Entsorgungskommission

RSK/ESK-Geschäftsstelle
Postfach 12 06 29
D-53048 Bonn
http://www.entsorgungskommission.de

Strahlenschutzkommission

SSK-Geschäftsstelle
Postfach 12 06 29
D-53048 Bonn
http://www.ssk.de

Notfallplanung für die Schachtanlage Asse II

Gemeinsame STELLUNGNAHME der Entsorgungskommission und der Strahlenschutzkommission

Verabschiedet in der 34. Sitzung von der Entsorgungskommission am 11. Juli 2013

Verabschiedet in der 262. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 11. Juli 2013

INHALTSVERZEICHNIS

1 Hintergrund ... 3

2 Beratungsauftrag ... 3

3 Analyse der aktuellen Situation und absehbare Entwicklung ... 4

3.1 Gebirgsmechanische Situation ... 4
3.2 Mögliche Entwicklung des Lösungszutrittes aus dem Deckgebirge ... 5

4 Notfallplan des BfS ... 8

4.1 Zugrunde gelegte Unterlagen des BfS, Begriffserläuterungen und Elemente der Notfallplanung ... 8
4.2 Angaben zur Wirksamkeit der Vorsorge- und Notfallmaßnahmen ... 9

5 Bewertung ... 11

5.1 Notwendigkeit und Priorität des Erhalts der Gebrauchstauglichkeit ... 11
5.2 Vorsorge- und Notfallmaßnahmen ... 14
5.2.1 Detailplanung der Vorsorge – und Notfallmaßnahmen, Erstellung von Notfallszenarien ... 14
5.2.2 Einteilung von Vorsorge- und Notfallmaßnahmen ... 15
5.3 Notfallplan und Notfallorganisation ... 17
5.4 Kriterien zur Feststellung des Notfalls ... 19
5.5 Beseitigung administrativer Probleme ... 24
5.6 Priorisierung und unverzügliche Durchführung der Vorsorgemaßnahmen ... 26
5.7 Einfluss der Faktenerhebung auf die Notfallbereitschaft ... 28
5.8 Planung und Vorbereitung der Rückholung ... 30

6 Zusammenstellung der Empfehlungen der ESK und der SSK ... 31

7 Unterlagen ... 36

1 Hintergrund

In der Schachtanlage Asse II wurden von 1909 bis 1963 Stein- und Kalisalze gewonnen. Von 1965 bis 2008 war die Schachtanlage in Besitz der Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung (GSF) bzw. deren Rechtsnachfolgers, des Helmholtz Zentrums München (HMGU). Die Betreiberschaft der Schachtanlage ging zum 01.01.2009 auf das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) über. Seitdem wird die Anlage unter Atomrecht geführt. Im Rahmen von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Endlagerung radioaktiver Abfälle in Salzformationen wurden von 1967 bis 1978 insgesamt 125.787 Fässer und Gebinde mit schwach- und mittelradioaktiven Abfällen eingelagert. Seit 1988 werden in der Südflanke der Asse Laugenzuflüsse beobachtet, die derzeit ca. 12 m^3 pro Tag betragen. Bis 2013 haben sich Laugenzutritte verlagert und sind an einigen Stellen angestiegen. Auf der 750-m-Sohle sind Zutrittslösungen in Einlagerungskammern im Kontakt mit den Abfällen. Kontaminierte Laugen werden an verschiedenen Stellen auf der 750-m-Sohle festgestellt. Die Radionuklidkonzentrationen dieser Laugen sind in den letzten Jahren angestiegen.

Bereits gemäß der Novelle des Atomgesetzes (AtG) vom März 2009 war die Schachtanlage Asse II unverzüglich stillzulegen. Auf Grundlage des sogenannten Optionenvergleichs und der Machbarkeitsstudie von DMT/TÜV Nord [1] hat sich das BfS für die Rückholung als die bevorzugte Stilllegungsoption entschieden. 2013 wurde die Rückholung durch die Lex Asse [2] gesetzlich verankert. Die wesentlichen Annahmen der Machbarkeitsstudie zur Rückholbarkeit bezüglich Gebirgsbeherrschung, Standsicherheit und Zeitbedarf haben sich zwischenzeitlich als unzutreffend erwiesen. So wurde für die Auslagerung der Abfälle inklusive Planung von DMT/TÜV Nord [1] ein Zeitrahmen von bis zu max. 15 Jahren angesetzt. Nach der aktuellen Zeitplanung des BfS kann die Rückholung jedoch erst im Jahr 2033 beginnen [3]. Abschätzungen über die Dauer der eigentlichen Rückholung liegen im Bereich von Jahrzehnten.

Für das gesamte Grubengebäude liegt nach Berechnungen des BfS-Gutachters Institut für Gebirgsmechanik (IfG) die Aussage vor, dass die Resttragfähigkeit bis 2020 gegeben sei, sofern sich der vorhandene gebirgsmechanische Zustand nicht entscheidend verschlechtert [4]. Als Folge der Verfüllung in der Südflanke hat eine Spannungsumlagerung ins Zentrum des Grubengebäudes stattgefunden. Die Grube leidet zunehmend unter Verlust der Gebrauchstauglichkeit.

2 Beratungsauftrag

Aus dem jetzigen Planungsstand der Rückholung [3] ergibt sich die Notwendigkeit für ein Offenhalten der Grube von mehreren Jahrzehnten. Vor diesem Hintergrund hat das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) die Entsorgungskommission (ESK) und die Strahlenschutzkommission (SSK) im Beratungsauftrag vom 24.07.2012 [5] gebeten, die Planungen des BfS zur Durchführung der Notfall- und Vorsorgemaßnahmen sowie weitere vorliegende Dokumente zu diesem Thema zu prüfen unter besonderer Berücksichtigung der Bewertung der Wirksamkeit von Notfall- und Vorsorgemaßnahmen hinsichtlich der Reduzierung der potenziellen Strahlenbelastung nach einem nicht beherrschbaren Lösungszutritt.

Die Ad-hoc-Arbeitsgruppe ASSE der ESK und der SSK wurde in ihren Sitzungen regelmäßig vom BfS über den gebirgsmechanischen Zustand des Grubengebäudes, die Entwicklung von Lösungszutritten und die Planungen zum Notfall- und Vorsorgekonzept für die Schachtanlage Asse II informiert. In ihrer 20. Sitzung am 29.08.2012 hat die Ad-hoc-Arbeitsgruppe detaillierte Fragestellungen zum Notfallkonzept formuliert, die das BfS in der 21. Sitzung am 09.10.2012 beantwortet hat. Am 11.02.2013 nahm die Ad-hoc-Arbeitsgruppe an der Befahrung der Schachtanlage Asse II teil. Die gemeinsame Ad-hoc-Arbeitsgruppe der ESK und der SSK hat auf der Basis der ihr bis zum 30.06.2013 vorliegenden Unterlagen einen Stellungnahme-Entwurf

erarbeitet. Dieser lag der ESK in ihrer 34. Sitzung am 11.07.2013 und der SSK in ihrer 262. Sitzung am 11.07.2013 zur Beschlussfassung vor.

3 Analyse der aktuellen Situation und absehbare Entwicklung

3.1 Gebirgsmechanische Situation

Zur Aufrechterhaltung eines ordnungsgemäßen und vor allen Dingen sicheren Grubenbetriebes muss jeder Bergwerksbetrieb unter Tage eine umfangreiche Infrastruktur unterhalten. Im Wesentlichen werden Grubenräume zur Einrichtung von Werkstätten (z. B. Kfz-Werkstatt, Elektrowerkstatt, Mechanikwerkstatt), Lagerräumen und Abstellräumen benötigt. Zur Infrastruktur eines Bergwerkes zählen selbstverständlich auch die unter Tage benötigten horizontalen (Fahrbahnen) und vertikalen Verbindungen (z. B. Schächte, Wendeln, Rampen) sowie sämtliche Einrichtungen zur Ver- und Entsorgung des Grubengebäudes (Wetter, Elektroversorgung, Druckluft, Haufwerkstransport usw.) einschließlich der dafür erforderlichen Strecken und Bohrungen. Für die Schachtanlage Asse II sind zudem Grubenräume für die Zwischenlagerung der zutretenden Deckgebirgslösung und insbesondere für die Zwischenlagerung der im Grubengebäude auftretenden kontaminierten Salzlösungen vorzuhalten. Weiterhin müssen für die spätere Rückholung der Abfälle Räume für die Behandlung der geborgenen Abfälle (z. B. Verpackung und Bereitstellung für den Schachttransport nach über Tage) zur Verfügung stehen. In den Infrastrukturräumen halten sich aufgrund der zentralen Bedeutung für die Aufrechterhaltung des Bergwerksbetriebes ständig Mitarbeiter auf. Die mechanische Stabilität dieser Grubenräume muss daher zu jeder Zeit sichergestellt sein, um die Arbeitssicherheit zu gewährleisten. Bereiche, die diese Anforderungen nicht erfüllen, müssen gesperrt werden. Stehen in einem Bergwerk nicht ausreichend Grubenräume für Ver- und Entsorgung sowie für Werkstätten zur Verfügung, kann der Betrieb nicht aufrechterhalten werden. Für die Schachtanlage Asse II wäre in einem solchen Fall die Rückholung nicht mehr umsetzbar.

Für die Schachtanlage Asse II muss somit für die Implementierung der Vorsorgemaßnahmen, die Durchführung der Notfallmaßnahmen, vor allem aber auch für das Lösungsmanagement und die Vorbereitung und Durchführung der Rückholung sicher gestellt werden, dass die benötigte Infrastruktur für die jeweiligen Maßnahmen zur Verfügung steht.

Gegenwärtiger Zustand der Grube

Die bergtechnische Situation der Schachtanlage Asse II hat sich zwischen 2010 und 2013 deutlich verschlechtert. Zunehmend sind eine Verschlechterung der gebirgsmechanischen und hydraulischen Gegebenheiten und ein Verzehr von Sicherheitsreserven zu verzeichnen. Dies führt zu einer abnehmenden Gebrauchstauglichkeit der Grube. Es sind daher schon umfangreiche Sanierungsarbeiten erforderlich geworden und werden auch weiterhin erforderlich sein. Außerdem muss für den drohenden Verlust von Infrastrukturräumen Ersatz geschaffen werden.

Auf Empfehlung des IfG sollen die Infrastrukturbereiche auf der 490-m-Sohle geräumt werden [6]. Als Zwischenlösung werden von der Asse-GmbH vorhandene Grubenräume auf der 800-m-Sohle als Werkstätten (z. B. Kfz- und Elektrowerkstatt) und Lagerräume genutzt. Für eine Neuauffahrung von Infrastrukturräumen kommen derzeit nur Bereiche unterhalb des Niveaus der 775-m-Sohle in Frage, da aufgrund der geologischen und gebirgsmechanischen Gegebenheiten und der erforderlichen Sicherheitspfeiler andere Optionen im Grubengebäude ausscheiden.

Zusätzlich zum Verlust von Infrastrukturräumen führte insbesondere die 14-monatige Sperrung der Wendel im Bereich der 637-m-Sohle zu Beeinträchtigungen der Vorsorgemaßnahmen und der Faktenerhebung.

Kompensationsmaßnahmen waren praktisch nicht möglich, da die in der Grube vorhandenen Ressourcen dies nicht zugelassen haben. Auch in anderen Bereichen der Wendel stehen Sanierungsarbeiten an, die zu Beeinträchtigungen führen werden. Es ergibt sich u. a. folgende Situation:

1. Unter anderem begrenzt durch die zur Verfügung stehende Wettermenge ist der Personaleinsatz unter Tage auf max. 120 Personen begrenzt.
2. Je mehr Arbeiten im Rahmen der Offenhaltung der Grube für Sanierungsmaßnahmen zum Erhalt der Gebrauchstauglichkeit der Grubenbaue erforderlich sind, umso weniger Personal steht für die Vorsorgemaßnahmen, die Faktenerhebung und die Vorbereitung der Rückholung zur Verfügung. Das Auffahren von weiteren Infrastrukturräumen führt zu Unterbrechungen im normalen Betriebsablauf und zu weiteren Verzögerungen.
3. Der Umfang der Tätigkeiten in der Grube wird generell auch durch die maximal mögliche Wettermenge begrenzt. Wegen des geringen Schachtdurchmessers sowie der gleichzeitigen Nutzung des Schachtes 2 als einziehenden und ausziehenden Wetterschacht ist die vor Ort verfügbare Wettermenge nicht zu steigern. Die verfügbare Wettermenge ist entscheidend für den Einsatz von Diesel-Fahrzeugen. Bereits heute sind häufig die zulässigen Abgas-Konzentrationen in der Grubenluft nahezu ausgeschöpft.
4. Das Füllort auf der 750-m-Sohle ist so schwer geschädigt, dass es auf die 700-m-Sohle verlegt werden soll. Daraus ergibt sich, dass zukünftig alle Orte unterhalb der 700-m-Sohle nur über die Wendelstrecke angefahren werden können.

Die aufgeführten Punkte zeigen deutlich den zunehmenden Verzehr von Sicherheitsreserven im Grubengebäude. Durch weitere Sanierungsarbeiten im Grubengebäude, in der Wendel oder den Füllorten wären zudem u. a. folgende Auswirkungen zu erwarten:

- weiterer Verzug bei der Umsetzung der Vorsorgemaßnahmen aus der Notfallplanung,
- Behinderung der Umsetzung der Firstspaltverfüllung,
- Beeinträchtigungen der Transportkapazitäten im Offenhaltungsbetrieb (Schachttransport, Fahrzeugverkehr und Transporte werden behindert) und
- Schwierigkeiten bei der geotechnischen Überwachung der Südflanke (temporäre Ausfälle von Messungen sind möglich, z. B. Nivellementmessungen).

3.2 Mögliche Entwicklung des Lösungszutrittes aus dem Deckgebirge

Die Beurteilung der möglichen zukünftigen Entwicklung eines akuten Lösungszutritts in ein Salzbergwerk sowie der daraus abzuleitenden Gefährdung der Grube setzt umfassende Kenntnisse der geologischen Verhältnisse des Deckgebirges und des Kontaktbereiches zu den Salzgesteinsserien (im Falle der Salzstruktur Asse vor allem Hutgesteinsbereich und Salzstockflanken) voraus. Eine Zutrittsprognose erfordert zusätzlich ein umfassendes Verständnis der den Lösungszutritt bestimmenden Prozesse sowie umfassende Informationen zu den fallspezifischen Gegebenheiten. Zusätzlich müssen diejenigen Prozesse beurteilbar sein, die künftig zu einer Veränderung des Zutritts in Richtung Nichtbeherrschbarkeit führen können bzw. führen werden.

Bei der fallspezifischen Beurteilung eines Lösungszutritts sind grundsätzlich folgende Aspekte zu beachten:

- Charakter des Zutritts hinsichtlich Herkunft bzw. Genese der Lösung, Zutrittsweg bzw. Zutrittswege durch das Deckgebirge und das Hutgestein an den Salzgesteinskörper, Zutrittsort in das

Grubengebäude und Zutrittsrate sowie Stoffbestand und Konzentration des Lösungsinhaltes,

– gebirgsmechanischer Zustand des Grubengebäudes im Hinblick auf die Sickerwege der Lösung in der Auflockerungszone um die Abbaue bzw. Einlagerungskammern oder auf durch Spannungsumlagerung außerhalb dieser Bereiche entstandene und noch entstehende wassergängige Trennflächen.

Wie die große Zahl abgesoffener Bergwerke, insbesondere des Kalibergbaus, belegt, sind die Voraussetzungen zur zuverlässigen Beurteilung und zur Prognose der Weiterentwicklung von Lösungszutritten oft nicht erfüllt. Aus den Erfahrungen mit abgesoffenen Bergwerken hinsichtlich der volumenmäßigen und chemischen Veränderungen eines Lösungszutritts können allerdings Hinweise auf die mögliche Zutrittsentwicklung bis hin zur Nichtbeherrschbarkeit abgeleitet werden ([7] und [8]): Auffällige charakteristische Veränderungen von Lösungsinhalt und Stoffkonzentrationen in Lösungen einerseits und Zutrittsraten andererseits werden insbesondere dann beobachtet, wenn der Lösungszutritt aus einem Grundwasserreservoir gespeist wird, das in die lokale Grundwassererneuerung einbezogen ist und damit (Anteile von) Süßwasser enthält, dessen Lösungswirkung zur nicht mehr beherrschbaren Verstärkung des Zutritts führen kann und im Salzbergbau oft auch führt. Die Zutrittsrate kann dabei über Jahre hinweg konstant sein, dann aber schlagartig ansteigen bzw. zunächst langsam und dann immer schneller bis zur Nichtbeherrschbarkeit zunehmen. Dies betrifft nach den Auswertungen durch Herbert & Schwandt [8] und vor allem durch von Borstel [7] auch Lösungszutritte, die zunächst bzw. für längere Zeit NaCl-gesättigt waren.

Hinsichtlich der Zusammensetzung der Lösung sowie der Zutrittsrate ähnelt der Lösungszutritt in der Südflanke der Asse den Frühphasen der in [7] beschriebenen Beispiele für kritische Lösungszutritte[1]. Er stellt die größte Gefahr für die Schachtanlage Asse II dar: Die Entwicklung der Zutrittsrate und vor allem der chemische Charakter der Asse-Lösung sprechen für ihre Herkunft aus dem Deckgebirge und bestätigen die generelle Gefahr eines Absaufens der Grube. Die Untersuchungen in [9] und [10] zum chemischen Stoffbestand, zur Spurenelementverteilung und (insbesondere) zur Sr-Isotopie der Zutrittslösung in der Südflanke in die Schachtanlage bestätigen die Lösungsherkunft aus dem Deckgebirge und haben zudem zur Ableitung einer plausiblen Modellvorstellung über wahrscheinliche Zutrittswege der Lösung in das Grubengebäude geführt. Danach passiert die zutretende Lösung vor ihrem Eintritt in das Grubengebäude in jedem Fall zuletzt den an die Salzgesteinsserien angrenzenden basalen Rötanhydrit des Deckgebirges und erfährt dabei die dafür charakteristische hydrochemische und isotopengeochemische (Sr) Prägung. Diese wird ihrerseits bei der Durchsickerung der Salzgesteinsserien im Grubengebäude in Abhängigkeit von Sickerstrecke und Kontaktzeit überprägt.

Es ist aber zu betonen, dass – etwa ausgelöst durch künftige Spannungsumlagerungen im Grubengebäude – andere Zutrittswege für Lösungen in das Grubengebäude und andere Sickerwege im Grubengebäude

[1] Der Situation in der Asse vergleichbare Zutritte, die letztendlich zum Absaufen geführt haben, gab es beispielsweise auf folgenden Anlagen:

– Leopoldshall IV/V bzw. Friedrichshall I/II (S. 71 in [7]): Hier hat es 1934/35 erste Zutritte mit einer Zutrittsrate von etwa 3 L/min (~4,3 m^3/d) gegeben. Ein weiterer Zutritt trat 1936 auf. Dieser war NaCl-dominiert und die Zutrittsrate stieg bis auf 1.200 L/min (~1700 m^3/d) an. Die Grube wurde 1949 aufgegeben.

– Vienenburg (S. 93-94 in [7]): Bereits 1886 kam es im Bereich des Kainithutes zu einem Zutritt mit einer Rate von etwa 5 L/min (~7 m^3/d). Dieser blieb 40 Jahre lang konstant und erhöhte sich 1926 plötzlich auf 70 L/min (~100 m^3/d). Am 08.05.1930 erhöhte sich der Zutritt so stark, dass die Grube innerhalb kürzester Zeit absoff. Zur Erklärung dieser Abläufe zitiert v. Borstel (1991) Fulda (1937). Dieser nahm an, dass Buntsandsteinserien als Drossel zwischen einem Hohlraum im Deckgebirge und dem Grubengebäude gewirkt haben. Am 08.05.1930 ist diese Drossel schlagartig eingebrochen. In Nähe der Schachtanlage Asse II ist die Grube Hedwigsburg-Neindorf in ähnlich spektakulärer Weise abgesoffen wie die Grube Vienenburg (S. 96 in [7]).

entstehen können oder bestehende Wege sich so verändern können, dass sie künftig verstärkter Aufmerksamkeit bedürfen.

Hinweise auf Veränderungen von Sickerwegen und Lösungsbedingungen innerhalb des Grubengebäudes liefern die beobachteten Veränderungen der Zutrittsraten bzw. der Konzentrationen der chemischen Hauptinhaltsstoffe und der Dichte der Lösung an einzelnen Probenahmestellen. Zutrittslösung durchsickert bereits einige Einlagerungskammern auf der 750-m-Sohle und nimmt dabei Radionuklide aus Abfällen auf. Dies belegen Radionuklidanalysen in den vor den Einlagerungskammern 4, 8 und 10 gewonnenen Lösungsproben; sie zeigen zwar eine uneinheitliche Entwicklung der Aktivitätskonzentrationen, deuten aber auf zunehmende Mobilisierung eingelagerter Radionuklide hin.

Aus der Position des Zutrittsortes sowie der zeitlichen Übereinstimmung der zunehmenden Entfestigung des Salzgebirges im Südteil des Grubengebäudes der Schachtanlage Asse II mit dem Beginn und der frühen volumenmäßigen Entwicklung des Lösungszutritts ergeben sich Hinweise auf die Ursachen der Zutrittsentstehung. Die weiteren gebirgsmechanischen Entwicklungen im Grubengebäude und im südlich angrenzenden Deckgebirgsbereich werden sich auch auf die Entwicklung des Lösungszutritts auswirken. Es zeichnet sich ab, dass die in den Abbauen der Asse-Südflanke durchgeführten bzw. noch geplanten Stabilisierungsmaßnahmen zur Abnahme der Gebirgsdeformationen führen werden. Die daraus resultierenden konkreten Konsequenzen für die Entwicklung des Lösungszutritts lassen sich derzeit nicht abschätzen, da eine direkte Abhängigkeit der Zutrittsrate von der Deformationsentwicklung nicht erkennbar ist: Offenbar wird die seit Mitte der 1990er Jahre bei gut 12 m^3/d liegende Zutrittsrate in der Asse-Südflanke durch die – im Sinne einer hydraulischen Drossel – relativ geringe hydraulische Leitfähigkeit der die Zutrittswege bildenden Gesteinsserien des Deckgebirges begrenzt. Die genaue Wirkungsweise und die Dauerhaftigkeit dieser Drossel können derzeit nicht abschließend beurteilt werden.

Bei der Beurteilung der weiteren Entwicklung der Zutrittsrate ist aber zu beachten, dass die zutretende Lösung möglicherweise nicht vollständig gefasst wird: Da der Eintrittsort der Lösung in das Grubengebäude erheblich oberhalb der Fassungsstelle vermutet wird, ist nicht auszuschließen, dass dort und an anderen Messstellen nur eine Teilmenge der zutretenden Lösung erfasst wird. Somit ist selbst bei konstanten oder sogar abnehmenden Messergebnissen eine (unerkannte) Erhöhung der tatsächlichen Zuflussmenge nicht sicher auszuschließen. Um auszuschließen, dass eine etwaige Erhöhung der Zuflussmenge unerkannt bleibt, müssten alle „hydraulischen Senken“ im Bergwerk systematisch erfasst und überwacht werden. Entsprechende Dokumentationen dazu aus der Schachtanlage Asse II liegen der ESK und SSK bisher nicht vor.

Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass die hydraulischen und hydrochemischen bzw. isotopengeochemischen Modellvorstellungen und die darauf beruhenden Schlussfolgerungen für die künftige Entwicklung des Lösungszutritts noch mit erheblichen Ungewissheiten verbunden sind. Auf die Notwendigkeit eingehender geowissenschaftlicher Untersuchungen des Deckgebirges sowie des Zulaufes in der Südflanke des Grubengebäudes zur Ermittlung seiner Genese haben die ESK und die SSK in einer gemeinsamen Stellungnahme bereits hingewiesen [11]. Die Stellungnahme empfiehlt geochemische, isotopengeochemische und geophysikalische Untersuchungsmethoden zur Erkundung der hydrologischen und hydrogeologischen Eigenschaften des Deckgebirges anzuwenden. Seitens des BfS wurden erste seismische Untersuchungen im ersten Quartal 2013 begonnen.

4 Notfallplan des BfS

4.1 Zugrunde gelegte Unterlagen des BfS, Begriffserläuterungen und Elemente der Notfallplanung

Das BfS hat am 28.02.2010 eine Notfallplanung vorgelegt [12]. Darin wird der Notfall als auslegungsüberschreitendes Ereignis oder als auslegungsüberschreitender Ereignisablauf definiert, bei dem der derzeitige Offenhaltungs- oder der zukünftige Stilllegungsbetrieb nicht mehr fortgeführt werden kann und Notfallmaßnahmen zur Sicherung des Bergwerks und der eingelagerten Abfälle ergriffen werden müssen. Die Gesamtheit der Planungen im Hinblick auf Notfälle hat die Begrenzung auslegungsüberschreitender Ereignisse, die Verbesserung der Auslegung der Schachtanlage Asse II und die Minimierung der Konsequenzen auslegungsüberschreitender Ereignisse innerhalb und außerhalb der Anlage zum Ziel.

Die Auslegungsparameter für die Schachtanlage Asse II werden in [13] erläutert. In diesem Bericht sind die Auslegungsgrenzen für die unterschiedlichen Lösungstypen bzw. Szenarien dargestellt. Die Auslegungsgrenze für den nicht beherrschbaren Lösungszutritt ergibt sich derzeit aus der zur Verfügung stehenden Pumpleistung von 500 m^3/d für Lösungstyp A (freigabefähige Lösung, die die Parameter der Vereinbarung mit K+S Entsorgung GmbH zur Abgabe von Lösungen einhält (u. a. < 100 Bq/L H-3)). Darüber hinaus definiert BfS in [13] zwei weitere Fälle (siehe auch Kap. 5.5): Lösungstyp B (freigabefähige Lösung, die die Parameter der Vereinbarung mit K+S Entsorgung GmbH überschreitet) und Lösungstyp C (nicht freigabefähige Lösung, die innerhalb der Schachtanlage Asse II verwertet werden muss).

Das BfS unterscheidet Vorsorge- und Notfallmaßnahmen. Vorsorgemaßnahmen umfassen Maßnahmen zur Stabilisierung des Grubengebäudes und zum Schutz der Einlagerungskammern sowie zur Herstellung der Notfallbereitschaft. Notfallmaßnahmen sind Maßnahmen, die ergriffen werden sollen, wenn ein bestimmungsgemäßer Betrieb der Schachtanlage Asse II nicht mehr fortgesetzt werden kann. Vorsorge- und Notfallmaßnahmen sind auf die Minimierung der durch die Notsituation eingetretenen radiologischen Konsequenzen ausgerichtet.

Die **Vorsorgemaßnahmen** umfassen nach [12] die Planung, Vorbereitung und Durchführung

- der Verfüllung von Resthohlräumen im Nahbereich der MAW-Kammer 8a/511 auf der 532-m-Sohle, 511-m- und 490-m-Sohle,
- von Maßnahmen zur Abdichtung und Stabilisierung von Grubenbereichen von der 775-m- bis zur 700-m-Sohle, z. B. das Verfüllen und Abdichten von Grubenbereichen und das Errichten von geotechnischen Bauwerken im Nahbereich der Einlagerungskammern,
- von Maßnahmen zur Abdichtung potenzieller Schwachstellen der salinaren Schutzschicht, z. B. die Verfüllung und Abdichtung der Erkundungsstrecke südlich des Abbaus 3/750,
- von Maßnahmen zur Begrenzung der Gasbildung, z. B. das Entfernen gasbildender Stoffe (Metall, Holz, Kunststoffe),
- der Verfüllung von Resthohlräumen zur Verringerung der Konvergenz und zur eventuellen Verlängerung der Transportzeit für Schadstoffe, z. B. die Verfüllung nicht mehr benötigter Grubenhohlräume (u. a. Firstspalten, Blindschächte, Großlochbohrungen etc.) und
- der Bereitstellung der erforderlichen Materialressourcen zur Baustoffproduktion und Verfüllung, z. B. die Anlieferung von $MgCl_2$-reicher Lösung für die Gegenflutung des Grubengebäudes.

Die **Notfallmaßnahmen** beim Eintritt eines nicht beherrschbaren Lösungszutritts und einem Rückzug aus der Schachtanlage umfassen

- die Verfüllung des Resthohlraums in der Einlagerungskammer für mittelradioaktive Abfälle (MAW-Kammer) mit Sorelbeton,
- die Verfüllung der Resthohlräume in den Einlagerungskammern für schwachradioaktive Abfälle (LAW-Kammern) mit Brucitmörtel,
- die Verfüllung und der Verschluss der Tagesschächte,
- das Einleiten (Gegenfluten) von $MgCl_2$-reicher Lösung, optional die pneumatische Druckbeaufschlagung des Grubengebäudes während der Gegenflutung des Grubengebäudes mit $MgCl_2$-reicher Lösung und
- den Rückzug aus der Grube.

Die Planung und Vorbereitung der Notfallmaßnahmen werden im Rahmen der Vorsorgemaßnahmen vorgenommen, während die Durchführung der Notfallmaßnahmen nach Eintritt des Notfalls erfolgen soll.

Die Asse-GmbH hat am 04.11.2011 einen Notfallplan für vorhersehbare Ereignisse gemäß § 11 ABBergV (Allgemeine Bundesbergverordnung) vorgelegt, der auf die Beherrschung von für den Betrieb vorhersehbaren Ereignissen wie Bränden, Explosionen, Wassereinbrüchen oder ähnlichen bergbautypischen Gefahren ausgerichtet ist. Der Notfallplan enthält die Regelungen für die Alarmierung und die Notfallorganisation der Asse-GmbH [14].

4.2 Angaben zur Wirksamkeit der Vorsorge- und Notfallmaßnahmen

Die Wirksamkeit der Vorsorge- und Notfallmaßnahmen auf die Rückhaltung von Radionukliden wurde von der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mit Modellrechnungen untersucht [15]. Als Indikatorgröße für die Wirksamkeit der Vorsorge- und Notfallmaßnahmen wurde das nach einem Auspressen von kontaminierter Lösung aus der Grube kumulativ in das Deckgebirge übertretende Inventar an Radionukliden aus den eingelagerten Abfällen benutzt, d. h. die Aktivitäten, die im Laufe der Zeit in einem Szenario aus dem Grubengebäude ins Deckgebirge übertreten würden. Es wurde keine Modellierung des Transports der aus der Schachtanlage ausgetretenen Radionuklide durch das Deckgebirge ins nutzbare oberflächennahe Grundwasser und keine Ermittlung oder Bewertung der potenziellen radiologischen Konsequenzen vorgenommen. Die verschiedenen Einlagerungsbereiche und Einlagerungskammern wurden einer differenzierten Modellierung unterzogen. Für die Modellierungen wurde auf frühere Angaben zur Struktur der Grube und relevante Parametersätze sowie bestehende Modelle [16] zurückgegriffen.

Bei der Modellierung wurden Varianten betrachtet, die die Realisierung von Notfallmaßnahmen, d. h. die Verfüllung der MAW-und LAW-Einlagerungskammern sowie die Gegenflutung mit $MgCl_2$-Lösung, annehmen. In einem konservativen Ansatz wurde die Sorption von Radionukliden beim Transport innerhalb des Grubengebäudes vernachlässigt.

Es wurde eine große Anzahl unterschiedlicher Fälle betrachtet, um nicht nur die Auswirkungen der Gesamtheit der Vorsorge- und Notfallmaßnahmen, sondern auch die einzelner Komponenten der Maßnahmen, beurteilen zu können. Es wurden zwei Grenzfälle betrachtet:

- „Ohne Abdichtungen“, d. h. nur die Notfallmaßnahmen wurden umgesetzt und
- „Basisfall“, d. h. alle Vorsorge- und Notfallmaßnahmen wurden umgesetzt.

In vergleichenden Rechenfällen wurden zusätzlich Fälle betrachtet, bei denen nur ein Teil der Abdichtungen umgesetzt sind und bei denen als alternativer Versatzstoff Sorelbeton eingesetzt wird. Außerdem wurden Parametervariationen zu den angenommenen Konvergenzen und Quellterm vorgenommen und sogenannte „what-if-Fälle“ betrachtet, bei denen einzelne Maßnahmen, wie z. B. die Blindschachtverfüllung, nicht durchgeführt sind. Schließlich wurden nuklidspezifische Betrachtungen für dosisrelevante Radionuklide wie Plutonium-Isotope und Am-241 durchgeführt.

Je nach Anzahl der realisierten Einzelmaßnahmen stellt sich ein Systemzustand ein, der in den Einlagerungskammern und in deren Nahbereich zu einem bestimmten geochemischen Milieu führt. Für eine Reihe von Systemzuständen wurden das geochemische Milieu und seine Langzeitentwicklungen abgeschätzt. Aus diesen Ergebnissen wurden maximale Konzentrationen sicherheitsrelevanter Radionuklide abgeleitet, die als Quellterm für den Transport von Radionukliden aus den Einlagerungsbereichen verwendet wurden. In Modellrechnungen zur Ausbreitung von Radionukliden im Grubengebäude wurden für die verschiedenen Systemzustände die aus dem Grubengebäude integral über die Zeit in das Deckgebirge freigesetzten Radionuklidinventare ermittelt. Durch Vergleich dieser berechneten Inventare für unterschiedliche Systemzustände wurde auf die Wirksamkeit der Einzelmaßnahmen geschlossen.

Die verschiedenen Maßnahmen beeinflussen in unterschiedlichem Maße das geochemische Milieu als Folge der Verfüllung, die Löslichkeitsgrenzen, die sich aus dem geochemischen Milieu ergeben, und die hydraulischen Verhältnisse, insbesondere die Transportzeiten, als Folge der Verfüllungsmaßnahmen und Abdichtungen. Letztere behindern auch den Lösungsaustausch in den Einlagerungskammern und beeinflussen die Geochemie der Lösung und die Konvergenz des Grubengebäudes. Die Reduktion der Freisetzung ergibt sich daraus, dass in der betreffenden Einlagerungskammer das makroskopische Hohlraumvolumen wesentlich verringert wird und damit entsprechend weniger große Wassermengen in die Einlagerungskammer eindringen können. Da die radioaktiven Stoffe nur dann aus der Salzformation heraustransportiert werden können, wenn sie zuvor in dem eindringenden Wasser gelöst werden, ergibt sich durch Maßnahmen, die eine Verringerung der eingedrungenen Wassermengen bewirken, letztlich eine geringere gelöste Menge an radioaktiven Stoffen. Ein zweiter Effekt ergibt sich dadurch, dass das durch Lösung der Abfälle kontaminierte Wasser durch die Konvergenz auch wieder ausgepresst werden muss, damit es zu einer Kontamination außerhalb der Salzformation kommt. Durch die mit einer Verfüllung erreichbare Verringerung des freien Hohlraums reduzieren sich auch die Mengen an aus der Salzformation auspressbaren kontaminiertem Wasser.

Die GRS [15] führt zusammenfassend zur Wirksamkeit der Vorsorge- und Notfallmaßnahmen aus:

„*Die Gesamtheit aller Vorsorge- und Notfallmaßnahmen führt zu einer effektiven Rückhaltung der Radionuklide in den Einlagerungsbereichen in einem Notfall mit auslegungsüberschreitendem Lösungszufluss. … Die Verfüllung der Einlagerungskammer MAW mit Sorelbeton, die Verfüllung aller LAW-Einlagerungskammern und die Abdichtung der Einlagerungsbereiche LAW4 und LAW1B gegenüber den darüber liegenden Sohlen haben sich als wesentliche Maßnahmen herausgestellt. Das Verfüllen der LAW-Einlagerungskammern mit Brucitmörtel ist gegenüber dem Verfüllen mit Sorelbeton vorteilhaft. Von Vorteil wäre es, das Verfüllen der Resthohlräume in allen Einlagerungskammern gemeinsam mit den Vorsorgemaßnahmen durchzuführen*.“

Auf einem Workshop am 20./21.11.2012 hat das BfS die Ergebnisse von [15] wie folgt zusammengefasst [17]:

- Die alleinige Abdichtung und Verfüllung der Einlagerungsbereiche LAW2 und LAW3 ist nahezu wirkungslos.

- Die Abdichtung aller Einlagerungsbereiche auf der 750-m-Sohle verringert das in das Deckgebirge freigesetzte Radionuklidinventar um eine Größenordnung.
- Bei Umsetzung aller Vorsorgemaßnahmen verringert sich das in das Deckgebirge freigesetzte Radionuklidinventar um bis zu drei Größenordnungen.
- Von besonderer Bedeutung sind die Abdichtungen um den LAW1B, speziell die vertikalen Abdichtungen zur 700-m-Sohle sowie die Abdichtung des Blindschachtes 3 im Bereich LAW3/LAW4.
- Die Verfüllung der LAW-Kammern mit Brucitmörtel verringert das in das Deckgebirge freigesetzte Radionuklidinventar um eine Größenordnung.
- Bei Verfüllung der MAW-Kammer mit Sorelbeton ist der Anteil des MAW am ins Deckgebirge freigesetzten Inventar vernachlässigbar gering.

Der oben genannte Workshop stellt im Ergebnis grundsätzlich fest [18]:

- *„Die Umsetzung der Vorsorgemaßnahmen und Notfallmaßnahmen ist Grundlage für den weiteren Betrieb der Schachtanlage Asse unabhängig von der gewählten Stilllegungsoption“.*
- *„Gegenflutung wird als die wirksamste Notfallmaßnahme betrachtet, daher* [ist eine] *schnellstmögliche Herstellung der Bereitschaft für diese Maßnahme notwendig“.*
- *„Die Wirksamkeit einer Notfallmaßnahme ist abhängig von der rechtzeitigen Umsetzbarkeit im Notfall.“*

Zur Frage, ob die Kategorisierung in Vorsorge- oder Notfallmaßnahmen nachvollziehbar und angemessen sei, wurde im Ergebnis des o. g. Workshops empfohlen [18]:

- *„Prüfung einer Verfüllung ausgewählter Einlagerungskammern bereits als Vorsorgemaßnahme“.*
- *„Für die Abfolge der Maßnahmen im Notfall müssen mögliche Entwicklungen in der Zukunft berücksichtigt werden. Die Reihenfolge der Umsetzung der Maßnahmen kann sowohl vom Grad der Umsetzung der Baumaßnahmen, dem jeweiligen Zeitbedarf als auch vom Zutrittsszenario abhängen“.*

5 Bewertung

5.1 Notwendigkeit und Priorität des Erhalts der Gebrauchstauglichkeit

Grundsätzlich ist erkannt worden, dass sich die gebirgsmechanische Situation im Bereich der Südflanke der Schachtanlage Asse II tendenziell verändert in der Weise, dass sich die Gebirgsdeformationsraten und die damit verbundenen Entfestigungsprozesse (Tragelemente im Nachbruchbereich) reduzieren und ein Einsturz des Abbaufeldes im Bereich der Südflanke mit entsprechenden Auswirkungen unter und über Tage nicht mehr zu besorgen ist. Diese Stabilisierung im Bereich der Abbaukammern ist aber auch mit Lastumlagerungen in Baufeldrandbereiche verbunden. Der gebirgsmechanische Zustand des Grubengebäudes ist daher seit längerer Zeit dadurch gekennzeichnet, dass trotz der allmählich erkennbaren stabilisierenden Wirkung der Versatzmaßnahmen in den Abbaukammern der Südflanke zunehmend Rissbildungen in Tragelementen innerhalb des Infrastrukturbereichs beobachtet werden. Diese Rissbildungen führen zu einer Verminderung des Tragvermögens der betroffenen Gebirgsbereiche/Tragelemente, beeinträchtigen und gefährden die bergbauliche Sicherheit vor Ort, vermindern sukzessive die Gebrauchstauglichkeit der benötigten bergbaulichen Infrastruktur und lassen – mitunter auch unerwartet – zeitaufwändige Maßnahmen von der örtlichen Sanierung bis zur großräumigen Umstrukturierung

erforderlich werden. Der zurzeit daher eher nachlaufende und auf aktuelle Befunde reagierende Umgang mit derartigen geotechnischen Befunden im Infrastrukturbereich sollte zur längerfristigen Verbesserung der bergbaulichen Sicherheit und der Zuverlässigkeit der Rückholungsplanung in eine aktive Form der Gebirgsbeherrschung überführt werden.

Die Vorsorge- und Notfallmaßnahmen werden bislang vornehmlich als Maßnahmen verstanden, um im Fall des Eintretens eines nach wie vor jederzeit möglichen verstärkten und dann nicht mehr beherrschbaren Lösungszutritts und des damit verbundenen Rückzugs aus der Grube ohne Rückholung oder nur mit Teil-Rückholung der Abfälle die radiologischen Konsequenzen so gering wie möglich zu halten.

Die Kommissionen sind jedoch der Auffassung, dass geplante oder schon in der Ausführung stehende Maßnahmen, die nicht nur die radiologischen Konsequenzen reduzieren, sondern gleichzeitig auch weiteren Tragfähigkeitsverlusten des tragenden Gebirges entgegenwirken und damit die bergbausicherheitliche Situation im Grubengebäude stabilisieren helfen, ebenfalls Vorsorgemaßnahmen sind. Aufgrund der zuvor dargestellten Wirkungen dieser Maßnahmen sollten sie prioritär umgesetzt werden.

Als Vorsorgemaßnahmen, die auch dem Erhalt bzw. der Ertüchtigung des Gebirgstragvermögens dienen sowie dem laufenden Tragfähigkeitsverlust und damit auch dem progressiven lokalen Sicherheitsverzehr im Infrastrukturbereich entgegenwirken und damit einen längeren Erhalt der Gebrauchstauglichkeit bewirken, sind vor allem zu benennen:

- Verfüllung von Resthohlräumen in ehemaligen Abbaukammern und
- Verfüllung aller nicht mehr benötigten Hohlräume im abbaufeldnahen Infrastrukturbereich.

Darüber hinaus sollte eine Identifizierung der für den Offenhaltungsbetrieb und die Einrichtung des späteren Rückholungsbetriebs notwendigen Infrastruktur erfolgen und dort eine regelmäßige Überwachung des gebirgsmechanischen Zustands vorgesehen werden, um sich entwickelnde Schwachstellen im Tragsystem schon frühzeitig zu erkennen und dann rechtzeitig Stabilisierungsmaßnahmen planen und umsetzen zu lassen.

Zum längerfristigen Erhalt der Gebrauchstauglichkeit der für die Rückholung erforderlichen Bergwerksinfrastruktur, zur Aufrechterhaltung der erforderlichen Zugänglichkeiten bezüglich des Lösungsmanagements während des Offenhaltungsbetriebes und zur Gewährleistung bzw. Verbesserung der bergbaulichen Sicherheit vor Ort sollte bei der Umsetzung der Vorsorgemaßnahmen denjenigen Maßnahmen, die zur weiteren vorsorglichen Ertüchtigung der Tragfähigkeit des Grubengebäudes beitragen, Vorrang gegeben werden. Diese Verfüll- und Abdichtungs- sowie Sanierungsmaßnahmen führen neben der Verbesserung des Tragvermögens auch zu einer Verringerung der Gebirgsdeformationsraten. Damit nimmt tendenziell die Wahrscheinlichkeit der Intensivierung von Lösungszutritten auf schon bestehenden Wegsamkeiten bzw. der Ausbildung von weiteren neuen Wegsamkeiten ab. Hieraus folgt eine Reduzierung der Eintrittswahrscheinlichkeit eines nicht mehr beherrschbaren Lösungszutritts. Schließlich führen diese Maßnahmen infolge der damit verbundenen Reduzierung des Hohlraumvolumens und der Abnahme der Konvergenzraten auch noch zu einer Verringerung der potenziellen radiologischen Konsequenzen im Fall des Eintretens eines nicht mehr beherrschbaren Lösungszutritts.

Darüber hinaus sollten in den für den gegenwärtigen Offenhaltungsbetrieb und für die Vorbereitung des späteren Rückholungsbetriebes zentralen Infrastrukturbereichen potenzielle Schwachstellen im Tragsystem möglichst frühzeitig identifiziert und regelmäßig überwacht, gegebenenfalls schon vorsorglich in ihrem Tragvermögen so ertüchtigt werden, dass die bergbauliche Sicherheit vor Ort jederzeit uneingeschränkt gegeben ist.

Empfehlung 1

Den Vorsorgemaßnahmen zum Erhalt der Gebrauchstauglichkeit ist eine hohe Priorität einzuräumen. Die ESK und die SSK empfehlen die folgende Priorisierung:

1. *Stabilisierungsmaßnahmen zur Wiederherstellung/ vorsorglichen Verbesserung der bergbaulichen Sicherheit vor Ort,*
2. *Stabilisierungsmaßnahmen zur Verbesserung des Gebirgstragvermögens mit Reduzierung der Gebirgsdeformationsraten und der Intensität der weiteren Gebirgsentfestigung bzw. des weiteren Sicherheitsverzehrs und*
3. *Maßnahmen zur Reduzierung der radiologischen Auswirkungen eines nicht mehr beherrschbaren Lösungszutritts.*

Die Umsetzung dieser Maßnahmen sollte soweit technisch möglich parallelisiert werden.

Aus den der ESK und der SSK zur Verfügung gestellten Unterlagen sowie aus den Erläuterungen des BfS ist abzuleiten, dass sich die Gebirgsbewegungen stärker als ursprünglich angenommen auf die Stabilität der Infrastrukturräume auswirken und zunehmend für die Aufrechterhaltung des Betriebes erforderliche Teile des Grubengebäudes verloren gehen.

Um die Vorsorge- und die Notfallmaßnahmen, aber auch das Lösungsmanagement und die Vorbereitung der Rückholung umzusetzen, muss die bergbauliche Sicherheit und damit die Gebrauchstauglichkeit der Grube im jeweils erforderlichen Umfang sichergestellt sein. Hieraus leitet sich aus Sicht der ESK und der SSK für die Verfügbarkeit von ausreichenden Infrastrukturräumen eine hohe Priorität ab.

Bereits in ihrer Stellungnahme vom 02.02.2012 hat die ESK [19] deutlich gemacht, dass für die Umsetzung der Rückholung ein neuer, ausreichend dimensionierter Schacht (Schacht 5) unabdingbar ist. Die Stellungnahme weist auch darauf hin, dass durch die massiven Gebirgsbewegungen zunehmend Infrastrukturräume, die für die Aufrechterhaltung eines geordneten Bergwerksbetriebes unerlässlich sind, verloren gehen. Als mögliche Option zeigt die Stellungnahme die Schaffung neuer Infrastrukturbereiche in standsicherem Gebirge um den neuen Schacht 5 auf.

Die Probleme mit der Gebrauchstauglichkeit des Bergwerks und dem zunehmenden Sicherheitsverzehr und die dadurch bedingten Planungsänderungen haben für die Herstellung der Notfallbereitschaft bisher zu einer Terminverschiebung vom Jahr 2016 auf das Jahr 2024 geführt. Eine belastbare Planung ist angesichts der anhaltenden Verschlechterung der Gebrauchstauglichkeit des Bergwerks mit erheblichen Unsicherheiten behaftet. Die Gebrauchstauglichkeit kann nur aufrechterhalten werden, wenn die dafür notwendigen Infrastrukturräume (Werkstätten, Lagerräume etc.) kontinuierlich zur Verfügung stehen. Für die bereits heute gesperrten und die voraussichtlich noch abgängigen Werkstätten und Anlagen ist zur Aufrechterhaltung des Grubenbetriebes temporärer Ersatz zu schaffen, bis eventuell in Verbindung mit Schacht 5 Infrastrukturräume eingerichtet sind, die dauerhaft bis zum Abschluss der Rückholung nutzbar sind.

Empfehlung 2

Um die planmäßige Umsetzung der Vorsorge- und Notfallmaßnahmen nicht zu gefährden, empfehlen ESK und SSK unverzüglich zu prüfen, an welchen Stellen im vorhandenen Grubengebäude für den Zeitraum bis zur Schaffung dauerhaft nutzbarer Infrastrukturräume, eventuell im Zusammenhang mit der Inbetriebnahme des Schachtes 5, vorübergehend Infrastrukturräume in geeigneten Gebirgspartien aufgefahren und

eingerichtet werden können. Seitens des Betreibers sollte mindestens für die nächsten 15 Jahre eine Infrastrukturplanung der für den Betrieb und die Umsetzung der Vorsorgemaßnahmen und Notfallmaßnahmen notwendigen Grubenräume einschließlich ihrer zeitlichen Verfügbarkeit erarbeitet werden.

5.2 Vorsorge- und Notfallmaßnahmen

5.2.1 Detailplanung der Vorsorge – und Notfallmaßnahmen, Erstellung von Notfallszenarien

Die bisherigen Angaben des BfS zu den Vorsorge- und Notfallmaßnahmen lassen noch zahlreiche Fragen offen.

Bei den Vorsorgemaßnahmen ist nicht erkennbar, ob die Angaben für die erforderliche Zeit zu ihrer Durchführung verlässlich sind. Die Kenntnis des Zeitaufwands ist erforderlich, um bei Eintreten eines Notfalls entscheiden zu können, welche Teilmaßnahmen noch durchgeführt bzw. beendet und welche nicht mehr durchgeführt bzw. abgebrochen werden sollen.

Weiterhin ist nicht erkennbar, ob bzw. in welchem Umfang die Vorsorgemaßnahmen im Bereich der LAW-Einlagerungskammern (ELK) mit der Faktenerhebung verträglich sind.

Für die Entscheidung, zu welchem Zeitpunkt bei einem erhöhten Lösungszutritt mit den Notfallmaßnahmen begonnen werden muss, ist es erforderlich, die zu ihrer Realisierung erforderliche Zeit verlässlich zu kennen. Bei den Notfallmaßnahmen ist nicht erkennbar, ob die Angaben für die erforderliche Zeit zu ihrer Durchführung verlässlich sind. Beispielsweise liegen keine Angaben zur Anzahl der vorgesehenen Bohrungen je ELK und zum Ort, von dem aus die Bohrungen erfolgen sollen, vor. Das Anbohren der ELK soll unter Einsatz von Bohrlochsicherungseinrichtungen erfolgen. In Anbetracht der Erfahrung mit dem Anbohren der Kammer 7 ist fraglich, ob das (sequenzielle) Anbohren und Verfüllen der sieben LAW-Kammern wie in [20] angegeben innerhalb von sechs Monaten realisierbar ist.

Weiterhin ist nicht erkennbar, ob die mutmaßlich von der 700-m-Sohle aus erfolgenden Bohr- und Verfüllarbeiten tatsächlich wie in [20] angegeben parallel zum Verwahren der Schächte zwischen der 700-m-Sohle und 400-m-Teufe erfolgen können.

Für die Durchführung der Vorsorge- und Notfallmaßnahmen werden personelle Ressourcen, Infrastrukturräume und -einrichtungen, technische Ausrüstungen und administrative Hilfsmittel wie z. B. Durchführungsanweisungen (Prozeduren) und ggf. Schulung und Training oder Unterstützung externer Stellen benötigt. Um Art und Umfang benötigter Mittel bestimmen und anschließend bereitstellen zu können, sind detaillierte Planungen der Maßnahmen notwendig.

Empfehlung 3

ESK und SSK empfehlen, für die vom BfS als Vorsorge- und Notfallmaßnahmen eingestuften Maßnahmen detailliertere Planungen vorzulegen, auf deren Basis die für die Durchführung dieser Maßnahmen erforderlichen Zeitdauern belastbar ermittelt sowie die notwendigen personellen, räumlichen, technischen und administrativen Mittel ermittelt und bereitgestellt werden können.

Aufgrund der Komplexität der Verhältnisse und der fehlenden Prognostizierbarkeit künftiger Entwicklungen des Lösungszutritts sind viele, sehr unterschiedliche auslegungsüberschreitende Ereignisabläufe und damit Arten des Notfalls möglich. Sie differenzieren sich hinsichtlich Anzahl, Orten, Kontaminationsgraden und

zeitlichen Entwicklungen der Zutritte. Die Handlungsweisen und Maßnahmen im Notfall werden sehr unterschiedlich sein.

Es ist nicht möglich, für alle möglichen Entwicklungen planerische Vorsorge zu treffen. Es sollten deshalb einige Szenarien entworfen werden, die für das mögliche Spektrum künftiger Entwicklungen repräsentativ sind. Für diese Szenarien sollte angegeben werden, wann (d. h. in welchem Stadium des sich entwickelnden Lösungszutritts) welche Notfallmaßnahme ergriffen wird. Insbesondere ist hierbei anzugeben, wie der Umgang mit den Lösungszutritten erfolgt, also ob und wann die Lösungsförderung nach über Tage eingestellt wird und ob eine kontrollierte Fassung und Einleitung in Grubenhohlräume auf den unteren Sohlen erfolgt. Für diese Szenarien sollte konkret angegeben werden, bei welchen Kriterien der Notfall festgestellt wird bzw. welcher Teil der Notfallmaßnahmen ergriffen wird. Diese Szenarien können dann im Notfall als Orientierung dienen.

Empfehlung 4

ESK und SSK empfehlen, beispielhafte Notfallszenarien zu erstellen, auf deren Basis die dem Notfallplan zugrunde liegenden zur Verfügung stehenden Zeiträume für Notfallmaßnahmen sowie die Kriterien für das Auslösen des Notfalls festgelegt werden. Die Betrachtungen sind – soweit sie Maßnahmen an und in den Einlagerungskammern bzw. in den Einlagerungsbereichen betreffen – für die Kammern spezifisch durchzuführen.

5.2.2 Einteilung von Vorsorge- und Notfallmaßnahmen

Aufgrund der Tatsache, dass ein nicht beherrschbarer Lösungszutritt nicht ausgeschlossen werden kann, sind Notfall- und Vorsorgemaßnahmen für einen solchen Fall unbedingt erforderlich. Mit der nun vorhandenen Erkenntnis, dass die Durchführung einer Rückholung mehrere Jahrzehnte und nicht nur Jahre benötigt, verschärft sich die Notwendigkeit von Notfall- und Vorsorgemaßnahmen, denn mit dem deutlich längeren Zeitraum erhöht sich auch die Eintrittswahrscheinlichkeit eines nicht beherrschbarer Lösungszutritts während der Rückholung deutlich.

Wie in Kapitel 4.4 ausgeführt, führt die Verfüllung der Kammern bzw. des Firstspalts der Kammern zu einer erheblichen Reduktion der Freisetzung der Radionuklide bei einem Notfall.

Bei dem Eintritt eines Notfalls können aber nur noch Wochen oder wenige Monate für Gegenmaßnahmen zur Verfügung stehen.

Die Verfüllung von Einlagerungskammern erfordert Arbeiten direkt vor bzw. direkt über der betreffenden Einlagerungskammer. Zunächst müssen Bohrungen gestoßen werden, durch die die zur Verfüllung erforderlichen Massen in die Hohlräume der betreffenden Einlagerungskammer eingebracht werden können. Dann muss über längere Zeit durch die Bohrungen Verfüllmaterial in die Hohlräume eingebracht werden. Die Wirksamkeit der Maßnahme ergibt sich durch die Füllung der Hohlräume; damit beginnt sie auch erst, wenn größere Mengen Verfüllmaterial eingebracht worden und ausgehärtet sind.

Es kann davon ausgegangen werden, dass allein das Stoßen der Bohrungen viele Wochen dauern wird. Dies begründet sich vor allem auch durch die wegen des radiologischen Arbeitsschutzes notwendigen Vorsichtsmaßnahmen. Zu berücksichtigen ist bei der Ermittlung des zeitlichen Ablaufs auch die beengte örtliche Situation, die voraussichtlich wenig parallele Arbeiten beim Stoßen von Bohrungen zulässt. Hinzu kommt die Frage, wie viel Parallelarbeit mit dem vorhandenen Bohrgerät und dem maximal einsetzbaren

Personal möglich ist, da ja im Ernstfall Arbeiten bezüglich aller zur Verfüllung anstehender Einlagerungskammern anstehen.

Aus Sicht von ESK und SSK stellt sich daher die Frage, ob aufgrund der oben genannten Bewertung der Zeitabläufe die Verfüllung der Einlagerungskammern bereits im Rahmen der Vorsorgemaßnahmen erfolgen sollte. Nach Auffassung der Kommissionen wäre dann zwar eine Beeinträchtigung der Rückholbarkeit dadurch gegeben, dass die eingebrachten Verfüllmaterialien wieder bei der Durchführung der Rückholung entfernt werden müssen. Es steht aber andererseits außer Zweifel, dass eingebrachte Verfüllmaterialien im Rahmen der Rückholungsarbeiten auch wieder entfernt werden können. Die erforderlichen Techniken sind übliche bergmännische Verfahren. Im Rahmen der Rückholungsarbeiten müssen ohnehin Materialmassen entfernt werden, die sich zwischen dem offenen Grubengebäude und den Abfallgebinden bzw. deren Überresten, befinden. Es ist daher abzuwägen, in welchem Maße eine Verfüllung der Kammern in absehbarer Zeit eine spätere Rückholung beeinträchtigt, falls der Notfall tatsächlich nicht eintritt – der Grad der Beeinträchtigung der Rückholung ist von Relevanz für die Beurteilung, ob eine vorgezogene Verfüllung als Vorsorgemaßnahme einen Sinn macht.

Die Situation in den einzelnen Einlagerungskammern unterscheidet sich möglicherweise auch in Hinsicht auf mögliche Beeinträchtigungen der Rückholung. Mögliche relevante Unterschiede können sich zwischen Kammern mit gestapelten Gebinden und solchen mit verstürzten Gebinden ergeben. Auch der derzeitige Verfüllungsgrad und die Verfüllungsart können eine Rolle spielen.

Empfehlung 5

Aus Sicht der ESK und der SSK sollte für jede einzelne Einlagerungskammer untersucht werden, welche Vorteile und welche Nachteile sich durch eine zeitnahe Verfüllung ergeben. In der Analyse muss gegenüber gestellt werden, welcher Sicherheitsgewinn für den Notfall durch eine Verfüllung der betreffenden Kammer erreichbar ist und welcher zusätzliche Aufwand bei der Rückholung aus der betreffenden Kammer entstehen kann. Mit einer solchen Analyse kann eine Basis für die Entscheidung geschaffen werden, bei welchen der Einlagerungskammern zeitnahe Verfüllmaßnahmen im Rahmen der Vorsorge sinnvoll und gerechtfertigt sind.

Durch den Betreiber wurde zwischenzeitlich vorgeschlagen, die Zeit für die Realisierung der Vorsorgemaßnahme „Verfüllung der Einlagerungskammern“ bei eintretendem Notfall dadurch zu reduzieren, dass jetzt bereits Bohrungen als Vorbereitung für die Verfüllmaßnahmen gestoßen werden sollen.

Aus Sicht der ESK und der SSK ist darauf hinzuweisen, dass das bloße Stoßen der Bohrungen aus mehreren Gründen kritisch sein kann und deshalb nicht zielführend ist.

- Die Bohrungen erfolgen aus dem Grubengebäude, das nicht kontaminiert ist, in die betreffende Einlagerungskammer, in der von Kontamination auszugehen ist. Damit müssten hier alle Maßnahmen getroffen werden, um eine Kontaminationsverschleppung aus der Kammer in das allgemeine Grubengebäude zu verhindern. Dies ist sowohl bei einer direkt anschließenden Nutzung der Bohrung zur Verfüllung als auch bei einer Vorhaltung für einen späteren Notfall zu beachten. Der Unterschied besteht aber darin, dass im Falle des Vorhaltens diese Trennungsmaßnahmen über viele Jahre funktionsfähig aufrechterhalten werden müssen, während bei einer direkt anschließenden Verfüllung die Bohrungen unmittelbar nach der Verfüllung wieder verschlossen werden können. Entsprechende Konzepte zum Aufrechterhalten der Trennung über viele Jahre bei gleichzeitigem Erhalt der Funktionsfähigkeit der Bohrung für den Notfall liegen bisher nicht vor und dürften aus Sicht der

Kommissionen auch schwierig zu erstellen bzw. umzusetzen sein.

- Aufgrund der erheblichen Gebirgsbewegungen im entfestigten Grubengebäude rund um die Einlagerungskammern werden sich offene Bohrungen verändern. Die vorsorglich gestoßenen Bohrungen müssen aber über Jahre (bis maximal zum Beginn der Rückholung aus der betreffenden Einlagerungskammer) in einer für eine Notfallverfüllung funktionsfähigen Form erhalten werden. Die Erhaltung der Bohrungen in einer funktionsfähigen Form für eine Notfallverfüllung würde es erforderlich machen, dass die Folgen der Gebirgsbewegungen diese nicht beeinträchtigen. Ein Nachweis ist bisher dafür nicht geführt. Andererseits müsste immer wieder geprüft werden, ob die Funktionsfähigkeit erhalten geblieben ist, weil sonst nicht klar ist, ob die Notfallmaßnahme „Verfüllung der Einlagerungskammer x“ aktuell realisiert werden könnte. Weil in einer solchen Überprüfung die Gängigkeit über die Gesamtlänge der Bohrung gezeigt werden muss, ergeben sich bei den notwendigen Überprüfungsmaßnahmen immer erneut Fragen hinsichtlich der Aufrechterhaltung der Trennung zwischen der ggf. kontaminierten Einlagerungskammer und dem unkontaminierten Grubengebäude.

Empfehlung 6

Für die Variante, nur die Bohrungen zur Verfüllung der Resthohlräume in den Einlagerungskammern bereits vorab zu erstellen, die Verfüllung aber erst im Notfall durchzuführen, ist eine detaillierte Untersuchung der mit dieser Maßnahme verbundenen radiologischen Auswirkungen im bestimmungsgemäßen Betrieb, bei Störfällen sowie bei Eintritt eines nicht beherrschbaren Lösungszutritts erforderlich. Außerdem ist die langfristige Stabilität und Verschließbarkeit vorsorglich angelegter Bohrungen bzw. die Möglichkeit/der Aufwand zur Gewährleistung dieser Stabilität zu untersuchen und daraus zu bewerten, wieweit eine vorsorgliche Herstellung von Bohrungen tatsächlich zur Wirksamkeit der Maßnahme im Notfall führen kann.

5.3 Notfallplan und Notfallorganisation

Entsprechend dem Planungsbericht „Notfallplanung für das Endlager Asse“ [12] ist das BfS als verantwortlicher Betreiber dafür verantwortlich, dass in einer Notfallsituation die notwendigen Maßnahmen getroffen werden.

Die Notfallorganisation, die bei einem Notfall in der Schachtanlage Asse II zum Einsatz kommen soll, besteht zurzeit aus einer lokalen Organisation der Asse-GmbH (bestehend aus Wache, Rettungswerk und Planungs- und Einsatzstab) und der Notfallorganisation des BfS (Leitungsstab und Stab SE).

Die lokale Planung der Asse-GmbH für Notfälle einschließlich der Notfallorganisation, die im Einsatzfall vor Ort aufgebaut wird, ist abgebildet im „Notfallplan und Brandschutzplan (gemäß ABBergV) sowie Rettungspläne (gemäß ABVO)“ [14]. Die Planung des Betreibers BfS einschließlich der vorgesehenen Notfallorganisation ist dargestellt im „Alarmhandbuch für die Alarmorganisation des Bundesamtes für Strahlenschutz“ [21].

Der Notfallplan der Asse-GmbH [14] enthält ausführliche Informationen über die Notfallorganisation einschließlich der Aufgaben der wichtigsten Funktionsträger, der internen und externen Alarmierung und der Benachrichtigung der Geschäftsführung der Asse-GmbH, des Betreibers der Schachtanlage (des Bundesamtes für Strahlenschutz) und der nach Bergbaurecht zuständigen Behörde (des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie, LBEG). Neben den organisatorischen Regelungen der Notfallorganisation enthält der Plan Angaben über technische und organisatorische Maßnahmen zur Abwehr und Beseitigung von Gefahren. Ein separates Kapitel ist dem Lösungsmanagement einschließlich der Maßnahmen bei

Veränderung des Lösungszutritts gewidmet. Angaben zur Durchführung von Übungen und zur Aktualisierung des Plans sind vorhanden. Der Plan ist insgesamt gut geeignet, vor Ort ein koordiniertes Vorgehen bei Notfällen zu gewährleisten.

Das Zusammenwirken mit dem verantwortlichen Betreiber BfS wird dagegen nur unzureichend beschrieben. Das Organigramm Notfallorganisation (Abbildung 1) und das Kapitel 1.14 in [14] beschreiben lediglich die Benachrichtigung des BfS ebenso wie anderer externer Stellen; Angaben zur Zusammenarbeit werden nicht gemacht.

Das „Alarmhandbuch für die Alarmorganisation des Bundesamtes für Strahlenschutz“ [21] enthält entsprechend den allgemeinen Hinweisen zum Alarmhandbuch nur grundlegende Regelungen und Informationen für die Alarmorganisation des BfS. Weitere Informationen und Unterlagen für die Aufgabenwahrnehmung halten laut [21] die zuständigen Organisationseinheiten und Stäbe in ihren Handakten bereit. Bei Ereignissen in der Schachtanlage Asse II kommt zusätzlich zu dem vom Präsidenten des BfS oder einer von ihm beauftragten Person geleiteten Leitungsstab der Stab SE zum Einsatz. Aus der Aufgabenbeschreibung des Stabes SE ist konkret nur abzuleiten, dass der Stab Meldungen aus der Schachtanlage Asse II entgegennimmt, sie prüft und qualifiziert, das Vorkommnis bewertet und die Informationen an den Präsidenten des BfS weiterleitet. Wie der BfS-Leitungsstab und der Stab SE mit der Notfallorganisation der Asse-GmbH zusammenarbeiten, ist auch aus dem Alarmplan des BfS nicht zu entnehmen. Insgesamt enthält der Alarmplan des BfS nur ungenügende Regelungen und Informationen für den Einsatzfall, ein zielorientiertes Vorgehen auf der Basis dieses Planes kann nicht sichergestellt werden.

Weder der Notfallplan der Asse-GmbH noch der Alarmplan des BfS enthalten Kriterien zur Feststellung von Notfällen.

Zu den Aufgaben der Notfallorganisation für Notfälle in der Schachtanlage Asse II gehören im Wesentlichen:

- Notfall feststellen,
- Lageermittlung und Lagebeurteilung,
- Entscheidung über die Durchführung von Maßnahmen zur Minimierung der Konsequenzen des Notfalls; dazu gehören diese Aufgaben:
  - Schutz und Rettung von Personen sowie medizinische Versorgung,
  - Maßnahmen zum Schutz der Schachtanlage,
  - Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung,
- Vorbereitung und Durchführung der Maßnahmen,
- Alarmierung und fortlaufende Information der zuständigen Behörden,
- Information von Stakeholdern und der Öffentlichkeit und
- Beschaffungs- und Versorgungsaufgaben.

Aus den vorliegenden Plänen ist nicht erkennbar, ob die Aufgaben vollständig wahrgenommen werden können. Es ist vor allem nicht klar, welche Zuständigkeiten für die BfS-Notfallorganisation bestehen. Für die Gesamtorganisation aus Asse-GmbH und BfS ist festzustellen, dass keine hinreichenden Regelungen für die Entscheidungswege, die Weisungsbefugnisse und die Aufgabenverteilung vorliegen. Wahrscheinlich sind weitere wichtige Regelungen in den Handakten der BfS-Organisationseinheiten vorhanden, die der ESK und

SSK nicht vorliegen. Diese Handakten liegen aber wahrscheinlich auch den Verantwortlichen der Notfallorganisation der Asse-GmbH und des BfS nicht vor, damit wären wichtige Regelungen nicht zugänglich. Vom Nutzen von Handakten sollte in Notfallsituationen ohnehin abgesehen werden, da die Qualitätssicherung nicht sichergestellt werden kann und für die Mitglieder der Organisation die notwendige Transparenz nicht gewährleistet werden kann.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die vorliegenden Notfallpläne bzw. Alarmpläne des BfS und der Asse-GmbH die in Notfällen zum Einsatz kommenden Aufbau- und Ablauforganisation einschließlich der zu erfüllenden Aufgaben und Verantwortungen nicht klar genug abbilden. Insbesondere das Zusammenwirken des BfS und der Asse-GmbH einschließlich der Entscheidungswege und Weisungslinien bedarf der Konkretisierung. Kriterien und Regeln zur Feststellung des Notfalls fehlen.

Empfehlung 7

ESK und SSK empfehlen, die Notfallplanung zu überarbeiten. Die dazugehörigen Pläne der lokalen Organisation und des verantwortlichen Betreibers BfS sind dabei so zu gestalten, dass das Zusammenwirken von BfS und Asse-GmbH beschrieben und damit geregelt wird. Beide Pläne sollen neben der Beschreibung der Aufbauorganisation einschl. der Aufgaben, Verantwortungen und Weisungslinien Kriterien zur Einberufung der Notfallorganisationen, das Alarmierungsverfahren, die Beschreibung der Maßnahmen und Maßnahmenstrategien und ein Kommunikations- und Informationskonzept enthalten, für die benötigte Ausrüstung und Qualitätssicherung einschließlich Übungen ist zu sorgen. Damit wichtige Informationen und Regelungen den Beteiligten jederzeit aktuell und qualitätsgesichert zur Verfügung stehen, sollte auf das Nutzen von Handakten verzichtet werden.

5.4 Kriterien zur Feststellung des Notfalls

In [12] wird der Notfall für die Schachtanlage Asse II als „auslegungsüberschreitendes Ereignis“ oder als „auslegungsüberschreitender Ereignisablauf“ definiert, bei dem der derzeitige Offenhaltungs- oder zukünftige Stilllegungsbetrieb nicht mehr fortgeführt werden kann und Notfallmaßnahmen zur Sicherung des Bergwerks und der eingelagerten Abfälle ergriffen werden müssen.“ Kriterien zur Feststellung des Notfalls „unbeherrschbarer Lösungszutritt“ hat das BfS nicht festgelegt, weil die Auslegung der Anlage zu dessen Vermeidung und die Festlegung von quantitativen Kriterien für ein dynamisches sich selbst verstärkendes System a priori nicht vollständig möglich seien [12].

Wie in Kapitel 4.1 dargestellt resultiert die Notfallsituation aus Sicht der ESK und der SSK daraus, dass die Zutrittsrate die pro Zeiteinheit maximal aus der Grube hebbare abgabefähige Lösungsmenge (derzeit 500 m^3/d) übersteigt. Dies gilt auch nur unter der Bedingung, dass im Vorfeld alle sinnvollen technischen und organisatorischen Möglichkeiten zur Beherrschung von Lösungszutritten ausgeschöpft worden sind**.** Mit diesem Verständnis sollten die Kriterien bzw. Regeln abgeleitet, diskutiert und festgelegt werden, deren Anwendung den Eintritt des Notfalls "nicht beherrschbarer Lösungszutritt" definiert und die für diesen Fall vorgesehenen Maßnahmen auslöst.

Empfehlung 8

Als wichtigen Beitrag zur Stärkung der Handlungssicherheit der Verantwortlichen und zur Verbesserung der Nachvollziehbarkeit ihres Vorgehens empfehlen ESK und SSK die Ableitung, Diskussion und Festlegung von Kriterien bzw. Regeln zur Feststellung des nicht beherrschbaren Lösungszutritts in das Grubengebäude der Schachtanlage Asse II. Dabei sind neben den aus dem Salzgewinnungsbergbau vorliegenden Erkenntnissen

insbesondere die aktuellen Modellvorstellungen und Kenntnisse über die Entstehung und Entwicklung der Zutrittswege, die Zutrittsrate sowie Lösungsinhalt und -konzentration des Zutritts in der Südflanke der Asse zu berücksichtigen. Die dazu bestehenden Ungewissheiten sind durch gezielte Untersuchungen zu reduzieren. Verbleibende Ungewissheiten sind bei der Formulierung der Kriterien bzw. Regeln zu berücksichtigen. Die Kriterien sind periodisch im Lichte des Zustandes des Grubengebäudes zu überprüfen und ggf. anzupassen.

Hinweise zur Ableitung von Kriterien bzw. Regeln zur Feststellung eines nicht beherrschbaren Lösungszutritts

Die zuverlässige Beurteilung der Beherrschbarkeit eines akuten Lösungszutritts in ein Salzbergwerk auch in der Zukunft, setzt die prognostische Quantifizierung der Zutrittsentwicklung und die Kenntnis des Zeitpunktes der zum Verlust der Beherrschbarkeit führenden Veränderung voraus. Rein rechnerisch wird die Beherrschbarkeit bzw. Nichtbeherrschbarkeit eines Lösungszutritts vom Verhältnis zwischen der Zutrittsrate und der pro Zeiteinheit maximal aus dem Grubengebäude technisch förderbaren Lösungsmenge bestimmt. Wenn die maximal mögliche künftige Zutrittsrate bestimmt werden kann, erlaubt ihr Vergleich mit der maximalen Förderrate eine Aussage dazu, in welchem Maße bei einem bestimmten Lösungszutritt mit Nichtbeherrschbarkeit gerechnet werden muss. Diese Zutrittsprognose setzt allerdings ein umfassendes Verständnis der den Lösungszutritt bestimmenden Prozesse sowie umfassende Informationen zu den fallspezifischen Gegebenheiten voraus. Zusätzlich müssen diejenigen Prozesse beurteilbar sein, die künftig zu einer Veränderung des Zutritts in Richtung Nichtbeherrschbarkeit führen können bzw. führen werden.

Die große Anzahl abgesoffener Bergwerke belegt, dass diese Voraussetzungen für eine zuverlässige Zutrittsprognose in der Regel nicht erfüllt sind (s. dazu Kap. 3.2). Dies gilt beim gegenwärtigen Kenntnisstand bis zu einem gewissen Grad auch für die Schachtanlage Asse II. Dafür sind nicht nur die durch den Salzabbau geschaffenen Rahmenbedingungen verantwortlich, sondern auch die generellen und fallspezifischen Ungewissheiten, die der zuverlässigen (insbesondere quantitativen) Bewertung der Entwicklung eines Lösungszutritts entgegenstehen. ESK und SSK teilen daher die Einschätzung des BfS, dass die Erklärung des Notfalls "nicht beherrschbarer Lösungszutritt" anhand eines quantitativen Schwellenwertes für eine kritische Zutrittsrate (oder eines ähnlich basierten quantitativen Kriteriums) nicht bzw. nicht zuverlässig möglich sein wird. Dies muss auch aus der Auswertung der mit Lösungszutritten im Salzbergbau gemachten Erfahrungen (z. B. [7], [8]) geschlossen werden.

Empfehlung 9

Angesichts der Probleme bei Fassung und Bilanzierung der in das Grubengebäude eintretenden Lösungsmengen empfehlen ESK und SSK, alle "hydraulischen Senken" im Bergwerk systematisch zu erfassen und zu überwachen, um auszuschließen, dass sich die Zuflussmenge unerkannt erhöht.

Aus der volumenmäßigen und insbesondere der chemischen Entwicklung von dokumentierten Lösungszutritten, die letztendlich nicht beherrschbar geworden sind, ergeben sich jedoch Hinweise auf charakteristische Veränderungen von Lösungsinhalt und Konzentrationen, die zur Erkennung bevorstehender Nichtbeherrschbarkeit genutzt werden können ([7], [8]). Solche Veränderungen wurden insbesondere dann beobachtet, wenn der Lösungszutritt aus einem oberflächennahen Grundwasserreservoir gespeist wird, und damit (Anteile von) Süßwasser enthält, dessen Lösungswirkung zur Verstärkung des Zutritts führen kann (und im Salzbergbau oft auch führen wird). Der Lösungszutritt in die Südflanke der Asse entspricht grundsätzlich diesem Bild.

Angesichts der verbleibenden Ungewissheiten muss es sich bei den zu entwickelnden Kriterien zur Feststellung der Nichtbeherrschbarkeit des Lösungszutritts in der Südflanke der Asse nicht notwendigerweise um quantitative Schwellenwerte handeln, deren Überschreitung bestimmte Maßnahmen auslöst. Vielmehr kann die Feststellung des Notfalls auch mittels Beurteilungsregeln erfolgen, die sich beispielsweise beziehen auf

- die Erkennung von vorab beschriebenen und bewerteten Systementwicklungen, die von der erwarteten und als (noch) beherrschbar eingeschätzten Entwicklung abweichen und daher die für solche Fälle vorausgeplanten Maßnahmen zur Folge haben, und
- kritische Zustandsänderungen, die einen Wendepunkt markieren, ab dem bestimmte Maßnahmen nicht mehr umgesetzt werden können bzw. unwirksam bleiben.

Welche Beurteilungsinstrumente entwickelt und eingesetzt werden (können), hängt nicht zuletzt vom Verständnis der den Lösungszutritt heute und in Zukunft bestimmenden Prozesse und Gegebenheiten sowie den dazu vorliegenden Informationen ab. Das Instrumentarium ist daher wahrscheinlich schrittweise dem sich im Laufe der Zeit verbessernden Systemverständnis anzupassen, bis schließlich eventuell auch quantitative Kriterien abgeleitet und angewendet werden können. Das setzt allerdings voraus, dass dieser Aspekt bei anstehenden Erkundungsmaßnahmen und Untersuchungen berücksichtigt wird.

Unabhängig von der konkreten Formulierung von Kriterien oder Regeln für die Schachtanlage Asse II zur Feststellung des Notfalls und zur Auslösung nachfolgender Maßnahmen sind bei ihrer Ableitung grundsätzlich folgende Aspekte zu beachten, weil sie die fallspezifische Beurteilung eines Lösungszutritts und den Umgang mit ihm beeinflussen (s. auch Kap. 3.2):

- Der Charakter des Zutritts hinsichtlich Herkunft bzw. Genese der Lösung, Zutrittsweg bzw. Zutrittswegen an den Salzgesteinskörper, Zutrittsort in das Grubengebäude, Zutrittsrate sowie Stoffbestand und Konzentration des Lösungsinhaltes (s. dazu unten) und physikalischer Eigenschaften der Lösung, insbesondere der Temperatur.
- Der (gebirgsmechanische) Zustand des Grubengebäudes im Hinblick auf die Sickerwege der Lösung in der Auflockerungszone um die Abbaue bzw. Einlagerungskammern oder auf durch Spannungsumlagerung außerhalb dieser Bereiche entstandene und noch entstehende wassergängige Trennflächen: Orientierung und Ausbildung der Sickerwege sowie der Grad der Sättigung in den Wegsamkeiten beeinflussen auch die Sickergeschwindigkeit und die Orte des Lösungsübertritts in das offene Grubengebäude. Beide Aspekte beeinflussen nicht nur die Zugänglichkeit des Ortes sowie die technischen Randbedingungen für das Auffangen der Lösung und das weitere Lösungsmanagement, sondern – bei Durchsickerung von Einlagerungskammern – auch die Freisetzung von Schadstoffen aus den Abfällen und den Austrag kontaminierter Lösung aus den Einlagerungskammern in deren Umgebung. Hinzu kommt, dass die Lösung auf verschiedenen Sickerwegen mit unterschiedlichen Salzgesteinstypen bzw. Salzmineralen in Kontakt treten kann, woraus sich nachteilige Auswirkungen ergeben können.
- Der Zeitpunkt, zu dem der Zutritt als nicht beherrschbar erkannt oder definiert wird. Von ihm hängt ab, in welchem Status sich die Schachtanlage im Hinblick auf die Umsetzung von Maßnahmen zur Verhinderung der Nichtbeherrschbarkeit bzw. der Reduzierung ihrer Folgen befindet: Welche bereits umgesetzten Maßnahmen entfalten welche Wirkung, welche Vorsorge- und Notfallmaßnahmen können in der verbleibenden Zeit bis zur Aufgabe der Grube bzw. bis zur Unzugänglichkeit bestimmter Grubenbereiche noch umgesetzt werden und welche nicht?

Die Beurteilung der Konsequenzen des Status der Schachtanlage Asse II setzt voraus, dass der Zeitpunkt des Nichtbeherrschbarwerdens und die Dauer der Phase bis zu ihrer Aufgabe näherungsweise bestimmt werden können. Eindeutige Indikatoren dafür existieren nicht. Wenn nicht aussagekräftige standortspezifische Informationen konkrete Aussagen erlauben, bleibt die Prognose der Zutrittsentwicklung, und damit auch des Zeitpunktes des Nichtbeherrschbarwerdens der Zutrittsrate und der Dauer des Absaufens mit Ungewissheiten verbunden.

Die nachfolgenden summarischen Ausführungen zur Entwicklung von Beurteilungskriterien bzw. -regeln beziehen sich ausschließlich auf den Lösungszutritt in der Südflanke der Asse. Es ist aber zu betonen, dass andere Zutrittswege für Lösungen in das Grubengebäude und andere Sickerwege im Grubengebäude entstehen können oder bestehende Wege sich so verändern können, dass sie künftig verstärkter Aufmerksamkeit bedürfen (s. dazu Kap. 3.2). Für solche Fälle wären die Kriterien bzw. Regeln entsprechend anzupassen.

Für die Entwicklung konkreter Regeln oder Kriterien zur Feststellung der Nichtbeherrschbarkeit des Zutritts in die Südflanke der Asse können die erwähnten Erfahrungen aus dem Gewinnungsbergbau und daraus abgeleitete Klassifizierungsansätze für Lösungen ([7], [8]) nur begrenzt genutzt werden. Sie machen aber deutlich, dass eine Entwicklung von Lösungszutritten bis hin zur Nichtbeherrschbarkeit insbesondere dann zu erwarten ist, wenn zwei miteinander verbundene Voraussetzungen erfüllt sind, nämlich

- die Existenz einer (potenziell wirksamen) hydraulischen Verbindung des Lösungszutritts mit oberflächennahem und daher vor allem im Hinblick auf relevante Inhaltsstoffe ungesättigtem Grundwasser und
- der tatsächliche, u. U. durch den Lösungszutritt selbst verursachte Zufluss von aus einem solchen Reservoir gespeister ungesättigter Lösung an den Zutrittsort, wodurch es im Zutrittsbereich und im weiteren Grubengebäude zur lösungsbedingten Aufweitung von Wegsamkeiten und einer drastischen Erhöhung der Zutrittsraten und letztlich zum Absaufen des Bergwerks kommen kann und erfahrungsgemäß oft auch kommt.

Im Fall der Schachtanlage Asse II sprechen die Entwicklung der Zutrittsrate und vor allem der chemische Charakter der zutretenden Lösung für ihre Herkunft aus dem Deckgebirge und bestätigen die generelle Gefahr des künftigen Absaufens der Grube. Es besteht eine potenziell wirksame hydraulische Verbindung zwischen dem Zutrittsort der Lösung in die Schachtanlage und oberflächennahem, nicht bzw. nur gering versalztem Grundwasser. Vordringliches Ziel der Ableitung von Regeln oder Kriterien zur Feststellung des Notfalls nicht beherrschbarer Lösungszutritt ist daher das rechtzeitige und zuverlässige Erkennen des Zutritts ungesättigter Lösung in das Grubengebäude.

Die Ergebnisse der in den letzten Jahren in der Asse durchgeführten Untersuchungen zum Chemismus, zur Spurenelementverteilung und (insbesondere) zur Sr-Isotopie der Zutrittslösung ([9], [10]) bestätigen eindeutig die Lösungsherkunft aus dem Deckgebirge und bilden die Grundlage für die in Kapitel 3.2 beschriebene Modellvorstellung zu den möglichen Wegen bis zum Eintrittsort in das Grubengebäude. Sie belegen außerdem, dass derzeit keine NaCl-ungesättigte Lösung in das Grubengebäude zutritt. Für den Lösungszutritt in der Südflanke der Asse ist die NaCl-Konzentration ein wichtiger hydrochemischer Beurteilungsparameter, solange die Sickerung der in das Grubengebäude gelangten Lösung auf den ehemaligen Abbaubereich im Leine-Steinsalz begrenzt bleibt.

Innerhalb des Grubengebäudes haben sich die Sickerwege der zugetretenen Lösung in den vergangenen Jahren verändert. Dies ist außer an der Verlagerung der Hauptzutrittsorte und Veränderung der Zutrittsraten

an einzelnen Zutrittsstellen auch an den Veränderungen des Lösungsinhalts und der Konzentrationen bzw. Radionuklidkonzentration der Inhaltsstoffe an verschiedenen Probenahmestellen erkennbar. Die systematische umfassende Interpretation der Ergebnisse dieser Untersuchungen würde daher einen wichtigen Beitrag zum Verständnis der Entwicklung des Lösungszutritts und seiner Konsequenzen liefern. Die volumenmäßige Überwachung der Zutrittslösungen und die Analytik der hydrochemischen Standardparameter und der Radionuklide in den Zutrittslösungen laufen derzeit jedoch weitgehend unkoordiniert nebeneinander her. Eine Zusammenführung der Ergebnisse und eine systematische übergreifende Interpretation finden nicht statt. Eine wissenschaftliche Auswertung der Kontaminationsprozesse beim Kontakt der Zutrittslösungen mit den Abfällen in den Einlagerungskammern ist derzeit auch nicht in Ansätzen zu erkennen.

Empfehlung 10

Nach Einschätzung von ESK und SSK sollten die beobachteten volumenmäßigen, hydrochemischen und radionuklidbezogenen Entwicklungen der Zutrittslösungen und die Veränderungen der Kontaminationen Anlass geben für eine verstärkte Überwachung und eine ganzheitliche Bewertung aller vorliegenden Ergebnisse. ESK und SSK werden zu dieser Thematik separat Stellung nehmen. Bereits jetzt empfehlen ESK und SSK:

- *Eine verstärkte Überwachung, auch unter Einbeziehung zusätzlicher Probenahmestellen, und ein koordiniertes System der Probenahme für hydrochemische Laugenüberwachung und Radioanalytik. Nur durch Zusammenführung der Laugenüberwachung und der Radioanalytik – auch in Bezug auf die Probenahme – wird es möglich sein, Korrelationen von Befunden, z. B. durch Analyse und Vergleich von Zeitreihen der Messergebnisse, zu erkennen. Probenahme, Probenaufbewahrung und Analytik müssen dem Chemismus der Lösungen angepasst werden. Zumindest die Analyse der Hauptkomponenten der Laugen sollte zeitnah, d. h. innerhalb von wenigen Tagen erfolgen.*
- *Die Radioanalytik muss über die Notwendigkeiten des praktischen Strahlenschutzes hinaus entwickelt werden, um zu einem Verständnis der Lösungsvorgänge in den Einlagerungskammern zu kommen. Dazu sind für einige Radionuklide auch die Nachweisgrenzen der Analyseverfahren abzusenken oder geeignetere Analyseverfahren zu verwenden.*

Die hier lediglich grob zusammengefassten Untersuchungsergebnisse zum Lösungszutritt in die Schachtanlage Asse II und zur Migration der Lösung im Grubengebäude müssen bei der Ableitung von Kriterien bzw. Regeln zur Feststellung der Nichtbeherrschbarkeit des Lösungszutritts aus dem Deckgebirge der Südflanke in das Grubengebäude berücksichtigt werden; denn die für die Ableitung der skizzierten Modellvorstellung charakteristischen bzw. maßgeblichen Parameter kommen auch als Indikatoren zur Erkennung künftiger Abweichungen von den aktuellen Zutrittsbedingungen in Frage. Hinsichtlich der systematischen Erfassung dieser Parameter verweisen die ESK und die SSK insbesondere auf [9] und [10] sowie die in [22] und [23] beschriebenen Instrumente zur Klärung der Herkunft und Genese von Lösungen.

Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass die hydraulischen und hydrochemischen bzw. isotopengeochemischen Modellvorstellungen und darauf beruhende Schlussfolgerungen für die künftige Entwicklung des Lösungszutritts derzeit noch mit erheblichen Ungewissheiten verbunden sind. Diese resultieren nicht zuletzt aus den von der ESK und SSK in der Vergangenheit wiederholt konstatierten Defiziten hinsichtlich der für den Lösungstransport maßgeblichen Eigenschaften der am Aufbau des Asse-Deckgebirges im Zutrittsbereich beteiligten Gesteinsserien. Entsprechendes gilt im Hinblick auf

Sachverhalte, die für die Beurteilung künftiger Veränderungen des Lösungszutritts bedeutsam sind. Beispielhaft sollen hier nur die möglichen Auswirkungen des Lösungszutritts auf die Verteilung von Salzwasser und Süßwasser im Einzugsgebiet des Zutritts und die Entwicklung der hydraulischen Leitfähigkeit der die oben erwähnte hydraulische Drossel bildenden Gesteinsfolge(n) unter dem Einfluss veränderter Lösungskapazität des Grundwassers bzw. weiterer mechanischer Beanspruchung erwähnt werden. Auch nach Klärung solcher Fragen werden allerdings Ungewissheiten in der Beurteilung der künftigen Entwicklung des Lösungszutritts, insbesondere der Zutrittsrate, bestehen bleiben, die bei der Entwicklung der Kriterien bzw. Regeln zur Feststellung eines nicht beherrschbaren Lösungszutritts und bei ihrer Anwendung zu berücksichtigen sind.

Empfehlung 11

Zur Reduzierung der bestehenden Kenntnisdefizite und der daraus resultierenden Ungewissheiten sind die in der Vergangenheit wiederholt angekündigten systematischen Untersuchungen aufzunehmen. Auf die Notwendigkeit eingehender geowissenschaftlicher Untersuchungen des Deckgebirges sowie des Zulaufes in der Südflanke des Grubengebäudes zur Ermittlung seiner Genese haben die ESK und die SSK in einer gemeinsamen Stellungnahme bereits hingewiesen [11]. Sie hatten darin u. a. empfohlen, geochemische, hydrochemische, isotopengeochemische und geophysikalische Untersuchungsmethoden zur Erkundung der hydrologischen und hydrogeologischen Eigenschaften des Deckgebirges anzuwenden.

Seitens des BfS wurden erste seismische Untersuchungen im ersten Quartal 2013 begonnen.

5.5 Beseitigung administrativer Probleme

Ein Notfall in der Schachtanlage Asse II stellt sich grundsätzlich dann ein, wenn die zutretenden Lösungen zu einem Absaufen des Bergwerks führen.

Entwicklungen, die aus administrativen Gründen wie z. B. fehlende Abnehmer oder unzureichende Genehmigungen und aus betrieblichen Gründen wie z. B. fehlende Einrichtungen zur Lagerung und Aufbereitung zu einer unzureichenden Entsorgung von Laugen führen, sind aus Sicht der ESK und der SSK vermeidbar und daher nicht als Notfälle anzusehen.

Wie bereits unter Kapitel 4.1 dargestellt, werden in der Schachtanlage Asse II drei verschiedene Lösungstypen (Typen A, B und C) unterschieden, deren Handhabbarkeit bis zu einer bestimmten Menge möglich ist. Welche Zutrittsmenge der verschiedenen Lösungstypen sicher gehandhabt werden kann, hängt neben den technischen Randbedingungen der Schachtanlage vor allem von den bestehenden Entsorgungsmöglichkeiten ab. Unzureichende Entsorgungsmöglichkeiten können sich aus administrativen und betrieblichen Rahmenbedingungen ergeben.

Lösungen des Typs A werden zurzeit durch Abgabe an die K+S Entsorgung GmbH zur weiteren Verwertung im Bergwerk Mariaglück entsorgt. Lösungen dieses Typs sind freigabefähige Lösungen, die die Parameter der Vereinbarung mit der Firma K+S Entsorgung GmbH einhalten (u. a. < 100 Bq/L H-3). Momentan werden nur vergleichsweise geringe Mengen von im Mittel ca. 10 m^3/d aus der Schachtanlage Asse II abgegeben. Im Bergwerk Mariaglück kann die Lösung des Typs A ohne weitere Behandlung eingebracht werden; bisher ist dies vertraglich bis Ende 2016 gesichert.

Um sicherzustellen, dass Lösungen des Typs A aufgrund von unzureichend abgesicherten Entsorgungsmöglichkeiten nicht zu Notfallsituationen führen können, müssen die benötigten

Entsorgungskapazitäten sicher verfügbar gehalten werden. Dabei ist zu prüfen, inwieweit Alternativen zur Entsorgung über das Bergwerk Mariaglück geschaffen werden müssen, auch im Hinblick auf die zeitlich befristete Verbringung nach Mariaglück. Außerdem müsste die Infrastruktur vor Ort dahingehend überprüft werden, ob die abzugebende Lösung auch bei hohem Anfall im Bereich der Auslegungsmenge in angemessenem Umfang zwischengelagert und zum Transport verladen werden kann.

Das BfS hat neben dem Typ A einen weiteren Typ einer freigabefähigen Lösung definiert, deren Handhabbarkeit nur begrenzt möglich ist. Die Lösung des Typs B ist freigabefähig, überschreitet aber die Parameter der Vereinbarung mit der K+S Entsorgung GmbH. In der Schachtanlage Asse II kann entsprechend dem heutigen Stand der betrieblichen Planung mit einem Lösungsanfall von bis zu 50 m^3/d des Typ B umgegangen werden. Möglichkeiten der externen Entsorgung bestehen zurzeit nicht.

Neben den grundsätzlich freigabefähigen Lösungen wird mit dem Auftreten kontaminierter, nicht freigabefähiger Lösungen gerechnet, diese werden seitens BfS als Lösungen des Typs C bezeichnet. Entsprechend dem momentanen Betriebsregime der Schachtanlage Asse II müssen diese Lösungen unter Tage innerhalb der Schachtanlage Asse II verwertet werden. In der Schachtanlage Asse II kann zurzeit mit kontaminierten Lösungen bis zu einer anfallenden Menge von bis zu 1 m^3/d umgegangen werden.

Um zu vermeiden, dass das Überschreiten der zurzeit handhabbaren (relativ geringen) Mengen für die Lösungen B und C zur Handlungsunfähigkeit bei der Umsetzung der geplanten Maßnahmen führen kann, sollten Alternativen zur heutigen Lagerung und zur Verwertung innerhalb der Schachtanlage geschaffen werden.

Der Betreiber sollte dabei sowohl das Schaffen betriebsinterner Alternativen z. B. durch Nutzen kontaminierter Lösungen zur internen Baustoffherstellung, die Zwischenlagerung kontaminierter Lösungen in tieferen Sohlen ggf. auch als Notfallmaßnahme oder die oberirdische Aufbereitung der Lösungen als auch das Zusammenwirken mit externen Anlagen und Einrichtungen, die mit derartigen Lösungen umgehen können, in seine Betrachtungen einbeziehen. Als weitere Alternative wäre auch die Möglichkeit einer Einleitung vor allem von freigabefähigen Lösungen in einen geeigneten Vorfluter in Erwägung zu ziehen und die Machbarkeit zu überprüfen.

Im Rahmen einer Güterabwägung zwischen dem zu leistenden Aufwand zur Ausschöpfung der zu schaffenden Verwertungsmöglichkeiten und dem erzielbaren Nutzen sollte die Handhabbarkeit der Lösungen des Typs B und C neu bewertet werden. ESK und SSK erwarten, dass sich keine besonderen Einschränkungen für den Lösungstyp B ergeben, d. h. eine Entsorgung zusammen mit dem Typ A ermöglicht werden kann. Für den Typ C erwarten ESK und SSK, dass die Handhabbarkeit soweit erweitert werden kann, dass sich speziell für kontaminierte Lösungen keine auslegungsbestimmenden Grenzen ergeben müssen.

Empfehlung 12

Entwicklungen, die aus administrativen Gründen zu unzureichenden Entsorgungsmöglichkeiten für Laugen führen, sind aus Sicht der ESK und der SSK keine Notfälle. Damit mangelnde Entsorgungsmöglichkeiten für gefasste, freigebbare und kontaminierte Lösungen nicht zur Handlungsunfähigkeit bei der Umsetzung der anstehenden Maßnahmen führen, sind unter Mitwirkung aller verantwortlichen Stellen geeignete Rahmenbedingungen für deren Entsorgung zu schaffen. Die Handlungsanweisung dazu sollen im Notfallplan nach ABBergV festgehalten werden.

5.6 Priorisierung und unverzügliche Durchführung der Vorsorgemaßnahmen

Nach Modelluntersuchungen der GRS [15] kann die Umsetzung der Vorsorge- und Notfallmaßnahmen je nach Vollständigkeit ihrer Durchführung die Auswirkungen eines nicht beherrschbaren Lösungszutritts um Faktoren von 10 bis 100 in Hinblick auf niedrigere potenzielle Freisetzungen relevanter Radionuklide ins Deckgebirge verringern.

ESK und SSK bewerten die Modellrechnungen der GRS als plausibel. Jedoch lagen den Kommissionen die Daten zur angenommenen Struktur und zu den Parametern [16] nicht vor. In [15] sind auch keine Angaben zu den angenommenen Konvergenzraten aufgeführt.

Die Modellrechnungen der GRS sind davon ausgegangen, dass die Notfallmaßnahmen (Verfüllung der MAW- und LAW-Einlagerungskammern und Gegenflutung mit $MgCl_2$-Lösung) in jedem Fall durchgeführt waren. Dies erscheint vor dem Hintergrund völliger Ungewissheit in Bezug auf die im Notfall zur Verfügung stehende Zeit äußerst problematisch. Dabei sind zwei Gesichtspunkte wesentlich:

- Die Verfüllung der Einlagerungskammern kann vorab erfolgen ohne eine Rückholung der Abfälle unmöglich zu machen. Dabei ist zu beachten, dass ein Teil der Einlagerungskammern bereits mit Salzgrus verfüllt ist und dort lediglich Firstspalte noch zu verfüllen sind. Bei den noch nicht verfüllten Einlagerungs-kammern 1, 2, 4 und 12, in denen die Gebinde liegend oder stehend gestapelt wurden, ist zu prüfen, ob der Gewinn an radiologischer Sicherheit durch ein Verfüllen dieser Kammern die Behinderung der späteren Rückholung aufwiegt. ESK und SSK halten eine individuelle Betrachtung und Planung und die Prüfung einer Verfüllung ausgewählter Einlagerungskammern bereits als Vorsorgemaßnahme für dringend erforderlich (siehe Empfehlung 5).
- Eine Gegenflutung des Grubengebäudes mit $MgCl_2$-Lösung kann erst nach Eintreten des Notfalls vorgenommen werden, da eine solche Flutung eine Rückholung der Abfälle unmöglich macht. Hier ist es – auch angesichts der o. g. Ungewissheit in Bezug auf die zur Verfügung stehende Zeit – dringend erforderlich, die Bereitstellung der Lösung und die Vorbereitung der technischen Infrastruktur zur Flutung voranzutreiben. ESK und SSK sehen hier bisher keinerlei Fortschritt.

Empfehlung 13

Als Vorsorge für den Fall, dass ein nicht beherrschbarer Lösungszutritt vor oder während der Rückholung geschieht, sollte zur Minimierung der radiologischen Konsequenzen, die Bereitstellung der $MgCl_2$-Lösung umgehend vorangetrieben und die erforderliche technische Infrastruktur errichtet werden.

Bei der Ableitung von Konsequenzen aus den Ergebnissen der Modellrechnungen sind zwei weitere Gesichtspunkte zu beachten:

1. Wegen der Komplexität der Geometrie des Endlagerbergwerks und der ablaufenden Prozesse sowie des diesbezüglich unvollständigen Kenntnisstandes besteht eine Reihe von Ungewissheiten. Die GRS nennt u. a. Ungewissheiten bzgl. der Stoffinventare, der künftigen Entwicklung des geochemischen Milieus in den Einlagerungskammern, der Gasbildung, der Konvergenz und der Hydraulik im Falle eines Absaufens. Zur Einschätzung der Wirksamkeit der Maßnahmen wurde in den Modellrechnungen eine Reihe von teils pessimistisch-konservativen, teils möglichst realitätsnahen Modellannahmen unterstellt. Damit ergibt sich, dass diese Modellrechnungen eine relative Bewertung der Wirksamkeit der Maßnahmen stützen, sich aber keine belastbaren absoluten Aussagen zur Freisetzung von Radionukliden ableiten lassen. Es ergibt sich weiterhin, dass für belastbarere Aussagen zu den radiologischen Folgen eines nicht beherrschbaren Lösungszutritts eine Reduktion der o.g.

Ungewissheiten und eine entsprechende Modellierung im Deckgebirge unter möglichst realitätsnahen Annahmen erforderlich wären.

2. Als Bewertungsgrößen dienten die Aktivitäten der im Betrachtungszeitraum (modellbezogen) freigesetzten relevanten bzw. charakteristischen Radionuklide. Eine Analyse zu deren Migration im Deckgebirge und in der Biosphäre sowie zu den radiologischen Konsequenzen (also die Berechnung einer jährlichen effektiven Dosis) wurde nicht durchgeführt. Eine solche Vorgehensweise, also die Nutzung systembezogener Verhaltensindikatoren („performance indicators“) zur Beurteilung der relativen Wirksamkeit von Maßnahmen zur Optimierung eines Systems, ist international anerkannter Stand der Technik. Sie ist sinnvoll, weil damit vermieden wird, dass die Aussagen zur Wirksamkeit vom Einfluss weiterer Ungewissheiten (Hydrogeologie und Geochemie des Deckgebirges, Prozesse in der Biosphäre, radiologische Wirkung) überlagert werden. Zu beachten ist aber, dass sich Aussagen zur Wirksamkeit (also zu den o. g. Reduzierungsfaktoren) deshalb nur auf die ins Deckgebirge freigesetzten Radionuklide beziehen. Eine unmittelbare Übertragung auf radiologische Konsequenzen (etwa mittels eines Dreisatzes) ist nicht möglich.

Trotz der beiden vorgenannten Aspekte wird im GRS-Gutachten [15] deutlich, dass die maximale Verbesserung hinsichtlich radiologischer Konsequenzen erst durch das Zusammenwirken aller im Gutachten betrachteten Vorsorge- und Notfallmaßnahmen erzielt werden kann. Die Untersuchungen zur Wirksamkeit einzelner Maßnahmen zeigen u. a., dass sich die geplanten Abdichtungsbauwerke insbesondere dann positiv auswirken, wenn sie in Kombination mit einer Verfüllung der Resthohlräume in den LAW-Einlagerungsbereichen mit Brucitmörtel wirken.

Angesichts der für die Verfüllung und Abdichtung notwendigen Zeiträume einerseits und dem mit zunehmender Betriebszeit der Grube einhergehenden Erhöhung des Risikos eines bergtechnischen Notfalls andererseits, ergibt sich die Notwendigkeit zum unverzüglichen Handeln. Insbesondere sollten – im Einklang mit dem GRS-Gutachten – in Zusammenhang mit der Abdichtung von Einlagerungsbereichen auch die Verfüllung (Kammern und deren Nahbereiche) durchgeführt werden. Beide Maßnahmen sind als Vorsorgemaßnahmen einzustufen.

Empfehlung 14

ESK und SSK empfehlen, die Abdichtung der Einlagerungsbereiche sowie die Verfüllung der Einlagerungskammern und deren Nahbereiche als Vorsorgemaßnahmen einzustufen und umzusetzen.

Die Untersuchungen des GRS-Gutachtens – insbesondere die „what-if“-Betrachtungen – geben erste Hinweise hinsichtlich der unterschiedlichen Wirksamkeit einzelner Maßnahmen in den verschiedenen Bereichen zwischen der 700- und 750-m-Sohle. Die entsprechenden Ergebnisse – und ggf. die weiterer durchzuführender Modellrechnungen – sind in Zusammenhang mit betrieblichen und planerischen Aspekten zu stellen, um so Machbarkeit, verfügbare Ressourcen, zeitlich-planerische Gesichtspunkte einerseits und potenzielle Wirksamkeit andererseits abzuwägen und auf diese Weise zu einem Ablaufplan zur Umsetzung der Maßnahmen zu gelangen (siehe hierzu Empfehlungen 3 - 6).

Diese Planung muss zum einen die notwendigen Schritte zur Rückholung, zum anderen aber auch die sich verändernde Situation hinsichtlich der Nutzbarkeit des Grubengebäudes berücksichtigen: Es besteht grundsätzlich die Gefahr, dass weitere Grubenräume bzw. Strecken bis zur vollständigen Umsetzung der Vorsorge- und Notfallmaßnahmen nicht mehr zugänglich sein werden. So ist z. B. eine weitere Nutzung der Abbaue 3 und 4 auf der 490-m-Sohle bis zum Abschluss der Vorsorgemaßnahmen nicht zu erwarten.

Gleiches gilt für den Füllort auf der 750-m-Sohle. Dies wird maßgeblich durch den weiter anhaltenden Sicherheitsverzehr der Gesamtanlage bestimmt. Je später die Verfüll-/Stabilisierungsarbeiten vorgenommen werden, desto schlechter werden die Randbedingungen für die Umsetzung der Vorsorgemaßnahmen und umso höher ist der Aufwand für die Erhaltung der geplanten Wirksamkeit der Maßnahmen.

Das BfS sollte eine detaillierte Beschreibung der vorgesehenen Notfallmaßnahmen vorlegen und prüfen, ob die geplanten Notfallmaßnahmen nach Eintritt des Notfalls (s. Kapitel 5.2.1) umgesetzt und wirksam werden können. Sofern das nicht gezeigt werden kann, sind diese Maßnahmen bereits als Vorsorgemaßnahmen durchzuführen (siehe hierzu Empfehlungen 3 - 6).

5.7 Einfluss der Faktenerhebung auf die Notfallbereitschaft

Durch die Faktenerhebung sollen die bestehenden Unsicherheiten bzgl. des Zustands der Einlagerungskammern sowie der dort eingelagerten Abfallgebinde im Hinblick auf eine spätere Rückholung verringert werden.

Die Situation der Faktenerhebung stellt sich derzeit wie folgt dar:

- Schritt 1 der Faktenerhebung ist derzeit in Arbeit. Dieser Schritt umfasst mehrere Bohrungen in die Einlagerungskammern. Damit werden temporär Verbindungen zwischen Kammer und übrigem Grubengebäude hergestellt. Zum Abschluss des Schritts 1 ist eine sachgerechte Wiederverschließung der jeweiligen Bohrungen vorgesehen. Durch die technische Ausrüstung bei den Bohrarbeiten (u. a. Preventer) werden auch während der Arbeiten mögliche Folgen einer Verbindung zwischen Kammer und übrigem Grubengebäude technisch beherrscht. Deswegen können die Tätigkeiten des Schrittes 1 durchgeführt werden, ohne dass die Notfallbereitschaft vollständig erreicht ist.
- Im Schritt 2 der Faktenerhebung war ursprünglich die Öffnung einer Einlagerungskammer/von Einlagerungskammern und eine Untersuchung von Gebinden vorgesehen. Das genaue Profil der Tätigkeiten bei Schritt 2 der Faktenerhebung ist derzeit nicht klar. Ausweislich der Diskussionen auf den Workshops des BfS im September 2012 und im November 2012 werden hier wohl Umplanungen erfolgen. Eine Neubewertung der mit Schritt 2 zu erreichenden Ziele ist Bestandteil der Umplanungen. Deshalb lässt sich aus heutiger Sicht nicht klar erkennen, wieweit die Notfallbereitschaft vor Start der Arbeiten am Schritt 2 erreicht sein muss, um allfällige Schäden im Notfall zu minimieren. Eine genauere Beurteilung ist erst nach Neuentwicklung des Detailkonzeptes für Schritt 2 und seiner Vorlage durch das BfS möglich.
- Unter Schritt 3 der Faktenerhebung wurde bisher im Wesentlichen eine Art „Probebergung“ einer Anzahl von Gebinden verstanden. Ausweislich der Diskussionen auf den Workshops des BfS im September 2012 und im November 2012 werden hier wohl Umplanungen erfolgen. Auf den Workshops bestand Übereinstimmung darüber, dass Schritt 3 eher einen heißen Probebetrieb zur Rückholung darstellen muss als eine davon unabhängige technische Manipulation einiger Abfallgebinde mit anschließendem Zurückbringen in die Kammer. Heißer Probebetrieb bedeutet aber, dass die dann entnommenen Gebinde bzw. Gebindereste direkt den weiteren Schritten der im Zuge der Rückholung notwendigen Abfallbehandlung zugeführt werden müssen. Damit ergeben sich mindestens die Teilschritte Entnahme der Gebinde, vorläufige Verpackung in dazu geeigneten Infrastrukturräumen in der Nähe der Kammern auf der 750 m-Sohle, Abtransport durch den neuen Schacht 5, und Lagerung im oberirdischen Pufferlager. Damit ist Schritt 3 der Faktenerhebung in der andiskutierten neuen Form erst möglich, wenn Schacht 5 und die damit verbundenen neuen Infrastrukturräume sowie oberirdisch mindestens das Pufferlager funktionsfähig errichtet sind. Der

dafür mögliche früheste Zeitpunkt – etwa in zehn Jahren – ist auch ein Zeitpunkt, bei dem auf jeden Fall die volle Notfallbereitschaft erreicht sein muss.

ESK und SSK halten es nach wie vor für erforderlich, dass der Schritt 1 der Faktenerhebung so schnell wie möglich weitergeführt wird, da die Ergebnisse z. B. für die Planung der Bergungsvorgänge aber auch für die Planung der Arbeitssicherheit bei den kommenden Schritten einschließlich der Rückholung unbedingt erforderlich sind.

Allerdings dürfen die Arbeiten an der Faktenerhebung nicht dazu führen, dass sich die Implementierung der Vorsorgemaßnahmen und die Herstellung der Notfallbereitschaft verzögern. So sollten die Maßnahmen zur Faktenerhebung dann zurückgestellt werden, wenn durch die Faktenerhebung die Realisierung der aus Sicherheitsgründen priorisierten Vorsorgemaßnahmen behindert wird. Deshalb ist auf jeden Fall in der weiteren Planung für die Faktenerhebung bezüglich aller Schritte aufzuzeigen, welche zeitlichen bzw. kapazitätsmäßigen Wechselwirkungen sich hinsichtlich Vorsorgemaßnahmen und Notfallbereitschaft ergeben.

Auch ist zu zeigen, dass die Wirksamkeit der Notfallmaßnahmen durch die bei Schritt 2 und 3 der Faktenerhebung notwendige Kammeröffnung nicht behindert wird. Der Betreiber sollte die potenziellen radiologischen Konsequenzen für die Fälle beschreiben, dass die Kammeröffnung mit einer (zufälligen oder induzierten) Änderung der Fließwege oder mit einem nicht beherrschbaren Lösungszutritt/Notfall einhergeht. Die Ergebnisse dieser Fallstudien sind bei der Umplanung der Schritte 2 und 3 der Faktenerhebung zu berücksichtigen.

ESK und SSK gehen davon aus, dass im Verlauf der weiteren Entscheidungsprozesse bei der Faktenerhebung immer wieder Vergleiche hinsichtlich der Strahlenbelastung verschiedener Varianten und Untervarianten von technischen Lösungen erforderlich werden. Dies wird sich schon deswegen ergeben, weil alle anstehenden Maßnahmen vor dem Hintergrund erfolgen, dass mögliche und tatsächliche Strahlenbelastungen möglichst vermieden bzw. reduziert werden sollen. Deswegen halten ESK und SSK es für erforderlich, dass ohnehin seitens des BfS entsprechende Rechnungen und Modellierungen zur Strahlenbelastung der Bevölkerung und der Beschäftigten erstellt und kontinuierlich fortgeschrieben werden. Dies muss alle im Raum stehenden Varianten und Optionen sowie möglichen Notfälle (insbesondere den nicht beherrschbaren Lösungszutritt) umfassen.

Empfehlung 15

Zur Frage der Notwendigkeit der Herstellung der Notfallbereitschaft vor Start des Schrittes 2 der Faktenerhebung ist zunächst erforderlich, dass die wohl vorgesehenen Umplanungen zu Ziel, Technik und Ablauf des Schrittes 2 der Faktenerhebung vorgenommen sind. Denn nur damit ist eine klare Basis für die weiteren Überlegungen vorhanden. Der Betreiber sollte dann für die verschiedenen Umsetzungsgrade der Notfallbereitschaft jeweils eine radiologische Bewertung vornehmen. Diese Bewertungen müssen eine Abwägung enthalten, in die eingestellt werden muss, welcher radiologisch begründete Sicherheitsgewinn durch eine schnellere Umsetzung des Schrittes 2 der Kammeröffnung erhalten wird und andererseits, welche radiologischen Nachteile im Falle eines während des Schrittes 2 der Kammeröffnung eintretenden Notfalls sich ergeben würden. Sollte aus der Untersuchung hervorgehen, dass infolge einer Kammeröffnung in Schritt 2 der Faktenerhebung keine wesentlichen radiologischen Belastungen zu erwarten sind, ist aus Sicht der ESK und der SSK die Herstellung der vollständigen Notfallbereitschaft nicht zwingend erforderlich vor Start des Schrittes 2 der Faktenerhebung.

Die Faktenerhebung ist so durchzuführen, dass sie die Realisierung der Vorsorgemaßnahmen nicht verzögert und bei Eintritt des Notfalls nicht zu einer Behinderung bzw. Verzögerung der Notfallmaßnahmen führt. Die Schritte 2 und 3 der Faktenerhebung sollten hinsichtlich ihrer technischen Kompatibilität mit den Vorsorgemaßnahmen und dem Notfallplan überprüft werden. Vor dem Öffnen der Kammern ist zu überprüfen, ob aus radiologischer Sicht eine vollständige Notfallbereitschaft erreicht sein muss.

5.8 Planung und Vorbereitung der Rückholung

Die geplante Rückholung der radioaktiven Abfälle steht in engem Zusammenhang mit den Vorsorge- bzw. Notfallmaßnahmen für die Schachtanlage Asse II. Der schlechte Zustand des derzeitigen Grubengebäudes erfordert die Abteufung des Schachtes 5, um einerseits den Zugang zu den Einlagerungskammern zu gewährleisten, und um andererseits Transportwege für die zu bergenden Abfälle bereit zu stellen.

Die Planung der Rückholung bestimmt die Randbedingungen für das Rückholbergwerk mit Schacht 5 wie auch für die Planung der Infrastruktur sowie von Vorsorge- und Notfallmaßnahmen. Dies gilt nicht nur für den Zeitraum nach Inbetriebnahme des Schachts 5, sondern auch für die Verbesserung der derzeitigen Situation.

In ihrer Stellungnahme vom 02.02.2012 [19] hatte die ESK schon deutlich gemacht, dass für die Aufrechterhaltung eines geordneten Bergwerkbetriebes Infrastrukturbereiche unerlässlich sind, die im Fall der Schachtanlage Asse II nicht mehr oder nur noch in beschränktem Umfang zur Verfügung stehen. Aufgrund der Einschränkungen im vorhandenen Grubengebäude ist es sehr schwierig, die nötigen Vorsorge- und Notfallmaßnahmen neben den Vorbereitungen der Rückholung parallel durchzuführen, wodurch bereits jetzt entsprechende Verzögerungen eingeplant werden müssen (Terminverschiebung für die Herstellung der Notfallbereitschaft vom Jahr 2016 auf das Jahr 2024). Hierdurch werden nicht nur die notwendigen Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der Gebrauchstauglichkeit des Bergwerkes und des derzeitigen Betriebes behindert, sondern auch die Vorbereitungen zur Rückholung deutlich erschwert.

Als mögliche Option zeigt die o. g. Stellungnahme die Schaffung neuer Infrastrukturbereiche in standsicherem Gebirge um den neuen Schacht 5 auf, der für die Umsetzung der Rückholung ausreichend dimensioniert sein muss.

Empfehlung 16

Parallel und unabhängig von der Verbesserung der Situation der Schachtanlage Asse II sind bereits jetzt Vorbereitungen für das Abteufen des Schachtes 5 vorzunehmen sowie der Bedarf an Infrastrukturräumen zu planen.

Weiterhin sind – basierend auf den bisherigen Überlegungen – die Rückholtechniken für die zu erwartenden Abläufe zu planen, zu entwickeln und – soweit möglich – zu erproben. Ebenfalls unabhängig vom Zustand der existierenden Anlage sind die Planungen der oberirdischen Anlagen für die Zwischenlagerung und Konditionierung; deswegen sollten diese zügig vorangetrieben werden.

Bereits jetzt ist eine – später fortzuschreibende – Planung der Rückholung erforderlich, da durch sie die Randbedingungen für das Rückholbergwerk mit Schacht 5 festgelegt werden. Dies schließt die Planung der Infrastruktur sowie von Vorsorge- und Notfallmaßnahmen für den Zeitraum nach Inbetriebnahme des Schachtes 5 ein.

Empfehlung 17

Für die Rückholung sind Schacht 5 abzuteufen, die erforderlichen Infrastrukturräume für die Rückholung aufzufahren sowie der Anschluss zur Schachtanlage Asse II herzustellen, außerdem sind die Rückholtechnologie und die im Bergwerk zu erwartenden Abläufe zu planen, zu entwickeln und zu erproben sowie die erforderlichen oberirdischen Anlagen (Pufferlager, Konditionierungsanlage und Zwischenlager) zu planen und zu schaffen. Diese Maßnahmen sind nicht vom Zustand der existierenden Schachtanlage abhängig und sollten daher parallel zu den Arbeiten in der Schachtanlage Asse II erfolgen.

6 Zusammenstellung der Empfehlungen der ESK und der SSK

Im Nachfolgenden werden die Empfehlungen, die in Kapitel 5 erarbeitet wurden, noch einmal zusammengestellt.

Empfehlung 1

Den Vorsorgemaßnahmen zum Erhalt der Gebrauchstauglichkeit ist eine hohe Priorität einzuräumen. Die ESK und die SSK empfehlen die folgende Priorisierung:

1. Stabilisierungsmaßnahmen zur Wiederherstellung/vorsorglichen Verbesserung der bergbaulichen Sicherheit vor Ort,
2. Stabilisierungsmaßnahmen zur Verbesserung des Gebirgstragvermögens mit Reduzierung der Gebirgsdeformationsraten und der Intensität der weiteren Gebirgsentfestigung bzw. des weiteren Sicherheitsverzehrs und
3. Maßnahmen zur Reduzierung der radiologischen Auswirkungen eines nicht mehr beherrschbaren Lösungszutritts.

Die Umsetzung dieser Maßnahmen sollte soweit technisch möglich parallelisiert werden.

Empfehlung 2

Um die planmäßige Umsetzung der Vorsorge- und Notfallmaßnahmen nicht zu gefährden, empfehlen ESK und SSK daher unverzüglich zu prüfen, an welchen Stellen im vorhandenen Grubengebäude für den Zeitraum bis zur Schaffung dauerhaft nutzbarer Infrastrukturräume, eventuell im Zusammenhang mit der Inbetriebnahme des Schachtes 5, vorübergehend Infrastrukturräume in geeigneten Gebirgspartien aufgefahren und eingerichtet werden können. Seitens des Betreibers sollte mindestens für die nächsten 15 Jahre eine Infrastrukturplanung der für den Betrieb und die Umsetzung der Vorsorgemaßnahmen und Notfallmaßnahmen notwendigen Grubenräume einschließlich ihrer zeitlichen Verfügbarkeit erarbeitet werden.

Empfehlung 3

ESK und SSK empfehlen, für die vom BfS als Vorsorge- und Notfallmaßnahmen eingestuften Maßnahmen detailliertere Planungen vorzulegen, auf deren Basis die für die Durchführung dieser Maßnahmen erforderlichen Zeitdauern belastbar ermittelt sowie die notwendigen personellen, räumlichen, technischen und administrativen Mittel ermittelt und bereitgestellt werden können.

Empfehlung 4

Die ESK und SSK empfehlen, beispielhafte Notfallszenarien zu erstellen, auf deren Basis die dem Notfallplan zugrunde liegenden zur Verfügung stehende Zeiträume für Notfallmaßnahmen sowie die Kriterien für das Auslösen des Notfalls festgelegt werden. Die Betrachtungen sind – soweit sie Maßnahmen an und in den Einlagerungskammern betreffen – für die Kammern spezifisch durchzuführen.

Empfehlung 5

Aus Sicht der ESK und der SSK sollte für jede einzelne Einlagerungskammer untersucht werden, welche Vorteile und welche Nachteile sich durch eine zeitnahe Verfüllung ergeben. In der Analyse muss gegenüber gestellt werden, welcher Sicherheitsgewinn für den Notfall durch eine Verfüllung der betreffenden Kammer erreichbar ist und welcher zusätzliche Aufwand bei der Rückholung aus der betreffenden Kammer entstehen kann. Mit einer solchen Analyse kann eine Basis für die Entscheidung geschaffen werden, bei welchen der Einlagerungskammern zeitnahe Verfüllmaßnahmen im Rahmen der Vorsorge sinnvoll und gerechtfertigt sind.

Empfehlung 6

Für die Variante, nur die Bohrungen zur Verfüllung der Resthohlräume in den Einlagerungskammern bereits vorab zu erstellen, die Verfüllung aber erst im Notfall durchzuführen, ist eine detaillierte Untersuchung der mit dieser Maßnahme verbundenen radiologischen Auswirkungen im bestimmungsgemäßen Betrieb, bei Störfällen sowie bei Eintritt eines nicht beherrschbaren Lösungszutritts erforderlich. Außerdem ist die langfristige Stabilität und Verschließbarkeit vorsorglich angelegter Bohrungen bzw. die Möglichkeit/der Aufwand zur Gewährleistung dieser Stabilität zu untersuchen und daraus zu bewerten, wieweit eine vorsorgliche Herstellung von Bohrungen tatsächlich zur Wirksamkeit der Maßnahme im Notfall führen kann.

Empfehlung 7

ESK und SSK empfehlen, die Notfallplanung zu überarbeiten. Die dazugehörigen Pläne der lokalen Organisation und des verantwortlichen Betreibers BfS sind dabei so zu gestalten, dass das Zusammenwirken von BfS und Asse-GmbH beschrieben und damit geregelt wird. Beide Pläne sollen neben der Beschreibung der Aufbauorganisation einschl. der Aufgaben, Verantwortungen und Weisungslinien Kriterien zur Einberufung der Notfallorganisationen, das Alarmierungsverfahren, die Beschreibung der Maßnahmen und Maßnahmenstrategien und ein Kommunikations- und Informationskonzept enthalten, für die benötigte Ausrüstung und Qualitätssicherung einschließlich Übungen ist zu sorgen. Damit wichtige Informationen und Regelungen den Beteiligten jederzeit aktuell und qualitätsgesichert zur Verfügung stehen, sollte auf das Nutzen von Handakten verzichtet werden.

Empfehlung 8

Als wichtigen Beitrag zur Stärkung der Handlungssicherheit der Verantwortlichen und zur Verbesserung der Nachvollziehbarkeit ihres Vorgehens empfehlen ESK und SSK die Ableitung, Diskussion und Festlegung von Kriterien bzw. Regeln zur Feststellung des nicht beherrschbaren Lösungszutritts in das Grubengebäude der Schachtanlage Asse II. Dabei sind neben den aus dem Salzgewinnungsbergbau vorliegenden Erkenntnissen insbesondere die aktuellen Modellvorstellungen und Kenntnisse über die Entstehung und Entwicklung der Zutrittswege, die Zutrittsrate sowie Lösungsinhalt und -konzentration des Zutritts in der

Südflanke der Asse zu berücksichtigen. Die dazu bestehenden Ungewissheiten sind durch gezielte Untersuchungen zu reduzieren. Verbleibende Ungewissheiten sind bei der Formulierung der Kriterien bzw. Regeln zu berücksichtigen. Die Kriterien sind periodisch im Lichte des Zustandes des Grubengebäudes zu überprüfen und ggf. anzupassen.

Empfehlung 9

Angesichts der Probleme bei Fassung und Bilanzierung der in das Grubengebäude eintretenden Lösungsmengen empfehlen ESK und SSK, alle "hydraulischen Senken" im Bergwerk systematisch zu erfassen und zu überwachen, um auszuschließen, dass sich die Zuflussmenge unerkannt erhöht.

Empfehlung 10

Nach Einschätzung von ESK und SSK sollten die beobachteten volumenmäßigen, hydrochemischen und radionuklidbezogenen Entwicklungen der Zutrittslösungen und die Veränderungen der Kontaminationen Anlass geben für eine verstärkte Überwachung und eine ganzheitliche Bewertung aller vorliegenden Ergebnisse. ESK und SSK werden zu dieser Thematik separat Stellung nehmen. Bereits jetzt empfehlen ESK und SSK:

- Eine verstärkte Überwachung, auch unter Einbeziehung zusätzlicher Probenahmestellen, und ein koordiniertes System der Probenahme für hydrochemische Laugenüberwachung und Radioanalytik. Nur durch Zusammenführung der Laugenüberwachung und der Radioanalytik – auch in Bezug auf die Probenahme – wird es möglich sein, Korrelationen von Befunden, z. B. durch Analyse und Vergleich von Zeitreihen der Messergebnisse, zu erkennen. Probenahme, Probenaufbewahrung und Analytik müssen dem Chemismus der Lösungen angepasst werden. Zumindest die Analyse der Hauptkomponenten der Laugen sollte zeitnah, d. h. innerhalb von wenigen Tagen erfolgen.
- Die Radioanalytik muss über die Notwendigkeiten des praktischen Strahlenschutzes hinaus entwickelt werden, um zu einem Verständnis der Lösungsvorgänge in den Einlagerungskammern zu kommen. Dazu sind für einige Radionuklide auch die Nachweisgrenzen der Analyseverfahren abzusenken oder geeignetere Analyseverfahren zu verwenden.

Empfehlung 11

Zur Reduzierung der bestehenden Kenntnisdefizite und der daraus resultierenden Ungewissheiten sind die in der Vergangenheit wiederholt angekündigten systematischen Untersuchungen aufzunehmen. Auf die Notwendigkeit eingehender geowissenschaftlicher Untersuchungen des Deckgebirges sowie des Zulaufes in der Südflanke des Grubengebäudes zur Ermittlung seiner Genese haben die ESK und die SSK in einer gemeinsamen Stellungnahme bereits hingewiesen [11]. Sie hatten darin u. a. empfohlen, geochemische, hydrochemische, isotopengeochemische und geophysikalische Untersuchungsmethoden zur Erkundung der hydrologischen und hydrogeologischen Eigenschaften des Deckgebirges anzuwenden.

Empfehlung 12

Entwicklungen, die aus administrativen Gründen zu unzureichenden Entsorgungsmöglichkeiten für Laugen führen, sind aus Sicht der ESK und der SSK keine Notfälle. Damit mangelnde Entsorgungsmöglichkeiten für gefasste, freigebbare und kontaminierte Lösungen nicht zur Handlungsunfähigkeit bei der Umsetzung der anstehenden Maßnahmen führen, sind unter Mitwirkung aller verantwortlichen Stellen geeignete

Rahmenbedingungen für deren Entsorgung zu schaffen. Die Handlungsanweisung dazu sollen im Notfallplan nach ABBergV festgehalten werden.

Empfehlung 13

Als Vorsorge für den Fall, dass ein nicht beherrschbarer Lösungszutritt vor oder während der Rückholung geschieht, sollte zur Minimierung der radiologischen Konsequenzen, die Bereitstellung der $MgCl_2$-Lösung umgehend vorangetrieben und die erforderliche technische Infrastruktur errichtet werden.

Empfehlung 14

ESK und SSK empfehlen, die Abdichtung der Einlagerungsbereiche sowie die Verfüllung der Einlagerungskammern und deren Nahbereiche als Vorsorgemaßnahmen einzustufen und umzusetzen.

Empfehlung 15

Zur Frage der Notwendigkeit der Herstellung der Notfallbereitschaft vor Start des Schrittes 2 der Faktenerhebung ist zunächst erforderlich, dass die wohl vorgesehenen Umplanungen zu Ziel, Technik und Ablauf des Schrittes 2 der Faktenerhebung vorgenommen sind. Denn nur damit ist eine klare Basis für die weiteren Überlegungen vorhanden. Der Betreiber sollte dann für die verschiedenen Umsetzungsgrade der Notfallbereitschaft jeweils eine radiologische Bewertung vornehmen. Diese Bewertungen müssen eine Abwägung enthalten, in die eingestellt werden muss, welcher radiologisch begründete Sicherheitsgewinn durch eine schnellere Umsetzung des Schrittes 2 der Kammeröffnung erhalten wird und andererseits, welche radiologischen Nachteile im Falle eines während des Schrittes 2 der Kammeröffnung eintretenden Notfalls sich ergeben würden. Sollte aus der Untersuchung hervorgehen, dass infolge einer Kammeröffnung in Schritt 2 der Faktenerhebung keine wesentlichen radiologischen Belastungen zu erwarten sind, ist aus Sicht der ESK und der SSK die Herstellung der vollständigen Notfallbereitschaft nicht zwingend erforderlich vor Start des Schrittes 2 der Faktenerhebung.

Die Faktenerhebung ist so durchzuführen, dass sie die Realisierung der Vorsorgemaßnahmen nicht verzögert und bei Eintritt des Notfalls nicht zu einer Behinderung bzw. Verzögerung der Notfallmaßnahmen führt. Die Schritte 2 und 3 der Faktenerhebung sollten hinsichtlich ihrer technischen Kompatibilität mit den Vorsorgemaßnahmen und dem Notfallplan überprüft werden. Vor dem Öffnen der Kammern ist zu überprüfen, ob aus radiologischer Sicht eine vollständige Notfallbereitschaft erreicht sein muss.

Empfehlung 16

Parallel und unabhängig von der Verbesserung der Situation der Schachtanlage Asse II sind bereits jetzt Vorbereitungen für das Abteufen des Schachtes 5 vorzunehmen sowie der Bedarf an Infrastrukturräumen zu planen.

Weiterhin sind – basierend auf den bisherigen Überlegungen – die Rückholtechniken für die zu erwartenden Abläufe zu planen, zu entwickeln und – soweit möglich – zu erproben. Ebenfalls unabhängig vom Zustand der existierenden Anlage sind die Planungen der oberirdischen Anlagen für die Zwischenlagerung und Konditionierung; deswegen sollten diese zügig vorangetrieben werden.

Bereits jetzt ist eine – später fortzuschreibende – Planung der Rückholung erforderlich, da durch sie die Randbedingungen für das Rückholbergwerk mit Schacht 5 festgelegt werden. Dies schließt die Planung der

Infrastruktur sowie von Vorsorge- und Notfallmaßnahmen für den Zeitraum nach Inbetriebnahme des Schachtes 5 ein.

Empfehlung 17

Für die Rückholung sind Schacht 5 abzuteufen, die erforderlichen Infrastrukturräume für die Rückholung aufzufahren sowie der Anschluss zur Schachtanlage Asse II herzustellen, außerdem sind die Rückholtechnologie und die im Bergwerk zu erwartenden Abläufe zu planen, zu entwickeln und zu erproben sowie die erforderlichen oberirdischen Anlagen (Pufferlager, Konditionierungsanlage und Zwischenlager) zu planen und zu schaffen. Diese Maßnahmen sind nicht vom Zustand der existierenden Schachtanlage abhängig und sollten daher parallel zu den Arbeiten in der Schachtanlage Asse II erfolgen.

7 Unterlagen

[1] DMT GmbH & Co. KG, /TÜV Nord SysTec GmbH & Co. KG
Beurteilung der Möglichkeit einer Rückholung der LAW-Abfälle aus der Schachtanlage Asse; 25.09.2009.

[2] Gesetz zur Beschleunigung der Rückholung radioaktiver Abfälle und der Stilllegung der Schachtanlage Asse II vom 20.04.2013; Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I Nr. 19, S. 921; ausgegeben zu Bonn am 24.04.2013.

[3] Arcadis Deutschland GmbH
Projekt Schachtanlage Asse II
2. Zwischenbericht zur Fortschreibung der Projektablaufplanung zum Stand 31.03.2013.

[4] Institut für Gebirgsmechanik GmbH
Gebirgsmechanische Zustandsanalyse und Prognose auf der Basis von Standortdaten sowie 3D-Modellrechnungen; Leipzig, 11.03.2009.

[5] Beratungsauftrag des BMU (Az.: RS III 5 – 170005-1/2) vom 24.07.2012 an die Entsorgungs- und die Strahlenschutzkommission, betr.: Notfallplanung für die Schachtanlage Asse II.

[6] Institut für Gebirgsmechanik GmbH
Gebirgsmechanische Gefährdungsanalyse der Abbaue 3 und 4 auf der 490-m-Sohle und des Abbaus 2 auf der 511-m-Sohle; Leipzig, 13.06.2012.

[7] BfS-Schriften, BfS-SCHR-10/93; Salzgitter 1993
Lösungen in marinen Evaporiten
Autorin: von Borstel, L. E.

[8] Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH
GRS-226; Oktober 2007
Salzlösungszuflüsse im Salzbergbau Mitteldeutschlands
Autoren: Herbert, H.-J. & Schwandt, A. (mit Beiträgen von C. Reichelt, E. Dittrich, J. Martin u. H.-D. Gast)

[9] Schmidt, K. H.
Technische Universität Clausthal, Fachgebiet Mineralogie-Geochemie-Salzlagerstätten, Abschlussbericht; Januar 2006
Geochemische Untersuchungen zur Herkunft salinarer Lösungen
Sr- und Pb-Isotope als Tracer in Lösungen der Schachtanlage Asse

[10] GSF-Forschungsbergwerk Asse (2006)
Zusammenstellung und Bewertung der ab 1988 im Grubengebäude der Schachtanlage Asse II aufgetretenen Salzlösungen und Gase.
Bearbeiter: Stockmann, N., Marggraf, G.; Taylor, T.; Teichman, L.; Heydorn, M.; Hensel, G.

[11] Entsorgungskommission (ESK) und Strahlenschutzkommission (SSK)
Gemeinsame Stellungnahme der ESK und der SSK zur Schachtanlage Asse II – Empfehlungen für Untersuchungen; 12.11.2008

[12] Bundesamt für Strahlenschutz
Notfallplanung für das Endlager Asse, Stand: 28.02.2010
Bearbeiter: Ranft, M.; Regenauer, U.; Weiser, A.

[13] Bundesamt für Strahlenschutz
Fachbereich Sicherheit nuklearer Entsorgung
Strategische Optionen im Hinblick auf auslegungsüberschreitende Ereignisse in der Schachtanlage Asse II, Stand: 10.11.2009.

[14] Asse-GmbH
Notfallplan für vorhersehbare Ereignisse (gemäß § 11 Abs. 1 Nr. 6 ABBergV) und und Brandschutzplan über Maßnahmen und Einrichtungen zum Brandschutz (gemäß Anhang 1 Nr. 1.4.5 ABBergV) sowie Rettungspläne (gemäß § 201a ABVO) der Schachtanlage Asse II, Stand 04.11.2011.

[15] Bundesamt für Strahlenschutz
Schachtanlage Asse: Stellungnahme zur Wirksamkeit von Einzelmaßnahmen der Notfallplanung
Autor: Mönig, J.; Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH
GRS -A-3520, 26.04.2010

[16] Helmholtz-Zentrum München für Gesundheit und Umwelt (HMGU)
Projekt Langzeitsicherheit Asse (2008): Strukturmodell und Parameter D6a V12
Schachtanlage Asse, 2008.

[17] BfS-Fachworkshop Asse 20./21.11.2012
Impulsvortrag im Arbeitskreis N AK 6: „Wirksamkeit von Einzelmaßnahmen der Notfallplanung“ von Dr. J. Kindlein (BfS)

[18] BfS-Fachworkshop Asse 20./21.11.2012
Ergebnispräsentation aus dem Arbeitskreis N AK 6: Wirksamkeit der Maßnahmen

[19] Stellungnahme der Entsorgungskommission vom 02.02.2012
Beschleunigungs-/Optimierungsmöglichkeiten in der Schachtanlage Asse II

[20] Asse-GmbH
Notfallplanung
Statusbericht und geplante Umsetzung der Vorsorgemaßnahmen inkl. Ablaufplänen, Stand 22.12.2011

[21] Bundesamt für Strahlenschutz
Alarmhandbuch – für die Alarmorganisation des Bundesamtes für Strahlenschutz
Stand: 10.11.2009.

[22] Klaus, J. (2008)
Evaluation of 87Sr/86Sr, δ18O, δ2H, and Cation Contents as Geochemical Tracers for Provenance and Flow Paths of Saline Solutions in German Zechstein Deposits.- Dissertation ‚Georg-August-Universität Göttingen.

[23] Reinhard, J. (2010)
Evaluation of Geochemical Tools to Determine the Origin and Genesis of Saline Solutions Percolating within Rock Salt and Potash Deposits of the German Zechstein Basin- Kali und Steinsalz, Heft 2/2010, S. 24 - 34.