenschutz

Die Nennung von Einflussgrößen und ihrer Parameter hinsichtlich des Strahlenschutzes stimmen teilweise nicht mit den Festlegungen in Abschnitt 3.4 in DMT (2011) überein. Zum Beispiel ist mit dem in Abschnitt 5.1 (DMT (2011)) für unter Tage genannten Parameter Überwachungs- und Kontrollbereiche vermutlich der in Abschnitt 3.4 (DMT (2011)) für über Tage bezüglich Strahlenschutzbereiche genannte Parameter gemeint. Auch die Untergliederung in Einflussgrößen und Parameter stimmt in den beiden Kapiteln nicht überein.

Die vergleichende Bewertung in Bezug auf die geographische Lage und die meteorologischen Ausbreitungsverhältnisse ist für die AGO qualitativ überwiegend akzeptierbar. Die Nichtberücksichtigung der beiden Transportparameter müsste jedoch näher begründet werden. Aufgrund der Lage der beiden Flächen erscheint der AGO in erster Näherung für die Fläche A ein Zwischenlager in geringerem Abstand eher möglich und der zu bewältigenden Höhenunterschied geringer.

Den vergleichenden Bewertungen für den Strahlenschutz unter Tage im Bereich „Sicherheit und Umwelt“ (Abschnitt 5.2.1 in DMT (2011)) sowie für die Transportbedingungen im Bereich „Realisierbarkeit/Aufwand“ (Abschnitt 5.2.2 in DMT (2011)) stimmt die AGO zu.

In DMT (2011) nicht begründet und für die AGO auch nicht nachvollziehbar ist die für den Strahlenschutz über und unter Tage unterschiedliche Kennzahl für die Gewichtung des Einflusses auf die Auswahl des Schachtansatzpunktes.

6 Zusammenfassung / Resümee

Die generelle Vorgehensweise von DMT (2011) zur Identifizierung eines neuen Schachtansatzpunktes (bzw. des Ansatzpunktes einer Schachtvorbohrung) kann von der AGO nachvollzogen werden. Insbesondere die drei Arbeitsschritte dienen der sinnvollen Systematisierung des Vorgehens und dem besseren Verständnis des Ablaufs.

Defizite bestehen aus Sicht der AGO darin, dass der Komplex aus Hauptanhydrit und Grauem Salzton, evtl. auch der Rote Salzton und Pegmatitanhydrit, bei den hydrologischen und geomechanischen Überlegungen nicht berücksichtigt wurden.

Ein weiteres Problem besteht hinsichtlich der Großvahlberger Diagonalstörung und der Ammerbeek-Störung, deren genauer Verlauf und räumliche Lage nicht zuverlässig bekannt sind. Diese Störungen könnten (Variante B) sowohl beim Abteufen des Schachtes 5 als auch bei der Herstellung der beiden Anschluss-Strecken angetroffen werden und hydraulische und geotechnische Probleme bereiten.

Erhebliche Probleme sieht die AGO auch bei dem dritten Arbeitsschritt, der vergleichenden Bewertung der beiden übriggebliebenen Flächen A und B. Die dort in Anlehnung an die Nutzwertanalyse benutzte Methode weist entscheidende Schwächen auf und ist nicht zielführend für die Beantwortung der Frage, welche der beiden übriggebliebenen Flächen als Schachtansatzpunkt besser geeignet sei..

Die AGO erachtet es als sinnvoller, einen verbal-argumentativen Vergleich beider Flächen anhand der wichtigsten Kriterien mit Abwägung der Vor- und Nachteile aller Argumente vorzunehmen und sich dann auf dieser Grundlage für eine der Flächen zu entscheiden.

Da die Erkundungsdichte und damit die Qualität und Zuverlässigkeit der geologischen Informationen im Umfeld der Schachtanlage Asse II sehr variabel ist, begrüßt die AGO die vom BfS unabhängig von der Realisierung der Schachtvorbohrung vorgesehene Prüfung der Erfolgshöflichkeit und ggf. die Durchführung einer Erkundung mit Hilfe der 3D-Reflexionsseismik über das relevante Gebiet, um ein einheitliches und weitgehend auf gemessenen Daten basierendes Bild des geologischen Aufbaus des Asse-Sattels zu erhalten.

Quellen

AGO (2010): Stellungnahme zum Themenkomplex "BfS und Asse GmbH, „Notfallplanung für das Endlager Asse“, Arbeitsgruppe Optionenvergleich, 16.09.2010

BFS (2009): Risswerk der Schachanlage Asse II; erstellt durch Asse-GmbH, Bundesamt für Strahlenschutz, Salzgitter, 15.06.2009

BGR (2009): Geowissenschaftliche Begleitung der Verfüllung des Bergwerkes Asse II bis zum Ende der Betriebsphase; Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Projekt Asse 9F2214100000/ 05-0088, Hannover, Juli 2009

COLENCO (2005): Geowissenschaftliche Langzeitprognose; Colenco Bericht 4927/01, Colenco Power Engineering AG, Baden, Schweiz, im Juni 2005

COLENCO (2006): Hydrogeologische Modellvorstellung; Colenco Power Engineering AG, Baden, Schweiz, 2006

DMT (2011): Beckmann, K., Feinhals, J., teKook, J., Löffler, C., Studeny, A., Asemann, V., Fliß, T., Jank, T., Stadie, U., Lietz-Nagel, R. & Wieser, B.; Schachanlage Asse II - Konzept- und Genehmigungsplanung für einen weiteren Schacht - Ist-Analyse - Schachtansatzpunkt -; DMT GmbH & Co. KG / TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG, K-UTEC AG Salt Technologies & Thyssen Schachtbau GmbH, Bericht 9A/2344/GA/RA/0003, 20.04.2011

ERCOSPLAN (2004): Rauche, H.; Zusammenfassung der geologischen Grundlagen für die Langzeitsicherheitsbewertung der Schachanlage Asse II; ERCOSPLAN Ingenieurgesellschaft Geotechnik und Bergbau mbH, Erfurt, Dr. Hans-Joachim Franzke, Technische Universität Clausthal, Institut für Geologie, Clausthal-Zellerfeld & Dr. Arnold Schwandt, Erfurt, Projektnummer EGB 03-003, Erfurt, 16.06.2004

IFG (2006): Tragfähigkeitsanalyse des Gesamtsystems der Schachanlage Asse in der Betriebsphase; Institut für Gebirgsmechanik, Leipzig, Bericht an das GSF-Forschungsbergwerk Asse im Rahmen der LVB II, Revision 02, Leipzig, Oktober 2006

KLARR (1981): Klarr, K.; Grundlagen zur Geologie der Asse; GSF-Bericht T117, GSF, Braunschweig, 1981

KÖHL (1994): Köhl, W.; Standortfindung für Deponien; in: Hösel, G., Kumpf, W., Maas, K., Straub, H. & Schenkel, W. (Hrsg., o. D): Müll-Handbuch – ergänzbares Handbuch für die kommunale und industrielle Abfallwirtschaft, Bd. 4, Kenn-Nr. 4518, Lieferung 7/94, 34 S.; E. Schmidt Verlag, Berlin, 1994

SCHWANDT (2008): Franzke, J. & Schwandt, A.; Ergänzende Untersuchung/Beurteilung der strukturellen Situation des Deckgebirges im Bereich der Schachanlage Asse II; Büro Dr. Schwandt, Bericht zu HMGU-Bestellung 31/175600/07/T, Erfurt, 30.09.2008

STOCKMANN (2003): Stockmann, N. & Hensel, G.; Geotechnisches Kontroll- und Überwachungssystem zur Gewährleistung der Sicherheit der Schachanlage Asse, GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH, Forschungsbergwerk Asse, 2003

STOLPE & VOIGT (1996): Stolpe, H. & Voigt, M.; Standortsuche und Standortüberprüfung von Deponien – Praxisempfehlungen und Erläuterungen des Arbeitskreises „Standortsuche für Abfallentsorgungsanlagen“ für Neuplanung und Sanierung; - Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis, Bd. 87, 129 S. E. Schmidt Verlag, Berlin, 1996.

STRASSERT (1995): Strassert, G.; Das Abwägungsproblem bei multikriteriellen Entscheidungen; Verlag Peter Lang, Frankfurt a. M. u. a., 1995