

Stellungnahme zum Bericht:

*KONZEPTPLANUNG FÜR DIE RÜCKHOLUNG DER
RADIOAKTIVEN ABFÄLLE VON DER 750-M- SOHLE
ARBEITSPAKET 10/11A: TECHNISCHES KONZEPT
UND SICHERHEITS- UND NACHWEISKONZEPT*
Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE)
Stand: 30.10.2020

Arbeitsgruppe Optionen – Rückholung (AGO)

Projektträger Karlsruhe (PTKA)
Bühler, M.; Stacheder, M.

Gutachter der Begleitgruppe Asse-II des Landkreises Wolfenbüttel

Brückner, U.
Gellermann, R.
Hoffmann, F.
Kreusch, J.
Krupp, R.

Abgestimmte Endfassung Stand: 16.07.2021

Zusammenfassung der AGO

Die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 750-m-Sohle ist der zentrale Teil des gesetzlichen Auftrags zur Stilllegung der Schachanlage Asse II. Mit dem technischen Konzept und dem Sicherheits- und Nachweiskonzept für diese Aufgabe (BGE 2020b) hat die BGE das geplante Vorgehen so weit ausgearbeitet, dass deutlich wird, wie sich die BGE die Umsetzung vorstellt. Die AGO begrüßt es, dass mit dem vorliegenden Konzept die technischen und sicherheitstechnischen Maßnahmen für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 750-m-Sohle konkreter dargestellt werden. Insbesondere wird jetzt klar, dass die BGE die im Rückholplan (BGE 2020a) skizzierten und als vorteilhaft bewerteten Rückholverfahren auf das Verfahren „*Teilflächenbau von oben mit Ausbauelementen (TFO-MA)*“ als Vorzugsvariante ausrichten will, wobei die Variante „*Schildvortrieb*“ parallel noch untersucht wird, jedoch nicht Inhalt dieses Berichtes (BGE 2020b) ist.

Weil mit der Konzeptplanung noch Entscheidungsoptionen bestehen, die große Auswirkungen auf das Gelingen und die zeitlichen Abläufe der Rückholung haben können, hat sich die AGO zeitnah mit dem Bericht befasst und die vorliegende Stellungnahme erarbeitet. Dabei geht die AGO von einem hochkomplexen Gesamtplanungsprozess aus. Aufgrund dieser hohen Komplexität und der singulären Aufgabe, radioaktive Abfälle aus einem geomechanisch stark geschädigten Bergwerk möglichst schnell und sicher zu bergen und an die Erdoberfläche zurückzuholen, legt die AGO folgende Voraussetzungen für die Konzeptplanung als zwingend nötig zugrunde:

- Eine hinreichende Grundlagendokumentation.
- Die Prüfung und Bewertung der technischen Machbarkeit von Grobkonzepten als Basis der weiteren Planungen anhand nachvollziehbarer Kriterien.
- Klare Festlegungen der Projektorganisation.
- Eine Projekt- und Aufgabenbeschreibung durch die BGE als Projektträgerorganisation.
- Einen Projektstrukturplan, der die Inhalte der Planung in Beziehung setzt.
- Einen Projektablaufplan, der die zeitlichen Abläufe darstellt und zu einem Projektterminplan führt.

Die in der Konzeptplanung (BGE 2020b) enthaltene Zusammenstellung der planungsrelevanten Grundlagen umfasst eine sehr ausführliche Beschreibung des radiologischen Ist-Zustands, insbesondere der Kammerinventare, sowie eine knappe Beschreibung des bergbaulichen Ist-Zustandes. Ansonsten wird auf weitere Planungsdokumente verwiesen.

Die AGO hat positiv zur Kenntnis genommen, dass die Schätzung zur Zahl der Kernbrennstoffgebände in BGE (2020b) gegenüber der Darstellung im Rückholplan (BGE 2020a) deutlich reduziert wurde. Sie sieht aber auch die dieser Planung zugrunde gelegte Anzahl als oberen Schätzer an. Die daraus sich ergebenden Konsequenzen für die Behandlung und Lagerung dieser überschaubaren Menge an Gebänden sind im Zusammenhang mit der Auslegung des Zwischenlagers zu diskutieren.

Zu den weiteren o.g. Voraussetzungen der Konzeptplanung stellt die AGO fest, dass bereits im Rückholplan (BGE 2020a) einige dieser Elemente skizziert wurden. Eine klare Struktur, die diese Voraussetzungen weiter ausarbeitet und präzisiert, ist jedoch nach Meinung der AGO bei weitem noch nicht erreicht. Das hat zur Folge, dass Lösungsansätze in der Konzeptplanung (BGE 2020b) teilweise isoliert ausgearbeitet werden und die Schnittstellenproblematik nicht hinreichend beachtet wird. Das mit der Konzeptplanung anzustrebende Ziel, ein ausgereiftes Konzept, auf dem die Entwurfsplanung aufbauen kann, zu liefern, ist damit in weiten Teilen nicht gegeben. Nach Meinung der AGO gelingt es der BGE als Projektträger nicht in ausreichendem Maße ihre koordinierende und strukturierende Aufgabe umzusetzen. Als Folge arbeiten Auftragnehmer offenbar fokussiert auf Teilaufgaben und verweisen bei

Problemlösungen, die Klarheit zu anderen Planungsinhalten benötigen, auf spätere Planungsphasen.

Es wäre für das Gesamtverfahren vorteilhaft, wenn konkrete Vorstellungen über die fachliche Zusammenarbeit der BGE mit den Genehmigungsbehörden und die Einbeziehung von Trägern öffentlicher Belange sowie sonstigen Beteiligten frühzeitig diskutiert und einvernehmlich durchstrukturiert würden. Nur so kann das Ziel einer optimalen Beschleunigung des Gesamtverfahrens erreicht werden.

Die von der BGE vorgelegte Planung zum technischen Konzept sowie dem Sicherheits- und Nachweiskonzept (BGE 2020b) soll die Basis für die weiteren Planungsschritte festlegen. Zu den Kernpunkten dieser Planung stellt die AGO fest:

a. **Festlegung und Beschreibung der untertägigen Streckenführungen.**

Hier sind in der Konzeptplanung (BGE 2020b) Korridore für Ausrichtungstrecken von den ELK zum Schacht 5 vorgesehen, die den direkten Nahbereich der ELK ausnehmen, da es zur Rückholung der radioaktiven Abfälle unabdingbar ist, im direkten Nahbereich der ELK Strecken/Hohlräume aufzufahren. Die Planungen zur Streckenführung sind aber im Wesentlichen nur 2-dimensional und auf die 750-m-Sohle beschränkt. Sie lassen die Möglichkeit der Planungen im Bereich zwischen der 750- und 775-m-Sohle, der weitgehend unverritz ist und sich größtenteils im geotechnisch vorteilhaften Steinsalz befindet, aus. Nach Meinung der AGO fehlen aus diesem Grund Betrachtungen in der dritten (vertikalen) Dimension, die beispielsweise für alternative Planungen von Schleusen oder optimierten Streckenführungen wichtig wären.

b. **Festlegung und Beschreibung der notwendigen technischen Verfahren.**

Hier geht die Konzeptplanung (BGE 2020b) von der Variante „*Teilflächenbau von oben - mit Ausbauelementen (TFO-MA)*“ als Vorzugsvariante aus. Diese Variante erfordert die Auffahrung von querschlägigen und insbesondere streichenden „*Basisstrecken*“. Sie führt daher zu Eingriffen in das gebirgsmechanische Tragsystem im Nahbereich der Einlagerungskammern (ELK), die nach Einschätzungen der BGE die Machbarkeit grundsätzlich nicht in Frage stellen, aber nach Meinung der AGO gravierende negative Einflüsse auf das Tragsystem im Nahbereich der ELK haben können. Die AGO hat bereits mehrfach kritisch angemerkt, dass die gebirgsmechanische Stabilität entscheidend für die Durchführbarkeit der technischen Verfahren ist.

Unabhängig vom Verfahren „*TFO-MA*“ verfolgt die BGE eine weitere Rückholvariante „*Schildvortrieb*“ (BGE 2019, BGE 2020a). Die abschließende Entscheidung über die letztlich umzusetzende Rückholvariante wird erst nach Vorliegen des Technischen Konzepts und des Sicherheits- und Nachweiskonzepts für die Rückholvariante „*Schildvortrieb*“ erfolgen. Beide Varianten werden vom Betreiber als umsetzbar angesehen (BGE 2021).

Im Zusammenhang mit dem Teilflächenausbau (Variante *TFO-MA*) sind noch grundlegende Fragen zur Abtragung der Kräfte der Ausbauelemente in das Gebirge ungelöst. Es ist für das Rückholungsprojekt riskant, wenn die BGE „*basierend auf der auf Konzeptniveau hinreichend belastbaren Annahme einer grundsätzlichen gebirgsmechanischen Machbarkeit*“ trotz bestehender Bedenken nur diese technische Variante für alle ELK weiter plant. Mit der Konzeptplanung sollte der grundsätzliche Nachweis der Machbarkeit der Rückholvariante vorliegen. Das ist nach Meinung der AGO nicht hinreichend gegeben. Risiken, die der technischen Umsetzbarkeit entgegenstehen, dürfen nicht planungstechnisch ausgeklammert werden, weil sonst in den weiteren Planungsschritten die Gefahr von Planungsfehlern, die zu späteren, zeitraubenden Umplanungen führen können, durch Nichtbeachtung dieser Risiken besteht. Die AGO weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass eine Verfüllung noch ungeräumter ELK-Bereiche zum Zweck der Herstellung einer Tragschicht für Teilflächenausbauten in der oberen Teilflächenebene die Rückholung dieser Abfälle

erschweren und/oder zu einer Vermehrung des radioaktiven Abfallvolumens führen würde und deshalb kritisch gesehen wird.

Solange entsprechende gebirgsmechanische bzw. statische Nachweise für die Variante *TFO-MA* nicht vorliegen, sieht die AGO die Gefahr, dass das gesamte Verfahren bei seiner Realisierung scheitern könnte, zumindest aber mit einer erheblichen Zeitverzögerung und zusätzlichen Kosten bei der Rückholung der Abfälle zu rechnen ist.

Ebenso wird die technische Machbarkeit der Abtragung der statischen und dynamischen Kräfte und Momente der Arbeitsmaschinen auf die Ausbauelemente kritisch gesehen.

Das *TFO-MA*-Verfahren wird auch aufgrund langwieriger Ausbau- und Umbaumaßnahmen in den Teilflächen und Teilflächenebenen, häufiger Werkzeugwechsel, zusätzlicher Transporte für Ausbauelemente, umfangreicher händischer Arbeiten in strahlender Umgebung sowie weiterer Aspekte als ineffizient eingeschätzt.

c. Festlegung und Beschreibung der technischen Hauptkomponenten.

Die zur praktischen Durchführung der Vorzugsvariante benötigten Geräte und Maschinen, die darauf abgestimmten Schleusensysteme und die Bewetterung des Bergwerkes stellen zentrale Elemente der Planung dar. Das „flurgebundene“ Schienensystem als technische Ausführungsform zum Bewegen von Geräten und Behältern im unmittelbaren Rückholbereich wird von der AGO grundsätzlich positiv bewertet. Allerdings erfordert auch dieses System Nachweise zum Lastabtrag, die nach Meinung der AGO noch nicht erbracht wurden.

Die Abstimmung der technischen Komponenten mit den bergbaulichen und sicherheitstechnischen Randbedingungen ist eine hochkomplexe Aufgabe, die nach Meinung der AGO noch nicht hinreichend umgesetzt wurde. Ein grundsätzliches Konzept, welches die Erfordernisse für die Bewetterung, den Transport von Material, Abfällen und Personal, für Fluchtwege, für den Anschluss der ELK, der Schleusen und der Infrastrukturräume kohärent darstellt und dann an die speziellen geologischen und bergbaulichen Gegebenheiten anpasst und optimiert, konnte die AGO in der vorgelegten Planung nicht erkennen.

Die Ausführungen zu den Behältern (Verpackungen, Innenbehälter) in denen die radioaktiven Abfälle verpackt und nach über Tage befördert werden sollen, gehen von derzeit zugelassenen Behältertypen aus. Es ist aber nach Meinung der AGO fraglich, ob die nötige Zahl dieser Behälter unter der konkurrierenden Situation der parallel abgewickelten Rückbauprojekte in den Kernkraftwerken auch anforderungsgerecht hergestellt und beschafft werden kann. Außerdem weist die AGO darauf hin, dass für die sichere Handhabung die genutzten Innenbehälter ausreichende Tragfähigkeit für schwere Endlagerbehälter (Verlorene Betonabschirmungen – VBA) aufweisen müssen sowie eine hinreichende mechanische Stabilität gegenüber spitzen Gegenständen nötig ist.

d. Grobaufstellung und Raumbedarf.

Mit der Konzeptplanung wurde auch eine Planung der benötigten Infrastruktur und des erwarteten Raumbedarfs erarbeitet. Hier sieht die AGO noch diverse, weiter zu präzisierende Punkte, die aber in der Entwurfsplanung bearbeitet werden können.

e. Festlegung des Sicherheits- und Nachweiskonzeptes.

Sowohl die bergbauliche Sicherheit als auch der Strahlenschutz sind Schlüsselemente einer erfolgreichen Rückholung. Das mit der Planung vorgelegte Konzept (BGE 2020b) formuliert zwar an vielen Stellen die berg- oder atomrechtlichen Sicherheitsanforderungen und die zugehörigen Nachweise, entspricht aber methodisch

nicht dem Stand der Technik. Nach Meinung der AGO wäre eine getrennte Beschreibung des bergbaulichen und des atomrechtlichen Sicherheits- und Nachweiskonzeptes vorteilhaft gewesen, um eine eindeutige Zuordnung der Sicherheitsnachweise zu den entsprechenden Sicherheitsanforderungen zu gewährleisten. Auf diese Weise hätte auch eine eindeutige Zuordnung von Meilensteinen und Nachweisen innerhalb der sogenannten „Genehmigungserlangungsplanung“ erreicht werden können.

f. **Strahlenschutz**

Der im Sicherheits- und Nachweiskonzept enthaltene Teilaspekt „Strahlenschutz“ behandelt die Rahmenbedingungen, mit denen die gesetzlich vorgegebenen Anforderungen an den Strahlenschutz sowohl für die Beschäftigten unter Tage als auch Personen der Bevölkerung eingehalten werden sollen. Der Teilaspekt Strahlenexposition des Personals infolge der Tätigkeiten über Tage wird nicht betrachtet. Die AGO weist darauf hin, dass dieser Aspekt in einer Gesamtplanung, die alle nötigen Prozesse der Rückholung betrachtet, behandelt werden muss, um eine genehmigungsfähige Aussage zu erhalten. Die in der Konzeptplanung (BGE 2020b) enthaltene Teilbetrachtung ist nach Ansicht der AGO ein notwendiger aber kein hinreichender Baustein eines Sicherheits- und Nachweiskonzeptes zum Strahlenschutz.

Grundlage der Planungen zum Strahlenschutz sind Modellierungen zu Strahlenexpositionen. Diese Modellrechnungen sind in der Regel konservativ überschätzend angelegt, so dass wahrscheinlich ist, dass die errechneten Dosiswerte höher sind, als die zu erwartenden realen Dosiswerte ausfallen werden.

Die Strahlenexposition des Personals beschränkt sich auf Betrachtungen zur äußeren Exposition und wird basierend auf Daten der Datenbank Assekate als Aufenthalt von Beschäftigten im Strahlungsfeld von 200-l-Fässern bei definierten Arbeitsschritten, Dauern und Personeneinsätzen sowie Abständen zur Umverpackung modelliert. Als maximale Individualdosis pro Kalenderjahr werden 17 mSv für eine Person bei den Tätigkeiten für die Rückholung aus der ELK 2/750 berechnet. Dieser Wert liegt nur wenig unter dem zulässigen Jahres-Grenzwert von 20 mSv und resultiert ausschließlich aus externer Bestrahlung. Die AGO misst daher den Planungen zum Strahlenschutz und den Möglichkeiten einer Dosisreduzierung hohe Bedeutung bei. Die bisherigen, konzeptionell deterministischen Dosismodelle sollten im Verlauf der Planungen auch durch probabilistische Modelle ergänzt und präzisiert werden.

Die Strahlenbelastung von Personen der Bevölkerung basiert auf modellhaften Berechnungen nach der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift (AVV 2020). Die damit berechneten Dosiswerte sind als Planungswerte in einer Genehmigung entscheidend. Davon ausgehend stellt die AGO fest, dass die in der Konzeptplanung ausgewiesene Maximaldosis für den Säugling als Folge von Ableitungen in Höhe von 0,28 mSv im Kalenderjahr, die allein aus Prozessen der Rückholung resultiert und weitere Ableitungen, die bei der übertägigen Behandlung von rückgeholten Abfällen ausblendet, kaum genehmigungsfähig sein dürfte. Der Hauptanteil der Dosis für die Personen der Bevölkerung resultiert aus der Inkorporation radioaktiver Stoffe basierend auf den in der AVV festgelegten Annahmen zu den Lebensgewohnheiten einer repräsentativen Person, insbesondere dem Verzehr lokal angebotener Nahrung. Diese Annahmen und die tatsächlichen Lebens- und Ernährungsgewohnheiten der Menschen in der Asse-Region werden nach Einschätzung der AGO voneinander abweichen. Eine offene Kommunikation über diese Sachverhalte hält die AGO für nötig.

Die AGO sieht allerdings noch weitere offene Fragen und methodische Mängel, die die Genehmigungsfähigkeit der Planung einschränken. Dies gilt beispielsweise für die Abschätzung von Dosiswerten der Beschäftigten, bei der Tochternuklide von Zerfallsreihen „vergessen“ wurden und die Strahlenrisiken durch Radon, deren

Neubewertung derzeit im Strahlenschutz intensiv diskutiert wird. Zudem wurden bei den Störfallbetrachtungen methodische Ansätze gewählt, die für ein Endlager zutreffen. Dies ist nach Ansicht der AGO für die Situation bei der Rückholung radioaktiver Abfälle aus der Schachanlage Asse II nicht uneingeschränkt sachgerecht.

Auch die Frage, wie radioaktive Restkontaminationen im Hinblick auf die zur späteren Stilllegung der Schachanlage Asse II nachzuweisende Langzeitsicherheit zu bewerten sind, sollte als Teil des Sicherheits- und Nachweiskonzeptes in die Planungen einbezogen werden.

g. **Entsorgung**

Die konzeptionellen Ausführungen in BGE (2020b) zum Abfall- und Reststoffvolumen und den Optionen des Umgangs sind plausibel und erfassen, bis auf die kontaminierten Laugen und Dekontaminationslösungen, alle Stoffströme, die bei der Rückholung der Abfälle zu erwarten sind. Allerdings wünscht sich die AGO weiterführende Überlegungen zum Umgang mit den großen Mengen an potenziell kontaminiertem Salzgrus, um über die bestehenden Möglichkeiten hinaus Freiräume für die Behandlung dieser Stoffe zu schaffen. Beispielsweise wäre bei entsprechenden Nachweisen durch Konsequenzenanalysen zur atomrechtlichen Langzeitsicherheit Spielraum zu schaffen.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung der AGO	1
Inhaltsverzeichnis	6
Veranlassung und Vorgehensweise	8
1. Einleitung.....	9
2. Planungsrandbedingungen und Ist-Zustand.....	10
2.1 Planungsrandbedingungen.....	10
2.2 Radiologischer Istzustand.....	11
Datengrundlagen.....	11
Kernbrennstoffnuklide	11
Sondernuklide	12
Radionuklidinventare der Einlagerungskammern.....	14
2.3 Bergbaulicher Istzustand	15
3. Behälterkonzept.....	15
4. Konzept zu Streckenführung und ELK-Zugängen	18
4.1 Streckenkorridore	18
4.2 Größe und Anordnung von Schleusen.....	18
4.2.1 Anbindung der Schleusen an die Einlagerungskammern.....	18
4.2.2 Vordimensionierung der Schleusen	20
4.3 Anordnung der ELK-Zugänge und möglicher Streckenverläufe	21
5. Rückholungskonzept	24
5.1 Allgemeine Beschreibung des Konzeptes TFO-MA	24
5.2 Aus- und Vorrichtung und Rückholsequenzen	25
5.2.1 Überblick	25
5.2.2 Ausrichtungen	26
5.2.3 Vorrichtungen	27
5.3 Bewetterung	29
5.3.1 Übergeordnetes Bewetterungskonzept.....	30
5.3.2 Wetterführung innerhalb der Strahlenschutzbereiche	31
5.4 Übergeordneter Strahlenschutz	34
5.5 Vorbereitung der Rückholung (Phase A)	34
5.5.1 Übersicht	34
5.5.2 Einrichtung Infrastruktur.....	35
5.5.3 Einrichten vorsorglicher Strahlenschutzmaßnahmen	36
5.5.4 Herstellen der Auffahrungen für den techn. Ablauf der Rückholung (Phase B).....	36
5.5.5 Einrichten der Rückholtechnik und Schleusen	37
5.5.6 Einrichten der Strahlenschutzmaßnahmen für Phase B (Durchführung)	39
5.5.7 Vorbereitung von Brandschutzmaßnahmen.....	39
5.5.8 Konventioneller Transport im sonstigen Grubengebäude	40
5.6 Phase B (Durchführung).....	41
5.6.1 Übersicht	41
5.6.2 Durchhören der radiologischen Barriere	42
5.6.3 Durchführung eines Werkzeugwechsels.....	43
5.6.4 Lokalisieren von Gebinden in der Einlagerungskammer	43
5.6.5 Freilegen von Gebinden	43
5.6.6 Laden von Gebinden, Gebindeteilen und Salzgrus	44
5.6.7 Transport der Innenbehälter innerhalb der Teilfläche.....	44
5.6.8 Entstehungsnahe Entstaubung.....	45
5.6.9 Sicherungsmaßnahmen während der Rückholung (Phase B).....	45
5.6.10 Transport der Ausbauelemente innerhalb der Teilfläche.....	46
5.6.11 Montage der Ausbauelemente.....	46
5.6.12 Transport zwischen Teilfläche und Schleusen	47
5.6.13 Arbeitsvorgänge in der Schleuse	48
5.6.14 Transport der Umverpackungen im sonstigen Grubenraum.....	49

5.6.15 Umsetzen der Rückholtechnik	50
5.6.16 Verfüllen der Teilfläche	51
5.7 Phase C (Nachbereitung)	51
6. Entsorgungskonzept	52
6.1 Übersicht	52
7. Reihenfolge und Parallelisierbarkeit der Rückholung	54
8. Bergbauliches Sicherheits- und Nachweiskonzept	55
8.1 Grundlagen	57
8.1.1 Rechtliche Grundlagen	57
8.1.2 Bergbauspezifische Nachweisführung	57
8.1.3 Globale und lokale Aspekte der bergbaulichen Sicherheit	57
8.2 Konzept zum Standsicherheits- und Integritätsnachweis	58
8.2.1 Methoden der Nachweisführung	58
8.2.2 Konzept zur Führung des Standsicherheits- und Integritätsnachweises für die Auffahrungen zur Rückholung der Abfälle von der 750-m-Sohle	59
8.3 Bergbauliche Betriebssicherheit	59
8.4 Spiegelung des technischen Konzeptes an geomechanischen Prämissen	60
8.5 Konzept zur Gewährleistung der Maßnahmen der Notfallplanung	62
8.5.1 Geplante Maßnahmen unterhalb der 725-m-Sohle	62
8.5.2 Einfluss der Rückholung auf die Notfallmaßnahmen	62
9. Atomrechtliches Sicherheits- und Nachweiskonzept	63
9.1 Strahlenschutz im Betrieb	63
9.2 Analyse von Vorgängen und Ereignissen bzgl. Auswirkungen in der Umgebung	71
10. Brand- und Explosionsschutz	73
11. Zusammenfassung und Ausblick	74
Fazit der AGO	75
Literaturverzeichnis	80

Veranlassung und Vorgehensweise

Veranlassung

am 20.01.2021 ging der AGO der BGE-Bericht „Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 750-m-Sohle - Arbeitspaket 10/11a: Technisches Konzept und Sicherheits- und Nachweiskonzept“ zu.

Dieser Bericht wurde mit Datum 30.10.2020 von der Arge KR erstellt und am 18.01.2021 von der BGE freigegeben.

In der Sitzung der AGO am 10.02.2021 wurde entschieden, dass dazu eine Stellungnahme der AGO erstellt wird.

Vorgehensweise

Diese Stellungnahme der AGO befasst sich im Wesentlichen mit der Bewertung des Inhalts des vorliegenden Berichtes hinsichtlich der Darstellung und der daraus entwickelten Erkenntnisse über mögliche Wege zur Rückholung von der 750-m-Sohle. Formal folgt die Stellungnahme der Kapitelnummerierung für die Kapitel 1 bis 11 im Bericht der BGE. Zum besseren Verständnis werden in dieser Stellungnahme Abbildungen, die aus dem Bericht BGE (2020b) verwendet wurden, mit „Abb.“ abgekürzt. Eigene, von der AGO erstellte Abbildungen, sowie zitierte Abbildungen aus anderen Quellen werden dagegen mit „Bild“ bezeichnet.

Die AGO hat über einen Entwurf der Stellungnahme auf ihren Sitzungen im Zeitraum von April bis Juni 2021 darüber beraten und per Videokonferenz am 15.07.2021 endabgestimmt.

Von der AGO berücksichtigte Unterlagen und Informationen

Die vorliegende Stellungnahme der AGO bezieht sich auf den Bericht der BGE zur „Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 750-m-Sohle - Arbeitspaket 10/11a: Technisches Konzept und Sicherheits- und Nachweiskonzept“ (BGE 2020b). Die Rückholung der auf der 750-m-Sohle befindlichen radioaktiven Abfälle ist das Kernstück des gesetzlich vorgegebenen Auftrags der Stilllegung der Schachanlage Asse II und der Planungsprozess hat mit dieser Konzeptplanung einen Status erreicht, der die technische Vorgehensweise konkret beschreibt und entscheidende Grundlagen für das notwendige Genehmigungsverfahren legt. Die AGO hat dieses Konzept speziell unter den Gesichtspunkten:

- Eignung der technischen Vorgehensweisen insbesondere hinsichtlich der möglichst zuverlässigen Bergung der Gebinde und der Beschleunigungspotentiale,
- Beurteilung der Auswirkungen der Rückholung auf Personal, Bevölkerung und Umwelt und
- Entsorgung von Reststoffen und radioaktiven Abfällen

geprüft. Ziel dieser Stellungnahme ist es vorrangig, den Mitgliedern der Asse-II-Begleitgruppe eine fachlich geprüfte Darstellung zur Verfügung zu stellen, mit der es ihnen möglich ist, Planungsaspekte, die die regionalen Belange berühren, selbst zu bewerten und in den Beteiligungsprozess einzubringen.

1. Einleitung

Sachstand BGE

Die seitens der BGE beauftragte Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus den Einlagerungskammern der 750-m-Sohle der Schachanlage Asse II sieht eine mehrstufige Vorgehensweise vor, die aus den Arbeitspaketen 1 bis 13 besteht. Der vorliegende Bericht (BGE 2020b) umfasst das Arbeitspaket 10/11a und besteht in der Erarbeitung eines Technischen Konzeptes und des Sicherheits- und Nachweiskonzeptes für die Vorzugsvariante.

In den vorherigen Arbeitspaketen 8/9 wurden zunächst die verbliebenen Rückholverfahren „Langfrontartige Bauweise mit horizontalem Verhieb (L-H/V-St.)“, „Langfrontartige Bauweise mit vertikalem Verhieb mit Firstzugang (L-V-F)“ und „Teilflächenbau mit und ohne Ausbauelemente (TF-MA und TF-OA)“ verglichen und bewertet. Im Ergebnis wird als Vorzugsvariante, unter Berücksichtigung der von der BGE gewünschten Variantenfreiheit, der „Teilflächenbau von oben mit Ausbauelementen (TFO-MA)“ weiterverfolgt. Ein wesentliches Merkmal dieses Verfahrens sei es, dass es sowohl in versetzten als auch in unversetzten Einlagerungskammern (ELK) eingesetzt werden kann.

Gegenstand des Berichtes (BGE 2020b) ist die Dokumentation des technischen Konzeptes zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus den ELK der 750-m-Sohle sowie der Anforderungen für die zu erbringenden bergbaulichen und atomrechtlichen Sicherheitsnachweise im Rahmen des Sicherheits- und Nachweiskonzeptes für die ausgewählte Variante TFO-MA.

Der Bericht gliedert sich in folgende Kapitel:

- Kapitel 2: Planungsrandbedingungen sowie der bergbauliche und radiologische Ist-Zustand.
- Kapitel 3: Behälterkonzept (Grundsätze, Anforderungen und Randbedingungen des Behälterkonzeptes, der Umverpackung und des Innenbehälters).
- Kapitel 4: Konzept zu Streckenführung und ELK-Zugängen (Streckenführung, Dimensionierung, Positionierung von Schleusen).
- Kapitel 5: Das eigentliche Rückholungskonzept mit Gliederung in Phasen A (Vorbereitung), B (Durchführung) und C (Nachbereitung).
- Kapitel 6: Entsorgungskonzept (phasenübergreifende Darstellung der diversen Stoffströme für die anfallenden Reststoffe und Abfälle sowie Umgangsmöglichkeiten damit).
- Kapitel 7: Reihenfolge und Parallelisierbarkeit der Rückholung (Erläuterung der konzeptionellen Ansätze zur Parallelisierbarkeit der Rückholung und damit einhergehende Implikationen).
- Kapitel 8: Bergbauliches Sicherheits- und Nachweiskonzept (Ableitung und Dokumentation der grundsätzlichen Anforderungen an Arbeitssicherheit und das Konzept zur Gewährleistung von Notfallmaßnahmen).
- Kapitel 9: Atomrechtliches Sicherheits- und Nachweiskonzept (Ableitung und Dokumentation der erforderlichen Nachweise, die sich aus den Anforderungen an den Strahlenschutz und die Sicherheit gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik ergeben).
- Kapitel 10: Brand- und Explosionsschutz (Entwicklung und Beschreibung der Grundsätze des Brand- und Explosionsschutzkonzeptes).
- Kapitel 11: Zusammenfassung und Ausblick auf das weitere Vorgehen.

Kommentar AGO

Die BGE skizziert in der Einleitung alle 13 Arbeitspakete der Konzeptplanung zur Rückholung der Abfälle aus der 750-m-Sohle. Dabei wird kurz auf die Begründung der ausgewählten Vorzugsvariante TFO-MA hingewiesen. Die AGO hat sich dazu schon mehrfach geäußert, z.B. zusammengefasst in AGO (2020; Kap. 3.3). Andererseits war die AGO nicht in alle Schritte eingebunden, insbesondere nicht bei den Arbeitspaketen 7 und 8/9, in denen die Vorauswahl auf den Schildvortrieb und den TFO-MA erfolgt ist.

Aufbauend auf dieser Vorauswahl werden der Zweck und die Hauptinhalte der einzelnen Kapitel des vorliegenden Arbeitsberichtes zum Arbeitspakete 10/11a kurz benannt. Auch in diesem Arbeitspaket wird die Rückholung der radioaktiven Anfälle von der 750-m-Sohle planerisch konkretisiert. Insgesamt gibt die Einleitung einen guten Überblick wieder.

Soweit die BGE hier schreibt: *„Ein wesentliches Merkmal dieses Verfahrens [TFO-MA] ist, dass es sowohl in versetzten als auch in unversetzten Einlagerungskammern eingesetzt werden kann“* weist die AGO erneut darauf hin, dass bislang jede Erklärung bzw. Nachweisführung fehlt, wie die statischen und dynamischen Lasten der Teilflächenausbauten der oberen Teilflächen ins Gebirge abgetragen werden sollen.

2 Planungsrandbedingungen und Ist-Zustand

2.1 Planungsrandbedingungen

Sachstand BGE

Es wird darauf verwiesen, dass bereits in früheren Arbeitspaketen Planungsgrundlagen erarbeitet wurden. Die zugehörigen Berichte werden aufgeführt.

Als Voraussetzung der Planung werden der Abschluss der Vorsorgemaßnahmen der Notfallplanung und der Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ELK 7/725 genannt.

Kommentar AGO

Trotz einer etwas missverständlichen Darstellung im Text interpretiert die AGO die Ausführungen dahingehend, dass im Rahmen der Bearbeitung des hier zu prüfenden Planungsdokumentes folgende Sachverhalte über den bisherigen Planungsstand hinaus bearbeitet wurden:

- Die geologischen, geotechnischen, hydrogeologischen und gebirgsmechanischen Randbedingungen mit Stand 01.08.2016,
- die Abmessungen, Pfeilerstärken und seigeren Abstände zu Grubenbauen der Einlagerungskammern,
- der zeitliche Verlauf der Einlagerung der radioaktiven Abfälle in die Einlagerungskammern, aufgeschlüsselt nach Gebindetypen.

Es erschließt sich der AGO allerdings nicht, warum bei den geologischen und geotechnischen Randbedingungen der Stand 01.08.2016 so exakt als Grenze gezogen wird. Auch wenn die Ergebnisse der 3D-Seismik zu diesem Stichtag noch nicht vorgelegen haben, ist eine Berücksichtigung von später ermittelten planungserheblichen Kenntnissen, sofern solche vorliegen, nötig. Soweit das bearbeitungstechnisch nicht mehr einzuarbeiten ist, sind ggf. kommentierende Anmerkungen auch als separater Planungsanhang zu empfehlen, um ggf. nötige Modifikationen der Konzepte bereits festzuhalten.

Die von der BGE formulierte Planungsvoraussetzung des Abschlusses der Rückholung der Abfälle aus der ELK 7/725 stellt für die AGO eine erheblich einschränkende Voraussetzung sowohl planerischer (Ablauf und Zeit) als auch technischer Art dar. Hier sollte die BGE deutlich flexibler planen.

2.2 Radiologischer Istzustand

Datengrundlagen

Sachstand BGE

Zentraler Inhalt des Kap. 2.2 ist die detaillierte Zusammenstellung der radioaktiven Inventare in den ELK. Grundlage der Bearbeitung ist die Datenbank Assekat in der Version 9.3.1 (Stand 02/2015). Bei der Bearbeitung wurden geringfügige Diskrepanzen in den Datensätzen der Gebindezahlen festgestellt, die jedoch für nicht planungsrelevant bewertet werden. Weiterhin wird beschrieben, dass für insgesamt 12.402 Gebinde keine Angaben zum Aktivitätsinventar vorhanden sind. Für diese „Nulleinträge“ wurden bisher keine Gesamtaktivitäten berechnet. Es ist aber bekannt, dass bei einigen dieser Gebinde bei der Einlagerung Dosisleistungen gemessen worden sind.

Kommentar AGO

Die Analyse der Assekat-Daten zeigte, dass für ca. 10 % (12.000 Gebinde) offenbar keine Daten zur Abschätzung der Aktivität vorliegen. Damit ist eine erhebliche Unsicherheit bei der Planung des Strahlenschutzes festzustellen. Auch wenn man annimmt, dass die fehlenden Einträge auf Gebinde zurückzuführen sind, die eher geringe Aktivität aufwiesen, ist derzeit auch das Gegenteil nicht auszuschließen. Vor allem für die derzeit mit dem geringsten Aktivitätsinventar ausgewiesene ELK 4/750 sind 86 % der Gebinde als „Nulleinträge“ vermerkt. Auch die ELK 1/750 hat mit 33 % Nulleinträge einen hohen Anteil derartiger Gebinde.

Auf die daraus resultierenden Fragen weist die BGE zwar allgemein hin, allerdings enthalten die weiteren Kapitel keine Aussagen, wie diese Feststellung planerisch berücksichtigt wird oder werden soll. Gerade im Projekt Asse ist der Umgang mit Nichtwissen in der Planungsphase eine ständige Herausforderung, die allerdings nicht bewältigt werden kann, wenn sie nur festgestellt wird. Auf Möglichkeiten des Umgangs mit derartigen Sachverhalten wird im Kommentar der AGO zu „*Radionuklidinventare in der ELK*“ hingewiesen.

Kernbrennstoffnuklide

Sachstand BGE

Das erwartete Inventar an Kernbrennstoffen ist in hohem Maße planungsrelevant. Als Bezug zur Festlegung, welche Abfälle als Kernbrennstoffe sicherzustellen sind, verweist die BGE auf § 2 AtG und die dort aufgeführte Legaldefinition. Danach sind Kernbrennstoffe „die Nuklide U-233, U-235, Pu-239 und Pu-241 oder andere Stoffe, welche einen oder mehrere dieser Nuklide enthalten. Nicht umschlossen von der Definition des Kernbrennstoffs sind Natururane und abgereicherte Urane.“

Weiterhin wird darauf hingewiesen, dass [nach § 2 Abs. 3 AtG] Stoffe, in denen der Anteil der Isotope U-233, U-235, Pu-239 und Pu-241 insgesamt 15 Gramm oder die Konzentration der genannten Isotope 15 Gramm pro 100 Kilogramm nicht überschreitet, als sonstige radioaktive Stoffe gelten.

Von diesen Definitionen ausgehend werden im Weiteren Mengeschätzungen von Kernbrennstoffinventaren vorgenommen. Danach sind in einem Großteil der Gebinde (insgesamt 56172) die als Kernbrennstoffe genannten Radionuklide enthalten, allerdings nur in 964 Gebinden in Mengen von mehr als 15 Gramm mit angereichertem Uran.

Kommentar AGO

Um Missverständnissen vorzubeugen sei hier darauf hingewiesen, dass „Natur-Uran“ reines Uran mit den in der Natur vorkommenden Isotopen-Verhältnissen, jedoch ohne seine zahlreichen radioaktiven Zerfallsprodukte meint.

Die AGO hat bereits in ihrer Stellungnahme zum Rückholplan (AGO 2020) darauf hingewiesen, dass die Kernbrennstoffe von großer genehmigungsrechtlicher Bedeutung für die Rückholplanung sind. Die von der AGO dort bemängelte pauschale Zuordnung der Inventare von Thorium, Uran und Plutonium zur Kategorie „*Kernbrennstoffe*“ ist in der

Konzeptplanung differenzierter ausgearbeitet und das Kernmaterial Thorium wird nicht mehr als Kernbrennstoff einbezogen.

Wie schon in der Stellungnahme zum Rückholplan weist die AGO auch hier darauf hin, dass die planerische Vorbereitung auf Kernbrennstoffe grundsätzlich nötig ist. Die in der Konzeptplanung aufgeführten Mengenschätzungen für die tatsächlich als Kernbrennstoff sicher zu stellenden Gebinde liegen mit weniger als 1000 Gebinden in einem als realistisch einzuschätzenden Bereich. Die Daten der Datenbank Assekat weisen für das angereicherte Uran auf deutlich geringere Gebindezahlen hin. Auch die Inventarangaben zum Plutonium in der Datenbank Assekat ergeben nur für ca. 350 Chargen 15 Gramm oder mehr Plutonium.

In diesem Zusammenhang muss auch darauf hingewiesen werden, dass die Gebinde, die als Kernbrennstoffe sichergestellt werden müssen, nicht nur mehr als 15 Gramm der als Kernbrennstoff genannten Radionuklide enthalten müssen, sondern dass deren Massegehalt mehr als 15 Gramm je 100 kg¹ übersteigen muss. Da sich die Angaben in der Datenbank Assekat auf Chargen beziehen, die teilweise mehrere Gebinde umfassen, sind Massenbezüge von mehreren 100 kg Masse je Charge möglich. In einem solchem Fall sind die Gebinde auch dann als „sonstige radioaktive Stoffe“ zu klassifizieren, wenn sie z.B. 50 Gramm der als Kernbrennstoff bezeichneten Radionuklide verteilt auf 5 Einzelgebinde enthalten. Aus diesem Grund sieht die AGO die derzeitige Zahl der Kernbrennstoffgebinde als oberen Schätzer an. Die daraus sich ergebenden Konsequenzen für die Behandlung und Lagerung dieser überschaubaren Menge an Gebinden sind im Zusammenhang mit der Auslegung des Zwischenlagers zu diskutieren.

Die AGO empfiehlt bei allen weiteren Planungen der Prozessabfolge der Rückholung eine möglichst frühzeitige Kategorisierung der Abfälle in „Kernbrennstoffe“ und „sonstige radioaktive Abfälle“ vorzusehen und die hierfür notwendigen Messeinrichtungen mit einzuplanen.

Sondernuklide

Sachstand BGE

Als Sondernuklide werden in BGE (2020b) die Radionuklide Tritium (H-3), Radiokohlenstoff (C-14) sowie Krypton (Kr-85), Radium (Ra-226, Ra-228) und Thorium (Th-228) behandelt. Diese Radionuklide tragen zu Ableitungen über die Luft bei.

Bei den Radionukliden H-3 und C-14 werden die bisherigen Inventare durch Abschätzungen der Aktivitäten, die über „Graphitkugeln“ aus der (früheren) Kernforschungsanstalt (KFA) Jülich zur Asse geliefert wurden, ergänzt. Im Ergebnis dieser Abschätzungen werden die Inventare der ELK 10/750, 11/750, 12/750, 8/750 und 6/750 beim H-3 erheblich erhöht (zwischen Faktor 5 und 500), beim C-14 aber leicht verringert.

Für das C-14-Inventar wird davon ausgegangen, dass aufgrund der Einbindung in eine Betonmatrix die Zerfallsprodukte des C-14 keinen relevanten Einfluss auf die Ableitungswerte aus der Schachanlage Asse II nehmen. Im Unterschied dazu wird die Einbindung in eine Betonmatrix beim H-3 nicht als ausschlaggebend in Hinblick auf die Rückhaltung bewertet.

Beim Kr-85 wird ein insgesamt geringes Inventar festgestellt, das vor allem in der ELK 12/750 eingelagert wurde. Messungen in einem Gesenk ergeben Messwerte von 32 kBq/m³ und werden als Hinweis darauf interpretiert, dass einige der Kr-85-haltigen Fässer und Präparate bereits korrodiert sind oder sich weitere unbekannte Kr-85-Inventare im Abfall befinden. Für

¹ Die in BGE (2020b) zitierte Fassung des AtG „das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 26. Juli 2016 (BGBl. I S. 1843) geändert worden ist,“ entspricht nicht der zum Zeitpunkt der Planung geltenden Fassung. Vielmehr wurde das AtG mit der Änderung des StrlSchG im Juli 2017 und danach noch weitere Male geändert. Obwohl sich inhaltlich für den hier betrachteten Begriff der Kernbrennstoffe keine Änderungen ergaben, sollte die BGE darauf achten, möglichst die zum Planungszeitpunkt geltenden Fassungen zu berücksichtigen.

den Strahlenschutz wird Kr-85 aufgrund des sehr geringen Beitrages zur Strahlenexposition des Personals und der Bevölkerung keine wesentliche Rolle beigemessen.

Die Radionuklide Ra-226, Ra-228, Th-228 sind als Quellen der Edelgasisotope Radon (Rn-222 und Rn-220) für den Strahlenschutz von Bedeutung. Während die Inventare von Ra-226 in den Einlagerungskammern stark unterschiedlich ausfallen, ist diese Verteilung beim Ra-228 (dem Tochternuklid von Th-232) deutlich gleichmäßiger.

Als Planungsgrundlage werden im Kapitel 2.2.5 die Ableitungen von Rn-222 und Radioblei (Pb-210) mit den Abwettern analysiert. Dabei werden als Betrachtungszeitraum die Jahre 2009 – 2015 herangezogen.

Kommentar AGO

Die Anpassung der Inventare von H-3 und C-14 an bereits längere Zeit bekannte Erkenntnisse zu den Abfällen aus der früheren KFA Jülich wird von der AGO für sachgerecht und nötig angesehen. Zu den sonstigen Inventaren der Sondernuklide werden die seit längerem als Arbeitsgrundlage verwendeten Werte verwendet.

Für die Strahlenschutzplanung sind diese Inventare aber nur ein Aspekt. Viel bedeutsamer ist das Freisetzungspotential dieser Radionuklide bei der Öffnung der Kammern. Die dazu getroffenen pauschalen Einschätzungen sind nach Ansicht der AGO nicht ausreichend. So ist z.B. die in einem offenbar ruhenden Luftkörper („Gesenk“) gemessene Kr-85-Konzentration von 32 kBq/m³ (=32.000 Bq/m³) im Vergleich zur allgemeinen Umweltradioaktivität von ca. 1 Bq/m³ sehr stark erhöht. Obwohl in den Abwettern Kr-85 nicht direkt gemessen wird, muss man davon ausgehen, dass die o.g. Konzentration nicht in den Abwettern vorkommt, da ansonsten das gesamte angegebene Kr-85-Inventar in weniger als einem Jahr abgeleitet worden wäre². Derartig hohe Konzentrationen von Kr-85 weisen daher auf einen relativ immobilen Einschluss dieses ansonsten hochmobilen Edelgases hin, der bei einer Kammeröffnung zu Freisetzungen führt.

Eine Auswertung der Datenreihen der Emissionsüberwachung durch die AGO (Bild 1) zeigt die bis zum Ende der 1990er Jahre auf das eingelagerte Inventar der jeweiligen Radionuklide in Becquerel bezogene Jahresableitung.

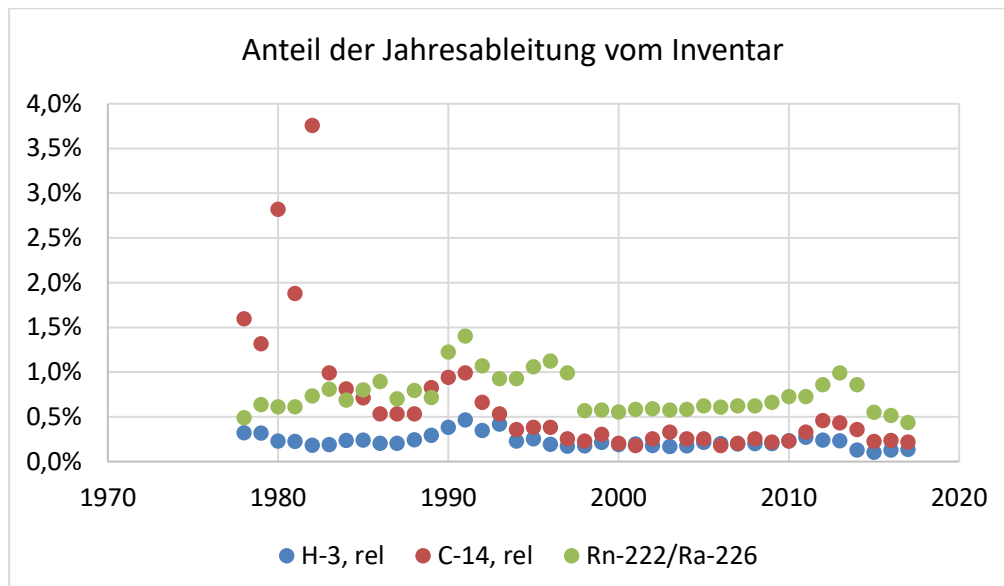


Bild 1: Anteil der Jahresableitung von flüchtigen Radionukliden Tritium (H-3), Radiokohlenstoff (C-14) und Radon (Rn-222) am jeweiligen Inventar (Auswertung AGO; Datenquellen BGE (Assekat) und Jahresberichte Umgebungsüberwachung 1978 bis 2017 der jeweiligen Betreiber der Schachtanlage Asse II).

² Abwetter ca. 1E+9 – 2E+9 m³ im Jahr x 32.000 Bq/m³ ergibt eine Ableitung von 32E+12 – 64E+12 Bq im Jahr bei einem deklarierten Inventar von 8E+12 Bq.

Das Diagramm erlaubt folgende Schlussfolgerungen:

- Seit 2014 (Verfüllung der 2. Südlichen Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle) sind die anteiligen Ableitungen des jeweiligen Inventars besonders gering. Die derzeitige Situation ist daher nicht repräsentativ für Freisetzungen der mobilen Radionuklide im Zusammenhang mit einer Kammeröffnung und Rückholung. Der in BGE (2020b) gewählte Bezugszeitraum 2009 – 2015 ist für eine Abschätzung der Freisetzungen bei Kammeröffnung und Rückholung nicht ausreichend.
- Die Freisetzung von C-14 aus den Abfällen war meist deutlich höher als die von H-3. Das widerspricht der Einschätzung im vorliegenden Bericht, nach der aufgrund der Einbindung in eine Betonmatrix davon auszugehen ist, dass „die Zerfallsprodukte des C-14³ keinen relevanten Einfluss auf die Ableitungswerte aus der Schachanlage Asse II nehmen.“ Soweit C-14 nicht in Form von Karbonat vorliegt, wie in Beton anzunehmen ist, sondern beispielsweise als Radio-Methan, ist der Einschätzung der BGE nicht zu folgen.
- Vor allem die Ableitungen von C-14 waren am Ende der Einlagerungsphase (bis ca. 1982) deutlich höher als später. Eine retrospektive Auswertung durch Baumringuntersuchungen könnte helfen, die früheren Ableitaktivitäten weiter einzugrenzen und damit Grundlagen für die Prognose solcher Freisetzungen bei der Rückholung liefern.

Die Ableitungen von Pb-210 der Jahre 2009 bis 2015 ergeben mit einem Mittelwert von $7,2E+05$ Bq bei einem Fortluftvolumen von $2,3E+09$ m³ eine Aktivitätskonzentration des Pb-210 von $3,1E-04$ Bq/m³. Dieser Wert entspricht exakt der allgemeinen Umweltradioaktivität des in der bodennahen Atmosphäre vorkommenden Pb-210 (BfS 2010). Eine Beeinflussung der Ableitung von Pb-210 durch die radioaktiven Inventare der Schachanlage ist aus diesen Daten nicht erkennbar.

Radionuklidinventare der Einlagerungskammern

Sachstand BGE

Als Planungsgrundlage werden für alle elf ELK der 750-m-Sohle Angaben zu:

- den Abmessungen der jeweiligen Kammer,
- der Technik der Einlagerung der Abfälle (gestapelt, gekippt),
- den Radionuklidinventaren und speziell den Teilmengen der Kernbrennstoffe,
- der Anzahl der eingelagerten Gebinde, unterschieden nach Gebindetypen und
- zu erwartende Dosisleistungen

zusammengestellt.

Kommentar AGO

Die Zusammenstellung gibt eine Planungsgrundlage sowohl für die Technik der Rückholung als auch die Strahlenschutzplanung.

Ergänzend zu den bereits zuvor beschriebenen Sachverhalten stellt die AGO fest, dass hinsichtlich der Dosisleistungen an der Außenseite der Gebinde bisher nur eine äußerst grobe Einteilung vorliegt. Die dominierende Zahl der Gebinde in allen ELK wird mit Dosisleistungen im Bereich von 0 – 1 mSv/h klassifiziert. Nur in der ELK 4/750 wird bei mehr als 80 % der Gebinde eine Dosisleistung von 1 – 2 mSv/h erwartet. Ein hoher Anteil von mehr als 40 % der Gebinde in der ELK 1/750 wird ebenfalls mit hohen Dosisleistungen von über 1 mSv/h erwartet. Ein direkter Bezug dieser Daten zu den Inventaren der Einzelgebände, der es gestattet, vor allem den Dosisbereich unter 1 mSv/h weiter zu differenzieren, liegt bisher nicht vor. Die AGO

³ Das Zerfallsprodukt von C-14 ist das stabile Stickstoffisotop N-14, aus dem 99,6 % des Luftstickstoffs bestehen.

empfiehlt, bei der Weiterentwicklung der Datenbank Assekate, diese Differenzierung vorzunehmen.

2.3 Bergbaulicher Istzustand

Sachstand BGE

Der bergbauliche Istzustand ist durch die vorhandenen geologischen Strukturen, die Grubenbaue des Bergwerkes Asse II und deren Verfüllung im Rahmen der Maßnahmen der Notfallplanung gekennzeichnet. Aus gebirgsmechanischer Sicht befindet sich das Gesamtragsystem des Bergwerkes, insbesondere an der Südflanke, im Nachbruchzustand, weshalb derzeit umfangreiche Maßnahmen zur Gebirgsstabilisierung durchgeführt werden.

Entsprechend der Notfallplanung (Stand 2016) wird die (Nicht-)Verfüllung der ELK für diese Konzeptplanung angenommen.

Kommentar AGO

Trotz starker Schädigungen kann man nicht sagen, dass das „*Gesamtragsystem des Bergwerkes im Nachbruchzustand*“ sei.

Die Formulierung, dass eine „(Nicht-)Verfüllung“ der ELK für die Konzeptplanung angenommen wird, lässt den Leser und die AGO ratlos dastehen und müsste von der BGE dringend erläutert werden. Diese zweideutige Formulierung ist auch unmittelbar mit der Frage verknüpft, ob das TFO-MA Konzept aus statischen Gründen (s. Kommentar AGO in Kap. 5.1) überhaupt realisierbar sein kann. Sofern von der BGE tatsächlich eine Verfüllung der noch nicht geräumten ELK und damit eine Verschüttung oder gar Zementierung der Abfallgebände in Betracht gezogen werden sollte, muss die AGO davor warnen, dass dies die Rückholung der Abfälle extrem erschweren, verlängern und verteuern oder ganz verhindern würde. Auch die in einem Endlager zu entsorgende Abfallmenge würde sich deutlich erhöhen.

3 Behälterkonzept

Sachstand BGE

Die Übersicht (Kap. 3.1) beschreibt die Anforderungen zur Auswahl und Auslegung aller zur Rückholung der radioaktiven Abfälle benötigten Behälter.

Das sind die Anforderungen:

- des physikalischen Strahlenschutzes hinsichtlich Abschirmung, Oberflächenkontamination sowie Handhabung aus Ereignis- und Störfallbetrachtungen an die Umverpackung bzw. den Innenbehälter hinsichtlich der Freisetzung radioaktiver Stoffe,
- an die Handhabung innerhalb der ELK und an den Transport unter Tage und über Tage,
- an die Größe bzw. Abmessungen, damit alle radioaktiven Abfälle abdeckend transportiert werden können.

Dazu werden die Behälterarten mit ihren Aufgaben definiert und beschrieben:

- Innenbehälter (IB) für den Transport zwischen Einlagerungskammer und Verpackungsschleuse,
- Umverpackung (UP) für die Innenbehälter,
- Konradcontainer (KC) als geeignete Umverpackung für die Innenbehälter.

Ziel des Kap. 3 ist eine abdeckende Spezifikation der Anforderungen für die Behälterarten IB und UP, wobei der Behältertyp KC als geeignete Umverpackung vorausgesetzt wird.

Dazu wird in Kap. 3.2 auf die Konzeptplanung für die ELK 7/725 AP03/04 „Grobkonzepte“ verwiesen, in der dargestellt wurde, dass aufgrund der geplanten Abmessungen (Grundfläche, lichte Höhe) und der Nutzlast über die Seilfahranlage des Schachtes 5 alle bisher zugelassenen KC-Typen gefördert werden könnten.

Die Anforderungen an die einzusetzenden Behälter werden in Kap. 3.3 beschrieben. Dabei wird sowohl auf Kap. 5 „Rückholkonzept“ als auch auf Kap. 9 „Sicherheits- und Nachweiskonzept“ verwiesen. Insbesondere sind dies Anforderungen an die Umverpackungen, „die zur Auswahl eines geeigneten Behältergrundtyps KC geführt haben“.

Im Einzelnen sind folgende Anforderungen festgelegt:

- Strahlenschutzanforderungen für den Transport unter und über Tage.
- Praxisbewährte Umverpackungen.
- Maximale Abmessungen und Gewicht nach Schachtförderanlage 5 bemessen.
- Förderkorbbinnenmaße voll nutzbar.
- Auswahl der Umverpackung so groß wie nötig bei Beachtung der Streckenquerschnitte und der Handhabung. Als größtes Standard-Gebinde wird die VBA festgelegt. „Anforderungen der nachfolgenden Charakterisierung können wegen des noch nicht vorliegenden Charakterisierungskonzeptes nicht berücksichtigt werden“.
- Einsatz von Innenbehältern wegen der strahlenschutztechnischen Anforderungen erforderlich.
- Verdeckelung der Innenbehälter beim Transport von der Ortsbrust zur Verpackungsstation zur Minimierung radiologischer Freisetzungen vorsehen.

Daraus wird folgende Behälterfestlegung abgeleitet:

- Konradcontainer (KC) der Abfallbehälterklasse II (ABK II) [BfS 2017]. Begründung in Kap. 9.2 „Analyse von Vorgängen und Ereignissen bzgl. Auswirkungen in der Umgebung“.
- Sonderabmessungen möglich.
- ausschließlich innerbetrieblicher Transport.
- Beladung des Innenbehälters von oben (verfahrensbedingt).
- Konzeption des Innenbehälters abhängig vom Verlauf des Transportweges.
- Auswahl der Umverpackung: Konradcontainer Typ IV und Typ V.
- Zerlegung des einzigen abmaßüberschreitenden Sondergebindes.

Kommentar AGO

Das Behälterkonzept ist nachvollziehbar, wenn die Verweise auf spätere Kapitel des Rückholungskonzeptes (Kap. 5) und des Atomrechtlichen Sicherheits- und Nachweiskonzeptes (Kap. 9) einbezogen werden. Die Auswahl des KC Typ IV bzw. Typ V als Standardumverpackung für die Rückholung ist nachvollziehbar begründet. Diese Begründung beruht insbesondere auf den bereits vorhandenen verkehrs- und atomrechtlichen Zulassungen bzw. Qualifizierungen für diese Behältertypen. Die AGO weist allerdings darauf hin, dass es momentan nur einen einzigen Hersteller (Eisenwerke Bassum) für diese Behältertypen gibt und mit Zunahme der Rückbauaktivitäten in Kernkraftwerken Lieferengpässe durch den sehr großen Bedarf an Behältern zu erwarten sein werden. Die AGO empfiehlt daher die Prüfung weiterer Behältertypen (auch im Ausland gefertigter Behälter), um dieses Risiko zu beherrschen. Ein weiteres Manko besteht darin, dass KC für schwach- und mittelaktive radioaktive Abfälle zugelassen sind und somit für die Handhabung bzw. Transport der Abfälle mit Kernbrennstoff nur eingeschränkt einsetzbar sind.

Des Weiteren ist kritisch zu sehen, dass Anforderungen aus der radiologischen Charakterisierung unberücksichtigt bleiben, obwohl daraus maßgebliche Anforderungen (z.B. Anwendung messtechnischer Verfahren, Entnahme von Proben für zerstörende Prüfverfahren) an die Behälter entstehen können.

Darüber hinaus ist es für das Verständnis unglücklich, dass Kap. 3 für das Innenbehälterkonzept nicht selbsterklärend ist.

Zum Innenbehälterkonzept hat die AGO weitere Fragen, die sich aus der Abhängigkeit der Konzeption vom Transportweg ergeben. In Kap. 5.6.12 „Transport zwischen Teilfläche und Schleusen“, auf das im Behälterkonzept verwiesen wird, werden zwei unterschiedliche Transportsituationen dargestellt. So schreibt die BGE: „Daraus folgt für die beiden möglichen Transportsituationen:

- bei ELK-ferner Anordnung der VPS (siehe Abb. 143) die Verwendung von Innenbehältern mit weitergehender Qualifikation (WQ-IB) für den Transport von der Teilfläche bis in die Umverpackung (siehe Abb. 142) mit einem Lastumschlag und
- bei ELK-naher Anordnung der VPS (siehe Abb. 143) die Verwendung von Innenbehältern mit einer Grundqualifikation (GQ-IB) für den Transport von der Teilfläche bis in die Umverpackung (siehe Abb. 142) mit einem Lastumschlag.

Der WQ-IB verfügt dementsprechend, im Vergleich zum GQ-IB, über einen zusätzlichen bzw. zweiten Deckel außen und ist insgesamt robuster ausgeführt, was eine weitergehende Qualifizierung, welche insbesondere zum Durchfahren der längeren Streckenabschnitte mit radioaktivem Abfall durch den Carnallit erforderlich ist, erst ermöglicht.“

Die AGO versteht nicht, warum für diese beiden Fälle unterschiedlich robuste Konstruktionen zum Einsatz kommen sollen. Stellt man beide Fälle gegenüber, so ist die höchste Belastung des Innenbehälters (mit der höchsten Wahrscheinlichkeit eines störfallbedingten Ereignisses) der Umschlag zwischen Flurfahrzeug und Kran bzw. beim Absetzen des Innenbehälters in die Umverpackung zu sehen. Dementsprechend ist eine unterschiedliche Bewertung der Belastung nicht angebracht.

Eine zweite Frage stellt sich bei der Betrachtung der Verdeckelung der Innenbehälter. Grundsätzlich haben beide Behälterkonzeptionen (WQ-IB und GQ-IB) einen Deckel, der vom Rückholungsmanipulator vor Ort abgenommen und nach Verfüllung wieder aufgesetzt werden soll. Der Unterschied beider Konzeptionen besteht beim Ausfahren des Plateauwagens, auf dem sich der Innenbehälter befindet, aus der Teilfläche. Bei ELK-ferner Verpackungsstation soll vor Weiterfahrt ein zweiter Deckel durch einen Verdeckelungsroboter aufgesetzt und verschraubt werden, ein Vorgang, der bei ELK-naher VPS entfällt. Mit Verweis auf die Erklärung zur ersten Frage ist diese Unterscheidung nicht nachzuvollziehen bzw. es fehlt eine hinreichende Begründung. Hier sollte generell ein (1) verschraubter Deckel zum Einsatz kommen. Außerdem wäre zu überlegen, ob die Ent- und Verdeckelung durch den Rückholungsmanipulator entfällt, um vor Ort ein Störelement zu beseitigen. In beiden Fällen kann der Verdeckelungsroboter beim Ausfahren zum Einsatz kommen.

4 Konzept zu Streckenführung und ELK-Zugängen

4.1 Streckenkorridore

Sachstand BGE

Für Streckenkorridore ist der direkte Nahbereich der ELK ausgenommen, da es zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus den ELK der 750-m-Sohle unabdingbar ist, im direkten Nahbereich der ELK Strecken/Hohlräume aufzufahren. Aufgrund von bergbaulichen, geologischen und radiologisch relevanten Rahmenbedingungen ergeben sich folgende Bereiche:

- Auszuschließende Bereiche (rot markierte Bereiche in Abb. 48): diverse Sicherheitspfeiler sowie sonstige Ausschlussbereiche (sehr stark durchbaute Bereiche; insb. Kali-Abbaue).
- Zu vermeidende Bereiche (orange markierte Bereiche in Abb. 49): auf Grund von schlechterem gebirgsmechanischen Verhalten, ggf. mit Mehraufwand durchführbar, wenn es erforderlich ist (Carnallitit, Abdichtbauwerke der Notfallvorsorge).
- Bereiche in denen Auffahrungen möglich sind (gelb markierte Bereiche in Abb. 50): die Offenhaltung erfordert jedoch einen Mehraufwand hinsichtlich Ausbau und Lösungsfassung (lokal stark durchbaute Bereiche, mit Salzgrus verfüllte Abbaue im Steinsalz, bekannte Lokationen von kontaminierter Lösung mit entsprechenden Drainagebauwerken).

Als Ergebnis können demnach:

- mindestens die 5 westlichen Einlagerungskammern der Kammergruppe Süd nicht von Süden erschlossen werden und
- Aus- und Vorrichtungsstrecken sowie Infrastrukturräume auf der 750-m-Sohle weder im Westen des alten Grubengebäudes noch im Norden liegen.

Kommentar AGO

Die vorgenommene Differenzierung in den Abbildungen 48 bis 51 in BGE (2020b) ist für die weiteren Planungen hilfreich. Die Betrachtungen sind aber im Wesentlichen nur 2-dimensional und auf die 750-m-Sohle beschränkt. Es fehlen Betrachtungen in der dritten (vertikalen) Dimension, die beispielsweise für alternative Planungen von Schleusen oder optimierte Streckenführungen wichtig wären. So ist z.B. der relevante Bereich zwischen der 750- und 775-m-Sohle weitgehend unverritz und befindet sich größtenteils im Steinsalz.

4.2 Größe und Anordnung von Schleusen

4.2.1 Anbindung der Schleusen an die Einlagerungskammern

Sachstand BGE

Aus strahlenschutztechnischen Gründen sind Schleusen einzurichten. Dabei sind Schleusen für die Verpackungsstation sowie die Großgeräteschleuse vorgesehen.

Auffahrungen im Carnallitit sind möglichst zu vermeiden, doch ist bei der Anbindung der Schleusen an die Einlagerungskammern gleichzeitig darauf zu achten, dass diese möglichst ELK-nah errichtet werden, um die radioaktiven Abfälle so frühzeitig wie möglich qualifiziert umverpacken zu können und somit möglichst kurze Transportwege mit außenkontaminierten Innenbehältern zu erzeugen.

Aufgrund beengter Platzverhältnisse und möglicher sicherheitstechnischer Erfordernisse müssen die Funktionsbereiche der Schleusen ggf. durch eine Entkoppelung der Belade- und

Verdeckelungsvorrichtung räumlich getrennt werden. Die Anzahl der Schleusen soll jedoch durch eine gleichzeitige Nutzung für mehrere Einlagerungskammern reduziert werden.

Die Transportstrecken zwischen den Schleusen und den Einlagerungskammern sind so auszulegen und zu organisieren, dass sowohl konventionelle Transporte (z. B. für Ausbauelemente) als auch der Transport der radioaktiven Abfälle zu jeder Zeit unterbrechungsfrei durchgeführt werden können, daher erscheint eine physische Trennung in zwei separat verlaufende Transportstrecken am sinnvollsten.

Kommentar AGO

Die räumliche Trennung der als Schleuse wirkenden Verpackungstation(en) von den Großgeräteschleusen erhöht die Flexibilität und erschließt weitere Gestaltungs- und Optimierungsmöglichkeiten hinsichtlich der Ortswahl und Anzahl von Anlagenteilen. Möglichkeiten der Personenschleusung (z.B. für Interventions- und Kontroll-Zwecke) müssen in allen Schleusen vorgesehen werden. Die Entkoppelung der Belade- und Verdeckelungsvorrichtung wird im Bericht der BGE nicht näher erläutert.

Die AGO kann es sich alternativ vorstellen, die Planungen für die Ausschleusung und Verpackung der Abfälle in die dritte Dimension (d. h. in die darunterliegende Sohle) zu erweitern und dazu den wenig verritzten Gebirgsbereich bis zur 775-m-Sohle in die Planungen einzubeziehen (siehe nachfolgendes Bild 2).

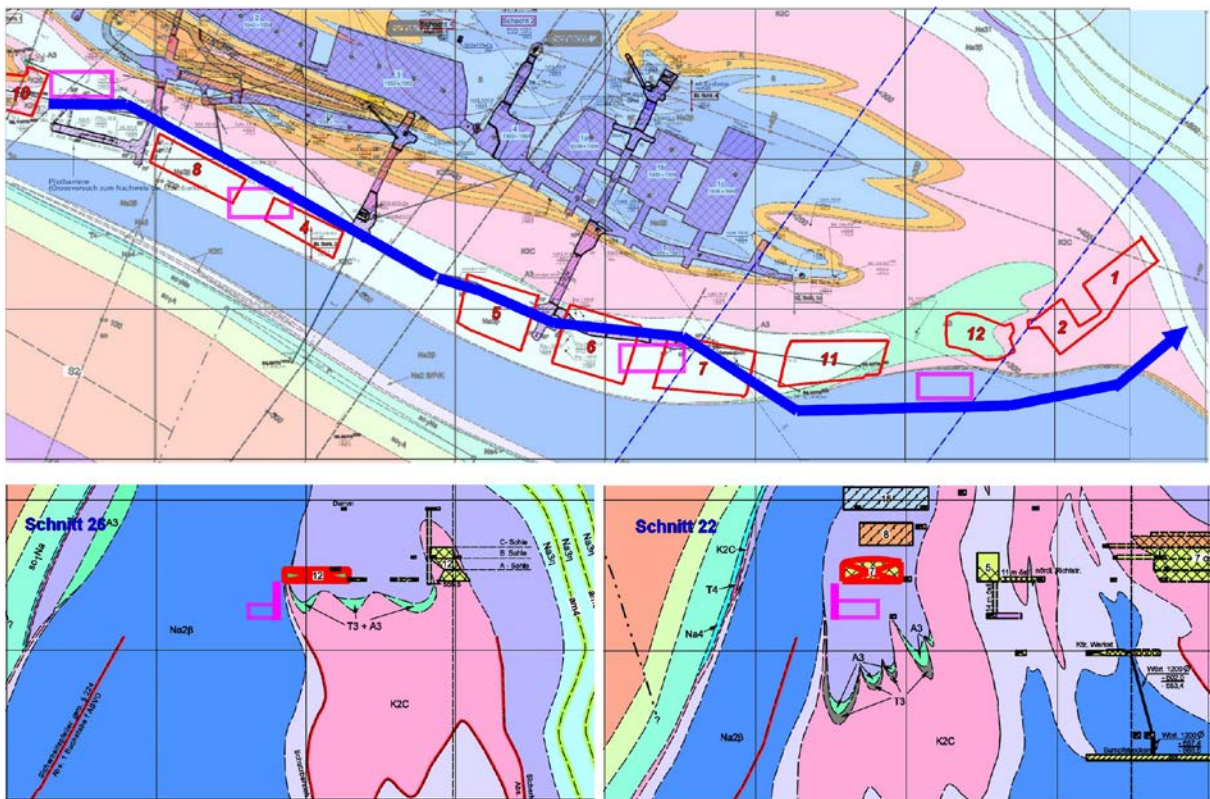


Bild 2: Oben: Projektion der Einlagerungskammern der 750-m-Sohle (rot umrandet) auf den Sohlenriss der 775-m-Sohle; mögliche Positionen für Verpackungsstationen (pink umrandet); Verbindungs- und Transportstrecke (blau). Unten: Situation in den geologischen Schnitten 26 und 22. (Bildgrundlage RisswerkASSE).

Durch die Verlagerung der Verpackungsstationen auf ein tieferes Niveau können diese in unverritzten und damit bergbaulich sichereren Bereichen angelegt werden und über eine Transportstrecke mit Schacht 5 verbunden werden. Wenn es gelingt, die ELK zu Gruppen mit je einem Übergabepunkt zusammen zu fassen (vgl. Bild 2, oben), könnten wenige (vermutlich vier) Verpackungsstationen ausreichen.

Bild 3 zeigt beispielhaft eine schematische Darstellung (Vertikalschnitt) der Funktionsbereiche in einer 3-dimensionalen Anordnung.

- An einer geeigneten Stelle neben der ELK, evtl. in Verbindung mit der Großgeräteschleuse, müsste ein Übergabepunkt für leere und befüllte Innenbehälter eingerichtet werden. Dort sollte eine erste Dosisleistungsmessung, eine automatisierte Verdeckelung, eine Absaugung der Außenflächen, eine Entgegennahme und lokale Bereitstellung von leeren Innenbehältern und Deckeln und eine Schleusung der verdeckelten Innenbehälter in den Aufzugbereich, z.B. über ein Schleusenrad, erfolgen.
- Der Aufzug kann je nach Gegebenheiten in einer senkrechten oder schrägen Großlochbohrung eingebaut werden, die neben der Verpackungsstation endet und an einem weiteren Übergabepunkt an diese angeschlossen ist. Dort findet (z.B. über ein Schleusenrad) ein Tausch des befüllten gegen einen leeren Innenbehälter (plus Deckel) statt.
- Die Innenbehälter werden in der Verpackungsstation ggf. weiter dekontaminiert, hinsichtlich Kontamination gemessen und in Transportbehälter verladen, die schließlich ausgeschleust und zum Schacht 5 transportiert werden.

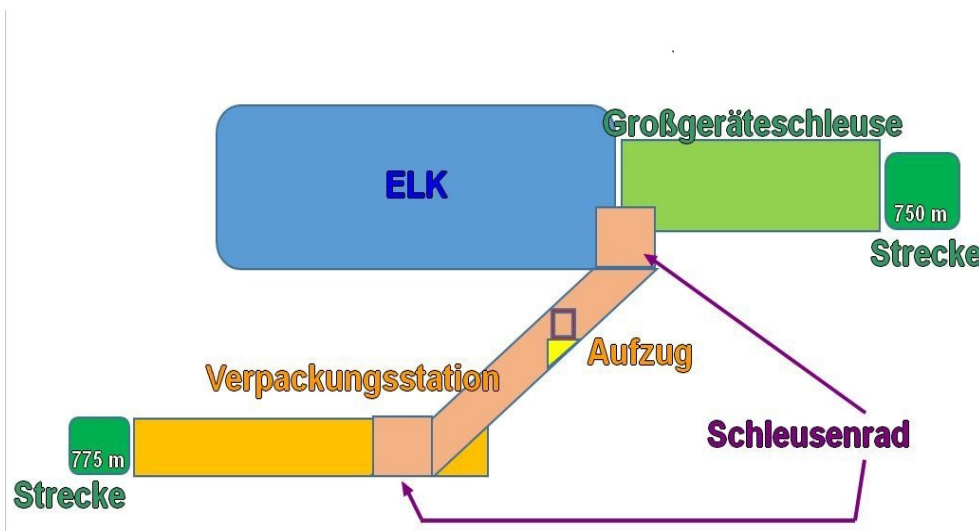


Bild 3: Schematische Anordnung (Vertikalschnitt) der Funktionsbereiche.

4.2.2 Vordimensionierung der Schleusen

Sachstand BGE

Für die Ableitung möglicher Streckenverläufe auf der 750-m-Sohle ist eine Einschätzung der notwendigen Außenabmessungen der Schleusen zu treffen, die folgende Aspekte berücksichtigt:

- Die lüftungstechnisch abgedichtete Einhausung einschließlich ihrer Abdichtung gegen die umliegende Streckenkontur und die wettertechnische Trennung der Rückholbereiche vom sonstigen Grubenraum.
- Die Großgeräteschleuse für die Ein- und Ausförderung der Maschinenteknik sowie der Ausbauelemente. Sie wird in einen Personenbereich und einen Großgeräte- und (heißen) Werkstattbereich unterteilt.

- Die Verpackungsstation. Diese wird in einen Förderbereich für die Umverpackung und einen Personenbereich unterteilt und ist auf einen Konrad Container Typ IV als Umverpackung auszulegen.
- Die Sicherstellung der Zugänglichkeit aller Bereiche und Komponenten in den Schleusen.
- Die Berücksichtigung von sicherheitstechnischen und strahlenschutzrelevanten Maßnahmen zum Schutz von Mensch und Umwelt.
- Die Sicherstellung der Wiederverwendbarkeit der Schleusen durch möglichst geringe Variation (Standardisierung).
- Die Breite der Schleusen soll die für die Transporte und Einrichtungen notwendige Breite der Zugangsstrecken möglichst nicht überschreiten, um spannungstechnisch ungünstige Abstufungen im Gebirge zu vermeiden.
- Die Reduzierung der Länge der Schleusen auf das Nötigste, um räumliche Reserven für die erforderlichen Transportwege und mögliche Interventionen zu schaffen.

Abb. 54 und Abb. 55 in BGE (2020b) zeigen schematisch die Außenabmessungen und bieten einen ersten Überblick über die einzurichtenden Bereiche innerhalb der Schleusen.

Kommentar AGO

Die aufgeführten Aspekte zur Vordimensionierung sind grundsätzlich nachvollziehbar. Es fehlt aber an einer plausiblen Begründung für die recht großzügig ausgelegte „heiße Werkstatt“ mit einer Fläche von 6 m mal 30 m. Es würde helfen, wenn an dieser Stelle nähere Angaben zum konkreten Zweck der heißen Werkstatt gemacht würden, welche ihre Dimensionierung plausibel machen könnten, z.B. Bautyp und Größe ggf. zu reparierender Geräte.

Eine Wiederverwendbarkeit der Schleusen-Module ist natürlich anzustreben, doch sieht die AGO eine Sicherstellung derselben als nachrangige Aufgabe.

In den Prinzipskizzen (Abb. 54 und 55 in BGE (2020b) werden Bereiche zur Unterbringung von Lüftern und Filteranlagen vermisst, die auch im Text nicht erwähnt werden. Auch fehlen Höhenangaben für die Schleusen und eine Betrachtung übereinander angeordneter Komponenten (z.B. Personenschleusen und Filteranlagen).

4.3 Anordnung der ELK-Zugänge und möglicher Streckenverläufe

Sachstand BGE (1)

Wesentliche Kriterien für den Ausschluss oder Einschränkung einer Zugangsmöglichkeit sind:

- Ausschlusskorridore (entsprechend Kap. 4.1) im direkten Umfeld der jeweiligen ELK,
- zu vermeidende Bereiche (entsprechend Kap. 4.1) im direkten Umfeld der jeweiligen ELK,
- Vorhandensein von Fassungsstellen kontaminierter Lösung (entsprechend Kap. 4.1) im direkten Umfeld der jeweiligen ELK,
- Lage von Gebinden in den Einlagerungskammern bzw. Zugängen/Durchhieben (vgl. Kapitel 2.2).

Erläuterungen zu den für jede einzelne ELK zutreffenden Kriterien und grundsätzlichen Zugangsmöglichkeiten sind in Anhang 5 gegeben und in Tab. 21 zusammengefasst.

Im Bericht zu den Grobkonzepten (AP 06) sowie bei der Ableitung der Vorzugsvariante wurden bereits grundlegende Herangehensweisen beschrieben. Diese enthielten verschiedene Möglichkeiten der Lage der Basisstrecke:

1. Basisstrecke parallel zur langen Seite der ELK im Gebirge (z. B. im nördlichen Pfeiler bei den Einlagerungskammern der Kammergruppe Süd) mit einem Abstand zum Stoß (sogenannte radiologische Barriere).
2. Basisstrecke (B) parallel zur kurzen Seite der ELK 5.

Die Möglichkeit 1 ist insbesondere bei der Kammergruppe Ost (hier von Südosten her) nach derzeitigem Planungsstand sinnvoll anwendbar. Für die Kammergruppe Süd ist ein Zugang von Norden größtenteils grundsätzlich möglich. Im Sinne einer Reduzierung der aufzufahrenden Hohlraumvolumina wurde der 2. Ansatz näher untersucht, die Basisstrecke parallel zur kurzen Seite der jeweiligen ELK anzuordnen.

Bei Auffahrung der Basisstrecke mittig im Pfeiler zwischen zwei ELK wären auf Grund der Entfernung der Basisstrecke zum ELK-Stoß die Strahlenschutzanforderungen während der Auffahrung der Basisstrecke minimiert, ebenso der bergmännische Vorrichtungsaufwand im Vergleich zu einer Vorrichtung jeder einzelnen ELK.

Basierend auf der auf Konzeptniveau hinreichend belastbaren Annahme einer grundsätzlichen gebirgsmechanischen Machbarkeit, wird diese Anordnung der Basisstrecke als ELK-Zugang für das im folgenden Kap. 5 beschriebene technische Konzept zu Grunde gelegt.

Kommentar AGO (1)

Die Auffahrung von querschlägigen und insbesondere streichenden „Basisstrecken“ stellt gravierende Eingriffe in das gebirgsmechanische Tragsystem dar, insbesondere durch Schwächung der seitlichen Einspannung der Firstschweben und wurde daher bereits mehrfach von der AGO kritisiert. Es ist für das Rückholungsprojekt riskant, wenn die BGE „basierend auf der auf Konzeptniveau hinreichend belastbaren Annahme einer grundsätzlichen gebirgsmechanischen Machbarkeit“ trotz der bestehenden Bedenken ausschließlich in diese Richtung weiter plant, ohne eine solide Grundlage zu haben. Auch auf Konzeptniveau muss eine Planung bereits den Nachweis einer Machbarkeit erbringen und bereits erkennbare Risiken oder andere Unwägbarkeiten, die der Machbarkeit entgegenstehen können, dürfen nicht ausgeklammert werden.

Sachstand BGE (2)

Basierend auf der Anordnung von Basisstrecken und unter Berücksichtigung der identifizierten Streckenkorridore (Kap. 4.1) und der erforderlichen Größe und Anordnung von Schleusen (Kap. 4.2) können mögliche Streckenverläufe der Vorrichtungsstrecken auf der 750-m-Sohle abgeleitet werden. Diese sind in Abb. 56 in der Draufsicht als Superposition schematisch und in Abb. 57 auch als Beispiel für die ELK 8/750 dargestellt. Demnach soll es für querschlägige Basisstrecken im Pfeiler zwei Zugangsstrecken geben, für den (konventionellen) Materialtransport zwischen Großgeräteschleuse und ELK bzw. Radioaktivtransporte zwischen Verpackungsstation und ELK.

Auf Grund der Höhe der meisten Einlagerungskammern von ca. 10 m sind in der Regel 2 Ebenen für die Rückholung mittels Teilflächen notwendig. Zur Überwindung von Höhenunterschieden gibt es unterschiedliche Lösungsansätze. Radioaktivtransporte verlaufen ausschließlich horizontal oder vertikal, Materialtransportstrecken können auch geneigt verlaufen, um die obere Rückholebene zu erschließen.

Neben der schematischen Darstellung in Abb. 57 sind in Abb. 58 und Abb. 59 weitere Schemata für die Zugangsstrecken zu den Einlagerungskammern zum Überwinden eines Höhenunterschiedes mit zwei Ebenen (ELK 10/750, 8/750, 5/750, 6/750, 7/750, 11/750) dargestellt. Für die ELK 2/750 Na2, bei der drei Ebenen notwendig sind, gilt der Wechsel der Ebenen von oben nach unten analog. Lediglich bei den ELK, die über eine Ebene rückgeholt werden können (ELK 4/750, 12/750, 2/750, 1/750), ist das Überwinden eines Höhenunterschiedes nicht notwendig, hier verlaufen alle Transporte horizontal in entsprechend verschiedenen Strecken.

Kommentar AGO (2)

Abb. 56 in BGE (2020b) verdeutlicht die Platznot zur Unterbringung aller Strecken und Anlagenteile in einer Ebene. Die in Bild 3 dieser AGO-Stellungnahme (Kap. 4.2.1) vorgeschlagene 3-dimensionale Aufteilung der Funktionen könnte hier Abhilfe schaffen.

Die Problematik, dass in den ELK wegen der Stapelung von Abfällen vielfach in zwei oder gar drei Ebenen rückgeholt werden muss und die Anschlussstrecken deshalb unterschiedliche Niveaus haben müssen, ergibt sich allein aus der Vor-Festlegung auf die Variante „*Teilflächenbau von oben mit Ausbauelementen (TFO-MA)*“. Andere, flexiblere Rückbauverfahren könnten hier einfachere Anschlüsse ermöglichen. Die von der BGE getroffene Vorauswahl der Rückhol-Varianten für die 750-m-Sohle hatte zum Zwischenergebnis, dass nur noch der „*Abbau durch Schildvortrieb*“ und der „*Teilflächenbau von oben - mit Ausbau (TFO-MA)*“ näher betrachtet und einer weiteren Planung zugeführt werden sollen. Eine „Rückabwicklung der Einlagerung“, die im Wesentlichen die Einlagerungsvorgänge in umgekehrter Reihenfolge rückgängig machen würde, wurde in der Bewertung des Variantenvergleichs⁴ nicht näher betrachtet, obwohl sie eine sehr naheliegende Variante darstellt. Diese Variante wird z. B. vom technischen Prinzip her für die ELK 8a/511 planerisch verfolgt und kommt ohne wesentliche Eingriffe in das gebirgsmechanische Tragsystem, mit dem geringsten logistischen Aufwand und mit konventioneller Technik aus.

Unter „Rückabwicklung der Einlagerung“ versteht die AGO im Wesentlichen folgende Vorgehensweise:

- seitliche Öffnung der ELK, möglichst durch Aufwältigung und ggf. Erweiterung ehemaliger Kammerzugänge,
- kombinierter Einsatz mobiler, flurgebundener, fernhantierter Maschinen (z.B. Bagger und Teleskop-Stapler, mit diversen Wechselwerkzeugen) und stationären Transportsystemen (z.B. Schienenwagen.),
- Abtransport der Abfälle und Antransport von Versatzmaterial über stationäre Transportsysteme zur bzw. von der Schleuse in die ELK,
- abschnittsweise Räumung und Sicherung der Firste und der Kammer-Stöße durch Anker,
- abschnittsweise Freilegung von Gebinden,
- Abschichtung der freigelegten Gebinde bzw. Abfälle und Verladung,
- abschnittsweiser Versatz geräumter ELK-Bereiche, z. B. mit Big Bags (Salzgrus), Sorelbeton-Würfeln und frischem Sorelbeton und
- Wiederholung der voran gegangenen abschnittswisen Schritte bis zur vollständigen Räumung und Verfüllung der ELK.

In diesem Zusammenhang versteht die AGO unter „Fernhantierung“ (Teleoperation) die Ausführung von physischen Arbeitsschritten durch Maschinen vor Ort, wobei die Steuerung von einem entfernten (sicheren) Ort aus von einem Operateur an einem Steuerstand erfolgt. Im Unterschied zur „Fernbedienung“ hat der Operateur keinen direkten Sichtkontakt zum Einsatzort, sondern steuert die Maschinen aufgrund empfangener Video- und Audio-Signale sowie ggf. simulierter haptischer Wahrnehmungen aus (von Sensoren in den Maschinen

⁴ Der BGE-Bericht „Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II – Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 750-m-Sohle - Arbeitspaket 07: Bewertung der Grobkonzepte (Stand: 18.09.2020)“ liegt der AGO bisher nicht vor.

übertragenen) umgesetzten Kraft- und Geschwindigkeits-Informationen. Die AGO erwartet, dass bis zur Realisierung der Rückholung eine solche Technik verfügbar ist.

Sachstand BGE (3)

Die o. g. Voraussetzung, dass Auffahrungen in den Pfeilern zwischen benachbarten ELK technisch und gebirgsmechanisch möglich sind, ist für diese zuvor beschriebene Streckenführung im Detail ggf. in weiteren Planungsstufen zu untersuchen. Wenn diese Überprüfung zu einem negativen Ergebnis kommen sollte, gäbe es alternativ die Möglichkeit die Basisstrecke parallel zur Längsseite der jeweiligen ELK aufzufahren.

Selbst bei negativer Bewertung (technisch oder gebirgsmechanisch) der alternativen ELK-Zugangsmöglichkeiten gäbe es die Idee, die verfüllten Abbaue 3 und 9, in denen kein radioaktiver Abfall eingelagert wurde, für die Auffahrung von Vorrichtungsstrecken und Funktionsräumen zu nutzen (Abb. 60 in BGE(2020b)). Voraussetzungen wären, dass eine Ertüchtigung des Versatzes in diesen Abbaueen technisch, gebirgsmechanisch und genehmigungsrechtlich machbar wäre. Für die Konzeptplanung sind diese Voraussetzungen derzeit nicht belastbar. Die genannte Konzeptoption kann in weiteren Planungsstufen ggf. berücksichtigt werden, wenn weitere Erkenntnisse, z. B. nach Erkundungen, zur Vor-Ort-Situation vorliegen.

Kommentar AGO (3)

Die BGE sieht offenbar selbst die gebirgsmechanische Problematik ihres Konzepts und skizziert daher vorsorglich weitere Alternativen, die aber noch weniger ausgereift und erfolgversprechend erscheinen. Die AGO sieht daher nicht, dass in BGE (2020b) ein der Aufgabenstellung entsprechendes „*technisches Konzept und Sicherheits- und Nachweiskonzept*“ vorgelegt wird, welches eine belastbare Basis für die Entwurfsplanung bilden könnte. Das macht auch die Aussage der BGE auf S. 115, letzter Absatz, deutlich: „Für die Konzeptplanung sind diese Voraussetzungen derzeit nicht belastbar. Die genannte Konzeptoption kann in weiteren Planungsstufen ggf. berücksichtigt werden, wenn weitere Erkenntnisse, z. B. nach Erkundungen, zur Vor-Ort-Situation vorliegen.“ Hier stellt die AGO die Frage, ob solche Untersuchungen nicht in vier Jahren Konzeptplanung parallel hätten gemacht werden müssen.

5 Rückholungskonzept

5.1 Allgemeine Beschreibung des Konzeptes TFO-MA

Sachstand BGE

Beim TFO-MA (Teilflächenbau von oben mit Ausbauelementen) wird in den zu errichtenden Teilflächen ein sicherer Arbeitsraum aus mehrteiligen Ausbauelementen für die Rückholtechnik hergestellt, die zusätzlich auch noch zur Wetterführung innerhalb der Teilfläche genutzt werden. Weiterhin erfolgt die Rückholung der radioaktiven Abfälle in den Einlagerungskammern auf der 750-m-Sohle über eine oder mehrere Teilflächenebenen von oben nach unten. In Abb. 61 ist eine Übersichtsdarstellung des Verfahrens TFO-MA für eine Teilfläche dargestellt.

Die Rückholtechnik besteht im Wesentlichen aus einem in den Ausbauelementen geführten hydraulischen Manipulatorsystem, der Transport der radioaktiven Abfälle und von Salzgrus erfolgt über Plateauwagen, die Staubabsaugung sowie der Brandschutz werden über firstgeführte EHB-Einheiten sichergestellt. Sämtliche Tätigkeiten werden ferngesteuert durchgeführt, nur in Ausnahmefällen sowie für Abdichtungs- und Umbauarbeiten wird Personal in den Teilflächen tätig sein.

Kommentar AGO

Weder in diesem, noch in früheren Berichten ist eine zufriedenstellende Beschreibung des Ausbausystems (Abb. 61) zu finden, welche eine technische Machbarkeit und Eignung begründen könnte. Es bleibt unklar, auf welche Weise das aus Ausbauelementen zusammengefügte Gebilde im Raum fixiert werden soll, so dass es sein Eigengewicht und die einwirkenden statischen und dynamischen Kräfte während der Rückholarbeiten in das Nebengebirge abtragen könnte.

Sofern kein Nachweis für eine sichere Lastabtragung und über die Tragfähigkeit von Pfeilern und Schweben vorliegt, sind nach Meinung der AGO die Aussagen zur technischen Machbarkeit des Ausbausystems anzuzweifeln.

Unterhalb und seitlich des Ausbausystems befinden sich eingelagerte Abfallgebände in teilversetzten oder unversetzten Hohlräumen, die weder mechanisch belastet noch zementiert werden können. Es ist nicht gesichert, dass der Teilflächenausbau der oberen Teilflächenebenen betriebssicher auf dem Untergrund ausgeführt werden kann, weil eine ausreichende Stützung von unten fragwürdig ist. Eine geeignete Simulation zur technischen Machbarkeit dieser Ausbausysteme wäre hier empfehlenswert. Sofern die BGE dennoch die Herstellung einer Tragschicht durch Einbringung von Versatzmaterial zwischen bisher unversetzten Abfallgebänden (in den ELKs 1, 2, 4, 11, 12) vorsehen sollte, müsste dargelegt werden, welche Verformbarkeit dieser Versatz aufweisen darf, um eine Beschädigung der Abfallgebände durch Kompaktion zu vermeiden und dass die Lasten der (ausbetonierten) Teilflächenausbauten auf die ELK-Sohle abgetragen werden können. Außerdem müsste davon ausgegangen werden, dass das Versatzmaterial z. B. durch radioaktiv belastete Laugen oder beschädigte Gebände kontaminiert wird und dadurch das zu entsorgende Abfallvolumen zunehmen würde. Der Einsatz bereits kontaminierter Versatzmaterialien (Aktivität oberhalb Freigrenze) ist wahrscheinlich nicht genehmigungsfähig, führt zu zusätzlichen radiologischen Belastungen und könnte an der Verfügbarkeit der benötigten Massen zum jeweiligen Zeitpunkt scheitern.

Auch das „in den Ausbauelementen geführte hydraulische Manipulatorsystem“ muss große Lasten an seine Umgebung abtragen können. Die Tunnelröhren sind aber nur lose aus vielen Ausbauelementen zusammengesetzt und besitzen somit keine betriebssichere Steifigkeit, sodass sie statische und dynamische Kräfte nur vermindert aufnehmen können. Das gilt auch für die „sohlengeführte Plateauwagen“ und „firstgeführten EHB-Einheiten“, die belastbare Widerlager benötigen.

In diesem Zusammenhang ist auch die von BGE genannte Schutzfunktion der zusammengesetzten Ausbauelemente zu hinterfragen. Welchen Belastungen in welchen Situationen sollen diese Ausbauelemente Stand halten und dadurch Schutz bieten?

Es bleibt auch offen, welche „Abdichtungs- und Umbauarbeiten“ notwendig sein sollen und einen Personeneinsatz erfordern.

5.2 Aus- und Vorrichtung und Rückholsequenzen

5.2.1 Überblick

Sachstand BGE

Die generelle Abfolge der Rückholung ist auf eine ELK bezogen grundsätzlich in drei Phasen gegliedert:

- Phase A (Vorbereitung),
- Phase B (Durchführung),
- Phase C (Nachbereitung).

Die Phasen wiederholen sich zeitlich versetzt bei jeder ELK, eine detaillierte Rückholsequenz mit jährlichen Ablaufdarstellungen über insgesamt 39 Jahre ist in Anhang 9 ausführlich dargestellt.

Entsprechend der Funktion und auch des Offenhaltungszeitraumes können die Auffahrungen der Aus- und Vorrichtung in folgende 15 Betrachtungsbereiche gegliedert werden, die auch dem bergbaulichen Sicherheits- und Nachweiskonzept zu Grunde gelegt werden:

1) Ausrichtung bis 785-m- und 815-m-Niveau zur Wetteranbindung; 2) Infrastrukturräume und Wendel West; 3)/4) Vorrichtung/Rückholung Rückholbereich Ost ELK 1/750 und ELK 2/750; 5)/6)/7) Vorrichtung/Rückholung Rückholbereich Ost ELK 12/750, ELK 7/750 und ELK 11/750; 8) Vorrichtung Rückholbereich Zentral/Süd Abwetterstrecke; 9)/10) Vorrichtung/Rückholung Rückholbereich Zentral ELK 2/750 Na2; 11) Vorrichtung Rückholbereich Süd Transportstrecken/Schleusen, ELK 4/750 und ELK 8/750 sowie ELK 5/750 und ELK 6/750; 12)/13) Vorrichtung/Rückholung Rückholbereich Süd ELK 10/750; 14) Rückholung Rückholbereich Süd ELK 4/750 und ELK 8/750; 15) Rückholung Rückholbereich Süd ELK 5/750 und ELK 6/750.

Kommentar AGO

Aufgabe des hier vorliegenden Berichts ist es, die „Konzeptplanung für die 750-m-Sohle zu finalisieren“ (S. 31). Die bildlichen Darstellungen im Anhang 9 geben einen guten, wenn auch vorläufigen Überblick über die zeitliche Abwicklung der Rückholung. Die Streckenführungen unterscheiden sich weitgehend von denen des Rückholplans (BGE 2020a). Die AGO kann nicht erkennen, welchen Grad der Verbindlichkeit und welchen Wert die Darstellungen als Planungsgrundlage für die Entwurfsplanung haben.

5.2.2 Ausrichtungen

Sachstand BGE (1)

Die Ausgangslage für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 750-m-Sohle ist zum einen gekennzeichnet durch den Offenhaltungsbetrieb, bei dem der Schachtnahbereich (Schacht Asse 2) der 700-m-Sohle das unterste Ende des geplanten, offen zu haltenden Grubengebäudes darstellt.

Zum anderen wird für die Rückholung von der 750-m-Sohle angenommen, dass die Rückholung aus der ELK 7/725 abgeschlossen ist, d.h. dass die Ausrichtungsstrecken für die Rückholung aus der ELK 7/725 sowie die Wetterverbindungsbohrung zur Frischwetterversorgung und Auffahrung der Infrastrukturräume umgesetzt sind (Abb. 62).

Weiterhin wird entsprechend der Konzeptplanung für die Rückholung aus der ELK 7/725 angenommen, dass Schacht Asse 5 auf der 700-m-Sohle an das bestehende Grubengebäude angeschlossen ist und die ELK 7/725 selbst mit Sorelbeton verfüllt ist.

Kommentar AGO (1)

Der Teilrückbau von Schacht Asse 2 bis auf das 700-m-Niveau sollte frühestens dann erfolgen, wenn alle Planungen und Genehmigungen für die Rückholung von der 750-m-Sohle vorliegen und mit Sicherheit feststeht, dass das Füllort auf der 750-m-Sohle definitiv nicht mehr benötigt wird.

Die AGO fragt sich zudem, ob die getroffenen Annahmen bzgl. der Rückholung von der 725-m-Sohle insgesamt zutreffend sind.

Die Rückholung von der 750-m-Sohle sollte so früh wie möglich beginnen. Zwingende Gründe für ein Abwarten bis zum Abschluss der Rückholung aus ELK 7/725 sind für die AGO nicht erkennbar.

Sachstand BGE (2)

Ausrichtung bis 785-m- und 815-m-Niveau zur Wetteranbindung

Ein wesentliches erstes Ziel der Ausrichtung ist die Schaffung einer durchgehenden Bewetterung auf den aufzufahrenden unteren Sohlen – tiefer als 700 m (Abb. 63). Dies ist am ehesten über Auffahrung der östlichen Wendel bis zum 785-m-Niveau und von dort über eine Verbindung zum Füllort SchachtASSE 5 zu realisieren. Parallel dazu kann von Westen her die Wendel von der 725-m-Sohle bis nördlich der Kammergruppe Zentral auf der 750-m-Sohle und anschließend der obere Teil der mittleren Wendel sowie der Teil der (zu diesem Zeitpunkt zukünftigen) Transportstrecke auf 785-m-Niveau bis zum Durchbruch und Verbindung zu SchachtASSE 5 aufgefahren werden.

Der nächste Schritt ist die durchgehende Bewetterung auch auf dem darunterliegenden Niveau durch Auffahrungen der restlichen Ausrichtungsstrecken zu erreichen. Dazu wird die östliche Wendel tiefer bis zum 815-m-Niveau aufgefahren und dort mit dem Füllort am SchachtASSE 5 auf diesem Niveau verbunden. Außerdem wird die mittlere Wendel auch bis zu diesem Niveau aufgefahren und sowohl von hier, als auch von der östlichen Wendel aus kann die Ausrichtung der Infrastrukturräume erfolgen. Parallel dazu wird die nördliche Wendel zum Anschluss der Kammergruppe Zentral an die Ausrichtungsstrecken der Infrastrukturräume bis auf das 815-m-Niveau vorgetrieben und mit dem Infrastrukturbereich verbunden (Abb. 64).

Kommentar AGO (2)

Die Beschreibung und Erklärungen von Lage und Bau der Auffahrungen ist schwer verständlich, weil Verweise auf die jeweils angesprochenen Orte in den zugehörigen Abbildungen vollständig fehlen. Außerdem ist unklar, ob beide Transportstrecken einen Anschluss an ein Füllort am Schacht 5 haben oder nur die Strecke auf der 815-m-Sohle.

Offenbar sind jetzt, abweichend vom Rückholplan (BGE 2020a), drei Niveaus für Ausrichtungsstrecken und Füllörter am SchachtASSE 5 auf 700 m, 785 m und 815 m vorgesehen. Aussagen zum Sinn und Zweck der beschriebenen Ausrichtungsstrecken auf den beiden tieferen Niveaus sowie der verschiedenen Wendelstrecken (östliche, mittlere, nördliche Wendel) werden nur angedeutet („Infrastruktur“, „rad. Transportstrecke“) und die Beziehungen zu den „Basisstrecken“ auf der 750-m-Sohle fehlen. Die gemäß Bild 3 dieser AGO-Stellungnahme vorgeschlagene Strecke auf dem 775-m-Niveau könnte eventuell die 785-m-Strecke und eine der Basisstrecken auf dem 750-m-Level ersetzen.

Sachstand BGE (3)

Infrastrukturräume und Wendel West

Nach Fertigstellung der Ausrichtungsstrecken kann mit dem Auffahren der Infrastrukturräume selbst fortgefahren werden. Außerdem kann parallel dazu die Auffahrung der westlichen Wendel vom 750- auf das 770-m-Niveau erfolgen. Auch mit der Erschließung der Kammergruppe Ost auf der 750-m-Sohle und dem 770-m-Niveau (inkl. Erstellung Fluchtbohrung zwischen diesen Niveaus) kann von der östlichen Wendel aus begonnen werden (Abb. 64).

Kommentar AGO (3)

Es bestehen nach wie vor keine konkreten Angaben über die zwingend unter Tage benötigten Infrastrukturräume.

5.2.3 Vorrichtungen

Sachstand BGE (1)

Von den Ausrichtungsstrecken werden die Einlagerungskammern erschlossen. Schleusenbereiche und Transportstrecken befinden sich auf der 750-m-Sohle. Die

radiologische Abwetterstrecke ist auf dem 770-m-Niveau geplant und über Bohrungen mit den Vorrichtungsstrecken auf der 750-m-Sohle verbunden.

Im Folgenden wird nach auffahrungstechnischen und gebirgsmechanischen Aspekten eine Rückholsequenz je Rückholbereich hergeleitet:

- Lage / Anbindung der Ausrichtungsstrecken,
- Minimierung der Offenhaltungsdauer,
- Prämisse: Rückwärtsbau besser als Erschließung feldwärts. Auffahrungstechnisch: Zuerst konventionell vollständig auffahren und danach mit Strahlenschutzmaßnahmen betreiben,
- Notwendigkeit von Flucht- und Wetterwegen.

Für das technische Konzept wird die parallele Vorrichtung von drei Rückholbereichen (Abb. 65) angenommen.

Die Vorrichtung des Rückholbereiches Ost beginnt von den zuletzt beschriebenen Ausrichtungsstrecken und umfasst die Vorrichtungsstrecken bis zur Basisstrecke vor der ELK 1/750 und der ELK 2/750. Parallel zu diesen Auffahrungen kann die Vorrichtung der radiologischen Abwetterstrecke (770-m-Niveau) erfolgen (Abb. 66). Während der Rückholung aus der ELK 1/750 und ELK 2/750 kann die Erkundung und anschließende Vorrichtung bis zur Basisstrecke im Pfeiler zwischen ELK 7/750 und ELK 11/750 erfolgen (oben in Abb. 67). Sobald die Rückholung aus ELK 1/750 und ELK 2/750 vollendet ist, kann die Basisstrecke vor diesen beiden ELK bereits verfüllt werden (unten in Abb. 67). Nach Rückholung aus der ELK 12/750 können alle Vorrichtungsstrecken dieses Bereiches auf dem 750- und 770-m-Niveau verfüllt werden (rechte Darstellung in Abb. 69).

Kommentar AGO (1)

Die beschriebenen und in den Abb. 66 bis 69 dargestellten Schritte sind in sich folgerichtig und plausibel, unbeschadet alternativer Vorschläge der AGO (s. Kommentar AGO in Kap. 4.2).

Sachstand BGE (2)

Im Rückholbereich Zentral erfolgt die Vorrichtung der ELK 2/750 Na2 von der nördlich gelegenen Ausrichtungsstrecke aus. Von dort werden die Hohlräume für die Schleusen auf der 750-m-Sohle aufgefahren und anschließend erfolgt die ansteigende Vorrichtung bis zur Basisstrecke im Pfeiler westlich ELK 2/750 Na2 für die obere Teilflächenebene. Außerdem ist die Vorrichtung der radiologischen Abwetterstrecke von der westlichen Wendel bis zum Filterraum inkl. Bohrung für radiologische Abwetter zum 785-m-Niveau erforderlich. Darüber hinaus sind Bohrungen für radiologische Abwetter von den Teilflächenebenen und Schleusen zur radiologischen Abwetterstrecke zu erstellen (vgl. Abb. 70). Nach Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der oberen Ebene der ELK 2/750 Na2 erfolgt die Verfüllung der dort gelegenen Basisstrecke und anschließende Vorrichtung der darunterliegenden Basisstrecke für die mittlere Teilflächenebene dieser ELK (Abb. 71). Dies wiederholt sich analog für den Wechsel von der mittleren zur unteren Ebene (Abb. 72).

Kommentar AGO (2)

Die beschriebenen und in den Abb. 70 bis 72 dargestellten Schritte sind in sich folgerichtig und plausibel.

Sachstand BGE (3)

Die Vorrichtung des Rückholbereiches Süd (siehe Abb. 73) beginnt von Norden mit der Auffahrung der Hohlräume für die Schleusen und reicht zunächst bis zum westlichen Ende der Transportstrecken auf 750-m-Sohle. Weiterhin wird die radiologische Abwetterstrecke weiter bis zum westlichen Ende der darüber liegenden Transportstrecken verlängert.

Als nächster Schritt folgt die Vorrichtung der Materialtransportstrecke und Zugangsstrecke bis zur Basisstrecke im Pfeiler östlich der ELK 10/750. Dann werden rückschreitend bis einschließlich ELK 7 die Kammern geräumt und nebst Anschlussstrecken verfüllt.

Kommentar AGO (3)

Die beschriebenen und in den Abbildungen 73 bis 78 dargestellten Schritte sind in sich folgerichtig und plausibel, unbeschadet alternativer Vorschläge der AGO (s. Kommentar AGO in Kap. 4.2).

5.3 Bewetterung

Sachstand BGE

Das Bewetterungskonzept sieht separate wettertechnische Bereiche vor – abgetrennt durch Schleusenbauwerke – für die Rückholung und für den sonstigen Grubenraum. Der jeweilige Rückholbereich ist zur Einhaltung der Anforderungen des Strahlenschutzes als sog. Kontrollbereich eingerichtet, wird sonderbewettert und verfügt über zwei Schleusen mit unabhängigen Transportwegen zu den Einlagerungskammern. Kern der Sonderbewetterung ist die Frischwetterversorgung der Rückholung vor Ort in der Teilfläche.

Die radiologische Abwetterführung und insbesondere die Behandlung von potentiell radioaktiv kontaminiertem Staub ist durch eine spezielle Wetterführung innerhalb der Strahlenschutzbereiche sicherzustellen. Die genehmigten Ableitungen radioaktiver Stoffe, die mit den Abwettern aus der Schachanlage Asse II austreten, dürfen nicht überschritten werden.

Ausgangslage für das Bewetterungskonzept ist der Offenhaltungsbetrieb mit der Frischwetterversorgung durch den einziehenden Schacht 2 bis zur 700m-Sohle und mit der Abwetterführung von dort über den ausziehenden Schacht 5 über Tage. Für alle folgenden Arbeiten unterhalb der 700-m-Sohle schließen sich die Wetterführungen daran an, bis die Ausrichtungsstrecken auf 770 m, 785 m und 815 m an Schacht 5 angeschlossen sind. Die Frischwetterversorgung erfolgt über den saugenden Hauptgrubenlüfter mit einem maximalen Gesamtvolumenstrom von 12.000 m³/min (Annahme).

Die Bewetterung der geplanten Strahlenschutzbereiche wird in Kap. 5.3.2 beschrieben, wobei die radiologisch gefilterten Abwetter über Lutten zum Schacht 5 und durch dessen Diffusor/Kamin in die Atmosphäre abgegeben werden.

Kommentar AGO

Das Bewetterungskonzept ist grundsätzlich plausibel, insbesondere hinsichtlich der geplanten Lüftungstechnischen Trennung der Strahlenschutzbereiche vom offengehaltenen Grubenraum. Die Ableitung von radioaktiven Stoffen über die Abwetter in die Atmosphäre hat allerdings auch dem ALARA-Grundsatz zu folgen und darf sich nicht damit begnügen, genehmigte Grenzwerte einzuhalten bzw. auszuschöpfen. Die AGO weist darauf hin, dass die genehmigten Ableitungsgrenzwerte noch unbekannt sind.

Unabhängig davon sollte die radiologische Filterung der Abwetter aus den ELK und Schleusen so effektiv sein, dass diese nach Filterung zusammen mit dem sonstigen Abwetterstrom abgeführt werden können. Aus Sicherheitsgründen könnten diese Abwetterströme jedoch durch ein eigenes, separates Luttenystem innerhalb der Abwetterstrecke dem korrespondierenden Wettertrum im Schacht 5 zugeführt werden. Die Filterung sollte für jeden ELK/Schleusen-Komplex einzeln erfolgen. Dabei sind die radiologisch zu filternden Volumen-Teilströme so gering wie möglich zu halten, was bei konsequent fernhantierten Arbeiten und staubarmen Werkzeugen auch möglich sein sollte. Zugleich könnte zur Minderung der Aktivitätskonzentrationen der angenommene Gesamt-Volumenstrom von 12.000 m³/min (= 626 Mio. m³/a; entspricht dem 2,5-fachen des derzeitigen Volumenstroms) weiter erhöht werden.

5.3.1 Übergeordnetes Bewetterungskonzept

Sachstand BGE

Die Frischwetter strömen über Schacht Asse 2 und die offen gehaltene Wendel (Nr.1 in Abb. 81) in das Bergwerk ein und teilen sich auf der 700-m-Sohle in einen östlichen und einen westlichen Volumenstrom (Nr. 2 in Abb. 81). Somit werden sowohl alle vorzurichtenden Strahlenschutzbereiche (750-m-Sohle; Nr.3 in Abb. 81) als auch die Infrastrukturräume (815-m-Niveau; Nr.4 in Abb. 81) über die Ausrichtungsstrecken mit Frischwettern versorgt. Die Ableitung der betrieblichen (nicht radiologischen) Abwetter erfolgt hauptsächlich über die Schachtanschlussstrecken auf dem 785- und 815-m-Niveau (Nr.5 in Abb. 81) zum Schacht Asse 5 und über diesen nach über Tage.

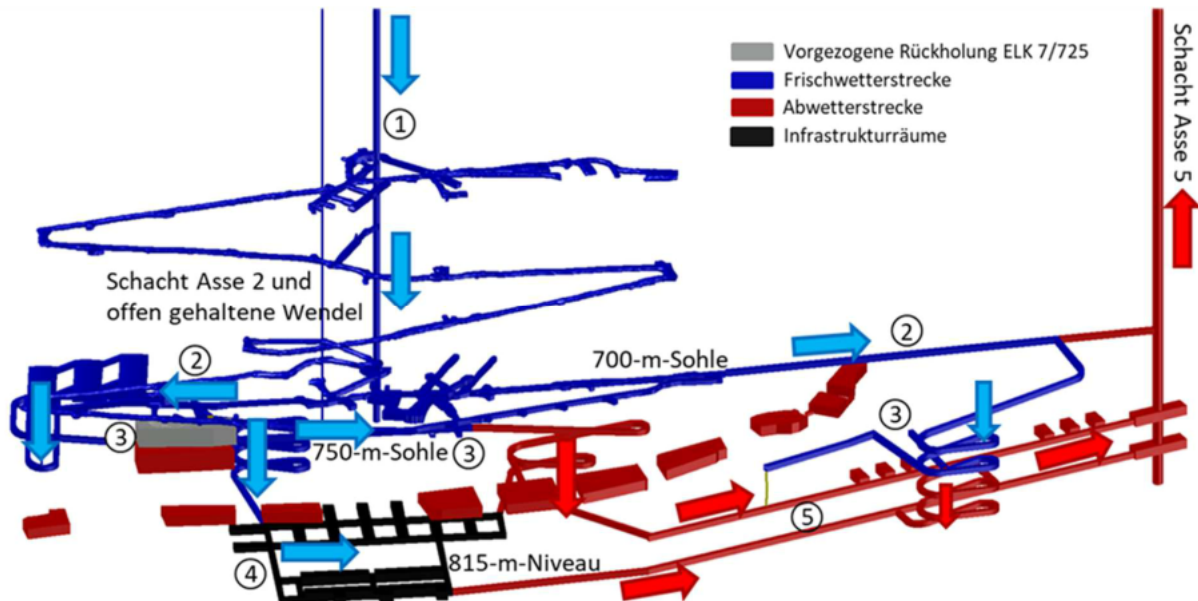


Abb. 81: Skizze der Frisch- (blaue Pfeile/Strecken) und Abwetterführung (rote Pfeile / Strecken) der betrieblichen - nicht radiologischen - Wetter; rote Kammern = ELK

Die Bewetterung der Strahlenschutzbereiche (Abb. 81) wird durch die Schritte A bis J der „Wetterführung innerhalb der Strahlenschutzbereiche“ (Kapitel 5.3.2) beschrieben.

Die Führung der radiologisch gefilterten Abwetter aus den Strahlenschutzbereichen erfolgt über eine weitere Lutte Richtung Schacht Asse 5 (Nr.6 in Abb. 82) in eine radiologische Abwetterleiteinrichtung im Schacht Asse 5 (Nr.7 in Abb. 82) und wird am oberen Ende über einen Diffusor/Kamin (Nr.8 in Abb. 82) in die Atmosphäre geblasen.

Kommentar AGO

Die skizzierte Reihenfolge der Wetterführung ist insgesamt schlüssig, auch wenn hinsichtlich der Ausrichtungsstrecken und Kammeranschlüsse noch Optimierungspotentiale gesehen werden.

Die AGO hätte sich in diesem Stadium gewünscht, dass die Schutzziele und übergeordneten Anforderungen an die Bewetterung (z.B. gerichtete Luftströmung, Luftwechselzahl, Staubabscheidung, Vermeidung Kontaminationsausbreitung, Wärmeabfuhr, Gewährleistung Sicht) dargelegt werden, auf denen die weiteren Planungen aufbauen.

Da es mehrere parallele Strahlenschutzbereiche bei der Rückholung gibt, werden die gefilterten Abwetter jeweils über Lutten separat geführt und dann ggf. gesammelt in Richtung Schacht 5 abgeführt werden müssen. Die technische Funktion der „Abwetterleiteinrichtung“ in Schacht 5 ist erläuterungsbedürftig.

5.3.2 Wetterführung innerhalb der Strahlenschutzbereiche

Sachstand BGE

5.3.2.1 Spezielle wettertechnische Anforderungen an Strahlenschutzbereiche

Die Strahlenschutzbereiche können in Abhängigkeit der zu unterstellenden vorherrschenden Bedingungen (Oberflächenkontamination und Ortsdosisleistung) abgestuft und zur Rückhaltung etwaig vorliegender Kontaminationen wettertechnisch getrennt realisiert werden. Abb. 83 zeigt die grundsätzliche (auch in weiteren Betrachtungen farblich kodierte) Einteilung von Arbeitsbereichen als Strahlenschutzbereiche.

Die allgemeine Einteilung der Strahlenschutzbereiche gemäß § 52 StrlSchV [27] in Überwachungsbereich (ÜB) und Kontrollbereich (KB) sowie als Teil dieses Bereiches Sperrbereich (SB) gilt auch für den Arbeitsbereich der Rückholung in einer ELK. Eine Abstufung des Sperrbereichs in SB1 und SB2 und des Kontrollbereichs in KB1, KB2 und KB3 erfolgt aufgrund zu unterstellender potentieller Oberflächenkontamination sowie Ortsdosisleistung der Arbeitsbereiche, wodurch eine gestaffelte Kontaminationsrückhaltung und wettertechnische Trennung in diesen Bereichen zu berücksichtigen sein wird. Tab. 22 gibt einen Überblick hinsichtlich der speziellen wettertechnischen Anforderungen in Abhängigkeit der zu unterstellenden, vorherrschenden Bedingungen (Oberflächenkontamination und Ortsdosisleistung) in den entsprechenden Arbeitsbereichen während der Durchführung (Phase B).

Die ELK, inkl. Montagebereiche sind in Phase B aufgrund zu erwartender Ortsdosisleistungen und Oberflächenkontaminationen als Sperrbereich einzustufen, der über Sonderbewetterung mit separaten Frischwetter zu versorgen ist. Die Wetter werden lokal abgesaugt und nach durchlaufen einer Filterkaskade über Lutten abgeleitet. Die Maßnahmen dienen zum einen der Sicherstellung eines praktikablen Sichtfeldes für die fernbedienten Rückholtätigkeiten und zum anderen der Minimierung der Kontaminationsverschleppung in die angrenzenden Strahlenschutzbereiche und den sonstigen Grubenraum. Als weitere Maßnahmen sind Kontaminationsrückhaltungen (z. B. PVC-Vorhänge) zu den als Kontrollbereich (Stufe 1 & 2) eingestuften Basis- und Transportstrecken, sowie wettertechnisch dichte Trennungen zu den als Kontrollbereich (Stufe 3) eingestuften Schleusen geplant. Die Anordnung der Arbeitsbereiche in Strahlenschutzbereiche ist in den nachfolgenden Abb. 84 und Abb. 85 als schematische Anordnung für eine ELK-nahe sowie eine ELK-ferne Anordnung der VPS dargestellt.

5.3.2.2 Frischwetterführung innerhalb der Strahlenschutzbereiche

Generell ist eine gerichtete Luftströmung vom sonstigen Grubengebäude in die Strahlenschutzbereiche zu gewährleisten. Dafür ist u. a. eine wettertechnische Trennung der Schleusen von den Zugangsstrecken vorzusehen. Technisch umzusetzen sind dementsprechend:

- eine saugende Frischwetterversorgung in den Schleusen, unter Gewährleistung der Durchströmung aller Bereiche der Schleusen bis zum Punkt der Absaugung durch Bohrungen hin zur radiologischen Abwetterstrecke innerhalb der Schleusen (A in Abb. 86, Abb. 87, Abb. 88 und Abb. 89),
- eine saugende Durchleitung von Frischwettern durch die Schleusen zur Bewetterung des dahinterliegenden Strahlenschutzbereiches (B in Abb. 86, Abb. 87, Abb. 88 und Abb. 89),
- eine Durchströmung der Frischwetter innerhalb der Zugangsstrecken im gesamten freien Streckenquerschnitt (C in Abb. 86) sowie
- eine Durchströmung der Frischwetter im Vor-Ort-Bereich, wo die Frischwetter an der Maschinenteknik vorbei zur Ortsbrust (D in Abb. 86) strömen und dort sowohl lokal in Werkzeugnähe als auch großflächig abgesaugt werden.

Der erforderliche Volumenstrom für den Strahlenschutzbereich richtet sich primär nach der Aufrechterhaltung einer Mindestwettergeschwindigkeit:

- in den Schleusen (A in Abb. 89)
- und in den Zugangsstrecken (C in Abb. 89).

Konzeptionell wird für die Bewetterung der Schleusen, der Zugangsstrecken sowie für die radiologische Abwetterstrecke ein Mindestvolumenstrom von jeweils 300 m³/min angenommen. Somit entfallen 1200 m³/min von dem insgesamt erforderlichen Mindestvolumenstrom von 1500 m³/min auf den Strahlenschutzbereich eines Rückholbereiches, in dem davon mindestens 600 m³/min die Teilfläche (D in Abb. 89) durchströmen. Dabei ist diese Annahme als abdeckend für die Anforderungen an die Wärmeabfuhr der Maschinenteknik bzw. Rückholtechnik aus der Teilfläche anzusehen, erforderlichenfalls ist zusätzlich eine frischwetterseitige Kühlung einzuplanen. Abb. 89 zeigt die schematische Wetterführung der vorgenannten Teilvolumenströme noch einmal auf.

5.3.2.3 Radiologische Abwetterführung innerhalb der Strahlenschutzbereiche

Die radiologische Abwetterführung beginnt in der Ortsbrust, wo von einer vergleichsweise hohen Staubbelastung auszugehen ist und der höchste Bedarf an Wärmeabfuhr zu erwarten ist. Die Abwetter werden zunächst in zwei separaten Leiteinrichtungen (z. B. Kanäle oder Lutten) abgesaugt (E in Abb. 90). Dies erfordert:

- zum einen generelle Absaugöffnungen im Bereich der Ortsbrust, wobei die Abwetter z. B. in abgedichteten Kanälen innerhalb der Ausbauelemente der Teilfläche geführt werden (siehe Abb. 91), sowie eine
- lokale und bedarfsgerechte Staubabsaugung in der Nähe des Werkzeuges (siehe Abb. 92), wobei die Führung der staubbelasteten Abwetter z. B. in einer separaten Lutte oder ebenfalls in separaten abgedichteten Kanälen innerhalb der Ausbauelemente der Teilfläche erfolgt.

Die generell abgesaugten Wetter werden am Anfang der Teilfläche (Übergang von der Basisstrecke zur Teilfläche) von den Ausbauelementen in eine Lutte überführt und in dieser Lutte durch die Basisstrecke (F in Abb. 90) geleitet. Ggf. lokal abgesaugte, staubbelastete Wetter strömen in einer weiteren separaten Lutte am Anfang der Teilfläche zunächst bis zu einer Nische am Anfang der Basisstrecke und werden dort einer Staubabscheidung und einer radiologischen (Vor-) Filterung (vgl. Kapitel 5.3.2.4) zugeführt (G in Abb. 90). Anschließend erfolgt eine Zusammenführung dieser entstaubten und vorgefilterten Abwetter in die Lutte mit den generellen Abwettern der Ortsbrust (F in Abb. 90).

Die radiologischen Abwetter werden in vertikalen Bohrungen und drei separaten Lutten zur radiologischen Abwetterstrecke geführt, die sich unterhalb der 750-m-Sohle befindet (I in Abb. 90). Vor Verlassen des Strahlenschutzbereichs müssen die Abwetter in einem zentralen, im weiteren Verlauf der radiologischen Abwetterstrecke gelegenen Filterraum (J in Abb. 90) einer radiologischen Nachfilterung unterzogen werden.

5.3.2.4 Staubabscheidung / Filterung

Sofern die Staubabscheidung nicht kleinräumig und direkt vor Ort (D und E in Abb. 90) geschehen kann, ist die Installation von Zyklonabscheidern am Anfang der Basisstrecke zur Entlastung der nachgeschalteten radiologischen Filteranlagen erforderlich (G in Abb. 90). Bei der Staubabscheidung wird eine automatische Entstaubung durch Anpassung der Zyklonabscheider auf die geplanten Transportlösungen (Innenbehälter auf Plateauwagen) berücksichtigt. Der Grubenraum für die radiologische (Nach-) Filterung liegt in einem Bereich des Grubengebäudes, der zum einen möglichst nah an der Abwetterführung aus der 750-m-Sohle in Richtung Abwetterschacht liegt, und zum anderen wird dieser Raum etwas größer als eine untertägige Strecke sein.

Durch eine physische Entkoppelung der radioaktiven Abwetterführung in einer separaten Abwetterstrecke und eine zentrale Anordnung der radiologischen Filteranlagen in einem gemeinsamen Bereich kann der Strahlenschutz während des Betriebes der Rückholung generell verbessert werden.

Kommentar AGO

Die Beschreibungen sind im Wesentlichen grundsätzlicher Art und insoweit nachvollziehbar. Für eine detailliertere Interpretation sollten die bildlichen Darstellungen weiterentwickelt werden und, wie in technischen Planungen üblich, selbsterklärend sein.

Die Vordimensionierung der Wetterströme konnte von der AGO noch nicht nachvollzogen werden. Es stellt sich die Frage, ob ein einziger Hauptgrubenlüfter unter kerntechnischen Sicherheitsanforderungen anforderungsgerecht ist.

Staub(vor)abscheider sollten möglichst nahe am Entstehungsort positioniert werden, um Staubablagerungen und Verstopfungen in den Abwetterkanälen vorzubeugen. Als nicht betriebssicher werden in diesem Zusammenhang die in den Ausbauelementen integrierten Luft-Kanäle gesehen. Generell besser wäre der Einsatz möglichst staubarmer Verfahren.

Das Konzept eigener „radiologischer Abwetterstrecken“ und zentralen radiologischen Filterstationen überzeugt nicht. Dezentrale und ortsnahe Lösungen vermeiden unnötige Streckenauffahrungen und führen, anders als bei Störungen in zentralen Einheiten, nicht gleich zu umfangreichen Ausfällen des gesamten Rückholbetriebs. Darüber hinaus weist die AGO darauf hin, dass die konzeptionell vorgesehenen Filtereinheiten mit Staubabscheidung und Vor- bzw. Hauptfilterung etablierte Technik darstellen aber erst noch für die Umgebungsbedingungen unter Tage qualifiziert werden müssen.

Zur Planung des Strahlenschutzes geht BGE (2020b) davon aus, dass die *„ELK generell sowie der Arbeitsbereich der Teilfläche inkl. Montagebereich, in dem Rückholung betrieben wird, im speziellen, ...in Phase B aufgrund zu erwartender verhältnismäßig hoher Ortsdosisleistungen und Oberflächenkontaminationen als Sperrbereich einzustufen“* sind. Dieser Planungsansatz wird mit den im BGE (2020b) Tab. 22 genannten *„potenziellen Oberflächenkontaminationen (OFK) und Ortsdosisleistungen (ODL) (gering bis sehr hoch)“* begründet. Diese Kriterien sind als qualitative Einschätzungen ausgewiesen. Die in (BGE 2020b) Kapitel 2.2 zusammengestellten Dosisleistungsangaben wurden offenbar nicht genutzt, um die Frage, ob Sperrbereiche überhaupt nötig sind, zu prüfen. Legt man die Angaben der Datenbank Assekat und die in BGE (2020b) angegebenen Gebindezahlen in den ELK zugrunde, dann zeigen Abschätzungen, dass die zu erwartenden ODL-Werte mit Ausnahme der ELK 6/750 und 7/750 deutlich unter 1 mSv/h und damit in einem Bereich liegen, der keine Einrichtung von Sperrbereichen erfordert. Da in vielen Kammern Gebinde gestapelt eingebaut wurden, muss es auch früher im Rahmen der Strahlenschutzüberwachung Messungen der ODL bzw. der Personendosis gegeben haben, die eine Einschätzung der Strahlungsfelder gestatten. Die AGO vermisst in der vorliegenden Planung eine Nutzung dieser Kenntnisse.

Die vorliegende Planung erweckt (auch) an dieser Stelle den Eindruck, dass Teile des Dokumentes als Bausteine eines Planungsauftrages relativ isoliert voneinander bearbeitet wurden und eine Verbindung der im Kapitel 2.2 beschriebenen Grundlagen mit der Planung nicht erfolgte.

Generell ist zu fragen, welche konkreten Überlegungen dazu führten, die Planung der Bewetterung an die Ausweisung von Sperrbereichen zu koppeln. Sperrbereiche sind ausschließlich aufgrund der ODL auszuweisen und eine, durch luftgetragene Kontamination bis auf 3 mSv/h, erhöhte ODL ist unter den Bedingungen der Asse auszuschließen. Der Sinn der weiteren Unterteilung des Sperrbereiches innerhalb des Kontrollbereiches, der selbst wiederum in drei (Unter-)Bereiche gestaffelt wird, erschließt sich der AGO daher nicht.

Die AGO stellt fest, dass es Aufgabe und Entscheidungsbefugnis des Strahlenschutzbeauftragten (SSB) der Anlage ist, Strahlenschutzbereiche nach Bedarf einzurichten und wieder aufzuheben. Dazu sind geeignete Messungen (z. B. ODL-Messungen,

Kontaminationsmessungen, Aerosolüberwachung) planerisch vorzusehen. In der derzeitigen Planungsphase sollte die Einrichtung von Strahlenschutzbereichen auf den vorhandenen Grundlagen, hier also den Inventaren, aufbauen und Unsicherheiten der Kenntnisse durch geeignete Sicherheitsfaktoren berücksichtigen.

Für die Planung der Bewetterung wesentlich relevanter als die Ausweisung von Sperrbereichen sind Aussagen zum anforderungsgerechten Umgang und zur Rückhaltung von gasförmigen Freisetzungen wie z.B. Tritium und Radon und dessen Folgeprodukten in den einzelnen Bereichen (Teilfläche, Ortsbrust, Basisstrecke, VPS und GGS). Hierzu vermisst die AGO planerische Ausführungen. Die zur Verhinderung der Kontaminationsausbreitung und -verschleppung geplanten technischen Maßnahmen (z. B. Schleusen) müssen im Zuge der weiteren Planungen mit der Bewetterung (Wetterführung und Filterung von Abwettern) unter dem Schutzziel „Einschluss radioaktiver Stoffe“ weiter konkretisiert werden.

5.4 Übergeordneter Strahlenschutz

Sachstand BGE

Die konkrete Umsetzung der sicherheitstechnischen Anforderungen aus dem Strahlenschutz erfolgt in den nachfolgenden Kapiteln zu den Phasen A (Kap. 5.5.3), B (Kap. 5.5.6) und C (Kap. 5.7.2) sowie dem Entsorgungskonzept (Kap. 6) und dem Sicherheits- und Nachweiskonzept (Kap. 9).

Kommentar AGO

Da keine inhaltlichen Aussagen enthalten sind und nur auf nachfolgende Kapitel verwiesen wird, ergeben sich an dieser Stelle keine Kommentare der AGO.

5.5 Vorbereitung der Rückholung (Phase A)

5.5.1 Übersicht

Sachstand BGE

In der Phase A (Vorbereitung) werden alle Aus- und Vorrichtungsgrubenbaue einschließlich der Infrastrukturräume hergestellt.

Die Infrastrukturräume sind nach Strahlenschutzbereich in zwei Kategorien eingeteilt:

- Innerhalb des Kontrollbereiches (radiologisch überwacht und sonderbewettert),
- Außerhalb des Kontrollbereiches (durchgehend bewettert).

Lagerflächen, Werkstätten und Aufstellorte für Maschinenteknik sind dabei möglichst genau zu kalkulieren und zu dimensionieren.

Das anfallende Salzhautwerk wird nach über Tage gebracht und dort gelagert, um in Phase C (Nachbereitung) als Füllmaterial wieder eingebracht zu werden.

Parallel zu den Infrastrukturräumen werden die Aus- und Vorrichtungsstrecken aufgefahren und gesichert. In diesem Streckensystem wird dann die benötigte Technik unter Personaleinsatz aufgebaut.

Zur Rückholung selbst wird zum Öffnen der jeweiligen Einlagerungskammer im Bereich der radiologischen Barriere der ersten Teilfläche die Rückholtechnik eingerichtet und die ersten Ausbauelemente konventionell aufgebaut.

Kommentar AGO

Dem im Sachstand der BGE zur Vorbereitung geschilderten Überblick kann soweit gefolgt werden, wengleich bereits hier ein hohes Maß an händisch auszuführenden Arbeiten deutlich wird.

5.5.2 Einrichtung Infrastruktur

Sachstand BGE

Kap. 5.5.2 beschreibt die Lage der benötigten Infrastrukturräume sowie ihre konzeptionell geplante Größe auf dem 785m- und dem 815m-Niveau. Das sind alle in diesem Bereich unter Tage benötigten Füllörter, Lagerräume, Werkstätten, Laborräume, Sozial- und Büroräume, Pufferlager und Aufstellorte für Zentrale Maschineneinrichtungen wie die Baustoffanlage oder die Beschickungseinrichtungen. Eine funktionale Beschreibung sowie allgemeine, standortspezifische und spezielle Anforderungen an diese Infrastrukturräume sind in Anhang 6 tabellarisch zusammengefasst.

Die Pufferlager sollen so dimensioniert sein, dass 60 beladene und leere Umverpackungen sowie 5 Tageschargen kontaminationsfreies Salzhautwerk gelagert werden können. Außerdem sollen 5 Tageschargen Salzhautwerk, das zur weiteren Verarbeitung unter Tage verwendet werden soll und zusätzlich charakterisiert werden wird, puffergelagert werden.

Auch Salzhautwerk, welches einer Handhabung uT zugeführt werden soll, muss zwischengepuffert werden, da dieses Material zu charakterisieren sein wird. Bei Verwendung uT sind entsprechend Pufferkapazitäten bis zur geplanten Verwendung vorzusehen, da dieses Material bedarfsgerecht bearbeitet, verarbeitet oder sonstig verwendet werden soll (siehe Kapitel 6). Da aber absehbar ist, dass der Bedarf an zu bearbeitendes bzw. verarbeitendes Material nicht dauerhaft besteht, erfolgt die Abschätzung einer Pufferkapazität für dieses Salzhautwerk unter der Annahme, dass 3 Einlagerungskammern parallel rückgeholt und 5 Tageschargen dieses Salzhautwerkvolumens puffergelagert werden müssen.

Aus diesen Überlegungen ergibt sich ein zusätzliches Grubenbauvolumen von $3 \times 5 \times 15 \text{ m} \times 25 \text{ m}^2 \times 1,5 = \text{ca. } 8500 \text{ m}^3$.

Kommentar AGO

Die aufgeführten und in Anhang 6 (BGE 2020b) weiter beschriebenen Infrastrukturräume werden zwar grundsätzlich als notwendig erachtet. Hier wäre es aber zunächst sinnvoll klarzustellen, was unter „Zentraler Lage“ verstanden wird. Aus betrieblicher Sicht ist es sicher wünschenswert, möglichst alle Einrichtungen unter Tage und möglichst dicht am Einsatzort zu haben und auch über ausreichende Platzreserven zu verfügen. Dennoch sollte hier aufgrund der geologischen und gebirgsmechanischen Randbedingungen nur das notwendige Maß geplant werden. Durch die bisher nicht definierten Anforderungen an die Charakterisierung der aus den ELK geborgenen Abfällen ist unklar, welche Messmethoden zusätzlich zu den Standardmessungen (ODL) ggf. unter Tage durchgeführt werden sollten, um die im Vergleich zur Erdoberfläche geringere Hintergrundstrahlung in Grubenräumen zu nutzen. Hier erwartet die AGO fachlich begründete Klärungen, die auch mit den zuständigen Genehmigungsbehörden abgestimmt werden sollten.

Die Förderkapazität von Schacht 5 (plus Schacht 2) wird nur zu einem geringen Teil ausgenutzt werden, so dass Zeit für andere Transporte verfügbar sein wird. Es ist daher nicht nötig, größere Lager unter Tage einzurichten. Auch Rückstellproben müssen nicht unter Tage aufbewahrt werden und es muss auch nicht in jeder Großgeräteschleuse und nochmals zusätzlich zentral „heiße Werkstätten“ geben.

Die Pufferlagerung unter Tage sollte sich am geplanten betrieblichen Ablauf orientieren.

Volle und leere Umverpackungen können bei jeder Transportfahrt (von über Tage bis zur ELK) 1:1 getauscht werden, auch um doppelte Wege zu vermeiden. Leere Umverpackungen

brauchen dann nur in kleiner Stückzahl an ihrem Einsatzort vorgehalten werden. Volle Umverpackungen können entsprechend der Kapazität des Schachtes zeitnah nach über Tage gebracht werden. Ausgedehnte Pufferlagerungen von jeweils 60 Stück sind daher nicht notwendig.

Größere Mengen unkontaminierten Salzhauferks (ca. 600 m³ pro Tag) werden nur in der Aus- und Vorrichtungsphase erwartet, wenn noch kein Schachttransport für radioaktive Abfälle ansteht. Daher wird bei zeitnaher Ausförderung keine größere Pufferkapazität u T notwendig sein, weil Schacht 5 über reichlich Förderkapazität verfügt.

Mäßig kontaminiertes Salzhauferk, welches „*einer Handhabung uT zugeführt werden soll*“, wird nach Einschätzung der AGO in deutlich kleineren Tagesmengen als 600 m³ pro Tag anfallen. Den angegebenen Raumbedarf zur Pufferlagerung von ca. 8500 m³ kann die AGO nicht nachvollziehen. Außerdem könnte durch frühzeitige Räumung von nicht versetzten ELK Raum geschaffen werden, in dem dann untertägig zu verwertendes Salzhauferk temporär eingelagert oder besser gleich dauerhaft eingebaut werden kann.

5.5.3 Einrichten vorsorglicher Strahlenschutzmaßnahmen

Sachstand BGE

Für die Phase A wird von einer mit der derzeitigen Situation vergleichbaren radiologischen Situation im Grubengebäude ausgegangen. Die bestehende Grubenbewetterung ist – sofern es die Arbeitsschritte erforderlichen machen (vgl. Kap. 5.3) – situativ um lokale Bewetterung, Absaugung und Entstaubung zu ergänzen. Um die Arbeitssicherheit und den Strahlenschutz zu gewährleisten, sind Messungen und Kontrollen durchzuführen und in Abhängigkeit vom Ergebnis weitere Strahlenschutzmaßnahmen festzulegen. Bei Annäherung an die radiologische Barriere der ELK sollte das Beprobungsprogramm, insbesondere im Hinblick auf Edelgase und Lösungen/Feuchtigkeit, intensiviert werden. Eine ausführliche Beschreibung der in Abhängigkeit der Kontamination vorzuhaltenden/zu ergreifenden Strahlenschutzmaßnahmen erfolgt in Kap. 6.3.5 im Rahmen des Entsorgungskonzeptes.

Kommentar AGO

Den allgemeinen Aussagen ist soweit nicht zu widersprechen. Entscheidend wird aber eine radiologische Echtzeit-Überwachung aller Medien sein. In der Luft müssen neben (radioaktiven) Edelgasen auch Tritium und Radiokohlenstoff (C-14) sowie Aerosole (Stäube) erfasst werden.

5.5.4 Herstellen der Auffahrungen für den technischen Ablauf der Rückholung (Phase B)

Sachstand BGE

Für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus den Einlagerungskammern der 750-m-Sohle muss ein neues Streckensystem inklusive Rampen, ausgehend vom bestehenden Grubengebäude und dem neu zu errichtenden Schacht Asse 5, aufgefahren werden. Der neu aufzufahrende Streckenabschnitt parallel zur jeweiligen Einlagerungskammer wird in dieser Konzeptstudie Basisstrecke genannt. Von dieser Basisstrecke aus werden die Teilflächen auf einem oder mehreren Niveaus aufgefahren. Auch die Rückholtechnik wird teilweise innerhalb der Basisstrecke aufgebaut und alle Transporte zwischen der ELK und den Schleusenbereichen werden über diese Strecke geführt.

Nach dem Auffahren der gesamten Basisstrecke kann, wie in Abb. 102 dargestellt, mit dem konventionellen Auffahren der ersten Teilfläche im Bereich der radiologischen Barriere zum Einrichten der Rückholtechnik begonnen werden. Dazu ist unter Einhaltung einer hohen Genauigkeit ein ebener Untergrund zum späteren Aufbau der Ausbauelemente herzustellen.

Als Sicherungsmaßnahme innerhalb der Teilfläche werden, wie in Abb. 103 dargestellt, die ersten Ausbauelemente in Betonfertigbauweise noch konventionell montiert. Nach dem Durchhörtern der radiologischen Barriere wird dies dann ferngesteuert mit der Rückholtechnik durchgeführt.

Nach der Auffahrung der Basisstrecke sowie der Teilfläche erfolgt eine Teil- oder Komplettdemontage der konventionellen Maschinenteknik. Anschließend sind die Bewetterungs- und Überwachungseinrichtungen (radiologische Überwachung, Vermessung, etc.) vor Beginn der Phase B (Rückholung) einzurichten und zu testen.

In Abb. 104 ist ein Schnitt im Bereich der Basisstrecke und Teilfläche dargestellt, der zum einen die Mindestmaße dieser Strecken und zum anderen die damit einhergehenden oder schon bestehenden Auflockerungszonen aufzeigt. Diese plastischen Zonen werden im Bereich des Stoßes aufgrund der jahrzehntelangen unverfüllten Einlagerungskammern erwartet und im Bereich der Basisstrecke aufgrund der Neuauffahrung entstehen. Sie kennzeichnen den Bereich, in dem die geomechanischen Eigenschaften des Gebirges auf Grund von Rissbildung reduziert wurden. Hier können u. a. Fließwege für die Ausbreitung von radioaktiven Schadstoffen entstehen. Die Auflockerungszone wird dabei im Bereich des Einlagerungskammerstoßes auf bis zu ca. 3 m abgeschätzt und um die Basisstrecke herum mit ca. 0,5 m erwartet. Die Auflockerungszone im Bereich der Basisstrecke hat dabei jedoch keinen wesentlichen Einfluss auf die Standfestigkeit bzw. Sicherheit der radiologischen Barriere.

Kommentar AGO

In den Abb. 102 und 103 in BGE (2020b) werden die Ausbauelemente auf einem tragenden Planum aus Salzgrus errichtet, für das „unter Einhaltung einer hohen Genauigkeit ein ebener Untergrund zum späteren Aufbau der Ausbauelemente herzustellen“ ist. Interessant wird es, wie technisch sichergestellt wird, dass diese „hohe Genauigkeit“ auch später an der Ortsbrust beim kontinuierlichen Aufbau der Teilflächenelemente erzeugt werden kann.

Der AGO stellen sich in diesem Zusammenhang folgende Fragen:

- Warum erwartet die BGE „plastische Zonen“ an den Stößen? Nach Auffassung der AGO sind wegen der konturnah hohen Deviatorspannungen vielmehr bereits Sprödbrüche vorhanden und auch zu erwarten.
- Wenn „Die Auflockerungszone im Bereich der Basisstrecke ... dabei jedoch keinen wesentlichen Einfluss auf die Standfestigkeit bzw. Sicherheit der radiologischen Barriere“ hat, warum wurde dann die zweite südliche Richtstrecke auf der 750-m-Sohle mit Sorelbeton verfüllt?
- Woher bezieht die BGE ihre Kenntnisse über den Umfang der Auflockerungszonen von ca. 3 m im Bereich des jeweiligen Einlagerungskammerstoßes?

5.5.5 Einrichten der Rückholtechnik und Schleusen

Sachstand BGE

Kapitel 5.5.5 „Einrichten der Rückholtechnik und Schleusen“ beschreibt in Unterkapitel 5.5.5.1 „Verpackungsstation und Großgeräteschleuse“ den Aufbau beider Schleusenbauten, der vor der Durchörterung der radiologischen Barrieren fertiggestellt sein muss. Ihre konzeptionelle Lage ist in einer Superpositionsskizze dargestellt. Die Schleusen müssen noch vor Durchörterung der radiologischen Barrieren vollständig eingerichtet und funktionsfähig sein. Abb. 105 und Abb. 106 in BGE (2020b) veranschaulichen beispielhaft die einzurichtende Schleusentechnik und die ungefähren Außenabmessungen unter Berücksichtigung der beeinflussenden Faktoren (vgl. Kapitel 4.2 und Kapitel 5.6.13). Abb. 107 zeigt die ungefähre Lage der Schleusen auf der 750-m-Sohle bzw. wo diese zu errichten sind sowie die zugehörigen abgeleiteten Streckenverläufe (vgl. Kapitel 4.3) in einer Superposition.

Kapitel 5.5.5.2 „Bewetterung, Medien- und Energieversorgung sowie Datenanbindung“ gibt einen Überblick über die benötigten Leitungen und Einbauten für die Schleusen und die Anbindung aller Einrichtungen von den Schleusen bis zur Ortsbrust in den Einlagerungskammern.

Kapitel 5.5.5.3 „Rückholtechnik in der Teilfläche“ beschreibt die Einrichtung der einzelnen Komponenten der Rückholtechnik nach Auffahren, Räumen und Säubern der Teilfläche. Diese beginnt mit den Hilfseinrichtungen Einschienenhängebahn und Portalkran im Firstbereich. Danach startet die Einrichtung der Rückholtechnik mit Tragrahmen, Teleskopausleger und Antriebstechnik. Anschließend werden das Hydraulikaggregat und die Energiekette eingerichtet und mit dem Manipulatorsystem verbunden. Parallel dazu werden die entstehungsnahe Staubabsaugung und die Brandschutzeinheit an der Führungsschiene für die Einschienenhängebahn montiert. Die gesamte Rückholtechnik ist in einer Übersichtszeichnung dargestellt.

In Kap. 5.5.5.4 wird die „Transporttechnik von der ELK zur Schleuse“ beschrieben, die flurgeführt auf einem Gleissystem erfolgt, das innerhalb der Teilfläche zweigleisig und außerhalb eingleisig installiert ist. Die zweigleisige Anordnung dient der parallelen Führung von einem Werkstattwagen und einem Transportwagen für die Abfalltransporte. Die Verbindung zwischen zwei- und eingleisiger Strecke erfolgt über eine Drehscheibe. Der Innenbehälter besitzt einen Innendeckel, der vom Rückholmanipulator vor Verfüllung aufgenommen und danach wieder abgesenkt wird. Bei größerer Entfernung Teilfläche-Verpackungsschleuse wird nach Verfüllung und Ausfahren des Innenbehälters aus der Teilfläche in einer Verdeckelungsstation ein zusätzlicher Deckel aufgeschraubt.

Kommentar AGO

Zu den Schleusen hat die AGO bereits in Kap. 4 Hinweise gegeben, auf die verwiesen wird.

Komplementär zur Medienversorgung ist auch die Entsorgung von verbrauchten Medien- und Betriebsstoffen zu betrachten, insbesondere beim Einsatz von Wasser für die Dekontaminierung von Personal und Umverpackungen. Bisher sind in BGE 2020b (S. 166) „*Wasserleitungen für die Dekontaminierung von Personal und Umverpackungen*“ geplant. Eine Begründung, warum und in welchem Umfang hier Wasser eingesetzt werden muss, konnte die AGO der Konzeptplanung nicht entnehmen. Eine Dekontaminierung von Personen sollte möglichst nicht nötig werden. Falls doch, würde für den Notfall wahrscheinlich ein lokaler Wasservorrat reichen, so dass lange Wasserleitungen entfallen könnten. Die Dekontamination von Umverpackungen mit Wasser bedarf nach Meinung der AGO einer klaren Begründung. In jedem Fall wäre dann auch ein Sammel- und Entsorgungssystem für kontaminierte Waschlösungen erforderlich.

Bei den Datenleitungen sollten leistungsfähige Lösungen realisiert werden, die auch viele Video- und sonstigen Kanäle gleichzeitig übertragen können. Die AGO ist irritiert, dass im Bericht immer von „*ferngesteuert*“, und an anderer Stelle von „*Sichtbeziehungen*“ die Rede ist, und nicht von einer Fernhantierung (im Sinne einer Tele-Präsenz). Ein planmäßiger Einsatz von Personal in den ELK (inkl. Teilflächen) sollte aber unbedingt unterbleiben.

Die Einrichtung der Rückholtechnik ist sehr komplex und erfordert im TFO-MA-Verfahren mit jedem neuen Teilflächen-Ausbauelement vor der Schleuse, also innerhalb eines Strahlenschutzbereiches, händische Arbeiten (siehe hierzu auch *Kommentar AGO* in Kap. 5.3.1). Die AGO kann aus dieser Vorgehensweise nicht erkennen, wie praxisgerechte radiologische und die Arbeitssicherheit betreffende Schutzmaßnahmen für den jeweiligen Einsatzfall und ihre Umsetzung vorgesehen sind bzw. später überwacht werden sollen. Auch eine Kalterprobung der Anlagen (sog. Mock-up-Test) sollte hier so frühzeitig wie möglich vorgesehen werden.

Das in BGE (2020b) in Kap. 5.5.5.4 dargestellte „*flurgebundene*“ Schienensystem wird von der AGO zwar grundsätzlich positiv bewertet. Allerdings kann es nicht losgelöst vom statischen Gesamtkonzept betrachtet werden. Das schienengebundene Transportsystem ist bezogen auf

die ELK-Sohle nicht flurgebunden, sondern Teil des hinsichtlich der statischen Lastabtragung weiterhin undefinierten und daher bezüglich der Machbarkeit nicht plausiblen Ausbaus mit tunnelartigen Teilflächenelementen. Der AGO fehlt hier ein statischer Nachweis und eine realitätsnahe Simulation der statischen Voraussetzungen für den Tunnelausbau des TFO-MA-Verfahrens. Mit zunehmender Konkretisierung dieses Rückholverfahren erwartet die AGO, dass in diesem Zusammenhang weitere Probleme auftauchen werden, welche die Zweifel an der Machbarkeit untermauern.

Die Transporttechnik von der ELK zur Schleuse mit dem Einsatz gleisgeführter Plateauwagen ist überzeugend. Allerdings trifft das nicht auf das Verdeckelungssystem für die Innenbehälter zu. Hier ist nicht zu verstehen, warum zwischen ELK-nahem und ELK-fernem Transport unterschieden wird. Wie bereits im Kommentar der AGO zu Kap. 3 „Behälterkonzept“ dargelegt, ist nicht die Transportstrecke für die Ausführung des Verdeckelungssystems entscheidend, sondern die Art und Anzahl der Handhabungen und die Schutzerfordernungen.

5.5.6 Einrichten der Strahlenschutzmaßnahmen für Phase B (Durchführung)

Sachstand BGE

Die wesentlichen Tätigkeiten zum Einrichten der Strahlenschutzmaßnahmen für Phase B befassen sich mit dem bereits dargestellten Einrichten der Schleusen sowie der gesamten strahlenschutztechnischen Überwachung des Arbeitsbereiches bei der Rückholung, den Strahlenschutzbereichen (vgl. Kap. 5.3.2.1) und des gesamten Grubenraumes (vgl. z. B. Kap. 5.5.5 und Kap. 9.1).

Kommentar AGO

Dieser Sachstand beinhaltet keine konkreten Aussagen, sondern nur Verweise, die an den entsprechenden Stellen kommentiert werden.

5.5.7 Vorbereitung von Brandschutzmaßnahmen

Sachstand BGE

Zum Brandschutz werden verschiedene Überwachungseinrichtungen (z. B. Wärmebildkamera, Temperaturüberwachung, etc.) innerhalb der Basisstrecke, der Teilfläche, der Einlagerungskammer und den Maschinen vorgesehen. Großgeräte bzw. die regelmäßig verwendeten Maschinen haben zudem eine eingebaute automatische Löschanlage (z. B. mit CO₂, Hochdruckwassernebel oder Schaum). Als Maßnahme der Brandbekämpfung werden ein wie in Abb. 114 links dargestellter Brandschutz-Plateauwagen und eine wie in Abb. 114 rechts dargestellte einsatzbereite EHB-Brandschutzeinheit vorgehalten, die ferngesteuert bis zur Ortsbrust verfahren werden können. Diese Brandschutzeinheiten verfügen über ein geeignetes Löschmittel in einem auf der Einheit vorhandenen Löschmittelreservoir, welches fernbedient gezielt auf den Brandbereich versprüht werden kann. Um Brände an der Maschinenteknik entstehungsnah zu bekämpfen, können wie in Abb. 115 dargestellt z. B. Hochdruck-Wassernebel-Löschsysteme zum Einsatz kommen. Diese Systeme werden innerhalb der Maschinenteknik verbaut (z. B. Rückholtechnik, Krananlagen, etc.) und lösen automatisch aus, sodass eine rasche Branderkennung und eine gezielte Brandbekämpfung ermöglicht werden. Ergänzend zu den vorweg genannten Brandbekämpfungseinrichtungen kann ein stationäres Brandbekämpfungssystem eingerichtet werden. Über eine Sprinkleranlage mit Rohrleitungen im Firstbereich der Teilfläche sowie Basisstrecke können mit einem geeigneten Löschmittel offene Brände (z. B. am Manipulatorsystem) bekämpft werden. Auch die Installation von fernbedient schwenkbaren Löschkanonen an den Stößen der Basisstrecken, der Teilflächen oder am Tragrahmen des Manipulatorsystems kann eine geeignete Brandbekämpfungsmaßnahme darstellen.

Kommentar AGO

Die AGO kann nachvollziehen, dass im Rahmen der Konzeptentwicklung kein eigenständiges Brandschutzkonzept entwickelt wurde, jedoch müssen die in diesem Kapitel skizzierten Einzelmaßnahmen von der BGE in einem eigenständigen Brandschutzkonzept weiterentwickelt werden. In diesem Zusammenhang stellen sich für die AGO folgende Fragen:

- Warum wurde hier kein Bezug zum bestehenden Brandschutz-Konzept genommen?
- Wie könnte ein neues Konzept angebunden werden?
- Warum wurden die vorgestellten Maßnahmen nicht im Hinblick auf die spezifischen Randbedingungen bewertet?

Weiterhin bezweifelt die AGO, dass Wasser unter den gegebenen Umständen ein geeignetes Löschmittel darstellt. Abgesehen von der Bildung kontaminierter Salzlösungen müsste auch von Schäden durch elektrische Kurzschlüsse und Korrosion ausgegangen werden. Bei automatisch auslösenden Brandbekämpfungseinrichtungen an der Maschinentechnik sollte eine Abwägung der Vor- und Nachteile im Hinblick auf Fehlalarme aufgrund der staubenden Verhältnisse betrachtet werden, weil der durch die Löscheinrichtung angerichtete Schaden möglicherweise größer wäre, als ein lokaler Brandschaden. Übergreifende Brandverläufe sind in der Schachanlage ohnehin nicht zu erwarten, sofern nicht ungeeignete Baustoffe (z. B. in den Schleusen) verwendet werden.

5.5.8 Konventioneller Transport im sonstigen Grubengebäude

Sachstand BGE

Kap. 5.5.8 beschreibt alle vorgesehenen Transportarten, die im „*Sonstigen Grubengebäude*“, d.h. vom Ausgang der Schleusen bis zum Schacht 5, durchgeführt werden sollen mit Anforderungen, Einsatzgebieten und Maschinentypen.

Der Transport der Umverpackungen wird in Kap. 5.6.14 „Transport der Umverpackungen im sonstigen Grubenraum“ gesondert behandelt.

Grundsätzlich sind für alle Transporte (Materialien, Geräte und Personal) ausreichende Platzverhältnisse, Sohlenbeschaffenheit, Kurvenradien, Streckenneigung, Gewicht und Größe der Güter usw. zu berücksichtigen. Nach Möglichkeit ist auf bewährte Transportmittel zurückzugreifen, die flexibel und universell einsetzbar sind. Hauptaufgaben sind der Transport von anfallendem Haufwerk und der rückgeholten radioaktiven Abfälle, Nebenaufgaben umfassen alle Verfahrensschritte, die mittelbar zur Erfüllung der Hauptaufgaben notwendig sind. Eine Auflistung findet sich im Text.

Kommentar AGO

Der Einsatz gleislos flurgeführter Fahrzeuge für Transporte innerhalb des „*Sonstigen Grubengebäudes*“ ist naheliegend, ebenso wie die sonstigen allgemeinen Ausführungen.

Die AGO hält es jedoch für erforderlich, dass das skizzierte Transportkonzept zu einem konkreten Logistikkonzept weiterentwickelt wird, in dem Transportwege, Taktungen und Frequenzen, Fahrzeuge, Umschlagplätze, etc. berücksichtigt und optimiert werden.

5.6 Phase B (Durchführung)

5.6.1 Übersicht

Sachstand BGE

Hier werden die wesentlichen Prozesse für die Phase B (Durchführung der Rückholung) mit den entsprechenden Rahmenbedingungen beschrieben:

Die Phase B beginnt mit dem Durchörteren der radiologischen Barriere. Ab diesem Zeitpunkt wird der Umgang mit offenen radioaktiven Abfällen unterstellt und findet unter Strahlenschutzmaßnahmen statt. Die gesamte Rückholtechnik innerhalb der Teilfläche und Basisstrecke erfolgt grundsätzlich fernbedient gesteuert. Ein Personeneinsatz während der Phase B ist nur in absoluten Ausnahmefällen, wie einem Komplett- oder Teilausfall der Rückholtechnik möglich. Für das Umsetzen und die Demontage der Rückholtechnik sowie notwendiger Interventionen ist der Personaleinsatz nur unter Verwendung entsprechender Strahlenschutzrüstung zulässig.

Die Rückholtechnik besteht grundsätzlich aus einem hydraulisch angetriebenen Manipulatorsystem mit Teleskoparm, drehbarer Schnellwechseleinrichtung, Grundrahmen, Hydraulikaggregat und einer Energiekette. Mit diesem Manipulatorsystem werden die in den Einlagerungskammern eingelagerten radioaktiven Abfälle zunächst freigelegt und anschließend mit dem gelösten Salzgrus zusammen oder getrennt voneinander in Innenbehälter verladen. Werkzeugmagazine mit verschiedenen Werkzeugen zum Lokalisieren und Freilegen von Gebinden sowie zum Laden von Salzgrus, Gebinden und Gebindeteilen stehen der Rückholtechnik zu jeder Zeit auf Plateauwagen zur Verfügung.

Beim Freilegen von Gebinden entstehender Staub ist nach Möglichkeit entstehungsnahe abzusaugen um eingeschränkte/schlechte Sichtverhältnisse zu verhindern. Die Staubabsaugung wird mittels einer firstgeführten, mobilen EHB-Entstaubungseinheit mit Teleskoparm realisiert. Für den Fall, dass die Reichweite der EHB-Entstaubungseinheit nicht ausreicht oder zusätzliche Absaugleistung benötigt wird, kann alternativ eine sohlengeführte Variante mit eigenem Staubabscheider bis zur Ortsbrustverfahren werden.

Die Abwetter aus der EHB-Entstaubungseinheit werden direkt in die Lüftungskanäle der Ausbauelemente geführt. Über die gleichen Lüftungskanäle wird auch die gerichtete Wetterströmung, Frischwetter über die Teilfläche und Abwetter über die Lüftungskanäle, realisiert. Hinter der Teilfläche werden die Abwetter über ein Lüttensystem, welches am ersten Ausbauelement angeschlossen ist, durch die Basisstrecke zur Filterstation und von dort aus durchs Grubengebäude bis zum Schacht Asse 5 geführt. Die Entstaubung kann auch grundsätzlich direkt in der EHB-Entstaubungseinheit selbst erfolgen, wenn es die Platzverhältnisse hergeben und die technische Möglichkeit zur automatisierten Entleerung gegeben ist.

Der beim Freilegen der Gebinde anfallende Salzgrus sowie die freigelegten Gebinde und Gebindeteile, werden mittels unterschiedlicher Ladewerkzeuge vom Manipulatorsystem in verschließbare Innenbehälter verladen. Die leeren Innenbehälter werden über einen sohlengeführten Plateauwagen von der Großgeräteschleuse aus durch die Basisstrecke über eine Drehweiche in die Teilfläche verfahren. Der Transport der beladenen Innenbehälter erfolgt in umgekehrter Reihenfolge zurück zur Verpackungsstation.

Die Einzelteile der Ausbauelemente werden über das gleiche sohlengeführte Transportsystem, bestehend aus zwei nicht gekoppelten Plateauwagen mit zusätzlicher Drehverbindung, von der Großgeräteschleuse aus durch die Basisstrecke über die Drehweiche in die Teilfläche verfahren und dort vom Manipulatorsystem aufgenommen, in die entsprechende Einbauposition gebracht und montiert.

In Abb. 120 sind neben der eigentlichen Rückholtechnik auch alle weiteren Einheiten zur Durchführung der Rückholung (Phase B) der radioaktiven Abfälle aus den Einlagerungskammern der 750-m-Sohle innerhalb einer Teilfläche aufgezeigt.

Kommentar AGO

Bezüglich des planmäßigen Personaleinsatzes im Strahlenschutzbereich und insbesondere bei den regelmäßig erforderlichen Umbauarbeiten zur Einrichtung neuer Teilflächen, verweist die AGO auf ihr Kommentar im Kap. 5.3.1.

Bei den Rückholarbeiten fallen verschiedene Abfälle gleichzeitig an (trockener/nasser unterschiedlich kontaminierter Salzgrus, Abfallgebilde/VBAs, oder Teile davon), die bereits vor Ort in verschiedene Innenbehälter sortiert werden sollten. Die Vermeidung der Überladung einzelner Innenbehälter muss sichergestellt werden.

Nach Auffassung der AGO wird die Abführung der ungefilterten Abwetter aus der EHB-Entstaubungseinheit direkt in die engen Lüftungskanäle der Ausbauelemente dort mit hoher Wahrscheinlichkeit zu Staubablagerungen und Verstopfungen führen. In der Folge kann es dann zu Verzögerungen durch Lüftungstechnische Probleme sowie zusätzlichen Personaleinsatz, Reparaturarbeiten, etc. kommen.

Durch den aufwändigen Einbau der Ausbauelemente werden die Manipulatorwerkzeuge blockiert und stehen nicht für die Bergung der Abfälle zur Verfügung. Allein dadurch dürfte sich der Zeitbedarf zur Räumung einer ELK erheblich verlängern.

Die in Abb. 120 (BGE 2020b) skizzierte Rückholtechnik im Teilflächenbau (TFO-MA) liefert keine Erklärung zur Lösung der bereits angesprochenen statischen Probleme. Das trifft auch für alle sonstigen Abbildungen zum Teilflächenbau zu. Insbesondere die Art und Weise wie der Ausbau-Tunnel der oberen Teilflächenebene nach unten statisch sicher abgefangen werden soll, ist aus Sicht der AGO nicht klar. Eine belastbare Basis kann nicht aus darunter befindlichen Abfällen bestehen. Aus diesem Grund stellt die AGO die technische Machbarkeit dieses Verfahrens grundsätzlich in Frage.

5.6.2 Durchhörtern der radiologischen Barriere

Sachstand BGE

Beim Durchhörtern der radiologischen Barriere wird zunächst vorsichtig und unter kontinuierlicher strahlenschutztechnischer Überwachung die radiologische Barriere von oben nach unten entfernt und die Einlagerungskammer geöffnet. Dabei kann zunächst der untere Teil der radiologischen Barriere als Sicherung stehen bleiben.

Wie in Abb. 121 dargestellt, ist zur Herstellung eines ausreichenden Freiraumes für das anschließende Freilegen der Gebinde ggf. die Firste der Einlagerungskammer sowie im Bereich der radiologischen Barriere nachzuschneiden. Während des Durchhörterns der radiologischen Barriere wird der anfallende Staub kontinuierlich und entstehungsnah mittels einer EHB-Entstaubungseinheit abgesaugt. Das anfallende Material fällt in die Einlagerungskammer oder in den Bereich vor der Teilfläche und wird von dort aus nach dem Wechsel des Anbauwerkzeuges von der Rückholtechnik aufgenommen und in Innenbehälter verladen.

Kommentar AGO

Die Darstellung ist verständlich, wobei sich die Frage ergibt, ob es aufgrund der Schienenanbindung möglich ist, den unteren Teil der radiologischen Barriere als Sicherung gegen ein Rollen der Gebinde oder Nachrutschen des Salzes stehen zu lassen.

Aufgrund des bereits früher von der AGO als zu deterministisch und unflexibel kritisierten (TFO-MA)-Rückbauverfahrens (AGO 2020), könnten erhebliche Nachschnitтарbeiten an den ELK-Konturen erforderlich werden, wodurch zusätzlicher Abfall entsteht, die sich selbst tragende Gewölbestructur beseitigt und das Tragsystem weiter geschwächt würde.

5.6.3 Durchführung eines Werkzeugwechsels

Sachstand BGE

Kap. 5.6.3 beschreibt die geplante Werkzeugwechseltechnik. Dazu wird das Werkzeugwechselfmagazin auf einem das Manipulatorsystem begleitenden Plateauwagen mitgeführt. Größere Werkzeugeinheiten wie Saugbagger, Bohrlafette, Montagewerkzeuge für die Montage der Ausbauelemente u. w. werden auf eigenen Plateauwagen installiert.

Kommentar AGO

Die Werkzeugwechsellogistik ist nach Auffassung der AGO noch nicht ausreichend durchdacht, weil die Vielzahl der separat verfahrbaren Einrichtungen zu Ablaufstörungen führen kann. Außerdem führt jeder Werkzeugwechsel zu unproduktiven Rüstzeiten. Aufgrund der räumlich begrenzten Ortsbrust, der geringen Reichweite der Manipulatoren, sowie der ständig notwendigen Tunnelverlängerungen summieren sich diese Werkzeugwechsel zu einem erheblichen unproduktiven Zeitaufwand auf.

5.6.4 Lokalisieren von Gebinden in der Einlagerungskammer

Sachstand BGE

Die Gebinde wurden mit verschiedenen Einlagerungstechniken liegend oder stehend gestapelt oder von einem Kammerzugang aus mittels eines Radladers im Wechsel mit Salzgrus in die ELK verkippt. Es werden Möglichkeiten zur Einschätzung der Bergesituation einzelner Gebinde beschrieben. Mit den Verfahren „*Visuelle Erkennung*“, „*Metall-Detektion*“ und „*Oberflächen-Scanning*“ soll möglichen Beschädigungen der Gebinde beim Bergen entgegengewirkt werden.

Kommentar AGO

Die Detektion von nicht sichtbaren Abfallgebinden dürfte nur in mit Salzgrus versetzten Abfall-Stapeln bzw. -Haufen in Frage kommen.

Die BGE müsste näher erläutern, welche konkreten und praxistauglichen Verfahren sich hinter den Platzhalter-Begriffen „*Visuelle Erkennung*“, „*Metall-Detektion*“ und „*Oberflächen-Scanning*“ verbergen.

Auf S. 190 schreibt die BGE: *“Bei der Lokalisierung von Gebinden ist jedoch zu beachten, dass diese Tätigkeiten hauptsächlich dazu dienen sollen, weniger Gebinde zu zerstören und der Aufwand nicht größer sein sollte, als der Nutzen, den man daraus generieren kann.”* Um dieser Überlegung zu folgen, müsste über die Messung eine dreidimensionale Lagebeurteilung möglich sein. Das Verhältnis von Aufwand zu Nutzen stellt die AGO in Frage.

Nach Einschätzung der AGO ist eine vorsichtige Freilegung der Gebinde durch Lockerung und Absaugung des Salzgrus in den meisten Fällen eine geeignete Methode zu ihrer Sichtbarmachung (für Kameras bzw. sonstige bildgebende Systeme) und sie empfiehlt eine solche Vorgehensweise in Erwägung zu ziehen.

5.6.5 Freilegen von Gebinden

Sachstand BGE

Kap. 5.6.5 beschreibt die Werkzeuge zum Freilegen der Gebinde und die erforderlichen Einrichtungen zur Beseitigung von Salzabraum und Staub. Dazu werden beispielhaft verschiedene Anbauwerkzeuge wie der Gesteinshammer zum Aufbrechen der Deckschichten, der Reißzahn zum Freilegen der Gebinde und die Fräse beschrieben. Mit dem Saugbagger werden Gebinde vom Salz befreit, der Salzgrus und stückiges Material aufgenommen und in den Innenbehälter abgeführt. Der entstehende Staub wird mittels der entstehungsnahe Entstäubung beseitigt (siehe auch Kap. 5.6.8 „*Entstehungsnahe Entstäubung*“).

Kommentar AGO

Die genannten Werkzeuge sind eine gute Vorauswahl, unbeschadet der Nachteile häufiger Werkzeugwechsel.

5.6.6 Laden von Gebinden, Gebindeteilen und Salzgrus

Sachstand BGE

In Kapitel 5.6.6 wird das „Laden von Gebinden, Gebindeteilen und Salzgrus“, also aller aus der Einlagerungskammer zu entnehmenden Teile und Materialien und das Verladen in den Innenbehälter beschrieben, Dazu werden verschiedene Ladewerkzeuge wie Fassgreifer, Zwei-Schalen-Greifer, Hoch- und Tieflöffel und Lasthebemagneten für entsprechende Einsatzfälle dargestellt.

Kommentar AGO

Der Vorgang der Befüllung der Innenbehälter ist aus rein geometrischen Gründen (hinsichtlich der Abmessungen) ein nicht triviales Problem, das weitergehende Überlegungen und Planungen erfordert. So ist beispielsweise nicht geklärt, wie die Ladevorgänge für die Gebinde bzw. verschiedenen Materialien ablaufen sollen, ohne dass das Werkzeug mit dem Innenbehälter kollidiert bzw. in direkten Kontakt kommt. Besonders bei intakten Gebinden dürfte das ein Problem sein, weil diese im Innenbehälter für den weiteren Transport fixiert sein sollten.

Möglicherweise wäre der Einsatz einer halbzylindrischen Schurre oder Rutsche sinnvoll, von welcher eingelegte Abfälle bzw. Gebinde in die schräg gehaltenen Innenbehälter hineinrutschen. (Dieser Ansatz könnte auch zwecks Vermeidung von Außenkontamination am Innenbehälter noch weiter ausgestaltet werden.) Der Einsatz von Hebemagneten wird kaum möglich sein, weil diese auch die Innenbehälter und sonstige Objekte anziehen würden, wenn diese aus ferritischem Stahl bestehen.

Aus Sicht der AGO ist beim Befüllvorgang die Vorgehensweise so zu gestalten, dass das Schutzziel „Aktivitätseinschluss“ gewährleistet wird. Dies ist insbesondere wichtig, weil sich nur durch intakte Innenbehälter vermeiden lässt, dass bei den sich anschließenden Handhabungen und Transporten Probleme mit Kontaminationsverschleppung bzw. Aktivitätsfreisetzung in größerem Umfang entstehen.

5.6.7 Transport der Innenbehälter innerhalb der Teilfläche

Sachstand BGE

Kap. 5.6.7 beschreibt den Transport der Innenbehälter von der Basisstrecke über die Drehweiche in die Teilfläche bis zur Beladeposition neben dem Manipulator. Der Innenbehälter befindet sich auf einem mit Elektromotor angetriebenen und ferngesteuerten Plateauwagen, der sich auf dem Schienensystem bewegt. In der Beladeposition wird der Innendeckel von der Entdeckelungseinrichtung am Manipulator abgenommen. Anschließend wird der Innenbehälter befüllt, der Innendeckel wieder aufgesetzt und der Plateauwagen aus der Teilfläche herausgefahren.

Kommentar AGO

Die Arbeitsabläufe sind soweit nachvollziehbar, unbeschadet der grundsätzlichen Kritik am gewählten Rückholverfahren selbst.

Die Verwendung von Stromschienen zur Versorgung der Plateauwagen ist kompliziert (z. B. am Drehkreuz) und störanfällig. Sollte es eine robuste Lösung dazu geben, wäre natürlich der Betrieb über Stromschienen einem Batteriebetrieb vorzuziehen. Allerdings sollte man dann

wegen der Stückelung der Schienen in der Teilfläche überlegen, ob ein hybrides System hier sinnvoll wäre.

Die geschilderte Verladung einer VBA in einen kastenförmigen Innenbehälter mit Hilfe eines Fassgreifers, die auch in Abb. 131 dargestellt ist, ist nur dann möglich, wenn ausreichend Zwischenraum vorhanden ist, was aber (gegenüber einem zylindrischen Innenbehälter) eine ineffizientere Raumausnutzung impliziert und nach ausreichender Fixierung für den Transport verlangt.

5.6.8 Entstehungsnahe Entstaubung

Sachstand BGE

Kap. 5.6.8 beschreibt die Einrichtungen zur Entstaubung der Luft an der Ortsbrust während der Rückholaktivitäten zur Verbesserung der Sicht, zur Funktionserhaltung der Einrichtungen und zur Verringerung der Staubbeladung der Abwetter aus der Teilfläche. Die mobilen Einheiten, Einhängbahn und gleisgeführt, können den Staub in die Basisstrecke zu den Entstaubungseinrichtungen abführen oder aber auch eigene Filtereinheiten mit Staubbehälter mitführen, die anschließend in der Basisstrecke entleert werden können.

Kommentar AGO

Die vorgeschlagenen lokalen Entstaubungseinheiten erscheinen plausibel.

Bei der Anordnung der Filter- und Entsorgungseinrichtungen für den anfallenden Staub sollten einerseits wegen der Gefahr der Verlegung die Leitungsführungen so kurz wie möglich sein und andererseits möglichst wenig Funktionen in die Teilfläche verlegt werden. Gegebenenfalls könnte ein statischer Abscheider (Zyklon) hinter dem Lüfter hilfreich sein.

Bei der weiteren Planung sollten die einzelnen Verfahren insbesondere im Hinblick auf Staubentstehung bzw. -vermeidung (v. a. bzgl. Feinkornstäuben) näher betrachtet und die Ergebnisse berücksichtigt werden.

5.6.9 Sicherungsmaßnahmen während der Rückholung (Phase B)

Sachstand BGE

Zur Sicherung gegen gebirgsseitige Ausbrüche oder gegen unkontrolliertes Verhalten von problematisch angeordneten Gebinden werden in Kap. 5.6.9 Maßnahmen beschrieben. Dazu gehören Schutzschilde, Luftkissen und eine mobile Baustoffeinheit, die an die Ortsbrust herangefahren wird und mit Mörtel Gebirge oder Gebinde gegen Wegrollen sichern kann.

Kommentar AGO

Die Überlegungen sind grundsätzlich richtig.

Zur Baustoffeinheit schreibt die BGE: „Die Sicherungseinheit wird bei Bedarf über einen Plateauwagen mit Eigenantrieb innerhalb der Teilfläche bis zur Ortsbrust verfahren und steht ansonsten einsatzbereit in der Basisstrecke. Der gelenkige Arm ermöglicht es der Einheit nahezu alle freigelegten Bereiche an der Ortsbrust zu erreichen und mit dem im Vorratsbehälter gelagerten Sicherungsmörtel zu sichern.“ Hier stellt sich aber die Frage, um welche Art von Mörtel es sich handeln soll (Endfestigkeit, Aushärtezeit, etc.) und in welcher Form und Menge dieser im Vorratsbehälter vorliegt. Das Problem dürfte entweder der Aufwand für eine kurzfristige Herstellung oder aber das Aushärten des Vorratsbehälters sein.

Als mechanische Sicherung könnten auch temporär platzierte Big Bags mit Salzgrus verwendet werden.

5.6.10 Transport der Ausbauelemente innerhalb der Teilfläche

Sachstand BGE

Der Transport der Ausbauelemente in Kap. 5.6.10 erfolgt auf zwei voneinander unabhängigen Plateauwagen über die Drehweiche zur Ortsbrust. Die Langteile sind durch eine drehbare Einspannung, die sich auf jedem Wagen befindet, fixiert, um sie beim Transport zu sichern. In der Teilfläche wird das jeweilig antransportierte Ausbauteil vom Manipulator zur Montage aufgenommen.

Kommentar AGO

Die Anlieferung der Ausbausegmente über schienengebundene Plateauwagen ist sehr umständlich, zeitraubend und störanfällig und sollte zugunsten einer flexiblen Lösung aufgegeben werden.

So schreibt die BGE: *„Nachdem ein Ausbausegment über die Basisstrecke bis vor die Drehscheibe antransportiert wurde, wird der erste Plateauwagen auf die in Richtung Basisstrecke positionierte Drehscheibe gefahren und anschließend in Richtung der Teilfläche gedreht. Nach der Neupositionierung der Drehscheibe wird der erste Plateauwagen, wie in Abb. 136 dargestellt, in die Teilfläche verfahren, die Drehscheibe wieder in Richtung der Basisstrecke gedreht um daraufhin den zweiten Plateauwagen auf die Drehscheibe zu verfahren. Abschließend wird die Drehscheibe wieder in Richtung der Teilfläche gedreht und das Ausbausegment, wie in Abb. 137 dargestellt, mittels der zwei Plateauwagen durch die Teilfläche bis zur Ortsbrust verfahren, ...“*. Dieses Manöver klingt in der Beschreibung einfach, ist aber äußerst komplex, weil durch den Einsatz von drei Drehpunkten und das Verfahren des Gespanns um 90° eine schwierige kinetische Situation entsteht, die die Gefahr der Selbstblockade in sich birgt.

5.6.11 Montage der Ausbauelemente

Sachstand BGE

Die Montage der Ausbauelemente beginnt mit dem sölhigen Element, auf das die seitlichen Elemente aufgesetzt werden. Abschließend erfolgt die Montage des Deckenelements. Die einzelnen Elemente werden sukzessive über ein Hakensystem mit dem letzten eingebauten Teilflächenelement verbunden und mittels Abdichtmörtel, der über Verfüllbohrungen in die integrierten Fugen gepresst wird, abgedichtet. Dadurch werden auch die integrierten Lüftungskanäle, über die die Wetter von der Ortsbrust in die Abwetterlutte der Basisstrecke abgeführt werden, abgedichtet. Mit dem Anbau werden auch gleichzeitig über integrierte Teile die Gleise, die Schienenführungen für den Manipulator und die Einschienenhängebahn erweitert.

Kommentar AGO

Die AGO sieht erhebliche Probleme hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit des Ausbausystems. Es bestehen insbesondere Zweifel, dass:

- neu angefügte Elemente *„mit dem letzten Ausbauelement der Teilfläche fest verbunden“* werden können, so dass sie den statischen und dynamischen Belastungen Stand halten. Sowohl die Hakenleisten als auch die Mörtelfüllungen der Fugen sind erheblichen Scher- und Zugkräften ausgesetzt, sodass ein Versagen durch Bruch wahrscheinlich ist,
- die zahlreichen Fugen, die seitlichen Führungen und die integrierten Lüftungskanäle nicht zu Ausgangspunkten für Bruchvorgänge führen werden,
- der Anbau ohne jegliches Spiel möglich ist,

- die integrierten Schienensysteme am Boden (Plateauwagen etc.) und an der Firste (Hängebahn, etc.) bei elementweiser Verlängerung (Stückelung) ihre Funktionen störungsfrei erfüllen können,
- die integrierten Lüftungskanäle die erforderliche Dichtheit behalten werden,
- die integrierten Lüftungskanäle staubfrei gehalten werden können,
- die integrierten seitlichen Führungen für den Manipulator den einwirkenden mechanischen Kräften und Momenten auch nur annähernd standhalten könnten,
- die Ausbauelemente aufgrund ihrer Bauweise überhaupt eine nennenswerte Schutzfunktion gegenüber bergbautypischen Gefahren bieten können.

Die AGO sieht auch mit Sorge den erheblichen Zeitbedarf für den Ein- und Weiterbau des Teilflächenausbaus, der ein Mehrfaches der Zeit für die eigentliche Bergungsarbeit benötigen wird. Außerdem sind wahrscheinlich erhebliche händische Arbeiten erforderlich.

Es ist vollkommen absehbar, dass das gelenkige Ausbausystem in der oberen Teilflächenebene mangels eines betriebssicher tragenden Untergrundes keine Steifigkeit bekommt und an allen Fugen starken Dehnungskräften unterliegt. Die als Notlösung bereits genannten „geeigneten Injektionsmaßnahmen“ würden daher regelmäßig erforderlich sein und würden die unter dem Ausbau liegenden Abfälle gleich mitzementieren. Das sollte aber unter allen Umständen vermieden werden. Außerdem dürfte die Bergung der unteren Abfall-Schichten dann aufgrund von Zwängungen durch die obere Teilflächenschicht erschwert werden.

5.6.12 Transport zwischen Teilfläche und Schleusen

Sachstand BGE

Ausgehend von sicherheitstechnischen Anforderungen für den Transport der radioaktiven Abfälle, also:

- weitgehende Entkopplung konventioneller Transportstrecken von denen für den Transport der radioaktiven Abfälle,
- radioaktive Abfälle möglichst flurgeführt und horizontal,
- geeignete Lasthebemittel für die Lastumschläge,
- geeignete Innenbehälter für die radioaktiven Abfälle und
- Lastumschläge minimieren,

werden zwei verschiedene Lagesituationen im Grubenraum für die Schleusen beschrieben, ELK-nah (kein Carnallit zwischen ELK und Schleuse, kurzer Weg) und ELK-fern (Carnallitischicht liegt zwischen der ELK und der Schleuse, langer Weg), mit unterschiedlichen sicherheitstechnischen Anforderungen für den Transport:

- ELK-nah: Verwendung der Innenbehälter mit Grundqualifikation (GQ-IB) mit leichter Ausführung und nur einem Innendeckel,
- ELK-fern: Verwendung der Innenbehälter mit weitergehender Qualifikation (WQ-IB) mit robusterer Ausführung und einem einlegbaren Innen- und einem aufschraubbaren Außendeckel.

Weiter wird in den Kap. 5.6.12.1 „*Transportsituation bei ELK-ferner Anordnung der VPS*“ und 5.6.12.2 „*Transportsituation bei ELK-naher Anordnung der VPS*“ der Ablauf der beiden unterschiedlichen Transportsituationen für die Innenbehälter von der Verpackungsstation bis zur Ortsbrust mit der Beladung und dem anschließenden Rücktransport beschrieben.

Besonders thematisiert wird dabei der jeweilige Ent- und Verdeckelungsablauf im Bereich der ELK.

Kommentar AGO

Die eingangs genannten sicherheitstechnischen Anforderungen werden von der AGO geteilt. Die Unterscheidung hinsichtlich ELK-naher- und ELK-ferner Anordnungen der Verpackungsstation ist nach Meinung der AGO jedoch nicht sinnvoll, weil sich beide Lagesituationen ausschließlich durch die Länge des Weges unterscheiden, die Bauart und Belastung der Innenbehälter aber hauptsächlich von den mechanischen Beanspruchungen während der Transporte am Kran und bei der Beladung abhängig sind. Für einen sicheren Transport reicht der verschraubbare Außendeckel vollkommen aus. Außerdem ist die Verbreitung von Kontamination nicht vom Nebengestein, hier Carnallit, abhängig.

Die AGO hat alternative Vorschläge für die Einrichtung der Verpackungsstationen unterhalb der 750-m-Sohle gemacht (siehe Bild 2 und 3 in Kap. 4), wodurch sich lange Transportwege wahrscheinlich eher vermeiden lassen und auch die Gefahr einer ausgedehnten Kontaminationsverschleppung gering ist.

5.6.13 Arbeitsvorgänge in der Schleuse

Sachstand BGE

Kap. 5.6.13 beschreibt die Schleusensysteme in den Unterkapiteln 5.6.13.1 „Verpackungsstation (VPS)“ und 5.6.13.2 „Großgeräteschleuse (GGS)“ näher. Dazu werden

- Funktionen der Schleusen:
 - VPS:
 - Einbringen eines mit radioaktiven Abfällen beladenen Innenbehälters in eine qualifizierte Umverpackung (KC oder SC), vgl. Kapitel 4.2, mit anschließender Verdeckelung,
 - Prüfung der Oberfläche der Umverpackung auf Kontamination (Wischtests) und ODL,
 - Ggf. Durchführung von Dekontaminationsmaßnahmen (Wischen),
 - Dokumentation und Freigabe zum Weitertransport im sonstigen Grubenraum und
 - Ausschleusen der Umverpackung aus der VPS in den sonstigen Grubenraum.
 - GGS:
 - Einbringen der Maschinenteknik in den Arbeitsbereich (Heiße Werkstatt),
 - Einschleusung der Maschinenteknik in die ELK,
 - Nach Fertigstellung der Arbeiten (nach Phase B) – Messen, ggf. Dekontaminieren,
 - Demontage und Verpackung der Maschinenteknik,
 - Prüfung der Oberflächen der verpackten Maschinenteknik auf Kontamination
 - (Wischtests),
 - Ggf. Durchführung von Dekontaminationsmaßnahmen (Wischen),
 - Dokumentation der Freigabe zum Weitertransport und
 - Ausschleusen der Behältnisse aus der Großgeräteschleuse

- Gestalt und Aufbau der Schleusen
- Das Ein- und Ausschleusen von Personal
- Die Personenschleusung bei Wartungen, wiederkehrenden Prüfungen und Interventionen
- Das Ein- und Ausschleusen der Umverpackungen (VPS) bzw. von Material und Großgeräten (GGS)

beschrieben und mit schematischen Darstellungen und Flussdiagrammen bildlich erläutert.

Kommentar AGO

Die Funktionen, die Gestalt und der Aufbau von VPS und GGS sind plausibel dargestellt. Das Ein- und Ausschleusen von Personal wird minutiös beschrieben. Die skizzierten Prozeduren sind soweit nachvollziehbar.

Nach Ansicht der AGO werden aber Chancen für eine frühzeitige Charakterisierung der noch unverpackten Abfälle nicht genutzt. Außerdem ist die Befüllung der Innenbehälter nicht ausreichend dargestellt und nicht nach Abfalltypen (Fässer, VBAs, zerstörte Gebinde, kontaminierter Salzgrus, ...) differenziert. Offenbar soll auch keine Dekontamination der verschlossenen Innenbehälter vor Einstellung in die Umverpackungen erfolgen. Dadurch werden spätere Arbeitsschritte (Konditionierung) erschwert.

Die AGO ist über den Umfang der vom Personal händisch und in Nähe zu den Abfällen zu erledigenden Aufgaben überrascht und der Auffassung, dass viele der manuellen Tätigkeiten in der VPS automatisiert und/oder fernhantiert erledigt werden können, wenn entsprechende Voraussetzungen geschaffen werden. Auch sind zylindrische Innenbehälter bei Einsatz von Drehtischen einfacher maschinell zu dekontaminieren und zu vermessen (falls vorgesehen) als kastenförmige. Das Entdecken, Verdecken, Wiegen und die Kennzeichnung der Behälter können und sollten automatisiert werden.

Die Erläuterungen zur GGS betreffen hauptsächlich die Arbeitsabläufe bzw. Schleusungs-Prozeduren, weniger die technische Ausführung der Anlagen. Die Unterteilung der Geräteschleuse in die Bereiche A, B und C ist nicht hinreichend erläutert. Die skizzierten Prozeduren sind soweit nachvollziehbar.

5.6.14 Transport der Umverpackungen im sonstigen Grubenraum

Sachstand BGE

Das Transportgeschehen im „*Sonstigen Grubenraum*“ soll zwischen Transporten für nicht radioaktive und radioaktive Stoffe sowie Personen auf unterschiedlichen Wegen erfolgen, um Verkehrsprobleme auszuschließen. Durch Pufferlagerung, ELK-nah für leere und schachtnah für beladene Umverpackungen wird eine Entkopplung der Prozesse herbeigeführt. Handhabungen der Umverpackungen erfolgen dabei mit nicht gleisgebundenen Stapel- und Transportfahrzeugen.

Die beladenen Umverpackungen werden wahrscheinlich dabei mehrere Umschlagvorgänge durchlaufen. „*Die zum Einsatz kommenden Transport- und Handhabungsmittel müssen den zu unterstellenden Störfallszenarien genügen. Hierbei wird insbesondere im Bergbau- und Endlagerbereich radioaktiver Abfälle bewährte Technik berücksichtigt.*“ Bei den Transporten mit beladenen Umverpackungen ist darauf zu achten, dass für nicht festhaftende Kontaminationen die Grenzwerte der StrSchV Anlage 4 Tabelle 1 Spalte 5 einzuhalten sind. Weitere Grenzwerte gelten für:

- a) 4 Bq/cm² für Beta- und Gammastrahler sowie für Alphastrahler niedriger Toxizität,
- b) 0,4 Bq/cm² für alle anderen Alphastrahler.

Zur Bewertung der Dosisleistung für die radioaktiven Transporte, die in der Verpackungsstation ermittelt wird, werden sinngemäß die Regelungen der ADR für öffentliche Verkehrswege angewendet.

Kommentar AGO

Überlegungen über die Verkehrsführung unter Tage und die Frequentierung der dazu benötigten Strecken sind prinzipiell notwendig, sollten aber auf realistische Abschätzungen der Material- und Personentransporte gegründet werden. Nach Einschätzung der AGO finden die Haupt-Aktivitäten in den ELK und Umverpackungsstationen statt, welche die Transportvorgänge bestimmen. Auch die „Supply Chain“ für Leerverpackung kann mehr oder weniger „just in time“ erfolgen. Einen wesentlichen Anteil am Transportaufkommen werden die Ausbauelemente beanspruchen, und auch in diesem Punkt stellt sich das TFO-MA Konzept als Hemmschuh heraus. Als Planungsgrundlage sollte eine Simulation der Transportvorgänge vorgenommen werden. In diese Untersuchungen sollten auch die hier nicht erwähnten Transporte von Salzgrus und Baustoffen für die Verfüllung leerer ELK-Bereiche einbezogen werden (siehe hierzu auch Kommentar der AGO zu Kap. 5.6.6).

Die Überlegungen zum Strahlenschutz sind grundsätzlich nachvollziehbar. Allerdings stellt die AGO folgende Aussage als nicht anforderungsgerecht in Frage: *„In der Praxis ist es üblich, die aus den Regelungen an einen Transport auf öffentlichen Verkehrswegen gemäß ADR (ADR 2018) entstammenden Grenzwertanforderungen an die Dosisleistung, auch für den innerbetrieblichen Transport zu stellen.“* Üblicherweise werden in der Kerntechnik für die betrieblichen Vorgänge abgeleitete Begrenzungen der Dosisleistung angewendet, weil innerhalb kerntechnischer Anlagen nur beruflich strahlenexponiertes Personal arbeitet und die Transporte so organisiert werden können, dass es zu möglichst geringen Expositionen kommt.

5.6.15 Umsetzen der Rückholtechnik

Sachstand BGE

Nachdem eine Teilfläche oder die komplette Teilflächenebene einer Einlagerungskammer vollständig zurückgeholt wurde, ist die Rückholtechnik komplett aus der Teilfläche zu entfernen und auf die nächste Arbeitsstelle umzusetzen. Parallel dazu wird das Material für das Abdichtbauwerk zum Verschluss der Teilfläche in Position gebracht. Zur Bearbeitung der nächsten Teilfläche wird die Rückholtechnik in der Großgeräteschleuse überholt und kann danach an der nächsten Teilfläche wiederaufgebaut werden. Diese Arbeiten erfolgen unter Strahlenschutzmaßnahmen mit Vollschutz und Fremdluftversorgung. Spätere Planungsphasen werden zeigen, welcher Aufwand notwendig ist.

Kommentar AGO

Die Beschreibung macht deutlich, dass das TFO-MA Konzept häufige und umfangreiche manuelle Umbau- und Rückbauarbeiten unter Vollschutzausrüstung erfordert, bei denen schwere und unhandliche und stark kontaminierte Maschinenteile bewegt und montiert werden müssen. Diese Arbeiten sind unfallträchtig und zeitraubend. Auch die Verfüllung der geleerten Teilfläche parallel zu den Umbauarbeiten hält die AGO für hoch problematisch und riskant.

So schreibt die BGE: *„Dekontaminationsarbeiten müssen voraussichtlich unter Vollschutz mit Fremdluftversorgung erfolgen. Durch Dekontamination sollten in der Basisstrecke radiologische Bedingungen geschaffen werden, die ein Arbeiten von Personal ohne Fremdluftversorgung zulässt.“* Die AGO fragt sich, warum die Dekontamination nicht fernhantiert erfolgen kann. Dadurch würde nach bisheriger Planung die Fremdluftversorgung entfallen. Außerdem wäre interessant, welche Arbeiten in der Basisstrecke manuell ohne Fremdluftversorgung durchgeführt werden sollen.

Aus Strahlenschutz- und Arbeitsschutzgründen sieht die AGO das TFO-MA Konzept sehr kritisch. Außerdem wird deutlich, dass der Umbau der kompletten Technik bei dem x-fach

notwendigen Wechsel zu einer neuen Teilfläche zu weiteren, erheblichen Ausfallzeiten für die eigentliche Rückholungsaufgabe führt.

5.6.16 Verfüllen der Teilfläche

Sachstand BGE

Nach der vollständigen Räumung jeder Teilfläche wird das Abdichtbauwerk aufgebaut, in das die Leitungen für die Verfüllmasse und die Entlüftung integriert werden. Über eine Hauptleitung von einer zentralen Baustoffanlage wird die Verfüllmasse in die Verfüllrohre gepumpt. Nach vollständiger firstschlüssiger Verfüllung wird die Hauptleitung eingekürzt, um für die nächste Teilfläche wieder zur Verfügung zu stehen.

Kommentar AGO

Unter „*Abdichtungsbauwerk*“ sind vermutlich Schalungsmauern zu verstehen. Es fehlen Angaben wie und wann der Firstspalt zwischen Ausbauelementen und ELK-Firste sowie die Spalte zu den ELK-Stößen verfüllt werden sollen. Während der Verfüllung der Teilfläche mit Sorelbeton wird sich deren Gewicht weiter dramatisch erhöhen und es ist völlig unklar, wie dieses Gewicht abgetragen werden soll.

Auch sollte geklärt werden, wie man sich den Betrieb einer Hauptleitung vorstellt, die in einem Intervallbetrieb von Teilfläche zu Teilfläche arbeiten soll und zwischenzeitlich in Stand-by gehalten wird, ohne Verschlüsse durch Anbackungen zu riskieren.

Außerdem wäre vor der Verfüllung der Teilfläche (und nicht erst in Phase C) eine Dokumentation über die Rest-Kontamination der ELK in diesem Bereich vorzunehmen.

5.7 Phase C (Nachbereitung)

Sachstand BGE

Kapitel 5.7 beschreibt nach einem knappen Überblick über Phase C, die letzte Phase der Rückholung (5.7.1 Übersicht), die Schließung der Einlagerungsbereiche detailliert von der Erfassung und Verringerung der Restkontamination (Kapitel 5.7.2) über den Rückbau der Rückholtechnik (Kapitel 5.7.3) und der Schleusen (Kapitel 5.7.4) bis zur firstbündigen Verfüllung der Vorrichtungsstrecken (Kapitel 5.7.5). Das verbleibende Grubengebäude wird in den Abb. 169 und 173 beispielhaft dargestellt. Abschließend werden über alle drei Phasen hinweg die Verfüllvolumina und der entsprechende Bedarf an Baustoff abgeschätzt.

Kommentar AGO

Der Rückzug aus den rückgeholtten Bereichen ist in Kapitel 5.7.1 zusammenfassend folgerichtig dargestellt.

In Kap. 5.7.2 schreibt die BGE zur Restkontamination: *„In Phase C sind etwaige Restkontaminationen der aufzulösenden Strahlenschutzbereiche zu erfassen. Bei einem Überschreiten des abgeleiteten Schwellenwertes sind entsprechende Dekontaminationsmaßnahmen durch z. B. flächenmäßiges Abtragen zu ergreifen. Die ehemaligen Strahlenschutzbereiche können anschließend verfüllt werden.“* Nach dem Verständnis der AGO bedeutet Rückholung die Rückholung aller Abfälle, soweit dies gefahrlos möglich ist. Dass eine Restkontamination verbleiben wird, die mit vernünftigem Aufwand und unter Beachtung des ALARA Prinzips nicht beseitigt werden kann, steht dem nicht entgegen. Aus diesem Grund sollte abgewogen werden, ob und wo Restkontaminationen nach der Räumung noch abgetragen werden sollten, zumal die metallischen Gebinde und Einbauten als Gasbildner und Mobilisierungsbeschleuniger entfallen. Konsequenzanalysen wie sie in Kap. 5.7.2 vorgeschlagen werden, sollten zeitnah durchgeführt und in konkrete operative Werte umgesetzt werden.

Die Beschreibung des Rückbaus der Technik in Kap. 5.7.3 macht deutlich, dass das TFO-MA-Konzept planmäßig regelmäßige manuelle Demontage- und Dekontaminationsarbeiten unter Vollschutzausrüstung erfordert. Dazu schreibt die BGE: „Zu diesem Zeitpunkt sind die Sperr- bzw. Kontrollbereiche in der Teilfläche und Basisstrecke aufgrund der potentiell kontaminierten Bereiche einschl. Maschinenteknik und Kammeratmosphäre noch nicht aufgehoben und das Personal wird die anstehenden Arbeiten in entsprechender, nach vorliegendem Kontaminationsniveau festzulegender, Strahlenschutzkleidung durchführen“. Dies ist nach Ansicht der AGO nicht mit dem ALARA-Prinzip vereinbar und außerdem sind die Arbeiten unfallträchtig und zeitraubend.

Alternativ zur Planung des Rückbaus der Schleusen in Kap. 5.7.4 könnten die Schleusen auch einfach zubetoniert werden, nachdem wertvolle und noch gebrauchstaugliche Gegenstände dekontaminiert und ausgeschleust worden sind. Zum Rückbau der Schleusen schreibt die BGE: „In Abhängigkeit von dem ermittelten Kontaminationsniveau und vor dem Hintergrund, dass mit zunehmendem Rückbaufortschritt die Aktivitätsrückhaltung nachlässt bzw. abschließend vollständig aufgehoben ist, sind ggf. temporäre Schleusen einzurichten.“ Dazu wäre es hilfreich gewesen, wenn die BGE den möglichen Ort und die Bauausführung beschrieben hätte.

Die Verfüllung von Resthohlräumen nach vollständiger Rückholung der radioaktiven Abfälle sollte, anders als dies bei Kali- und Salzbergwerken noch üblich ist, möglichst vollständig erfolgen. Es sollte angestrebt werden, alle über Tage gelagerten Salze restlos in das Bergwerk zurückzuführen. Dementsprechend sollte möglichst kein Import von Fremdsalz erfolgen. Die zeitliche Darstellung des Baustoffbedarfs über die gesamte Betriebszeit der Rückholung ist zwar etwas verfrüht, gibt aber trotzdem eine verfolgbare Richtung für die Planung des Baustoffbedarfs vor.

6 Entsorgungskonzept

6.1 Übersicht

Sachstand BGE

Kap. 6 stellt das Entsorgungskonzept für anfallende Reststoffe und Abfälle dar, die bei der Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 750-m-Sohle anfallen werden. Folgende Stoffströme werden angegeben und deren Menge/Volumina abgeschätzt sowie mögliche Entsorgungswege betrachtet:

- Salzhauwerk aus Neuauffahrungen und Grubenbauen,
- Salzhauwerk aus radiologischen Barrieren,
- Größere Salzhauwerksmengen aus den Einlagerungskammern,
- Salzhauwerk aus Zwickelhohlräumen,
- Radioaktive Abfälle (eingelagerte Gebinde: nVBA, VBA, Sondergebände) sowie
- Betriebliche Abfälle, Sekundärabfälle, Ausrüstungen und Gerätschaften

In den Unterkapiteln des Kap. 6.2 werden die in Frage kommenden Umgangsmöglichkeiten für Salzhauwerk auf Grundlage der gesetzlichen Bestimmungen erläutert:

- Herausgabe,
- Handhabung unter Tage,
- Freigabe und
- Entsorgung

Weiter werden für die einzelnen Umgangsmöglichkeiten zugehörige anwendbare Nachweisverfahren (statistische Verfahren, Probenahme, kontinuierliche Messungen) dargestellt und bewertet.

In den weiteren Unterkapiteln stellt BGE einzelne Aspekte zu den Umgangsmöglichkeiten dar:

- Kap. 6.2. 1 Herausgabeverfahren
- Kap. 6.2.2 Handhabung unter Tage,
- Kap. 6.2.3 Freigabeverfahren
- Kap. 6.2.4 Entsorgung
- Kap. 6.2.5 Nachweisverfahren

In Kap. 6.3 wird das Salzhautwerk thematisiert, d. h. bei welchen Tätigkeiten (Neuauffahrungen von Strecken und Grubenbauen, aus ELK inklusive Nahbereich) welche Mengen bzw. welche Volumina anfallen werden, und es wird eingeschätzt, welcher Anteil des Salzhautwerks welchem Verfahren (siehe Unterkapitel 6.2.1 - 6.2.5) zuzuordnen sein wird.

Weiterführend werden in Unterkapitel 6.3.5 die Strahlenschutzmaßnahmen aufgrund etwaiger Kontamination des anfallenden Salzhautwerks erläutert und die Bereiche eingeteilt in:

- Bereiche ohne Verdacht (bis 90%),
- Verdachtsflächen (10-25%) und
- Bereiche mit hoher Kontamination (kleine Restmengen ca.<1%).

Abschließend werden im Unterkapitel 6.4 Volumenabschätzungen für die Entsorgung der radioaktiven Abfälle (auf Basis des Brutto-Gebindevolumens) dargestellt, mit dem Ergebnis einer Bandbreite von 41.910 m³ bis max. 53.484 m³. Zusammenfassend ergibt sich das folgende Bild aus den Abschätzungen (siehe Tab. 28).

Tab. 28: Zusammenfassung der hergeleiteten Abfall- und Reststoffvolumen (BGE 2020b).

Bereiche	Herausgabe	Freigabe	Optional: Handhabung uT	Entsorgung
Salzhautwerk aus Neuauffahrungen	260.000 m ³ ca. 85 %	45.000 m ³ ca. 15 %		-
Salzhautwerk aus ELK Nahbereich (rad. Barriere u. ELK Überschneidung)	-	60.000 m ³ ca. 80 %		15.000 m ³ ca. 20 %
Salzhautwerk aus ELK (Zwickel, Zwischenebenen, Ausgleichvolumen)	-	10.000 m ³ ca. 20 %		35.000 m ³ ca. 80 %
Radioaktive Abfälle (Gebinde)	-	-	-	min. 41.910 m ³ - max. 53.484 m ³ 100 %
Betriebsabfälle (ohne Rückbau)	-	240 m ³ /a ca. 80 %		60 m ³ /a ca. 20 %

In Summe rechnet die BGE mit ca. 92.000m³ bis 105.000 m³ als zu entsorgende radioaktive Abfälle aus den ELK der 725-m- und der 750-m-Sohle.

Kommentar AGO

Die konzeptionellen Ausführungen der BGE zum Abfall- und Reststoffvolumen und den Optionen des Umgangs sind plausibel und erfassen, bis auf die kontaminierten Laugen und Dekontaminationslösungen, alle Stoffströme, die bei der Rückholung der Abfälle zu erwarten sind. Die AGO bewertet die Darstellungen zu den Umgangsmöglichkeiten und zugehörigen Nachweisverfahren als vollständig unter den heute gültigen gesetzlichen Regelungen (AtG, StrlSchG, StrlSchV).

Wichtig ist dabei, dass die BGE die zwei wesentlichen Punkte, die großen Mengen/Volumina und die begrenzten Möglichkeiten mit dem Umgang von potenziell kontaminierten oder kontaminierten Salzhautwerk, erkannt hat. Demzufolge ist der Ansatz, die bestehende Umgangsregelung für die genehmigungsfreie Handhabung (momentan bis zum 10-fachen der Freigrenzen nach Anlage III Tab. 1 Sp.3 StrlSchV auf Basis § 57b Abs. 5 AtG) voll auszuschöpfen, eine nachvollziehbare Herangehensweise. Die AGO weist aber darauf hin, dass entsprechende Nachweise durch Konsequenzenanalysen zur atomrechtlichen Langzeitsicherheit und darauf basierende höhere Freigrenzen planerische Freiräume für den Umgang mit kontaminiertem Salzgrus schaffen könnten. Nach Ansicht der AGO sind derartige Überlegungen und Diskussionen mit der atomrechtlichen Aufsicht und dem NMU bereits zum jetzigen Zeitpunkt zu empfehlen, um den Planungsrahmen zu vergrößern.

Die Abschätzungen zu den zu entsorgenden Massen bzw. Volumina sind aufgrund zweckmäßiger modellhafter Ansätze insgesamt nachvollziehbar. Die AGO findet es aber inkonsistent, dass sich die zusammenfassenden Angaben zum Volumen an zu entsorgenden radioaktiven Abfällen auf beide Sohlen (725-m- und 750-m-Sohle) beziehen, wo es hier doch um die Konzeptplanung der Rückholung von der 750-m-Sohle geht.

Außerdem ist nach Auffassung der AGO der Umgang mit diesen Stoffen auf jeden Fall im Zusammenhang mit der Charakterisierung (Vor-Charakterisierung unter Tage) zu betrachten und infolge dessen die Aufteilung in die unterschiedlichen Stoffströme so früh als möglich zu realisieren.

Weiterhin empfiehlt die AGO zu prüfen, ob kontaminierter Salzgrus durch einfache Aufbereitungsverfahren wie Siebung oder Wäsche/Trocknung soweit von anhaftender Kontamination befreit werden kann, dass eine Freigabe zum Wiedereinbau als Versatz möglich ist.

7 Reihenfolge und Parallelisierbarkeit der Rückholung

Sachstand BGE

Zur möglichst kontinuierlichen Förderung der radioaktiven Abfälle aus den Einlagerungskammern beschreibt Kap. 7 verschiedene Aspekte:

- Grundsätzliche Möglichkeiten für die Rückholung aus mehreren Teilflächen und/oder Einlagerungskammern.
- Paralleler Rückholbetrieb aus bis zu drei Rückholbereichen
- Beachtung der Größe der Ableitungen mit den Abwettern
- Sicherheitsgewinn durch Untersuchungen zur Rückholfolge

Weitergehende Parallelisierungsansätze sind:

- mehrere Teilflächen in der einen in Verhieb befindlichen Einlagerungskammern je Rückholbereich oder
- mehrere ELK (mit je einer TF) je Rückholbereich

Eine genauere Analyse kann während der Konzeptplanung noch nicht erstellt werden, weil dazu detailliertere Planungen und Modellrechnungen erforderlich sind.

Kommentar AGO

Das Kapitel beschreibt die wesentlichen Aspekte der Parallelisierung ganz grob, kann aber auch nach Auffassung der AGO nicht detaillierter werden, weil dazu weitere Kenntnisse geschaffen werden müssen. Grundsätzlich sollten diese Überlegungen alle zukünftigen Planungsschritte begleiten.

8 Bergbauliches Sicherheits- und Nachweiskonzept

Allgemeine Anmerkungen der AGO zum bergbaulichen (Kap. 8) und atomrechtlichen (Kap. 9) Sicherheits- und Nachweiskonzept der BGE

In BGE (2020b, Kap. 8 u. 9) wird sowohl ein bergrechtliches als auch ein atomrechtliches Sicherheits- und Nachweiskonzept vorgelegt. Grundlegende Gesichtspunkte der Sicherheits- und Nachweisführung für den bergbaulichen und den atomrechtlichen Teil werden dabei von BGE (2020b) zu Beginn von Kap. 8 beschrieben. Deshalb werden von der AGO an dieser Stelle - gleichfalls zusammengefasst - Anmerkungen zum Umgang mit beiden Sicherheits- und Nachweiskonzepten in BGE (2020b) gegeben.

In BGE (2020b) werden in Kap. 8.1.1 die rechtlichen Grundlagen und Schutzziele von Sicherheits- und Nachweiskonzepten bergbaulicher und atomrechtlicher Art dargelegt. Dabei wird auf einschlägige Verordnungen und Empfehlungen aus der konventionellen Abfallbeseitigung und der Endlagerung radioaktiver Abfälle hingewiesen. Nicht zuletzt wird auch die „Vorläufige Sicherheitsanalyse für den Standort Gorleben (VSG)“ (GRS 2013) benannt, bei der zum ersten Mal ein standortspezifisches und systematisch abgeleitetes Sicherheits- und Nachweiskonzept für ein Endlager in Salz entwickelt und angewendet worden ist. BGE (2020b, Kap. 8.1.1) geht richtigerweise davon aus, dass bei der Schachanlage Asse II eine für die Einlagerung radioaktiver Abfälle vergleichbare Sachlage gegeben sei, und dass sich das bergbauliche Sicherheits- und Nachweiskonzept für die Schachanlage an den diesbezüglichen Methoden zu orientieren habe. Des Weiteren wird in BGE (2020b, Kap. 8.1.2) festgestellt, dass die standortspezifischen Randbedingungen und „individuelle Einwirkungen“ in den berg- und atomrechtlichen Konzeptausarbeitungen berücksichtigt werden müssen. Daraus leitet BGE ab, dass für die Schachanlage Asse II „... im Gegensatz zu Sicherheitsbetrachtungen in anderen Bereichen die Entwicklung und Anwendung normierter Nachweisschemata oder Ableitung einheitlich einzuhaltender Grenzwerte für verschiedene Bewertungsaspekte nicht möglich ist.“

In BGE (2020b; Kap. 9) wird darauf hingewiesen, dass das atomrechtliche Sicherheits- und Nachweiskonzept dem Nachweis dient, dass alle Anforderungen an den Strahlenschutz erfüllt werden, unnötige Strahlenexpositionen vermieden und das „Minimierungsprinzip“ des Strahlenschutzes beachtet werden.

Ungeachtet der Tatsache, dass in den Kap. 8 und 9 (Bergbauliches bzw. atomrechtliches Sicherheits- und Nachweiskonzept) an vielen Stellen in BGE (2020b) notwendige Anforderungen an ein berg- oder atomrechtliches Sicherheits- und Nachweiskonzept formuliert werden, bleibt für die AGO der Eindruck, dass eine systematische Trennung von Sicherheitskonzept und Nachweiskonzept fehlt. Dies führt häufig zu einer nur schwer oder nicht nachvollziehbaren Vorgehensweise der BGE in Bezug auf ein zugrundeliegendes oder formal benanntes Sicherheits- oder Nachweiskonzept. Als Beispiele dafür können die Unterkapitel von Kap. 9.1.2 dienen. Dort werden sicherheitsmäßige Anforderungen beschrieben, gleichzeitig aber auch Möglichkeiten zur Erfüllung dieser Anforderungen. Nach Meinung der AGO fehlt hier eine systematische Trennung der Beschreibung der Sicherheitskonzepte (bzw. einzelner Sicherheitsanforderungen) von den jeweils zuzuordnenden Nachweiskonzepten (bzw. der Nachweise für einzelne Sicherheitsanforderungen).

Am Beispiel der VSG (GRS 2013) wird exemplarisch eine methodische Vorgehensweise aufgezeigt, die auch auf andere Fragestellungen angewendet werden kann (s. Bild 4). Danach geht das Sicherheitskonzept von Leitgedanken aus (z. B. Strahlenschutz, Arbeitssicherheit), aus denen konkrete Grundanforderungen abgeleitet werden (z. B. Präzisierung gegebener Sicherheitsanforderungen). Daraus werden konkrete Zielsetzungen abgeleitet (z. B. möglichst kein erhöhter Lösungszufluss), und es werden Maßnahmen dazu beschrieben, (z. B. keine Verringerung der Stabilität Gebirges). Das Sicherheitskonzept führt also systematisch vom Allgemeinen zu speziellen Zielen bzw. Sicherheitsanforderungen.

Das Nachweiskonzept hingegen beschreibt im Detail die Vorgehensweise, wie die konkreten Zielsetzungen und Maßnahmen des Sicherheitskonzeptes in ihrer Wirksamkeit nachgewiesen werden müssen. Dabei werden einzelne Nachweisfelder festgelegt (z. B. Erhalt ausreichender Stabilität des Gebirges, radiologische Konsequenzen für Anwohner) und es werden die Nachweise für die Nachweisfelder bzw. Systemkomponenten geführt. Kenntnislücken und Ungewissheiten müssen bestimmt werden, und ihre Auswirkungen auf die Nachweise müssen bewertet werden.

In BGE (2020b) fehlt eine solche systematische Umsetzung in ein Sicherheitskonzept und ein darauf aufbauendes Nachweiskonzept. Viele der notwendigen Überlegungen werden zwar behandelt, es fehlen jedoch die getrennte Ableitung von Sicherheits- und Nachweiskonzept sowie eine einheitlich klare methodische Herangehensweise und Darstellung der Ergebnisse (z. B. tabellarische Darstellung von Sicherheitsanforderungen und jeweils zugeordneten Nachweisverfahren). Darunter leidet die Nachvollziehbarkeit der Überlegungen deutlich. Es wäre vorteilhaft gewesen, die BGE hätte für das bergbauliche und das atomrechtliche Sicherheits- und Nachweiskonzept jeweils getrennte Kapitel erarbeitet. (s.u. Bild 4).

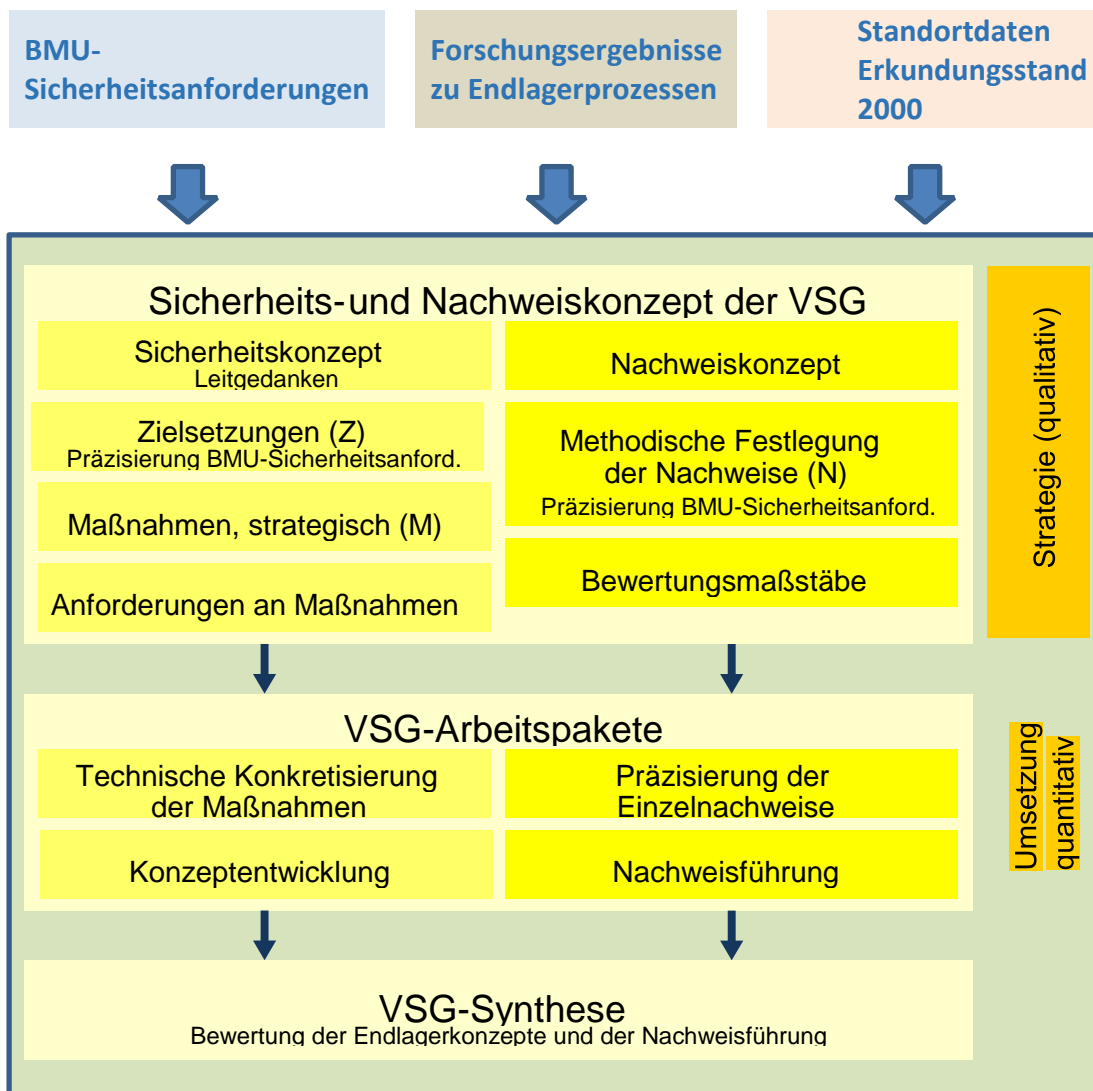


Bild. 4: Beispielhafte schematische Darstellung wesentlicher Schritte der Erarbeitung eines Sicherheits- und Nachweiskonzeptes am Beispiel der VSG (GRS 2013).

Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass ein Sicherheits- und Nachweiskonzept für eine Konzeptplanung nicht die Detailtiefe erreichen kann, die in einer Ausführungsplanung oder einem Genehmigungsverfahren erforderlich ist. Notwendig ist aber auch bei der

Konzeptplanung ein Sicherheits- und Nachweiskonzept, das alle erkennbaren konkreten Zielsetzungen enthält und Wege zu ihrer Umsetzung und Wirksamkeit unter Berücksichtigung von Kenntnislücken und Ungewissheiten beschreibt.

8.1 Grundlagen

Sachstand BGE

8.1.1 Rechtliche Grundlagen

Für den Betrieb der Schachanlage Asse II als Bergwerk im Rahmen der Rückholung sind neben den atomrechtlichen Sicherheitsnachweisen auch Nachweise zur Einhaltung der bergbaulichen Sicherheit zu erbringen.

Nach Umweltrecht ist der Schutz der Biosphäre vor Eintrag von Stoffen zu gewährleisten, ebenso nach Abfallrecht bzw. Atomrecht bei einer untertägigen Verwertung oder Deponie bzw. an einem Endlagerstandort. An den Schutzziele sind das bergbauliche Sicherheitskonzept und die dafür zu führenden Nachweise auszurichten. Da in der Schachanlage Asse II eine für die Einlagerung von radioaktiven Abfällen vergleichbare Sachlage gegeben ist, orientiert sich das bergbauliche Sicherheits- und Nachweiskonzept an den diesbezüglich heranzuziehenden Methoden der Nachweisführung. Vorgaben zu Herangehensweise und Durchführung von Nachweisen finden sich z. B. in der Versatzverordnung (BGBl 2002) bzw. Deponieverordnung (BGBl 2009) für Verwertungs- bzw. Deponiestandorte. Für Endlager für radioaktive Abfälle, und grundsätzlich übertragbar auch für die Rückholung radioaktiver Abfälle aus der Schachanlage Asse II, sind Hinweise zur Nachweisführung z. B. durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU 2010) sowie die Entsorgungskommission (ESK 2015) veröffentlicht worden. Diese wurden im Rahmen allgemeiner Vorhaben (ISIBEL: DBE (2008), GRS (2007)) bzw. standortspezifischer Vorhaben (VSG: GRS (2012a), GRS (2012b)) zur Untersuchung der Sicherheit von Endlagern durch weitergehende Hinweise und Konzepte untersetzt.

8.1.2 Bergbauspezifische Nachweisführung

Bei der Erstellung und Umsetzung eines bergbaulichen Sicherheits- und Nachweiskonzeptes sind die standortspezifische Geologie der Lagerstätte selbst sowie des Deck- und Nebengebirges als Randbedingung einzubeziehen. Aus der standortspezifischen Auffahrungshistorie und Geometrie des Grubengebäudes ergeben sich individuelle Einwirkungen und Abfolgen von Einwirkungsänderungen auf den Gesteinsverbund. Eine Nachweisführung ist auf Basis einer umfangreichen standortspezifischen Datenerhebung unter Anwendung der für den Standort geeignetsten Verfahren durchzuführen.

8.1.3 Globale und lokale Aspekte der bergbaulichen Sicherheit

Die bergbauliche Sicherheit umfasst einerseits die globale Sicherheit des Grubengebäudes gegen den Verlust der Integrität des Tragsystems und der Schutzschichten gegen lösungsführendes Gebirge und eventuelle Folgeschäden an der Tagesoberfläche, andererseits die lokale Sicherheit der Grubenhohlräume für den Schutz von Beschäftigten und Sachgütern vor Schäden.

Kommentar AGO

Den allgemeinen Ausführungen in Kap. 8.1.1 - und dabei insbesondere der Hinweis auf die VSG - ist im Prinzip zuzustimmen. Es fehlt aber die konkrete Umsetzung bei der Entwicklung der Sicherheits- und Nachweiskonzepte. Gerade diese stellt aber den wesentlichen Fortschritt bei der Nachweisführung dar. Die zu Beginn des Kap. 8.1.1 dargelegten vier Schutzziele könnten den Leitgedanken des bergbaulichen Sicherheitskonzeptes darstellen, wie er Bild 4 zu entnehmen ist.

Der in Kap. 8.1.2 erkannten Notwendigkeit, die standortspezifische Situation bei der bergbaulichen Nachweisführung anzuerkennen, stimmt die AGO zu. Nicht nachvollziehbar ist hingegen die dortige Aussage (S. 279), dass die „*Ableitung einheitlich einzuhaltender Grenzwerte für verschiedene Bewertungsaspekte nicht möglich ist.*“ Abgesehen davon, dass die entsprechenden Grenzwerte nicht benannt werden, eröffnet diese Aussage eine große Beliebigkeit hinsichtlich der Vorgehensweise bei der Entwicklung von Sicherheits- und Nachweiskonzepten.

8.2 Konzept zum Standsicherheits- und Integritätsnachweis

Sachstand BGE

Die Offenhaltung noch benötigter und die Auffahrung weiterer Grubenräume erfordert Standsicherheits- und Integritätsnachweise, welche die bergbaulich-gebirgsmechanische Sicherheit der SchachanlageASSE II über die Betriebs- und Stilllegungsphase hinaus belegen. Dabei ist zu belegen, dass die Integrität des Salinars und weiterer Schutzschichten im Hinblick auf Stabilität und Dichtheit nicht weiter beeinträchtigt werden und in der Folge der Eintritt eines AÜL zu besorgen wäre.

Kommentar AGO

Kap. 8.2 gibt zwar Hinweise auf Nachweismethoden unter der Bedingung offener Grubenhohlräume, aber es fehlt die systematische Darstellung des Sicherheits- und Nachweiskonzeptes. Offensichtlich ist die Notwendigkeit eines Sicherheitskonzeptes als Voraussetzung eines angemessenen Nachweiskonzeptes nicht erkannt oder zumindest nicht umgesetzt worden. Erinnerung sei nochmals an Bild 4, das beispielhaft die Beziehung zwischen Sicherheitskonzept und Nachweiskonzept zeigt.

8.2.1 Methoden der Nachweisführung

Sachstand BGE

Bei gut erkundeten Lagerstätten und einfachen geologischen Lagerungs- und bergbaulichen Auffahrungssituationen ist eine argumentative Nachweisführung denkbar und rechtlich zulässig. Weiterhin ist die Führung des Standsicherheits- und Integritätsnachweises durch empirische Rechenverfahren möglich. Die Führung des Standsicherheits- und Integritätsnachweises ist weiterhin ganzheitlich durch Anwendung der numerischen Modellrechnung möglich. Numerische Modellrechnungen sind Stand der Technik für die Bewertung geplanter und bestehender Auffahrungen einschließlich ihrer Entwicklung über die Standzeit. Für die Beurteilung der Integrität der Schutzschicht sind das Dilatanz- und das Minimalspannungskriterium heran zu ziehen (GRS 2012b und 2013). Das Dilatanzkriterium fordert, dass bei deviatorischer Beanspruchung des Gesteins keine durchschlägige Gefügauflockerung mit Risswachstum und -vernetzung entsteht. Das Minimalspannungskriterium fordert, dass die kleinste in der Schutzschicht wirkende Gebirgsdruckspannung zuzüglich einer ggf. bestehenden Zugfestigkeit des Gesteins größer sein muss als der teufenabhängig mögliche Flüssigkeitsdruck.

Kommentar AGO

In diesem Kap. werden wichtige Hinweise auf mögliche Sicherheitsnachweise gegeben (v. a. argumentativ, empirisch oder numerische Modellrechnungen für Standsicherheits- und Integritätsnachweis des Gebirges). Es fehlt aber auch hier eine klare Trennung zwischen Sicherheitskonzept und Nachweiskonzept. Diese Vorgehensweise sieht die AGO als problematisch an, weil ein plausibles Sicherheitskonzept die Voraussetzung für ein Nachweiskonzept ist.

8.2.2 Konzept zur Führung des Standsicherheits- und Integritätsnachweises für die Auffahrungen zur Rückholung der Abfälle von der 750-m-Sohle

Sachstand BGE

Die Führung eines Standsicherheitsnachweises sowie eines Integritätsnachweises für die Schutzschichten erfordern die Abbildung des Systems aus Grubengebäude, Salinar und Deckgebirge. Für die Untersuchung kleinräumiger Fragestellungen genügt dabei die Modellierung des entsprechenden Teils des Grubengebäudes einschließlich des dort wirkenden Tragsystems. Für die globale Fragestellung der Integrität der Schutzschichten ist dagegen eine umfassende Abbildung des gesamten zu untersuchenden Grubengebäudes und der umgebenden Gesteine einschließlich der Schutzschichten und des Deckgebirges bis zur Tagesoberfläche erforderlich. Der zu beobachtende Zustand des Tragsystems und dessen Entwicklung lassen eine Prognose über mehr als zehn Jahre in die Zukunft nicht zu (IfG 2016). Aufgrund der bestehenden Kenntnisdefizite sind weitergehende Datenerhebungen erforderlich, deren notwendiger Umfang und Inhalt im Rahmen der Konzeptplanung für die Rückholung von der 725-m- und 750-m-S im AP11b: Erkundungskonzept dargelegt wird.

Die Prognoserechnung selbst sollte zeitnah vor Beginn der Arbeiten zur Rückholung abgeschlossen werden, und bei länger andauernden Offenhaltungen sind vorliegende Prognosen zu aktualisieren. Die Nachweisführung für die Betrachtung und Bewertung der Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 750-m-Sohle kann derzeit noch nicht mittels numerischer Modellrechnungen durchgeführt werden und basiert deshalb im Wesentlichen auf Plausibilitätsbetrachtungen unter Berücksichtigung von sicherheitsorientierten geomechanischen Planungsprämissen, um mögliche Auswirkungen auf Standsicherheit und Schutzschichtintegrität von Beginn an zu berücksichtigen und zu minimieren.

Kommentar AGO

Die Ausführungen sind weitgehend nachvollziehbar. Aber auch hier wird nicht klar, welche Rolle das Sicherheitskonzept spielt, denn es geht praktisch ausschließlich um die Führung des Standsicherheits- und Integritätsnachweises.

Weiterhin wird auf bestehende Kenntnislücken und auf entsprechende Planungen zu deren Behebung im Rahmen des AP 11b verwiesen.

Eine weitere Datenerhebung ist zwar nötig, wird nach Auffassung der AGO den Prognosehorizont von zehn Jahren aber nicht verlängern können.

Ein wichtiger Aspekt wird ebenfalls angesprochen, und zwar in welchem „Tiefgang“ die Nachweisführung bei der Konzeptplanung geführt werden soll. Derzeit werden zur Standsicherheit des Tragsystems und der Integrität der Schutzschichten nur Plausibilitätsbetrachtungen unter Berücksichtigung geomechanischer Planungsprämissen angestellt. Nach Meinung der AGO sollte die BGE rechtzeitig entsprechende Überlegungen zum erforderlichen bzw. machbaren Tiefgang der Nachweisführung auch für andere Sicherheits- und Nachweisaspekte anstellen.

Ein weiterer Punkt betrifft die Annahme, dass notwendige Prognoserechnungen bzw. gebirgsmechanische Modellrechnungen vor Beginn der Arbeiten zur Rückholung abgeschlossen sein werden. Hier sieht die AGO das LBEG als zuständige Fachbehörde in der Verantwortung sich rechtzeitig mit entsprechenden Kriterien zu befassen, mit denen die Frage nach der Rückholbarkeit zu beantworten ist, wenn die Ergebnisse der jeweiligen Prognoserechnungen sich als unerwartet schlecht erweisen.

8.3 Bergbauliche Betriebssicherheit

Sachstand BGE

Auf Bundesebene beinhalten die ABergV, GesBergV und KlimaBergV, auf Landesebene die ABVO und BVOASi Regelungen zu Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz. Ergänzend gelten im Bergbau auf Landesebene weitere, spezifische Regelungen wie die EIBergV für die Errichtung und den Betrieb von elektrischen Anlagen, die BVOS und TAS für die Errichtung

und den Betrieb von Schachtförderanlagen sowie der Leitfaden Gleislos-Fahrzeuge für die Beschaffenheit und den Betrieb von nicht an Schienen gebundenen Fahrzeugen.

Insbesondere hinsichtlich der Maßnahmen zur Bewetterung, des Brandschutzes sowie der Flucht- und Rettungswege wurden bei dem hier vorgestellten Konzept die planerischen Vorgaben der ABBergV berücksichtigt. Örtlich umfasst der Brandschutz die Anlagen über Tage, den konventionellen Grubenraum und die Strahlenschutzbereiche im Speziellen.

Bei zukünftigen detaillierteren Planungen sind Maßnahmen zur Vermeidung und Behebung bzw. Bekämpfung von Ereignissen, wie Lösungs- oder Gaszutritt infolge von Bohrungen oder Auffahrungen, Brand, Ausfall der Bewetterung oder der Stromversorgung, Havarie von Ausrüstungen oder Anlagen und ggf. in Zusammenhang mit den vorgenannten Ereignissen eintretenden Personenschäden, im Detail zu erarbeiten und zu bewerten.

Kommentar AGO

Im Kap. 8.3 werden anzuwendende Regelwerke aufgelistet und Aspekte der bergbaulichen Betriebssicherheit benannt. Die konkreten, auf das Projekt bezogenen Aussagen erfolgen zum Teil im nächsten Kap. 8.4.

Einige Inhalte von Kap. 8.3 könnten Teil des bergbaulichen Sicherheitskonzeptes sein, da sie Anforderungen bergbaulicher Betriebssicherheit darstellen. Dazu müsste man jedoch dem Sicherheitskonzept die Bedeutung geben, die ihm beispielsweise in der VSG (GRS 2013) zukommt.

8.4 Spiegelung des technischen Konzeptes an geomechanischen Prämissen

Sachstand BGE

Nachfolgend wird die Führung von Nachweisen im Rahmen der Konzeptplanung durch Plausibilitätsbetrachtungen anhand von sicherheitsorientierten, geomechanischen Planungsprämissen dargelegt. Eine Nachweisführung für die erforderlichen Auffahrungen auf Standsicherheit und Schutzschichtintegrität mittels numerischer Modellrechnung ist im Rahmen weiterer Planungen durchzuführen. Als Prämissen für die Planung der Rückholung sind die folgenden Grundsätze eines schonenden Eingriffes in das Tragsystem des Grubengebäudes einzuhalten:

- I. Die Anzahl und das Volumen von Auffahrungen bzw. vorhandenen Hohlräumen sind zu minimieren und auf das Erforderliche begrenzt zu halten. (Anzahl / Volumen Hohlräume minimal),
- II. Auffahrungen sind möglichst im Steinsalz zu planen, der Carnallitit sollte möglichst nicht bzw. nur auf das Notwendigste beschränkt aufgefahren werden. (Auffahrung möglichst im Steinsalz),
- III. Offenhaltungszeiträume sind zu minimieren. Dies gilt allgemein für alle Auffahrungen, insbesondere aber für große Hohlraumvolumina der Einlagerungskammern während der Rückholung. (Offenhaltungszeitraum minimal).

Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass zu Beginn der Rückholung gemäß der Notfallplanung alle nicht für den Offenhaltungsbetrieb notwendigen Grubenhohlräume verfüllt sind (vgl. Kap. 2.3). Dementsprechend sind bei der Kreuzung von ehemaligen Grubenbauen oder Annäherung an diese durch Neuauffahrungen keine im Hinblick auf das Tragsystem des Grubengebäudes sicherheitsrelevanten gebirgsmechanischen Wechselwirkungen zwischen beiden zu erwarten.

Für die Rückholung sind Aus- und Vorrichtungsstrecken zur Wetterführung und zur Vorrichtung der Einlagerungskammern im Niveau der 750-m-Sohle sowie im 770-m-, 785-m- und 815-m-Niveau aufzufahren. Weiterhin sind in den tiefer gelegenen Niveaus Infrastrukturräume und auf der Sohle der Einlagerungskammern Arbeitsbereiche für die Rückholungsarbeiten aufzufahren und in sicherem Zustand zu halten (vgl. Kap. 5.2).

Die zu erstellenden Gruben Hohlräume werden im Folgenden einzeln aufgeführt und kurz charakterisiert. Angaben zum Hohlraumvolumen sind entsprechend der Konzeptstufe dieses Berichtes als Schätzungen zu verstehen und im Zuge weiterer Planungen zu präzisieren. Zu jedem der beschriebenen Gruben Hohlräume wird eine Einschätzung hinsichtlich der Einhaltung der drei zuvor genannten geomechanischen Planungsprämissen gegeben.

Nach der vorgenommenen Untergliederung nach Funktion/Offenhaltungszeitraum werden die bereits in Kap. 5.2 beschriebenen 15 Betrachtungsbereiche des technischen Konzeptes untersucht.

Die Ergebnisse der Plausibilitätsbetrachtungen für die zuvor genannten Bereiche werden einzeln und anhand von Abbildungen dargelegt, die detaillierte Beschreibung der Auffahrungssequenz erfolgte in Kap. 5.2 sowie Anhang 9 dieses Berichtes.

Kommentar AGO

Die drei angeführten Prämissen für die Planung der Rückholung entsprechen Grundsätzen, die zum Sicherheitskonzept gehören. Aus diesen Grundsätzen könnten dann im Nachweiskonzept quantitative Einzelnachweise abgeleitet werden, deren Erfüllung jeweils sicherzustellen ist. Auch an dieser Stelle des Berichtes zeigt sich, dass seine Bearbeiter zwar ein Sicherheits- und Nachweiskonzept im Sinn hatten, seine Umsetzung jedoch in der erforderlichen Systematik und Konsequenz nicht gelungen ist. An dieser Stelle sei auch noch darauf hingewiesen, dass zum Zeitpunkt der Konzeptplanung das Sicherheits- und Nachweiskonzept noch nicht vollständig und quantitativ vorliegen muss. Es sollte aber schon die wesentlichen Elemente beider Konzepte aufweisen.

Die vom Betreiber zugrunde gelegten Planungsprämissen (Anzahl / Volumen Hohlräume minimal; Auffahrung möglichst im Steinsalz; Offenhaltungszeitraum minimal) werden von der AGO nachdrücklich befürwortet. Die von der BGE favorisierten Rückholverfahren (Schildvortrieb bzw. TFO-MA) sowie die umfangreichen geplanten Infrastrukturräume werden diesen Prämissen aber nicht gerecht.

Der Erwartung, dass bei der Kreuzung von ehemaligen Grubenbauen oder bei Annäherungen an diese keine sicherheitsrelevanten gebirgsmechanischen Wechselwirkungen auftreten, kann die AGO nur im Fall von qualifiziert mit Sorelbeton verfüllten Hohlräumen uneingeschränkt folgen. Durch vorlaufende Erkundung in kritischen Bereichen können die Risiken allerdings geringgehalten werden.

Die 15 aufgelisteten Betrachtungsbereiche werden in BGE (2020b, S. 287-307) einzeln betrachtet und bewertet. Im Ergebnis werden alle Maßnahmen als machbar eingeschätzt. An dieser Stelle würde eine tabellarische Zusammenstellung der Ausbruchvolumina, Wirtsgesteine und erwarteten Offenhaltungszeiten gute Dienste leisten. Inwieweit die Bewertungen bereits als „*Nachweisführung*“ für die Machbarkeit gelten dürfen, wird von der AGO hinterfragt, denn es handelt sich nicht um eine Nachweisführung, sondern um einen auf die jetzige Konzeptplanung zugeschnittenen Plausibilitätsnachweis, der wesentliche Fragen noch nicht beantwortet, beispielsweise der Lastabtragung der Teilflächenausbauten ins Gebirge.

In diesem Zusammenhang stellt die AGO außerdem fest, dass die hier beschriebenen Streckenführungen von denen im Rückholplan (BGE 2020a) deutlich abweichen, was massive Auswirkungen auf das Gesamtkonzept hat. Die AGO fragt sich, warum es innerhalb nicht einmal eines Jahres zu solchen Abweichungen kommt und welche Gründe hierzu geführt haben.

8.5 Konzept zur Gewährleistung der Maßnahmen der Notfallplanung

Sachstand BGE

8.5.1 Geplante Maßnahmen unterhalb der 725-m-Sohle

Entsprechend der Notfallplanung zur Minimierung der Konsequenzen eines auslegungüberschreitenden Lösungszutrittes (AÜL) sind im Falle eines AÜL die LAW-Kammern mit brucithaltigen Baustoffen zu verfüllen, wozu Bohrungen von einem höheren Sohlenniveau in den Firstbereich der entsprechenden ELK gestoßen werden sollen und zentrale Mischstationen auf höheren Sohlen einzurichten sind. Verbleibende Porenvolumina sind im Notfall mit einer $MgCl_2$ -dominierten Lösung zu verfüllen.

Zum Schutz sind die LAW-ELK auf der 725- und 750-m-Sohle in verschiedene Einlagerungsbereiche eingeteilt, die von dem sonstigen Grubengebäude durch Abdichtbauwerke abzutrennen sind. Es ist Planungsgrundlage der Konzeptplanung, dass diese Vorsorgemaßnahmen umgesetzt sind. Eine vorlaufende vollständige Verfüllung der ELK ist für das in diesem Konzept beschriebene Verfahren nicht erforderlich.

8.5.2 Einfluss der Rückholung auf die Notfallmaßnahmen

Die Verfüllung der Aus- und Vorrichtungsstrecken und der ELK kann z. B. über Maßnahmen realisiert werden, wie sie bisher für die noch offenen Bereiche der 750-m-Sohle vor Umsetzung der Vorsorgemaßnahmen vorgesehen waren. Rückholungsbedingte Volumenveränderungen müssen berücksichtigt werden, auch für die Gegenflutung mit $MgCl_2$ -Lösung. Für die Umsetzung der Notfallmaßnahmen hinsichtlich der Verfüllung und Abdichtung der Schächte Asse 2 und 4 wird keine Beeinflussung durch die Rückholung gesehen.

Da im Notfall nur ein eingeschränktes Zeitfenster zur Verfügung steht, ist weiterhin zu prüfen, inwiefern ein Streckenverschluss in Form eines Dichtelementes mit Widerlagern an geeigneter Stelle errichtet werden kann. Eine Übersicht über die geplanten und zum Zeitpunkt der Rückholung errichteten Abdichtbauwerke/Strömungsbarrieren ist in BGE (2020b) in Abb. 196 dargestellt. Diese Darstellung zeigt, dass lediglich mit der Auffahrung der Zugangsstrecken die Einlagerungsbereiche angefahren werden. Diese bleiben von den Ausrichtungs- und Transportstrecken noch unberührt. Darüber hinaus sind in Abb. 197 (S. 312) zusätzlich potentielle Standorte für zukünftige Strömungsbarrieren dargestellt, an denen Abdichtbauwerke als Maßnahmen zum Schutz der Einlagerungskammern erstellt werden können, sollte der Notfall während der Rückholung eintreten und die Lage es zulassen, diese Bauwerke zu erstellen.

Kommentar AGO

Mit der Verfüllung der LAW-Kammern im Fall eines AÜL mit brucithaltigen Baustoffen sollen drei Ziele erreicht werden: Minimierung potenzieller Lösungsmengen, Minimierung der Konvergenz und Reduzierung der Löslichkeit von Radionukliden und Maximierung ihrer Sorption.

Das vorgestellte Konzept für den Notfall (AÜL) ist in Verbindung mit dem gesamten Konzept zur Rückholung soweit schlüssig, unbeschadet der von der AGO vorgeschlagenen Alternativen (siehe Kommentar AGO (2) in Kap. 4.3).

Es sollte jedoch dargestellt werden, welche Vorteile oder Nachteile die Wahl von Brucit (kristallines, natürliches Industriemineral) in reaktionskinetischer und technischer Hinsicht gegenüber feindispersen $Mg(OH)_2$ -Suspensionen oder anderen Magnesia-Formen hat.

Die AGO macht hier nochmals deutlich, dass sie einer Verfüllung der ELK mit Brucit/Magnesiumoxiden ausschließlich als Notfall-Maßnahme im Fall des AÜL als Maßnahme zur Schadensbegrenzung zustimmt. Die Verfüllung einer ELK im Bereich noch nicht geräumter Abfälle, ganz oder teilweise, als Teil eines Rückhol-Konzepts (TFO-MA), würde von der AGO hingegen als kontraproduktiv für die Rückholung gewertet und abgelehnt.

9 Atomrechtliches Sicherheits- und Nachweiskonzept

Sachstand BGE

In Kap. 9 erläutert die BGE im Hinblick auf das atomrechtliche Sicherheits- und Nachweiskonzept, wie der Nachweis zur Einhaltung der Anforderungen an den Strahlenschutz und die Sicherheit geführt werden soll. Das Sicherheits- und Nachweiskonzept untergliedert sich in die Teilkapitel:

- Kap. 9.1 Strahlenschutz im Betrieb,
- Kap. 9.2 Analyse von Vorgängen und Ereignissen bezüglich Auswirkungen in der Umgebung.

Kommentar AGO

Die zu Beginn von Kap. 8 dieser Stellungnahme dargelegten grundsätzlichen Anmerkungen der AGO zum bergbaulichen Sicherheits- und Nachweiskonzept gelten für den atomrechtlichen Teil des Konzeptes in analoger Weise. Die AGO weist insbesondere darauf hin, dass die Prüfung der Einhaltung der gesetzlichen und regulatorischen Anforderungen (z. B. zum Strahlenschutz und zu den Ableitungen) im Rahmen des Genehmigungsverfahrens erfolgen wird und die zu diesem Zeitpunkt geltenden Vorschriften nach dem Stand von Wissenschaft und Technik anzuwenden sein werden.

Vor diesem Hintergrund hält es die AGO für nicht zielführend, sich in der Phase der Konzeptplanung mit Detailfragen des betrieblichen Strahlenschutzes, der Einrichtung von Strahlenschutzbereichen, den Schleusen, der Strahlenmesstechnik usw. in der vorgelegten Detaillierung zu beschäftigen. Hier entsteht der Eindruck, dass bei der Rückholung keinerlei Probleme beim Strahlenschutz erwartet werden. Dies blendet jedoch aus, dass aufgrund (immer noch) fehlender valider Daten und Fakten zu dem radioaktiven Inventar und insbesondere des Anteils an Kernbrennstoffen die konkrete Planung und Umsetzung von Maßnahmen zur Gewährleistung des Strahlenschutzes des Personals (bei bestimmungsgemäßem Betrieb, bei Störungen und bei Störfällen) und der Strahlenexposition in der Umgebung als Folge der Ableitung von radioaktiven Stoffen mit Unsicherheiten verbunden sind. Diese Unsicherheiten haben als Konsequenz, dass mit konservativen, deterministischen Methoden und Ansätzen/Annahmen operiert wird, was zur Folge hat, dass Sicherheitszuschläge vorgenommen werden oder beinhaltet sind, die die Rückholung verlangsamen und verkomplizieren.

Die AGO weist darauf hin, dass die möglichst genaue Kenntnis der radiologischen Randbedingungen (Gesamt-Inventar, Anteil Kernbrennstoff, Anteil Radon, Freisetzungsmöglichkeiten, Quellterme usw.) von essentieller Bedeutung für weiterführende Planungen ist. Sie empfiehlt den Einsatz von Ressourcen gezielt für diese Aufgabe einzusetzen.

9.1 Strahlenschutz im Betrieb

Sachstand BGE

Zum Strahlenschutz im Betrieb werden thematische Aussagen zu den Strahlenschutzbereichen, (Kap. 9.1.1) zu den Schleusen (Kap. 9.1.2), zum begleitenden Strahlenschutz (Kap. 9.1.3), zum Strahlenschutz bei Interventionen (Kap. 9.1.4), zur Strahlenexposition (Kap. 9.1.5), zu den Ableitungen mit Wasser (Kap. 9.1.6) und zur Ableitung radioaktiver Stoffe mit Luft (Kap. 9.1.7) getroffen. Laut der BGE sind aktuell Strahlenschutzbereiche als Überwachungs- und Kontrollbereiche eingerichtet. Dies wird für die Rückholung in den Phasen A-C bedarfsgerecht fortgeführt und in die gestaffelte Einteilung in Überwachungsbereich (ÜB), Kontrollbereich (KB1-3) und Sperrbereich (SB1-2) umgesetzt. Zu den örtlichen Bereichen werden zugeordnete Abstufungen und Anforderungen an den Personaleinsatz in Tab. 30 definiert:

Tab. 30: Aus den Abstufungen der Strahlenschutzbereiche abzuleitende Anforderungen an den Einsatz von Personen (BGE 2020b).

Bereiche	Pot. OFK	Pot. ODL	Personeneinsatz
ELK	Sehr hoch	Hoch	Nein, ggf. im Interventionsfall
Teilfläche (inkl. Montagebereich)	Hoch	Hoch bis mittel	Nein, ggf. im Interventionsfall
Basisstrecke	Mittel bis gering	Hoch bis gering	Zu Wartungs- und Instandhaltungszwecken oder im Interventionsfall
Transportstrecke (konv., ggf. auch rad.)	Mittel bis gering	Gering (bei Transport hoch bis gering)	Zu Wartungs- und Instandhaltungszwecken oder im Interventionsfall
GGs, VPS, ggf. rad. Transportstrecke	Gering	Gering (bei Abfertigung UVP ggf. hoch)	Ja, zur Behälterabfertigung

Der geplante Personaleinsatz wird mit den Kriterien (potenzielle) Oberflächenkontamination (OFK) und Ortsdosisleistung (ODL) verknüpft und klargestellt, dass bei Interventionsfällen Ausnahmen situationsbedingt festgelegt werden können. Für alle Tätigkeiten in den als Kontrollbereich eingestuften Teilen der Basis- und Transportstrecke werden durch Arbeitsanweisungen die Belange des Strahlenschutzes berücksichtigt. Für den geordneten Rückbau werden sukzessive, von der ELK ausgehend, die Einbauten der Strahlenschutzbereiche zurückgebaut, dazu ggf. temporäre Schleusen eingerichtet. Die Restkontaminationen in den aufzulösenden Strahlenschutzbereichen werden erfasst, ggf. dekontaminiert und bei ausreichend geringen Kontaminationsniveaus aufgehoben. Die ehemaligen Strahlenschutzbereiche können dann verfüllt werden.

Zu den Schleusen und den dort durchzuführenden Tätigkeiten wird auf Kapitel 4.2 (BGE 2020b) verwiesen und dargelegt, dass die Strahlenschutzanforderungen basierend auf bewährten Funktionsprinzipien und -methoden der Kerntechnik eingehalten werden. Dazu werden Ausführungen zu den Anforderungen an sicherheitstechnische Einrichtungen, Oberflächen, Luft- bzw. Wetterführung, Wasserinstallation und Umgang mit radioaktiven Abwässern sowie zur Strahlenmesstechnik gemacht.

Bezüglich des begleitenden Strahlenschutzes werden Maßnahmen beschrieben, die gewährleisten sollen, dass im Rahmen der Rückholung der radioaktiven Abfälle unnötige

Strahlenexpositionen des Personals vermieden werden und eine Dosisreduzierung durch technisch und administrativ umsetzbare Maßnahmen erfolgt.

Im Rahmen der Sicherheitsanalyse des bestimmungsgemäßen Betriebs und der Störfallanalyse soll gezeigt werden, dass die in der Strahlenschutzverordnung festgelegten Grenzwerte der Strahlenexposition für die Bevölkerung und für beruflich strahlenexponiertes Personal nicht überschritten und nach § 8 StrlSchG unnötige Strahlenexpositionen vermieden werden und entsprechend dem Stand von Wissenschaft und Technik unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalls auch unterhalb der Grenzwerte so gering wie möglich gehalten werden. In BGE (2020b) werden für die Nachweisführung zur Einhaltung dieser Anforderungen Betrachtungen zur Strahlenexposition (modellhafte Abschätzungen und Berechnungen auf Basis von Szenarien) dargestellt. Dabei erfolgt eine modellhafte Betrachtung der Strahlenexposition der Bevölkerung (Kap. 9.1.5.1), der Strahlenexposition des Personals (Kap. 9.1.5.2) unter Annahme bzw. Auswahl von dosisbestimmenden Nukliden bezogen auf unterschiedliche Tätigkeiten (z.B. Behälterabfertigung), der vergleichenden Betrachtung von Dosiskonversionsfaktoren, der Abschätzung von maximalen Kollektiv- und Individualdosen. Ziel ist dabei abzuschätzen, welche maximalen Werte je ELK zu erwarten sind und ob bzw. welches Optimierungspotenzial vorhanden ist. Darüber hinaus werden sogenannte Interventionsdosen exemplarisch abgeschätzt.

Hinsichtlich der Strahlenexposition für Einzelpersonen der Bevölkerung wird nach BGE (2020b) gemäß § 80 Abs. 1 StrlSchG ein Grenzwert der effektiven Dosis von 1 mSv pro Kalenderjahr zugrunde gelegt. Dieser Grenzwert umfasst die Summe der Strahlenexpositionen aller genehmigungs- oder anzeigebedürftigen Tätigkeiten nach dem StrlSchG oder dem AtG. Der Grenzwert wird insgesamt für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus den ELK sowie die mit der Rückholung verbundenen Tätigkeiten (u. a. Transport, Handhabungen, Konditionierung, Pufferlagerung) sowie dem genehmigten Betrieb der Schachtanlage angewendet.

Gemäß § 99 Abs. 1 StrlSchV gilt außerdem ein Grenzwert der effektiven Dosis von 0,3 mSv pro Kalenderjahr für die Strahlenexposition einer Einzelperson der Bevölkerung infolge von Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Luft oder Wasser. Gemäß Anlage 11 Teil A Nr. 3 StrlSchV sind dabei auch Direktstrahlungen zu berücksichtigen. Direktstrahlungen außerhalb des Betriebsgeländes werden nach BGE (2020b) im Rahmen der Rückholung aus den Einlagerungskammern jedoch grundsätzlich nur für übertägige Prozesse (Pufferlagerung, Konditionierung, Zwischenlagerung) als relevant angesehen. BGE geht davon aus, dass durch entsprechende Maßnahmen (z.B. Abstand, Abschirmung) der Einfluss der Direktstrahlung so minimiert werden kann, dass daraus keine Beschränkungen der Ableitungen mit Luft oder Wasser resultieren.

BGE plant, dass durch die Emissions- und Immissionsüberwachung eine Kontrolle der Einhaltung von zulässigen Aktivitätsabgaben und eine Beurteilung der aus Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Luft und Wasser resultierenden Strahlenexposition der Bevölkerung erfolgen kann. Zu diesem Zweck werden die Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Luft und Wasser erfasst.

Die Strahlenexposition des Personals setzt sich grundsätzlich aus der inneren und der äußeren Strahlenexposition zusammen. Die maßgeblichen Beiträge werden in BGE (2020b) in der Phase B erwartet. Alle diesbezüglichen Betrachtungen werden für Phase B (Durchführung der Rückholung) durchgeführt und sind laut BGE für die Tätigkeiten in den Phasen A und C abdeckend. Im ersten Schritt werden die dosisbestimmenden Nuklide untersucht und festgestellt, dass lediglich die drei Nuklide Cs-137, Co-60 und Eu-154 zur Ortsdosisleistung beitragen und damit zur äußeren Strahlenexposition des Personals bei der Behälterabfertigung relevant sind. Anschließend werden sogenannte nuklidspezifische Dosiskonversionsfaktoren für unterschiedliche Abstände vom Innenbehälter unter Nutzung der gebindespezifischen und chargengemittelten Inventaren berechnet. Unter Anwendung folgender Randbedingungen:

- vorher definierte Arbeitsschritte, Dauern und Personeneinsätze,

- Abstände zur Umverpackung bei den Arbeitsschritten,
- alle Fasstypen wurden für die Dosisabschätzung wie 200-l-Fässer berücksichtigt,
- VBA wurden mit dem vorher genannten Ansatz separat berücksichtigt,

ergeben sich Werte der Kollektiv- und Individualdosis als kammerspezifische Werte. Diese sind in der Tabelle 40 in BGE (2020b) ausgewiesen. In Summe werden kumuliert über die gesamte Dauer der Rückholung 727 mSv als Kollektivdosis und ca. 205 mSv als max. Individualdosis ermittelt. Die höchsten Beiträge liefern die Kammern 2/757, 6/750 und 7/750 mit jeweils ca. 30 mSv Individualdosis.

Folgende Zeitdauern werden von BGE kammerspezifisch abgeschätzt (Tab. 40).

Tab. 40: Kammerspezifische Abschätzung der Kollektiv- und Individualdosis (BGE 2020b).

ELK	Anzahl Gebinde	Abgeschätzte Dauer der Rückholung [a]
1/750	10933	3,2
2/750	7450	1,7
2/750 Na2	36900	12,9
4/750	6340	1,8
5/750	9561	7,4
6/750	7611	7,9
7/750	4356	6,7
8/750	11278	6,3
10/750	4664	5,1
11/750	9399	4,8
12/750	7464	3,0
7/725	8530	6,8

Bei Anwendung dieser abgeschätzten Zeitdauern für die betreffenden Kammern inklusive aller Nebentätigkeiten leiten sich maximale Individualdosen pro Kalenderjahr ab. Der höchste Wert mit 17 mSv/a wird für die Kammer 2/750 (Rückholdauer 1,7 Jahre für 7.450 Gebinde) ermittelt

BGE hat auch eine exemplarische Abschätzung möglicher Interventionsdosen durchgeführt, hierzu wurden die folgenden beiden Fälle beispielhaft betrachtet:

1. Intervention im vorderen Teil der Teilfläche ca. 3 m entfernt von der Ortsbrust (40 Gebinde in der Ortsbrust).
2. Intervention an einer Transporteinheit mit beladenem IB in der Zugangsstrecke mit 1 m Abstand (mit 2 Gebinden beladen).

Im Ergebnis ergaben sich maximale Individualdosen bis maximal 0,178 mSv und Kollektivdosen bis max. 0,355 mSv jeweils für eine Exposition in einem Interventionsfall 1 oben.

BGE stellt in Kap. 9.1.6 und 9.1.7 die möglichen Ableitungen radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser und mit der Luft dar. Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Wasser aus der Schachanlage Asse II liegen gemäß BGE 2020 gegenwärtig nicht vor. Sämtliche Abgaben von gefassten Wässern erfolgen gemäß einem Freigabeverfahren. Änderungen werden von BGE für die Rückholung von der 750-m-Sohle nicht erwartet.

Zur Abschätzung der Ableitungen mit der Luft hat BGE folgenden modellhaften Ansatz gewählt:

Der Grenzwert der effektiven Dosis für eine Einzelperson der Bevölkerung der durch die Ableitung radioaktiver Stoffe bedingten Strahlenexposition beträgt nach § 99 StrlSchV 0,3 mSv im Kalenderjahr. In einer Top-Down-Planung wird analysiert, welche Ableitungen basierend auf diesem Grenzwert tatsächlich für die Rückholung in welcher Weise zur Verfügung stehen da mehrere Emittenten am Standort der Schachtanlage Asse II vorhanden sein werden.



Abb. 199: Ableitungsbudget für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus den Einlagerungskammern der 750-m-Sohle unter Berücksichtigung von Vorbelastungen (BGE 2020b).

Vereinfachend wird von BGE angenommen, dass sich die vorgenannten Emittenten den Grenzwert gleichmäßig teilen, sodass für die Rückholung 0,1 mSv im Kalenderjahr im bestimmungsgemäßen Betrieb der Rückholung als „Ableitungsbudget“ zur Verfügung stehen.

Aufgrund unterschiedlicher Ausbreitungsmechanismen werden gasförmige Ableitungen und Ableitungen von Schwebstoffen (radioaktive Aerosole) separat betrachtet. Ebenso wird zwischen Kurzzeit- und Langzeitausbreitungen unterschieden.

Als gasförmige Ableitungen bei dieser Abschätzung werden H-3, C-14, Kr-85 sowie Radon (Rn-222) und Thoron (Rn-220) (mit deren Folgeprodukten) betrachtet. BGE erwartet einen sehr geringen Beitrag zur Strahlenexposition aus Ableitungen von Kr-85.

Der Hauptbeitrag zur Strahlenexposition wird von BGE durch die Radionuklide Radon und Thoron mit Folgeprodukten sowie den als Aerosolen abgeleiteten Radionukliden erwartet. Zur konzeptionellen Planung wird das Ableitungsbudget für die Emittenten weiter untergliedert. Es wird ein Budgetanteil von 0,05 mSv im Kalenderjahr jeweils für Langzeit- und für Kurzzeitableitungen angenommen.

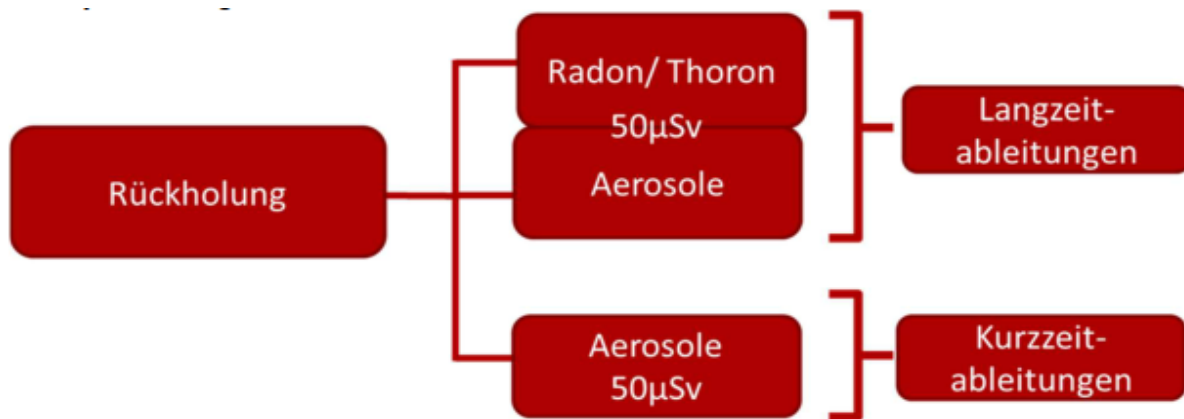


Abb. 200: Aufgliederung des Ableitungsbudgets von 0,1 mSv im Kalenderjahr auf die Ableitungspfade (Edelgase und Aerosole) der Rückholung

Für die Durchführung von Berechnungen der Strahlenexposition der Bevölkerung infolge der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Luft wurden von BGE Nuklidvektoren bestimmt. Die finalen Berechnungen der Strahlenexposition fußen auf einer Berücksichtigung von 47 Radionukliden. Außerdem wurde Pb-210 als Zerfallsprodukt des Rn-222 berücksichtigt. Separate Betrachtungen erfolgten außerdem für C-14, H-3 und Kr-85. Die Ergebnisse der Berechnungen zeigen in der nachfolgenden Tab. 60 ELK-spezifische Werte der jährlichen potentiellen Strahlenexpositionen als effektive Dosis für die Altersgruppen ≤ 1 a und > 17 a aus der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Luft.

Tab. 60: ELK-spezifische integrale, potentielle Strahlenexpositionen (eff. Dosis für die Altersgruppen ≤ 1 a und > 17 a) aus der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Luft über den gesamten Rückholzeitraum (BGE 2020b).

ELK	Eff. Dosis ≤ 1 a [μ Sv]	Eff. Dosis > 17 a [μ Sv]
7/750	118,2	29,1
6/750	36,2	11,1
11/750	50,4	12,5
2/750	292,3	58,8
1/750	122,0	28,0
5/750	41,4	8,9
12/750	45,4	10,2
8/750	20,5	4,2
2/750 Na2	10,1	8,0
10/750	1,7	0,6
4/750	1,4	0,4

Die Ergebnisse der Abschätzungen zur Strahlenexposition zeigen Werte, die das vorgegebene Budget von 0,1 mSv pro Jahr überschreiten. Wenngleich nach Auffassung der BGE die Werte nur als indikativ zu betrachten sind, weist der Verlauf auf das Erfordernis weiterer Optimierung der Planungen in den nachfolgenden Planungsschritten zur Erkennung, Minimierung und Reduzierung von Freisetzungen radioaktiver Stoffe hin.

Kommentar AGO

Die AGO verweist zur Einschätzung der Planungen für den Strahlenschutz im Betrieb auf ihre Ausführungen im Kommentar zu Kap. 5.3 insbesondere zur Einrichtung von Strahlenschutzbereichen und deren weiterführende Untergliederung in mehrere Sperr- und Kontrollbereiche und hinterfragt die Sinnhaftigkeit und Zielsetzung einer solchen Planung. Der überwiegende Teil der Rückholmaßnahmen soll fernbedient ohne Einsatz von Personal vor Ort ausgeführt werden, was die weitere Unterteilung von Sperrbereichen als fragwürdig

erscheinen lässt. Diese Darstellung, insbesondere auch die Tabelle 30, steht aber im Widerspruch zu zahlreichen anderen Aussagen in BGE (2020b), welche einen umfangreichen Personeneinsatz implizieren, beispielsweise die „Fernbedienung mit Sichtkontakt“ (im Gegensatz zur Fernhantierung) bei den Arbeiten vor Ort und beim Bau der Ausbauelemente, Umbau der Technik, etc.

Darüber hinaus enthalten die konzeptionellen Ausführungen zum Strahlenschutz wenig konkrete Begründungen und lassen sich daher nicht detailliert bewerten. Eine begründete Vorgehensweise auch im Strahlenschutz wird aber im atomrechtlichen Genehmigungsverfahren nötig sein und sollte daher nach Meinung der AGO auch bereits auf Konzeptebene erkennbar sein.

Im Hinblick auf die Verwendung von Schleusen als Teil der Strahlenschutzmaßnahmen verweist die AGO auf ihre Kommentare in Kap. 5.6.

Die Maßnahmen zum begleitenden Strahlenschutz sind gängige Praxis und können zum heutigen Zeitpunkt nur pauschal beurteilt werden. Das Erfordernis und die Wirksamkeit der begleitenden Maßnahmen zum Strahlenschutz werden sich an der tatsächlichen Situation vor Ort bei der Rückholung orientieren müssen.

Die modellhafte Vorgehensweise zur Abschätzung der Kollektivdosis und der maximalen Individualdosis ist bis auf einige handwerkliche Mängel (z.B. fehlerhafte Nicht-Berücksichtigung des Dosisbeitrags von Tochternukliden) insgesamt plausibel und in der Größenordnung nachvollziehbar. Die AGO verweist jedoch in diesem Zusammenhang darauf, dass nach momentan laufenden fachlichen Diskussionen der International Commission on Radiation Protection (ICRP 2014) das Risiko von Radon höher eingeschätzt wird und daraus als Folge der Dosis-Anteil durch Inkorporation (hier: Inhalation) sich verändern wird. Dies ist nach Auffassung der AGO bei der weiteren Strahlenschutz-Planung zu berücksichtigen.

Der AGO erschließt sich aber wegen der fehlenden Begründung nicht, wieso der Beitrag der inneren Exposition an der Gesamtstrahlenbelastung des Personals unberücksichtigt bleiben kann. Nach Auffassung der AGO wird im Gegenteil ein nicht zu vernachlässigender Anteil infolge Inkorporation radioaktiver Stoffe (z.B. Gase, Aerosole) zu betrachten sein und entsprechende Überwachungsmaßnahmen (z.B. Staubprobensammler, Aerosolmessungen, Bodycountermessungen, strahlenmedizinische Überwachung, usw.) planerisch erforderlich sein. Die Annahmen und Ansätze für die Berechnungen (Abläufe, Dauern, Konversionsfaktoren usw.) werden darüber hinaus mit Erfahrungen erklärt. Dies ist nicht nachvollziehbar, da die Rückholung der Abfälle aus der Schachanlage ein Unikat ist, und daher gleichartige Projekterfahrungen fehlen.

Weiterhin zeigt die Abschätzung, dass die maximale Individualdosis für Kammer 2/750 mit 17 mSv/a für eine Person den zulässigen Jahresgrenzwert von 20 mSv zu 85% ausschöpft. Die AGO misst daher den Planungen zum Strahlenschutz und den Möglichkeiten einer Dosisreduzierung hohe Bedeutung bei. Die bisherigen, konzeptionell deterministischen Dosismodelle sollten im Verlauf der Planungen durch probabilistische Modelle ergänzt und präzisiert werden.

Die Darstellung der BGE, dass genügend Optimierungspotenzial zur Einhaltung der Anforderungen der § 8 und 9 StrlSchG vorhanden sind, wird von der AGO deshalb kritisch gesehen. Darüber hinaus bestehen weitere Unsicherheiten dahingehend, dass das Aktivitätsinventar in den einzelnen Kammern teilweise unbekannt oder nur unzureichend bekannt ist (vgl. Kap. 2).

Nach Auffassung der AGO bestehen nach derzeitigem Kenntnisstand für die 750-m-Sohle trotz der relativ hohen Jahresdosis für das Personal vor Ort Spielräume zur Minimierung durch die Ausgestaltung der technischen Abläufe des Strahlenschutzes, die eine Überschreitung des Abbruchkriteriums nach § 57b AtG nicht erwarten lassen.

Die AGO begrüßt, dass sich die BGE ausführlich mit Strahlenschutzmaßnahmen bei Interventionen auseinandergesetzt hat. Diese müssen ergriffen werden, wenn Fehl-

bedienungen und Versagen von Komponenten oder Ausfall von Sicherheitseinrichtungen eintreten. Die gewählte Vorgehensweise durch Analyse aller Schritte der Rückholung von Gebinden gemäß Schritfolgeplan hinsichtlich möglicher Störungen und technischer Anforderungen zur Beherrschung ist sehr kleinteilig und dadurch unübersichtlich ausgeführt. Dies verdeckt außerdem die Identifizierung möglicher Schwachstellen. Nach dem Verständnis der AGO wäre die Anwendung der in RSK (2014) beschriebenen MTO-Methode (Mensch-Technik-Organisation), zum Erkennen, Identifizieren und Beheben von Fehlern bzw. Ableiten von Maßnahmen zum wirksamen Verhindern von Fehlern dem gewählten Anspruch besser gerecht geworden. Darüber hinaus sind mit dem MTO-Ansatz Schwachstellen eindeutig erkennbar.

Die AGO kann die modellhaften Ansätze und Berechnungsmethoden für die Ermittlung der Strahlenexposition der Bevölkerung grundsätzlich nachvollziehen. Die Frage, die sich hier stellt, ist, welchen Zweck diese umfangreichen Betrachtungen und Berechnungen haben sollen. Nach Auffassung der AGO wäre die Beschreibung der Zielstellung mit der diese Betrachtungen durchgeführt wurden, zum allgemeinen Verständnis notwendig. Darüber hinaus wird von der AGO der Vorschlag unterbreitet, diese Berechnungen und Modellbetrachtungen zur Verbesserung der Lesbarkeit als Anhang zum Konzept anzufügen und im Text nur die Ergebnisse darzustellen.

Die Erfüllung der gesetzlichen Anforderungen des Strahlenschutzes und die Einhaltung der Grenzwerte unter den Bedingungen der Rückholung müssen im konkreten Fall zu einem wesentlich späteren Zeitpunkt im Rahmen des atomrechtlichen Genehmigungsverfahrens erbracht werden. Zum jetzigen Zeitpunkt kann nur gezeigt werden, dass es grundsätzlich möglich ist, die Grenzwerte einzuhalten. Ob dafür dieser Aufwand gerechtfertigt ist, wird von der AGO bezweifelt. Die AGO hält die vorliegenden Ausarbeitungen aber als Grundlage für Diskussionen mit der atomrechtlichen Genehmigungsbehörde für geeignet.

Für die Bewertung der möglichen Ableitungen geht die BGE davon aus, dass keine Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser zu betrachten sein wird. Diese Einschätzung wird von der AGO nicht in dieser Absolutheit geteilt. Angenommen, dass sich die Randbedingungen bezüglich des Zutritts von wässrigen Lösungen nicht verändern, was nicht nachgewiesen ist, können nicht unerhebliche Mengen an flüssigen radioaktiven Stoffen infolge der Rückholung anfallen. Beispielsweise werden größere Mengen Flüssigkeiten anfallen, die bei der Dekontamination verwendet werden. Gleichzeitig sind die Umgangsmöglichkeiten mit radioaktiven Wässern unter Tage sehr begrenzt und die Anforderung zur Minimierung der anfallenden radioaktiven Abfälle stellt eine weitere Herausforderung dar.

Außerdem sind im Zusammenhang mit der Rückholung und damit bedingter Gebirgsveränderungen zusätzliche Lösungszutritte nicht auszuschließen, die unterhalb eines AUL verbleiben, aber ggf. Abpumpen und Ableitungen erfordern. Dieser Fall bedarf einer planerischen Vorbereitung, die derzeit noch fehlt.

Außerdem weist die AGO darauf hin, dass nach Öffnung von Einlagerungskammern mit einem Anstieg von Tritium in der Grubenluft zu rechnen ist. In der Konsequenz kann auch die Tritiumkontamination der Zutrittslösungen ansteigen. Die Abgabe dieser Lösungen in ein anderes Bergwerk ist zwar keine Ableitung im Sinne des Strahlenschutzes, sondern erfolgt über Freigaben. Allerdings wurden die Proteste in den Kommunen, zu denen diese Lösungen verbracht werden, bisher mit dem Argument einer sehr niedrigen Tritiumkontamination (unterhalb des Grenzwertes nach Trinkwasserverordnung) begründet. Die Fragen, wie vorgegangen werden soll, wenn dieser Wert (100 Bq/l) nicht mehr eingehalten wird, ist planerisch bisher ausgeklammert.

Weiterhin muss auch mit Ansammlungen kontaminierten Laugen im Sohlenbereich der ELK gerechnet werden, die zu entsorgen sind.

Hinsichtlich der Ableitungen mit der Luft als Folge der Rückholung von der 750-m-Sohle wird von der BGE ein sehr modellhafter Ansatz vorgestellt. Die AGO kann nicht erkennen mit welcher Zielsetzung diese Modellierung vorgenommen wurde. Unter der Annahme, dass mit

diesem Modell überprüft werden soll, ob und in welchem Umfang/Menge die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Luft möglich ist, stellt sich die AGO die Frage nach der praktischen Umsetzbarkeit dieses Ansatzes. Einerseits erfolgt die Rückholung als gesamthafte Projekt und daher kann nicht singulär für die Rückholungsmaßnahmen von einer Sohle die Ableitung radioaktiver Stoffe losgelöst von den anderen Maßnahmen betrachtet werden. Die lineare Aufteilung des Grenzwertes von 0,3 mSv/a in Werte der „zulässigen“ Dosis in Abb. 200 (BGE 2020b) als Folge der Ableitungen mit der Luft ist nach Auffassung der AGO nur ein Zwischenschritt zu einem praktikablen Ansatz. Vielmehr besteht die Aufgabe für die BGE darin, die Gesamthaftigkeit und Komplexität der Rückholung zu berücksichtigen und einen angemessenen Ansatz unter Berücksichtigung aller Emittenten am Standort zu finden. Die besondere Schwierigkeit dieser Aufgabe wird von der AGO anerkannt, da schon die Ergebnisse der Abschätzungen in erster Näherung eine Überschreitung der „zulässigen“ Dosis erwarten lassen. Daher sind nach Ansicht der AGO sehr viel genauere und gesamthafte Berechnungen erforderlich, die in Abstimmung mit allen Tätigkeiten am Standort durchzuführen sind.

Nach Auffassung der AGO ist nach den derzeitigen Erkenntnissen die Rückholung von der 750-m-Sohle aus Gründen der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Luft nur durch den Einsatz effektiver radiologischer Filtersysteme in Verbindung mit Konzepten zur Sonderbewetterung genehmigungsfähig, da die zulässigen jährlichen Dosisgrenzwerte nach § 99 StrlSchV sicher eingehalten werden müssen.

Die AGO weist außerdem darauf hin, dass der Hauptanteil der Dosen, die hier angegeben werden, aus der Inkorporation der abgeleiteten Radionuklide über den Nahrungspfad resultiert. Dies sollte klar und verständlich für die Bevölkerung in der unmittelbaren Umgebung der Schachanlage Asse II kommuniziert werden. Insbesondere die Anwendung der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift (AVV 2020) und der darin festgelegten Annahmen zu den Verzehrgeohnheiten für die Ermittlung der durch Inkorporation (hier: Ingestion) hervorgerufenen Dosen verwendet durchschnittliche Werte, die aber von den standortspezifischen Gegebenheiten und den tatsächlichen Lebens- und Ernährungsgewohnheiten der Menschen in der Asse-Region wesentlich abweichen werden.

Hinsichtlich der BGE-Ausführungen zur geplanten Überwachung der Ableitungen über die Luft auf Basis der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung – REI – (BfS 2006) und der damit verbundenen Erfassung der kurzzeitigen sowie der andauernden Emissionen und der Immissionen verweist die AGO auf ihr Diskussionspapier zur Emissions- und Immissionsüberwachung (AGO 2019) und erneuert das Erfordernis einer anforderungsgerechten Überwachung der Ableitungen unter Beachtung der im AGO-Diskussionspapier formulierten Anforderungen.

9.2 Analyse von Vorgängen und Ereignissen bzgl. Auswirkungen in der Umgebung

Sachstand BGE

Das Sicherheits- und Nachweiskonzept der BGE soll die Arbeitsprozesse und -schritte der Rückholung der radioaktiven Abfälle aus den ELK der 750-m-Sohle konkretisieren, indem die relevanten sicherheitsbedeutsamen Vorgänge und Ereignisse mit Auswirkungen in der Umgebung der Anlage in einem iterativen Prozess identifiziert, beschrieben und analysiert werden. Zielstellung ist die Ableitung von technischen Auslegungen und Maßnahmen zur Ereignisbeherrschung. Hierzu wird eine Ereignisanalyse durchgeführt, in deren Rahmen Ereignisse und Vorgänge ermittelt werden, die eine potentielle Verletzung des Schutzziels „Strahlenexposition und Kontamination der Bevölkerung“ darstellen. Diese Ereignisse werden in einer Ereignisliste gesammelt und anhand einer Einschätzung des sicherheitstechnischen Potentials einem Betriebszustand bzw. einem potentiellen Störfall zugeordnet. Die Zuordnung erfolgt entweder zum bestimmungsgemäßen Betrieb bzw. als Untermenge hiervon, zu einem

anormalen Betriebszustand oder bei dem Potential der Überschreitung der genehmigten Ableitungswerte zu einem potentiellen Störfall. Gemäß BGE (2020b) werden auf diese Weise 34 Vorgänge und Ereignisse identifiziert, die eine potenzielle Gefährdung des Schutzziels darstellen können (vgl. Tab. 63 in BGE (2020b)). Basierend auf dieser Zuordnung erfolgt die Behandlung und Beschreibung der Beherrschung der ermittelten Vorgänge und Ereignisse in den jeweiligen Kapiteln (siehe Kapitel 9.2.2 und Kapitel 9.2.3 in BGE (2020b)).

Daraus wurden solche Vorgänge identifiziert, die direkt mit dem Rückholprozess verbunden sind und zu dauerhaften Ableitungen führen sowie solche, die zu kurzzeitig erhöhten Ableitungen führen. Als Teil des bestimmungsgemäßen Betriebs wurden Ereignisse identifiziert, deren Potential an lokaler Freisetzung in die ELK/Teilfläche und der damit verbundenen Ableitung in die Umgebung der Anlage als relativ gering angesehen wird, die jedoch von dem geplanten Rückholprozess abweichen und damit einen nicht gewollten Zustand darstellen.

Von BGE identifizierte Vorgänge, die Teil des bestimmungsgemäßen Betriebes sind und mit einer lokalen Freisetzung in die ELK/Teilfläche verbunden sind, wurden in 34 Vorgängen und Ereignissen zusammengefasst (siehe Tab. 64, BGE (2020b)). Sie stellen laut BGE steuerbare bzw. regulierbare Vorgänge dar. Ein Eingreifen in den beschriebenen Vorgangsablauf (z. B. Unterbrechen des Vorgangs) ist jederzeit möglich.

Alle weiteren identifizierten Ereignisse werden sowohl aufgrund ihres Potentials einer möglichen Schutzzielverletzung als auch der störfallartigen Ereignisabläufe (eine Steuerung bzw. Regulierung während des Ereignisablaufes ist nicht möglich) einem potentiellen Störfall zugeordnet. Die so identifizierten Ereignisse werden im Rahmen einer Störfallanalyse bewertet und hinsichtlich ihrer Beherrschung klassifiziert. Zur systematischen Betrachtung werden Störfalldatenblätter erstellt, auf denen für jedes einzelne Ereignis ein möglicher Ereignisablauf beschrieben, der jeweilige potentielle Störfall klassifiziert und bewertet wird. Aus dieser Klassifizierung und Bewertung leiten sich die Maßnahmen bzw. Auslegungen von Komponenten ab, die zur Beherrschung des Ereignisses zu ergreifen bzw. vorzusehen sind. Zur Ereignisklassifizierung wird sich jener Störfallklassen bedient, die im Rahmen der Störfallanalyse für das Endlager Konrad definiert wurden. Die Analyse, Bewertung und Maßnahmen zur Beherrschung dieser Ereignisse werden in Tab. 65 in BGE (2020b) zusammengefasst. Anschließend erfolgt in BGE (2020b) eine Analyse der Ereignishäufigkeit, der häufigkeitsverteilten Zuordnung von Gebindeinventaren zu den ELK und daraus abgeleitet eine Einschätzung der sicherheitstechnischen Anforderungen.

Kommentar AGO

Hinsichtlich des Sicherheits- und Nachweiskonzeptes für die Analyse von Vorgängen und Ereignisse bezüglich der Auswirkungen auf die Umgebung ergeben sich die gleichen Kommentare und Kritikpunkte wie in Kap. 8.1. In BGE (2020b) wird kein Sicherheits- und Nachweiskonzept vorgelegt, sondern Sicherheitsaspekte für den bestimmungsgemäßen Betrieb, den anormalen Betrieb sowie Störfälle aneinandergereiht, ohne systematisch auf die Einhaltung von Schutzzielen und die Maßnahmen zu deren Erfüllung einzugehen. Die AGO kann keine Klassifikation und Systematik erkennen, obwohl die Vorgänge und Ereignisse bei der Rückholung in den Bereichen Teilfläche und Basisstrecke, Transportvorgänge, Vorgänge in der VPS (kammerfern, kammernah), sonstiger Grubenraum sehr kleinteilig untersucht worden sind. Die Auffassung der BGE, dass das sicherheitstechnische Potenzial davon abhängt, ob (noch nicht bekannte oder genehmigte) Ableitungswerte eingehalten oder überschritten werden können, wird von der AGO nicht geteilt. Alle Maßnahmen sollten sich an der Einhaltung von Schutzzielen (Schutz des Personals vor unzulässiger Strahlenexposition, sicherer Einschluss radioaktiver Stoffe, Gewährleistung Unterkritikalität usw.) ausrichten und die Ableitung radioaktiver Stoffe (kurzzeitig oder dauerhaft) in erster Linie verhindern, minimieren bzw. die Auswirkungen auf die Anlage begrenzen. Dies ist eine grundsätzlich andere Philosophie als die in BGE (2020b) vorgestellte Herangehensweise.

Die AGO hält auch die Anwendung der Methodik zur Störfallanalyse und die Einteilung in Störfallklassen, wie sie für das Endlager Konrad vorgenommen worden ist, für nicht

anforderungsgerecht, da grundsätzlich andere Randbedingungen zugrunde liegen. Beispielsweise sind die Endlagerbehälter für Konrad geeignet, vorher aufwendig hergestellt und geprüft und das behälterspezifische Inventar je Gebinde ist bekannt. Darüber hinaus erfolgen nur Handhabungen von intakten Gebinden im Endlager Konrad unter völlig verschiedenen Bedingungen als bei der Rückholung der Gebinde in der Schachanlage Asse II, sodass die entsprechenden Störfallszenarien nicht übertragbar sind.

Die abschließende Zuordnung der häufigkeitsverteilten Anzahl an Gebinden je ELK im Hinblick auf die sicherheitstechnischen Anforderungen kann nach Ansicht der AGO zum jetzigen Zeitpunkt nur als grobe Einschätzung dienen, ist aber sinnvoll, um die Aufmerksamkeit in weiteren Planungsschritten auf die relevanten Kammern und Gebinde zu lenken.

10 Brand- und Explosionsschutz

Sachstand BGE

Kapitel 10.1 „*Brandschutz im Allgemeinen*“ beschreibt den allgemeinen Brandschutz für alle Einsatzfälle im sonstigen Grubengebäude. Zusammenfassend werden dazu die allgemeinen Anforderungen in Tab. 66 „*Im direkten Zusammenhang mit der Rückholung der eingelagerten radioaktiven Abfälle aus den ELK der 750-m-Sohle stehende Brandschutzmaßnahmen für das sonstige Grubengebäude*“ formuliert, wobei die Umgangs- und Konstruktionsregelungen für die jeweiligen brandlastführenden Bereiche/Systeme dargestellt werden.

Kapitel 10.2 „*Brandschutz im Speziellen*“ befasst sich mit den Brandschutzmaßnahmen in den Strahlenschutzbereichen von den Schleusen bis zur Teilfläche und führt die Brandschutzmaßnahmen für die einzelnen Brandlastführenden Bereiche und Systeme in Tab. 67 zusammen.

Kapitel 10.3 „*Explosionsschutz*“ beschreibt Maßnahmen zur Sicherstellung des Explosionsschutzes gemäß GefStoffV für den sonstigen Grubenbereich nach Rangfolge:

1. Einsatz nicht explosibler Stoffe,
2. Verhinderung der Bildung von gefährlichen explosionsfähigen Gemischen,
3. Gefahrlose Beseitigung gefährlicher explosionsfähige Gemische nach dem Stand der Technik.

Im Umgang mit radioaktiven Stoffen in Strahlenschutzbereichen in der Phase B sind sinngemäß auch die Regelungen der KTA-Regel 2103 „*Explosionsschutz in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren (allgemeine und fallbezogene Anforderungen)*“ zu berücksichtigen, wobei wegen der Unsicherheiten im Inventar der Abfälle ausgeführt wird, dass für die Bewertung „*oberste Priorität nimmt hier das Erkundungsprogramm im Rahmen der ELK-spezifischen Analyse der Kammeratmosphäre hinsichtlich dem Vorhandensein gefährlicher explosionsfähiger Gasgemische vor Durchörterung der radiologischen Barriere ein.*“

Für das Anbohren der ELK ist eine Gefährdungsbeurteilung abzugeben und gegebenenfalls Maßnahmen festzulegen, die in einer Explosionsschutzdokumentation dokumentiert werden müssen.

Kommentar AGO

Die Darstellung der Kriterien für den aktiven und passiven Brand- und Explosionsschutz ist für eine Konzeptplanung ausreichend und übersichtlich. Das betrifft sowohl die Maßnahmen im sonstigen Grubenraum als auch in den Strahlenschutzbereichen.

Für die batteriebetriebene Technik muss ein darauf spezialisierter Brandschutz geplant werden, weil bestimmte Typen von Akkumulatoren schwer löschar sind, bzw. angepasste Löscharmaßnahmen erfordern.

11 Zusammenfassung und Ausblick

Sachstand BGE

In diesem Kapitel werden noch einmal alle wichtigen Sachverhalte von der BGE zusammengefasst.

Kommentar AGO

Die Anmerkungen der AGO zu Kap. 11 beziehen sich nur auf die wichtigsten sicherheits- und planungsrelevanten Gesichtspunkte, die die AGO bei ihrer Überprüfung des Berichtes BGE (2020b) identifizieren konnte und werden im Folgenden unter der Kapitelüberschrift ‚Fazit der AGO‘ zusammengefasst. Darüber hinaus hat die AGO sich jedoch noch zu einer Vielzahl weiterer Detailspekte geäußert, die den AGO-Kommentaren zu den einzelnen (Unter-)Kapiteln zu entnehmen sind.

Fazit der AGO

1. Konkretisierung der Rückholplanungen

Die AGO begrüßt die im Bericht BGE (2020b) im Rahmen der Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 750-m-Sohle vorgenommenen Konkretisierungen der technischen, sicherheitstechnischen und planerischen Maßnahmen. Damit werden jedoch die im Rückholplan (BGE 2020a) skizzierten und als vorteilhaft bewerteten Rückholverfahren dergestalt konkretisiert, dass (BGE 2020b, S. 31) „unter Berücksichtigung der von BGE gewünschten Variantenfreiheit“ allein das Verfahren „Teilflächenbau von oben mit Ausbauelementen – TFO-MA“ als Vorzugsvariante weiterverfolgt werden soll. Aufgrund der teilweise nicht nachvollziehbaren Vorauswahlschritte und einer Vielzahl sachlicher Gründe (Siehe 3.) hält die AGO dieses Ergebnis für bedenklich.

2. Anforderungen an die Konzeptplanung

Die Vorstellungen der AGO zu den grundsätzlichen Anforderungen an die Konzeptplanung sollen an dieser Stelle zum Verständnis der nachfolgenden Anmerkungen dargelegt werden. Bei der Bewertung der Konzeptplanung der BGE geht die AGO von folgenden Voraussetzungen und Ergebnissen der Konzeptplanung im Rahmen des gesamten Planungsvorhabens aus:

- Voraussetzungen für die Konzeptplanung:
 - Grundlagendokumentation,
 - Festlegung der Projektorganisation,
 - Allgemeine Projekt- und Aufgabenbeschreibung durch die BGE,
 - Projektstrukturplan,
 - Projektablaufplan,
 - Projektterminplan,
 - notwendige vorlaufende Machbarkeitsstudien durch verschiedene Unterauftragnehmer.
- Die Ergebnisse der Konzeptplanung legen die Basis für die weiteren Planungsschritte fest. Im Wesentlichen sind das:
 - Festlegung und Beschreibung der Streckenführungen,
 - Festlegung und Beschreibung der notwendigen technischen Verfahren,
 - Festlegung und Beschreibung der technischen Hauptkomponenten,
 - Grobaufstellung und Raumbedarf,
 - Angaben über elektrische Verbraucher und ggf. benötigte Datenübertragungskapazitäten,
 - Festlegung des Sicherheitskonzeptes (bergbaulich und strahlenschutztechnisch),
 - Festlegung des Nachweiskonzeptes (bergbaulich und strahlenschutztechnisch),
 - Dokumentation.

Die AGO kann nicht erkennen, dass die BGE ihre Aufgabe hier umfassend wahrnimmt. Die Konzeptplanung sollte in ihrem Kern als Ergebnis ein ausgereiftes Konzept für die Rückholung liefern, auf dem die Entwurfsplanung aufbauen kann. Dies ist in weiten Teilen nicht gegeben. Beispielsweise weist die planerische Vorgehensweise deutliche Schwächen in Bezug auf die Komplexität der Planungsschritte auf.

Auf Konzeptniveau muss eine Planung bereits den grundsätzlichen Nachweis einer Machbarkeit erbringen. Bereits erkennbare Risiken, die der technischen Umsetzbarkeit entgegenstehen können, dürfen nicht ausgeklammert werden, weil sonst in den weiteren Planungsschritten die Gefahr von Planungsfehlern durch Nichtbeachtung dieser Risiken besteht.

Die BGE als Generalunternehmer kommt hier ihrer koordinierenden Aufgabe für alle Unterauftragnehmer nicht in ausreichendem Maße nach. Als Folge arbeitet jeder Auftragnehmer nur für sich und verweist bei Problemlösungen auf spätere Planungsphasen.

Außerdem wird die Tatsache, dass verschiedene Behörden (LBEG für Bergrecht und NMU für Atomrecht) für die Genehmigung(en) zuständig sind, bei der Konzeptplanung der BGE nicht ausreichend berücksichtigt. Es wäre für das Gesamtverfahren sicherlich vorteilhaft, wenn konkrete Vorstellungen über die Zusammenarbeit mit den Genehmigungsbehörden frühzeitig diskutiert und verbindlich festgelegt würden. Nur so kann das Ziel einer optimalen Beschleunigung des Gesamtverfahrens erreicht werden.

Auch hier ist immer wieder zu beobachten, dass BGE zwar inhaltliche Schwerpunkte setzt, bei deren oft unzureichender Ausgestaltung dann aber auf zukünftige Genehmigungsprozesse verwiesen wird (Gebirgsmechanische Detailbetrachtungen ELKs, begleitender Strahlenschutz).

3. Probleme des Rückholverfahrens TFO-MA

Die Auswahl und alleinige Weiterverfolgung des „*Teilflächenbaus von oben - mit Ausbauelementen (TFO-MA)*“ - als Vorzugsvariante wird von der AGO aus verschiedenen Gründen kritisch gesehen:

- Es stellt sich die Frage, ob die technische Machbarkeit des TFO-MA mit Blick auf die Statik der Teilflächenausbauten und der Teilflächen selbst gegeben ist, weil bisher nur global und nicht lokal nachgewiesen wurde, in welcher Weise die erheblichen Lasten auf das umgebende Gebirge abgetragen werden könnten (BGE 2021). Die Schaffung einer Tragschicht für die oberen Teilflächenausbaue über bisher unversetzten Abfällen würde deren Rückholbarkeit erschweren und das Abfallvolumen vergrößern. Solange entsprechende gebirgsmechanische bzw. statische Nachweise nicht vorliegen, sieht die AGO die Gefahr, dass das gesamte Verfahren bei seiner Realisierung scheitern kann, zumindest aber erhebliche Zeitverzögerungen und zusätzlichen Kosten bei der Rückholung der Abfälle eintreten können.
- Auch die Ableitung der statischen und dynamischen Kräfte und Momente der Arbeitsmaschinen, die ihrerseits auf den Teilflächenausbau abgetragen werden sollen, überschreiten möglicherweise dessen Belastbarkeit.
- Es wurde bisher nie konkret dargelegt, wie weit und wogegen die labilen und aus vielen Einzelteilen zusammengefügteten Teilflächenausbauten überhaupt eine ausreichende Schutzfunktion bieten können.
- Die Auffahrung von querschlägigen und insbesondere streichenden „*Basisstrecker*“ im Firstniveau der ELK stellt gravierende Eingriffe in das gebirgsmechanische Tragsystem dar, insbesondere durch Schwächung der seitlichen Einspannung der Firstschweben und wurde daher bereits mehrfach von der AGO kritisiert. Es ist für das Rückholungsprojekt riskant, wenn die BGE „*basierend auf der auf Konzeptniveau hinreichend belastbaren Annahme einer grundsätzlichen gebirgsmechanischen Machbarkeit*“ trotz der bestehenden Bedenken allein in diese Richtung weiter plant, ohne eine solide Grundlage zu haben.
- Die BGE sieht offenbar selbst die gebirgsmechanische Problematik ihres Konzepts und skizziert daher vorsorglich weitere Alternativen, die aber noch weniger ausgereift und erfolgversprechend erscheinen. Die AGO sieht daher nicht, dass durch den vorliegenden Bericht ein der Aufgabenstellung entsprechendes „*technisches Konzept und Sicherheits- und Nachweiskonzept*“ vorgelegt wird, welches eine belastbare Basis für die Entwurfsplanung bilden könnte. Das macht auch die Aussage der BGE auf S. 115, letzter Absatz, deutlich: „*Für die Konzeptplanung sind diese Voraussetzungen derzeit nicht belastbar. Die genannte*

Konzeptoption kann in weiteren Planungsstufen ggf. berücksichtigt werden, wenn weitere Erkenntnisse, z. B. nach Erkundungen, zur Vor-Ort-Situation vorliegen.“ Hier verweist die BGE auf zukünftige Untersuchungen, die zu Beginn der Entwurfsplanung abgeschlossen sein sollten, aber nach Meinung der AGO bereits innerhalb der vier Jahre Planungszeit für die Konzeptplanung hätten durchgeführt werden müssen.

- Die Teilflächen-Ausbaumaßnahmen aus Einzelelementen sind sehr zeitraubend und würden die eigentliche Rückholungsaufgaben wegen konkurrierender Nutzungsansprüche an die installierte Technik in Summe massiv verzögern.
- Erhebliche Ausfallzeiten für die Rückholungsaufgabe entstehen auch durch die vielen aufwendigen Umrüst-Arbeiten von einem Teilflächenausbau zum nächsten.
- die Verfügbarkeit nur eines Manipulators in Verbindung mit dem eingeschränkten Arbeitsbereich an der Ortsbrust erfordert ständige Werkzeugwechsel und bedingt weitere Effizienzverluste.
- häufige Umbaumaßnahmen der kompletten Rückholtechnik unter Strahlenschutzbedingungen wären von Personen in Vollschutz händisch vorzunehmen. Diese Arbeiten auf engem Raum mit schweren Maschinenteilen sind auch unfallträchtig und gefährlich. Das Gleiche gilt für die Rückbau-Maßnahmen nach ELK-Räumung.

Aus den genannten Gründen rät die AGO zu einer Überprüfung der grundsätzlichen Machbarkeit des TFO-MA Verfahrens aus gebirgsmechanischer/statischer Sicht und bezüglich der sonstigen von der AGO genannten Schwachstellen vorzunehmen. Parallel dazu sollte ein auf bewährter Technik basierendes Rückholverfahren hinsichtlich seiner Vor- und Nachteile untersucht und gegebenenfalls alternativ geplant werden. Noch besteht die Möglichkeit, schwerwiegende und zeitraubende Fehler bei der Rückholungsplanung zu vermeiden.

4. Sicherheits- und Nachweiskonzept

Die AGO stellt fest, dass die notwendige systematische Trennung, Ableitung und Beschreibung des bergmännischen Sicherheits- und Nachweiskonzeptes (BGE 2020b Kap. 8) sowie des atomrechtlichen Sicherheits- und Nachweiskonzeptes (BGE 2020b Kap. 9) fehlt. Ohne dies und ohne methodische Festlegung der Sicherheitsnachweise (s. Bild 4) sind die heutigen Anforderungen des Standes von Wissenschaft und Technik an diese Konzepte nicht mehr zu erfüllen. Dies gilt ungeachtet der Tatsache, dass in den Kapiteln 8 und 9 an verschiedenen Stellen notwendige Anforderungen an ein berg- oder atomrechtliches Sicherheits- und Nachweiskonzept formuliert werden. Diese Sammlung an Anforderungen und Nachweisen bilden jedoch kein systematisch abgeleitetes und konsistentes Sicherheits- und Nachweiskonzept. Es fehlt auch eine nachvollziehbare Ergebnisdarstellung der Sicherheitsanforderungen und der diesen jeweils zugeordneten Nachweisverfahren.

Es wäre vorteilhaft gewesen, die BGE hätte für das bergbauliche und das atomrechtliche Sicherheits- und Nachweiskonzept jeweils getrennte Kapitel erarbeitet (Kapitel „Sicherheitskonzept“ und Kapitel „Nachweiskonzept“ jeweils für Bergrecht und Atomrecht). Dadurch wäre eine eindeutige Zuordnung der Sicherheitsnachweise zu den entsprechenden Sicherheitsanforderungen zu gewährleisten. Auf diese Weise könnte sich auch eine eindeutige Zuordnung von Meilensteinen und Nachweisen innerhalb der sogenannten „Genehmigungserlangungsplanung“ erschließen.

5. Aus- und Vorrichtungstrecken, Schienensysteme

Die Aus- und Vorrichtungstrecken und deren Niveaus weichen vom Rückholplan der BGE (2020a) weitgehend ab. Nach Meinung der AGO fehlt ein grundsätzliches Konzept, welches zunächst die Erfordernisse für die Bewetterung, den Transport von Material, Abfällen und Personal, für Fluchtwege, für den Anschluss der ELK, der Schleusen und der Infrastruktur-

räume allgemein und kohärent darstellt und dann in einem zweiten Schritt an die speziellen geologischen und bergbaulichen Gegebenheiten anpasst und optimiert. Beim Entwurf und Anschluss der Schleusen sollten auch vertikal verteilte Konzepte und Anordnungen betrachtet werden (siehe Bild 3).

In den Unterkapiteln von Kapitel 5 werden viele Strecken auf verschiedenen, zum Teil anscheinend inkonsistenten Höhenlagen genannt, deren unterschiedliche Funktionen nicht klar erkennbar sind. Für die weitere Planung wäre eine schematische Darstellung einer generischen ELK mit Schleusen, die alle wesentlichen zu- und abführenden Strecken, nach ihrer Funktion bezeichnet und definiert, hilfreich. Im nächsten Schritt sollten diese (Ausrichtungs-)Strecken dann nach Niveau und Verlauf optimiert und festgelegt werden.

Das „flurgebundene“ Schienensystem im ELK-Bereich wird von der AGO grundsätzlich positiv bewertet. Allerdings kann es nicht losgelöst vom statischen Gesamtkonzept betrachtet werden, insbesondere fehlt ein Nachweis der Lastabtragung über die Ausbauelemente zur ELK-Sohle.

6. Behälter

Die Ausführungen zu den Behältern (Verpackungen, Innenbehälter) gehen von den derzeit zugelassenen Behältertypen aus. Es ist aber nach Meinung der AGO fraglich, ob die nötige Zahl solcher Behälter auch anforderungsgerecht hergestellt und beschafft werden kann. Technische Anforderungen werden nicht ausreichend erörtert. Für die sichere Handhabung müssen die Innenbehälter ausreichende Tragfähigkeit für schwere VBAs, mechanische Stabilität gegenüber spitzen Gegenständen etc. aufweisen, außerdem über Anschlagpunkte verfügen, die aber einer automatisierten Dekontamination der Außenflächen nicht im Wege stehen dürfen.

7. Logistikkonzept

Ein konkretes Logistikkonzept ist für die AGO bisher nicht erkennbar.

8. Strahlenschutzaspekte

Mit den Strahlenschutzplanungen werden Rahmenbedingungen beschrieben, mit denen die gesetzlich vorgegebenen Anforderungen an den Strahlenschutz sowohl für die Beschäftigten unter Tage als auch Personen der Bevölkerung eingehalten werden sollen. Grundlage der Planungen sind detaillierte Betrachtungen und Modellierungen zu Strahlenexpositionen. Diese Betrachtungen sind in der Regel konservativ überschätzend angelegt, so dass die so als geplant ausgewiesenen Dosiswerte höher als die zu erwartenden realen Dosiswerte ausfallen. Trotzdem sind diese Dosiswerte als Planungswerte in einer Genehmigung entscheidend. Abgesehen davon, dass die Eignung des modellhaften Ansatzes zur Ermittlung von zulässigen Ableitungswerten grundlegend in Zweifel gezogen wird, stellt die AGO fest, dass die in der Konzeptplanung ausgewiesene Maximaldosis für den Säugling als Folge von Ableitungen mit der Luft in der Höhe von 0,28 mSv im Kalenderjahr, die allein aus Prozessen der Rückholung resultiert und weitere Ableitungen über den Luftpfad, die bei der übertägigen Behandlung von rückgeholten Abfällen ausblendet, kaum genehmigungsfähig sein dürfte. Da diese Dosis vor allem aus dem (rechnerischen) Verzehr lokal angebaute Nahrungsmittel resultiert, wirft diese Dosisabschätzung Fragen zu den Konsequenzen der Rückholung auf, die eine klare Kommunikation mit Betroffenen erfordern.

Die AGO weist insbesondere darauf hin, dass die modellhaften Berechnungen nach der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift (AVV 2020) als Ergebnis ausweisen, dass die Inkorporation der abgeleiteten Radionuklide über den Nahrungspfad den betragsmäßig größten Anteil der Dosisbelastung ausmachen. Dies sollte klar und verständlich für die Bevölkerung in der unmittelbaren Umgebung der Schachanlage Asse II kommuniziert werden. Insbesondere die Anwendung der AVV (2020) und der darin festgelegten Annahmen zu den Verzehrsgewohnheiten für die Ermittlung der durch Inkorporation der Radionuklide (hier: Ingestion) hervorgerufenen Dosen verwendet durchschnittliche Werte, die aber von den

standortspezifischen Gegebenheiten und den tatsächlichen Lebens- und Ernährungsgewohnheiten der Menschen in der Asse-Region wesentlich abweichen werden. Das bedeutet im Umkehrschluss, dass mindestens vergleichende Berechnungen unter Anwendung realitätsnaher Werte und Daten aus der Region um die Schachanlage Asse II zeigen sollten, in welchem Maße der Ingestionspfad nach AVV (2020) zu abdeckenden Werten führt bzw. welche Expositionssituation sich von den durchschnittlichen Annahmen mit welcher Auswirkung am meisten unterscheidet.

Die AGO sieht allerdings noch weitere offene Fragen und methodische Mängel, die die Genehmigungsfähigkeit der Planung einschränken, da z.B. bei der Abschätzung von Dosiswerten der Beschäftigten die Tochternuklide von Zerfallsreihen „vergessen“ wurden, die derzeit im Strahlenschutz intensiv diskutierte Neubewertung der Strahlenrisiken von Radon außer Acht gelassen wurde und auch bei den Störfallbetrachtungen die Ansätze nicht sachgerecht sind.

Es fehlen Ausführungen dazu, durch welche konkreten Einrichtungen, Maßnahmen, operativen Verfahrensweisen etc. die Strahlenschutz-Bestimmungen in der Praxis tatsächlich eingehalten werden sollen.

9. Ergänzende Anmerkungen

Es sollte zeitig definiert werden, welche Restkontaminationen „tolerabel“ sind. Aufgrund der realen Verhältnisse werden sich mit vernünftigem Aufwand nicht alle radioaktiven Stoffe vollständig aus dem Bergwerk entfernen lassen. Dies gilt beispielsweise für kontaminierte Laugen, die sich auf Rissen ausgebreitet haben. Unter sehr ungünstigen Umständen (nachbrechende Bereiche) sind vielleicht sogar feste Abfälle nicht mit verhältnismäßigem Aufwand zu bergen. Diese Überlegungen sind auch mit Blick auf den Langzeitsicherheitsnachweis im Zuge der späteren Stilllegung von Bedeutung.

Weiterhin fehlt es an verlässlichen Vorgaben hinsichtlich der Konditionierungsziele für die rückgeholt Abfälle. Hier ist der Gesetzgeber gefragt.

Literaturverzeichnis

- ADR (2018): „Anlage zur Bekanntmachung der Neufassung der Anlagen A und B des Europäischen Übereinkommens vom 30. September 1957 über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR),“ in der ab dem 3. Januar 2018 geltenden Fassung.
- AGO (2019): AGO-Diskussionspapier: „Anforderungen an die Umgebungsüberwachung der Schachtanlage Asse II“. Abgestimmte Endfassung vom 28.10.2019.
- AGO (2020): Stellungnahme zum Bericht „*Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Rückholplan.*“ Bundesgesellschaft für Endlagerung, 19.02.2020. Abgestimmte Endfassung der AGO v. 06.08.2020.
- AVV (2020) Allgemeine Verwaltungsvorschrift (AVV) zur Ermittlung der Expositionen von Einzelpersonen der Bevölkerung durch genehmigungs- und anzeigebedürftige Tätigkeiten AVV Tätigkeiten.
- BfS (2006): Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) vom 7. Dezember 2005 (GMBI. 2006, Nr. 14-17, S. 254).
- BfS (2010): Berechnungsgrundlagen zur Ermittlung der Strahlenexposition infolge bergbaubedingter Umweltradioaktivität (Berechnungsgrundlagen - Bergbau); Bundesamt für Strahlenschutz, Rep.-Nr. BfS-SW-07/10, urn:nbn:de:0221-20100329966, 29. Mrz. 2010.
- BfS (2017): „Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle (Endlagerungsbedingungen, Stand: Februar 2017) - Endlager Konrad -“, Salzgitter, Februar 2017.
- BGBl (2002): Versatzverordnung (VersatzV) vom 24. Juli 2002 (BGBl. I S. 2833), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 25 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) geändert worden ist“.
- BGBl (2009): Deponieverordnung (DepV) vom 27. April 2009 (BGBl. I S. 900), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465) geändert worden ist“.
- BGE (2019): Gebirgsmechanische Untersuchung der Auswirkungen der Rückholvarianten „Schildvortrieb mit Teilflächenabbau“ und „Teilflächenabbau von oben“. Bundesgesellschaft für Endlagerung, Stand 20.05.2019.
- BGE (2020a): Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II – Rückholplan. Bundesgesellschaft für Endlagerung, Stand: 19.02.2020.
- BGE (2020b): Konzeptplanung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 750-m-Sohle Arbeitspaket 10/11A: Technisches Konzept und Sicherheits- und Nachweiskonzept. Bundesgesellschaft für Endlagerung, Stand: 30.10.2020.
- BGE (2021): Antwortbrief vom 16.06.2021 auf die Rückfrage der AGO vom 20.05.2021 zur Konzeptplanung für die Rückholung von der 750-m-Sohle.
- BMU (2010): Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle. BMU, Bonn, 30. September 2010.
- DBE (2008): Überprüfung und Bewertung des Instrumentariums für eine sicherheitliche Bewertung von Endlagern für HAW - ISIBEL; AP2: Bewertung der Betriebssicherheit,“ DBE-Tec GmbH, Peine, April 2008.
- ESK (2015): Leitlinie zum sicheren Betrieb eines Endlagers für insbesondere Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle, 10. Dezember 2015.

- GRS (2007): Überprüfung und Bewertung des Instrumentariums für eine sicherheitliche Bewertung von Endlagern für HAW - ISIBEL; AP4: Nachweis der Integrität der geologischen Barriere, GRS, BGR, DBE TECHNOLOGY GmbH, Hannover, September 2007.
- GRS (2012a): VSG - Vorläufige Sicherheitsanalyse für den Standort Gorleben – AP 4: Sicherheits- und Nachweiskonzept, Juni 2012.
- GRS (2012b): VSG - Vorläufige Sicherheitsanalyse für den Standort Gorleben - AP 9.1: Integritätsanalyse der geologischen Barriere,“ Juli 2012.
- GRS (2013): VSG – Vorläufige Sicherheitsanalyse Gorleben: Synthesebericht für die VSG. Bericht zum AP 13.- Bericht GRS 290, 425 S., Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit mbH, Köln.
- ICRP (2014): Radiological Protection against Radon Exposure. ICRP Publication 126. Ann. ICRP 43(3).
- IfG (2016): Aktualisierte gebirgsmechanische Tragfähigkeits- und Zustandsanalyse der Schachtanlage Asse II in der Betriebsphase inklusive Vorlage einer neuen Prognose des Systemverhaltens, Leipzig, 17.Mai 2016.
- RSK (2014): RSK-Leitfaden für die Durchführung von ganzheitlichen Ereignisanalysen im Vergleich zum VGB-Leitfaden Ganzheitliche Ereignisanalyse (466. Sitzung der RSK am 22.05.2014).