



Strahlenschutzkommission Entsorgungskommission

Geschäftsstelle der
Strahlenschutzkommission bzw.
Entsorgungskommission
Postfach 12 06 29
D-53048 Bonn

<http://www.ssk.de>
<http://www.entsorgungskommission.de/>

Gemeinsame Stellungnahme der ESK und der SSK zur Schachtanlage Asse II – Empfehlungen für Untersuchungen

Stellungnahme der Strahlenschutzkommission und der
Entsorgungskommission

*Verabschiedet in der 228. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 28. Oktober 2008
Verabschiedet in der 4. Sitzung von der Entsorgungskommission am 06. November 2008*

INHALT

1	Anlass der Beratungen, Hintergrund der Stellungnahme.....	3
2	Beratungsauftrag... ..	3
3	Beratungshergang.....	4
4	Grundlagen für die Stellungnahme	4
5	Generelle Zielsetzung und grundsätzliche Empfehlungen	5
6	Untersuchungen zu geowissenschaftlichen Sachverhalten in Gruben- gebäude und Deckgebirge	7
6.1	Kenntnisse zum Zustand des Bergwerks hinsichtlich vorhandener Auf- lockerungszonen einschließlich Beobachtung der Weiterentwicklung	7
6.2	Kenntnis über Wegsamkeiten zwischen aufgefahrenen Strecken	9
6.3	Ermittlung der Position des Deckgebirgszulaufs.....	10
6.4	Klären der Genese des Zulaufs in die Südflanke und Unterscheidung von Asse-internen und aus dem Deckgebirge stammenden Lösungen.....	11
6.5	Klärung der relevanten hydrogeologischen Sachverhalte im angrenzenden Deckgebirge.....	11
6.6	Kenntnis über Herkunft und Wege der Lösungen im Grubengebäude ein- schließlich der darin gefundenen radioaktiven und chemischen Stoffe	13
6.7	Kenntnis über Verteilung von feuchten Zonen im Gebirge	14
7	Untersuchungen zu radiologischen Sachverhalten	14
7.1	Messungen und Untersuchungen zum betrieblichen Strahlenschutz	14
7.2	Messungen und Untersuchungen zum Strahlenschutz in der Umgebung ...	16
7.3	Messungen und Untersuchungen zur Freigabe von Lösungen aus dem Bergwerk	18
8	Zusammenfassung	19
9	Verzeichnis der verwendeten Unterlagen.....	22

1 Anlass der Beratungen, Hintergrund der Stellungnahme

In der Schachtanlage Asse II wurden von 1909 bis 1963 Steinsalz und Kalisalze gewonnen. Seit 1965 ist die Schachtanlage in Besitz der Gesellschaft für Umwelt und Gesundheit (GSF) – heute Helmholtz Zentrum München für Gesundheit und Umwelt (HMGU). Im Rahmen von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Endlagerung radioaktiver Abfälle in Salzformationen wurden von 1967 bis 1978 schwach- und mittleradioaktive Abfälle mit einer Gesamtaktivität von $7,8 \cdot 10^{15}$ Bq eingelagert. Seit 1988 werden Lösungszuflüsse von derzeit ca. 12 m^3 pro Tag beobachtet. Im Zeitraum von 1995 bis 2004 erfolgte daraufhin die Verfüllung nahezu aller Abbaukammern im Baufeld der Südflanke.

Bisher wurde für die Schachtanlage Asse II die Stilllegung im Rahmen eines bergrechtlichen Planfeststellungsverfahrens angestrebt. Der für die Stilllegung der Schachtanlage Asse II erforderliche Abschlussbetriebsplan wurde am 29.01.2007 durch das Helmholtz Zentrum München bei der zuständigen Genehmigungsbehörde - dem Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe in Hannover (LBEG) - eingereicht.

Um einem nicht beherrschbaren Lösungszutritt und der Freisetzung von Radionukliden vorzubeugen, haben sich das Niedersächsische Umweltministerium (NMU), das für das Forschungsbergwerk Asse zuständige Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) im November 2007 darauf verständigt, Gefahrenpräventionsmaßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit durchzuführen.

Am 13.06.2008 wurde öffentlich bekannt, dass auf der Schachtanlage Asse II mit Cs-137-kontaminierten Salzlösungen umgegangen wird, die die Freigrenzen nach Strahlenschutzverordnung überschreiten. Das NMU hat am 02.09.2008 einen Statusbericht [9] zur Aufklärung des Sachverhaltes vorgelegt.

Am 04.09.2008 haben sich BMBF, BMU und NMU darauf verständigt, dass die Schachtanlage Asse künftig verfahrensrechtlich wie ein Endlager zu behandeln ist und einen Betreiberwechsel auf das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) festgelegt. Der Wechsel wird voraussichtlich Anfang 2009 erfolgen.

Für die in Zukunft zu treffenden Entscheidungen über die Schließungsmaßnahmen ist ein umfassendes Verständnis der Situation in der Asse erforderlich.

2 Beratungsauftrag

Das BMU informierte die Entsorgungskommission (ESK) in ihrer ersten Sitzung am 30.06.2008 und die Strahlenschutzkommission (SSK) in ihrer 224. Sitzung am 03.07.2008 über kontaminierte Lösungen in der Schachtanlage Asse II. Das BMU bat um möglichst zeitnahe, unterstützende Beratung und konkretisierte seinen Beratungsbedarf im Schreiben RS III 3 - 17005/0 vom 04.07.2008 [1] mit folgenden Fragen:

1. Sind die Angaben des Helmholtz Zentrums München für Gesundheit und Umwelt (HMGU)

- zum radioaktiven Inventar – inklusive Angaben zu Unsicherheiten,
- zum radiologischen Messprogramm innerhalb und außerhalb der Schachtanlage und
- zu den möglichen Ursachen der aufgetretenen Kontaminationen

vollständig und nachvollziehbar?

2. Sind ergänzende Messungen zu Kontaminationen im Grubengebäude erforderlich, um Ausmaß und Herkunft von Kontaminationen sowie daraus resultierende Strahlenexpositionen für das Personal und die Bevölkerung abschätzen zu können?

3 Beratungshergang

ESK und SSK richteten eine gemeinsame Ad-hoc-Arbeitsgruppe ein, die sich in ihren Sitzungen am 07./08.07.2008 (mit Befahrung der Schachtanlage Asse II), 25.08.2008 und 26.09.2008 mit der Kontaminationsthematik befasste. Die Ergebnisse zur 1. Frage des Beratungsauftrags wurden von der ESK in ihrer 3. Sitzung am 17.09.2008 und von der SSK in ihrer 227. Sitzung am 25./26.09.2008 in Form einer gemeinsamen Stellungnahme verabschiedet [2].

Die vorliegende Stellungnahme befasst sich mit der zweiten Frage des Beratungsauftrages. Dabei gehen ESK und SSK auf Grund der aktuellen Entwicklung hinsichtlich der Schachtanlage Asse II davon aus, dass die in Kapitel 6 und 7 vorgeschlagenen Untersuchungen für das Gesamtverständnis der Situation in der Asse erforderlich sind. Nur mit dem Gesamtverständnis sind die Strahlenexpositionen für Personal und Bevölkerung abschätzbar und gezielt reduzierbar.

Parallel zur Bearbeitung der ersten Frage des Beratungsauftrages [1] stellte die Ad-hoc-Arbeitsgruppe auf ihren Sitzungen die Grundlagen für die Beantwortung der zweiten Frage zusammen. Vorläufige Ergebnisse wurden in der 3. ESK-Sitzung am 17.09.2008 und der 1. Sitzung des Ausschusses „Endlagerung“ am 18.09.2008 vorgestellt und diskutiert. Die Diskussionsergebnisse flossen in die Erarbeitung von Teilresultaten ein, die in der Sitzung der Ad-hoc-Arbeitsgruppe am 26.09.2008 zu einem Stellungnahme-Entwurf zusammengefügt wurden.

Die vorliegende Stellungnahme wurde von der SSK in ihrer 228. Sitzung am 28.10.2008 und von der ESK in ihrer 4. Sitzung am 06.11.2008 verabschiedet. Letzte Änderungen wurden von der SSK im Rahmen der Billigung in ihrer 229. Sitzung am 12.11.2008 vorgenommen.

4 Grundlagen für die Stellungnahme

Die vorliegende Stellungnahme beruht auf den in Kapitel 9 aufgeführten Unterlagen und ergänzenden Erläuterungen des Betreibers bei Vor-Ort-Terminen der Ad-hoc-Arbeitsgruppe zu den Verhältnissen in der Asse sowie zu Messungen und Untersuchungen. Die Bewertung dieser Informationen erfolgt auf Basis allgemeiner Kenntnisse des geologischen, gebirgs-

mechanischen und hydraulischen Zustands des Gebirges. Für die Beurteilung des radiologischen Messprogramms wurden die Anforderungen der Strahlenschutzverordnung [3] sowie der REI [4] als Maßstäbe benutzt. Bei der Erarbeitung der Vorschläge für notwendige, zukünftige Untersuchungen wurden bisherige Messprogramme nicht systematisch berücksichtigt. Eine Evaluierung der bisherigen Mess- und Untersuchungsprogramme wird mit dieser Stellungnahme nicht vorgenommen.

5 Generelle Zielsetzung und grundsätzliche Empfehlungen

Ausgehend von der 2. Frage des BMU-Beratungsauftrags nach ergänzenden Messungen, die erforderlich sind, um Ausmaß und Herkunft von Kontaminationen im Grubengebäude sowie daraus resultierende Strahlenexpositionen für das Personal und die Bevölkerung abschätzen zu können, stellen ESK und SSK in der vorliegenden Stellungnahme Rahmenbedingungen und Anforderungen für Untersuchungen und Messungen zusammen. Diese Untersuchungen und Messungen beziehen sich auf die Erhebung geowissenschaftlicher Sachverhalte zu Grubengebäude und Deckgebirge (Kapitel 6) und radiologischer Sachverhalte (Kapitel 7). Zu den geowissenschaftlichen Sachverhalten gehören insbesondere die Stabilität des Grubengebäudes, Herkunft und Ausmaß der Lösungszuflüsse sowie Hydrologie und Wegsamkeiten in der Asse. Zu den radiologischen Sachverhalten gehören die Art und Weise der Schadstoff-freisetzung aus den Inventaren, ihre Ausbreitung im Grubengebäude und gegebenenfalls ihre Ableitung und Freisetzung in die Umwelt. Dabei wird auch die Frage berücksichtigt, welche Messungen und Erhebungen im Hinblick auf die Ableitung von Schlussfolgerungen zum weiteren Vorgehen in der Schachthanlage Asse von Bedeutung sind.

Vor diesem Hintergrund und angesichts des Zeitdrucks sind die in Kapitel 6 vorgeschlagenen geowissenschaftlichen Untersuchungen auf folgende übergeordnete Ziele bzw. zugehörige Teilziele ausgerichtet:

- Verstehen der Situation im Bergwerk und in seiner engeren Umgebung hinsichtlich der Stabilität des Grubengebäudes und des Eindringens von Lösungen in das Grubengebäude sowie hinsichtlich Wegsamkeiten im Grubengebäude
 - Kenntnisse zum Zustand des Bergwerkes hinsichtlich vorhandener Auflockerungszonen (Kapitel 6.1),
 - Kenntnis über Wegsamkeiten zwischen aufgefahrenen Strecken (Kapitel 6.2),
 - Ermittlung der Position des Deckgebirgszulaufs (Kapitel 6.3),
 - Klären der Genese des Zulaufs in die Südflanke und Unterscheidung von Asse-internen und aus dem Deckgebirge stammenden Lösungen (Kapitel 6.4),
 - Klärung der relevanten hydrogeologischen Sachverhalte im angrenzenden Deckgebirge (Kapitel 6.5),
 - Kenntnis über Herkunft und Wege der Lösungen im Grubengebäude einschließlich der darin gefundenen radioaktiven und chemischen Stoffe (Kapitel 6.6) und
 - Kenntnis über Verteilung von feuchten Zonen im Gebirge (Kapitel 6.7).

Die in Kapitel 7 vorgeschlagenen radiologischen Untersuchungen bzw. Messungen beziehen sich auf die Ziele

- Erfassen der Situation hinsichtlich des betrieblichen Strahlenschutzes für die Beschäftigten (Kapitel 7.1),
- Erfassen der Situation hinsichtlich des Strahlenschutzes in der Umgebung (Kapitel 7.2) und
- Erfassen der Situation hinsichtlich Freigabe von Materialien (Lösungen) aus dem Bergwerk (Kapitel 7.3).

Die Erarbeitung der Stellungnahme erfolgte mit Blick auf das insgesamt notwendige Untersuchungsprogramm. Die Stellungnahme identifiziert die für das Erreichen der genannten Ziele wesentlichen Grundlagen. Dabei wird nicht im Einzelnen darauf eingegangen, ob Teile der vorgeschlagenen Untersuchungen bereits im bestehenden Programm enthalten sind.

Die Stellungnahme betrifft sowohl grundsätzliche Gesichtspunkte der Vorgehensweise und der Dokumentation als auch konkrete Messungen und Erhebungen. Die Benennung von Prioritäten orientiert sich an der Fragestellung, welche Messungen, Erhebungen und Maßnahmen zum Erreichen dieser Ziele besonders dringlich bzw. besonders effektiv erscheinen.

Für das Erreichen des notwendigen Systemverständnisses muss aus Sicht von ESK und SSK ein umfassender Plan der Untersuchungen erstellt und umgesetzt werden. Die allgemein anerkannten Regeln der Probenahme und Messtechnik sind anzuwenden. Die Ergebnisse der einzelnen Untersuchungen sollten systematisch zusammengefasst, qualitätsgesichert und nachvollziehbar dokumentiert werden (z. B. in Jahresberichten, Datenbanken). Sie sollten in eine das Gesamtsystem umfassende Bewertung einfließen, aus der das weitere Vorgehen abgeleitet werden kann.

Aus Sicht von ESK und SSK sollten die derzeitigen Messprogramme zunächst an den aktuellen Fragestellungen und dem daraus resultierenden Informationsbedarf gespiegelt, gegebenenfalls optimiert und durch weitere Messungen ergänzt werden. Grundsätzlich sollten zur Erstellung eines Messprogramms zunächst Zweck und Ziele des Programms definiert werden; der Informationsbedarf muss hinreichend spezifiziert sein.

Auf jeden Fall sollten die Messungen im Grubengebäude und im Deckgebirge Auskunft über die Situation im Bergwerk hinsichtlich vorhandener Auflockerungszonen und ihrer potentiellen Auswirkungen auf die Stabilität des Grubengebäudes sowie über Ort und Ausmaß der in das Grubengebäude eindringenden Lösungen geben. Die Auswertung der Messungen sollte auch Rückschlüsse auf mögliche Wegsamkeiten für Lösungen im Grubengebäude ermöglichen.

Die Ergebnisse des radiologischen Messprogramms sollten eine Grundlage für die zielgerichtete Ausrichtung der Maßnahmen für den betrieblichen Strahlenschutz des Personals und für den Strahlenschutz in der Umgebung sowie für Entscheidungen über die Freigabe von Lösungen aus dem Bergwerk bilden.

Des Weiteren sollten die Ergebnisse des Messprogramms für die Ableitung von Schlussfolgerungen zum weiteren Vorgehen und für den davon ausgehend zu erstellenden Langzeitsicherheitsnachweis genutzt werden können.

Die Ausführungen zu den in Kapiteln 6 und 7 vorgeschlagenen Messungen und Untersuchungen weichen im Detaillierungsgrad und in der Informationstiefe voneinander ab. Dies ist auf die je nach Fragestellung unterschiedliche Aussagekraft der vorliegenden Unterlagen und Informationen zurückzuführen.

6 Untersuchungen zu geowissenschaftlichen Sachverhalten in Grubengebäude und Deckgebirge

6.1 Kenntnisse zum Zustand des Bergwerks hinsichtlich vorhandener Auflockerungszonen einschließlich Beobachtung der Weiterentwicklung

Grundsätzlich ist zwischen einem Grubengebäude im Salzgebirge und den wasserführenden Deckgebirgsschichten eine aus impermeablen Salzgesteinen (z. B. Steinsalz, aber auch massiger Anhydrit ohne wasserwegsameres Trennflächengefüge) bestehende salinare Schutzschicht hinreichender Mächtigkeit vorzusehen, die die Abdichtung der Grubenbaue gegen anstehende Grundwässer gewährleistet. Diese salinare Schutzschicht kann auch ergänzt sein durch nicht bis sehr gering permeable Tonschichten. Die erforderliche Mächtigkeit dieser abdichtenden Schutzschicht(en) ist bergbaubehördlich vorgegeben (sog. Wasserwarnlinie). Sie wird generisch empirisch festgelegt oder standortbezogen durch gebirgsmechanische Berechnungen ermittelt.

Im Fall der Grubenbaue auf der Asse-Südflanke ist diese Schutzschicht geometrisch per se und insbesondere in Verbindung mit der mechanischen Konfiguration des bestehenden und gegen Lösungszutritte zu schützenden Grubengebäudes der Südflanke zumindest teilweise in einer unzureichenden Mächtigkeit vorhanden. Hier haben im Lauf der Jahrzehnte kriechbedingte und entfestigungsbegleitete Deformationen der das hangende Flankengebirge tragenden Stützpfeiler auch zu einer rissbehafteten Deformation und damit zu dilatanten Entfestigungen nicht nur nichtsalinarer, sondern auch salinarer, eigentlich abdichtend wirkender Gebirgsformationen geführt. Als Folge davon dringen auf diesen sekundären Wegsamkeiten Salzlösungen aus dem Deckgebirge in die Grubenbaue ein. Die Ausbildung der Wegsamkeiten dürfte dabei aus dem Tragverhalten der bergbaulichen Konstruktion resultieren. Nicht auszuschließen ist auch, dass, begünstigt durch das sekundäre Spannungsfeld mit lokal/zonal unter das Fluidruckniveau abgesenkten Minimalspannungen, eine fluiddruckinduzierte Infiltration von Salzlösungen durch die Salinarschutzschicht erfolgt bzw. erfolgen könnte. Da sich sowohl der Gebirgsspannungs- wie auch der Gebirgs-Deformationszustand im Lauf der Zeit verändern, sind auch Veränderungen der Zutritts-Wegsamkeiten im Lauf der Zeit wahrscheinlich. Es kommt hinzu, dass

- die Spannungsänderungen und die dilatanten Deformationen sich mit zunehmender Entfestigung der Tragelemente im Grubengebäude weiter in das hangende Deckgebirge ausdehnen, sodass durch weitere Öffnung und Neubildung von Wegsamkeiten derzeit noch den Lösungszutritt begrenzende Gebirgsstrukturen zukünftig diese für die zukünftigen Maßnahmen zentrale hydraulische Eigenschaft zunehmend verlieren könnten und
- die dilatanten Deformationen im nichtsalinaren Deckgebirge sich in sogenannten Scherzonen konzentrieren, die dann bei entsprechend herabgesetzter Scherfestigkeit (auch begünstigt durch sich entwickelnde Porenwasserdrücke in diesen Zonen) versagen und zu einer weiteren Belastung der schon geschwächten Tragelemente im Grubengebäude der Südflanke führten könnten. Dieser Versagensprozess könnte auch diskontinuierlich ver-

laufen.

Zur Stabilisierung des Tragwerkes Südflanke sind die Grubenbaue mit Salzgrus versetzt worden. Das dazu eingesetzte Blasversatzverfahren hat allerdings zu einem anfänglich noch relativ weichen und daher auch wenig stützenden Versatz geführt, der über eine gewisse Konturstützfunktion hinaus seine eigentliche Wirksamkeit mit Stützdruckaufbau und Deformationsratenreduzierung erst nach einer größeren Reduzierung seines Porenraums und damit eines entsprechenden Kompaktionsprozesses erreicht. Dieser Kompaktionsprozess ist allerdings noch mit erheblichen weiteren Gebirgsdeformationen verbunden.

Zur qualitativen und quantitativen Charakterisierung der geomechanisch/geohydraulischen Situation im Grubengebäude der Südflanke und des hangenden Deckgebirges sind daher

- (1) die Kenntnis der Lage der Auflockerungszonen mit ihrer räumlich-zeitlichen Entwicklung (progressiv, regressiv) und
- (2) die Kenntnis der Wirksamkeit der Versatzmaßnahmen

von zentraler Bedeutung.

Diese Kenntnisse sind insbesondere erforderlich für die Formulierung von Aussagen hinsichtlich der derzeit verbleibenden Resttragfähigkeit (Reststabilität) und ihrer voraussichtlichen zeitlichen Entwicklung (z. B. Restabilisierung oder Intensivierung der Destabilisierung).

Damit wird deutlich, dass die geomechanische Situation mit Sekundärspannungsfeld und Auflockerungs-/Entfestigungszonen dominant nicht nur die bergbauliche Sicherheit, sondern auch die hydraulischen Zustände beeinflusst.

In Verbindung mit geomechanischen Berechnungen zum grundlegenden Verständnis des komplexen derzeitigen Tragverhaltens und zu seiner prognostischen Fortschreibung sind aussagefähige und den Entwicklungsprozess begleitende bzw. überwachende geotechnische Messungen mit Erfassung/Beobachtung der Ist-Situation und ihrer Weiterentwicklung von zentraler Bedeutung; sie sind notwendig sowohl zur Charakterisierung des Sicherheits- bzw. Entfestigungsniveaus insbesondere in den tragenden/versagenden Tragwerksbereichen als auch für die Qualitätssicherung der Tragwerksanalyse (Validierung bzw. on site confirmation) und die Identifizierung der Versagensmechanismen und -bereiche. Methodische Grundlage für diese Vorgehensweise ist die Beobachtungsmethode entsprechend DIN 1054: 2005-01.

Ziel eines aktualisierten Mess- und Beobachtungsprogramms muss es sein, Mess- und Beobachtungsdaten zur Verfügung zu stellen

- (1) zur Überwachung der Standfestigkeit des Grubengebäudes und seiner Tragelemente (Charakterisierung des zeitbezogenen Sicherheitsverzehrs im Restfestigkeitsbereich bei derzeit schon als latent bruchgefährdet einzuschätzender Tragwerkssituation), um die räumlich-zeitliche Entwicklung der Auflockerungszonen und der Tragelement- sowie Deckgebirgsbewegungen erfassen zu können,
- (2) zur Etablierung eines Vorwarnsystems im Hinblick auf die rechtzeitige Identifizierung eines nicht ausschließbaren Übergangs von dem derzeit eher monoton degressiv ver-

- laufenden Tragfähigkeitsverlust in einen zukünftig akzeleriert, aber möglicherweise auch bis spontan und großräumig bruchhaft verlaufenden kollapsartigen Versagensprozess,
- (3) zur Überwachung der derzeitigen und zukünftigen Zuflusssituation unter Einbeziehung der Möglichkeit von auch im Lauf der Zeit veränderlichen Zutrittsstellen und Fließwegen sowie zur Detektion von derzeit nicht vollständig erfassten Lösungszutrittsstellen und Lösungsmengen,
 - (4) zur Festlegung und dann auch Überwachung von speziell auszuweisenden Gefährdungszonen im Grubengebäude mit unterschiedlichen Sicherheits- bzw. Gefährdungsniveaus in Bezug auf die Ausführung bergbaulicher Tätigkeiten sowie schließlich
 - (5) zur Qualitätssicherung der Berechnungsmodelle mit Verbesserung der Prognose-sicherheit.

In einem ersten Schritt sind daher die vorhandenen Kenntnisse aus geotechnischen Messungen (z. B. Deformationsmessungen, mikroakustische Messungen, Gebirgsspannungsmessungen, Permeabilitätsmessungen) zusammenzutragen und zielgerichtet auszuwerten und die Messorte mit interpretierten/bewerteten Messdaten im Risswerk darzustellen. Hieraus sind potentielle Versagensbereiche und Schutzschicht-Schwachstellen zu identifizieren. Vorhandene technisch bedingte Schwächungen der Schutzschicht sind in diese Analyse einzu-beziehen (z. B. Blindschächte).

In einem zweiten Schritt sind die generalisierten Befunde aus diesen Messdaten zur gegenwärtigen Tragwerkssituation soweit möglich durch Befahrungen vor Ort zu überprüfen im Hinblick auf die Aussagekraft der Messeinrichtungen als Indikatoren zur Charakterisierung der geomechanisch-hydraulischen Situation.

In einem dritten Schritt schließlich ist das vorhandene Messprogramm vor dem Hintergrund der gebirgsmechanischen Analyse auf Aussagekraft und Sinnhaftigkeit sowie Ergänzungsbedürftigkeit zu evaluieren. Denkbar wären neben einer Präzisierung und Systematisierung des Messprogramms unter Tage, die aber wegen nur begrenzter Zugangsmöglichkeiten gerade der geomechanisch/geohydraulisch relevanten Grubenbaue schnell an Machbarkeitsgrenzen stoßen dürften, Übertagebohrungen mit messtechnischer Instrumentierung (z. Beobachtung von Deformationen im Deckgebirge, von Tiefengrundwasserständen, Grundwasserdrücken sowie seismischen Emissionen) und eine Ausdehnung der seismoakustischen Überwachung aus dem Grubennahbereich bis in das weiter entfernte Deckgebirge.

6.2 Kenntnis über Wegsamkeiten zwischen aufgefahrenen Strecken

Die Bewertungen zu Kontaminationen in der Sohle der 2. südlichen Richtstrecke vor den Kammern 4 und 8 der 750-m-Sohle haben ergeben [2], dass die Radionuklide mit großer Wahrscheinlichkeit zumindest überwiegend aus den genannten Einlagerungskammern stammen. Vor diesem Hintergrund sowie unter Berücksichtigung der Tatsache, dass auf der 750-m-Sohle bereits Lösungen aufgefangen werden, die genetisch dem Deckgebirgszufluss der Südflanke zuzuordnen sind, ist die Kenntnis möglicher Wegsamkeiten für Lösungen im Grubengebäude für alle weiteren Betrachtungen hinsichtlich einer möglichen Strahlenexposition des Betriebspersonals aus kontaminierten Lösungen, aber auch für die Bewertung der Langzeitsicherheit in Abhängigkeit vom jeweiligen Stilllegungskonzept, von Bedeutung.

Für die Einlagerungskammern enthält Anlage 11.2 der Unterlage [10] eine Zusammenstellung der Wegsamkeiten. Für die übrigen Bereiche der 750-m-Sohle sowie für die anderen Sohlen sollten in einem ersten Schritt alle Bohrungen, Rolllöcher, Rampen und Strecken sowie sonstige Verbindungswege zwischen den Sohlen von der Markscheiderei aus dem Risswerk zusammengestellt werden. Die Vollständigkeit der Angaben ist durch folgende Maßnahmen zu überprüfen:

- Abgleich der aus dem Risswerk entnommenen Informationen mit Angaben aus anderen Quellen (z. B. Befahrungsberichte, Forschungsberichte).
- Befahrung der noch zugänglichen Bereiche, wenn erforderlich.

Im Weiteren müssen unter Berücksichtigung des jeweils betrachteten Verschlusskonzeptes diejenigen Grubenbereiche identifiziert werden, über die Deckgebirgslösungen in die Einlagerungskammern eingetragen werden können. Für diese Bereiche müssen die zusammengestellten Verbindungswege einer Bewertung ihrer hydraulischen Wirksamkeit unterzogen werden. Sofern mögliche Austragspfade für kontaminierte Lösungen nicht mit den Eintragspfaden identisch sind, ist auch für diese Wegsamkeiten die hydraulische Wirksamkeit zu bewerten.

6.3 Ermittlung der Position des Deckgebirgsezulaufs

Eine verbesserte Kenntnis von Position und Ausbildung des Zutrittsortes der aus dem Deckgebirge zutretenden Lösung ist eine Voraussetzung für belastbare Aussagen zum angeschlossenen Grundwasserreservoir im Deckgebirge und die mögliche zukünftige Entwicklung der Zutrittsraten. Letztere wiederum haben erheblichen Einfluss auf die Stabilität des Grubengebäudes, und zwar insbesondere (aber nicht nur) dann, wenn die zutretende Lösungsmenge drastisch zunimmt bzw. sogar unbeherrschbar wird.

Bohrungen und andere gebirgsverletzende Erkundungsverfahren zur weiteren Erkundung des Zutrittsortes von unter Tage aus müssten wahrscheinlich die Grenzfläche zwischen Salzgesteinskörper und Deckgebirge im kritischen Bereich durchstoßen und wären daher mit dem Risiko der unbeherrschbaren Zunahme des Zutritts verbunden. Zur Lokalisierung des Zutrittsortes kommen daher vor allem verletzungsfreie, insbesondere geophysikalische Verfahren in Frage. Verschiedene geophysikalische Verfahren sind in Asse II bereits getestet bzw. systematisch angewendet worden. Eine verfahrensübergreifende systematische Auswertung der Ergebnisse mit Blick auf die Lokalisierung des Zutrittsortes liegt aber offenbar nicht vor. Eine solche Auswertung muss Voraussetzung für die Konzipierung weiterer Untersuchungen sein.

Bei verschiedenen geophysikalischen Erkundungsverfahren haben sich in den letzten Jahren erhebliche Verbesserungen hinsichtlich Einsetzbarkeit und Aussagekraft der Ergebnisse ergeben. Es ist daher zu prüfen, welche Verfahren zur gezielten Beantwortung der angesprochenen Fragen eingesetzt werden können (in Frage kommt z. B. Georadar), und es ist ein entsprechendes geophysikalisches Untersuchungsprogramm zu entwickeln und umzusetzen.

6.4 Klären der Genese des Zulaufes in die Südflanke und Unterscheidung von Asse-internen und aus dem Deckgebirge stammenden Lösungen

Zur abschließenden Klärung der Genese des Zulaufes von Deckgebirgslösung in das Grubengebäude Asse II bzw. zur Unterscheidung von aus dem Deckgebirge bzw. aus dem Grubengebäude selbst stammenden Lösungen sind (vor allem) geochemische Analysen auf die relevanten Haupt-, Neben- und Spurenelemente sowie auf aussagekräftige Einzelparameter durchzuführen. Entsprechendes gilt für die Unterscheidung von nicht kontaminierten und kontaminierten Lösungen innerhalb des Grubengebäudes. Es ist ein Programm zur systematischen und gegebenenfalls regelmäßigen hydrochemischen Untersuchung der Lösungen zu entwickeln.

Die analytischen Verfahren und ihre Nachweisgrenzen sowie die zu untersuchenden Einzelparameter sind der Fragestellung anzupassen. Die allgemeinen Grundsätze der Probenahme sind anzuwenden. Insbesondere sind bestehende Probenahmestellen so herzurichten bzw. neue so einzurichten und die Probenahme selbst so durchzuführen, dass die Beeinflussung der gewonnenen Lösungsproben durch Grubenluft und Kontakt zu störenden Materialien verhindert oder zumindest minimiert wird. Proben der Deckgebirgslösung sind am bzw. in unmittelbarer Nähe zum primären Zutrittsort zu gewinnen.

Voraussetzung für die abschließende Klärung der Herkunft der in der Asse-Südflanke in das Grubengebäude eintretenden Lösung ist die Unterscheidung von Stoff- bzw. Nuklidkonzentrationen und -zusammensetzungen in Lösungen bzw. dem Grundwasser außerhalb der Asse, von Asse-spezifischen unkontaminierten bzw. durch die Abfalleinlagerung beeinflussten Konzentrationen und Zusammensetzungen. Für die Charakterisierung von Lösungen aus dem Deckgebirge ist die Aussagekraft radioaktiver und stabiler Isotope (z. B. H-2, H-3, C-14, O-18, S-34) als Indikatoren zu prüfen. Insbesondere kommen für die Klärung der Herkunft solche Parameter in Frage, die eine formationsspezifische Prägung des Grundwassers (der zutretenden Lösung) bzw. Verweilzeiten im Grundwasser oder bestimmte genetische Bedingungen anzeigen (können). Aussagen zur Herkunftsformation (Röt) sind im Fall Asse II insbesondere über das Isotop S-34 zu erwarten.

Die Ergebnisse aus den hydrochemischen und isotonenphysikalischen Untersuchungen im Grubengebäude sind mit entsprechenden Ergebnissen für das Grundwasser im unmittelbar benachbarten Deckgebirge der Südflanke zu vergleichen. Diese geben die Referenzzusammensetzung des Grundwassers an, welches als Zutrittslösung im Bergwerk gefunden wird.

6.5 Klärung der relevanten hydrogeologischen Sachverhalte im angrenzenden Deckgebirge

Zu den Wegen im Deckgebirge, auf denen die ins Bergwerk eintretende Lösung an den Eintrittsort gelangt, bestehen derzeit aus Mangel an konkreten Untersuchungen lediglich Modellvorstellungen. Das "Grundwasserdargebot" für den Lösungszutritt kann daher nur unzureichend abgeschätzt werden und belastbare Aussagen zur potentiellen mengenmäßigen und hydrochemischen Entwicklung des Lösungszutritts sind nicht möglich. Ersatzweise wird daher bei Sicherheitsbetrachtungen von der Möglichkeit einer unbeherrschbaren Zunahme der

Zutrittsmenge und kritischer hydrochemischer Veränderung in absehbarer Zeit ausgegangen. Unter Berücksichtigung bereits verfügbarer Informationen und unter Beachtung des mit Untersuchungen im Grenzbereich zwischen Salzgesteinskörper und Deckgebirge verbundenen Risikos, sind Untersuchungen zu konzipieren, deren Ergebnisse dazu beitragen, die bestehenden Interpretationsspielräume einzuengen und die Basis für die Planung weiterer Maßnahmen zu verbessern. Hierfür kommen insbesondere in Frage:

- Gezielte tiefe Bohrungen in das Deckgebirge der Südwestflanke der Asse, um den Kenntnisstand hinsichtlich des Aufbaus und des strukturellen und mechanischen Zustands des Deckgebirges in der grubennahen Südflanke der Asse-Struktur sowie zu Grundwasserhydraulik und -chemismus zu verbessern. Hauptuntersuchungsobjekte sind der basale Rötanhydrit und die überlagernden pelitischen Rötserien sowie deren hydraulische und hydrochemische Beziehung zu den benachbarten Gesteinen des Unteren Muschelkalk bzw. des verstürzten Deckgebirges. Den höchsten Informationsgewinn versprechen gelenkte Bohrungen. Sie erlauben die Ausrichtung der Bohrungsachse an die Raumlage des wahrscheinlichen Trennflächengefüges, einschließlich der durch die Deckgebirgsverschiebung in das Grubengebäude verursachten "Scherbänder" und können so Informationen zur Planung von Tests zur Erhebung der richtungsabhängigen Gebirgsdurchlässigkeit der Rötserien liefern.
- Es ist zu prüfen, inwieweit hochauflösende geophysikalische Erkundungsverfahren zur Planung der Bohrungen bzw. zur Absicherung der Bohrungsplanung beitragen können. Ebenso ist zu prüfen, ob durch die verletzungsfreie Erkundung des Grenzbereichs zwischen Salzgesteinskörper und Deckgebirge bzw. der unmittelbar anschließenden Deckgebirgseinheiten von unter Tage aussagekräftige Informationen zu Mächtigkeit und Raumlage des basalen Rötanhydrits sowie zu seinem räumlichen Bezug zu Grubengebäude und benachbarten Gesteinskörpern in der Umgebung der Zutrittsstelle gewonnen werden können.
- Systematische hydraulische Tests in den Bohrlöchern, um ein deutlicheres Bild von den hydraulischen Eigenschaften der Rötserien zu erhalten. Bei der Festlegung der Testabschnitte sind die petrographischen und strukturellen Ergebnisse der Bohrungen zu berücksichtigen.
- Aufbauend auf den Erkundungsergebnissen ist ein tiefendifferenziertes Netz hydraulischer und hydrochemischer Messstellen zu konzipieren, das die Erfassung und Beobachtung der Grundwasserbewegung und der hydrochemischen Gliederung des Grundwassers ermöglicht sowie die Beurteilung des maximalen "Grundwasserdargebots" für den Lösungszutritt in das Grubengebäude erlaubt.

Bei den dargestellten Untersuchungen ist zusätzlich zu prüfen, inwieweit Informationen für Belange des Strahlenschutzes gewonnen werden können, z. B. hinsichtlich der Vorbelastung des Grundwassers mit Radionukliden.

6.6 Kenntnis über Herkunft und Wege der Lösungen im Grubengebäude einschließlich der darin gefundenen radioaktiven und chemischen Stoffe

Wichtige Grundlagen für die Ermittlung von Wegsamkeiten für Lösungen innerhalb des Grubengebäudes sind das aus der geologischen Kartierung der einzelnen Sohlen abzuleitende geologische Modell des Salzstocks und die den Beanspruchungszustand des Gebirges anzeigenden Gebirgsreaktionen. Hinzu kommt die Verfolgung der Migrationswege kontaminierter Lösungen im Grubengebäude. Das setzt deren Unterscheidung von nicht kontaminierten Lösungen auf Grundlage systematischer Untersuchung der Lösungen voraus.

Die Charakterisierung der Lösungen und die Identifizierung ihrer Ausbreitungswege ermöglicht Rückschlüsse auf die bestehenden Wegsamkeiten und auf die Potentiale für zukünftige Lösungszutritte in das Grubengebäude. Sie ist weiterhin von Bedeutung für die Frage, in welchem Umfang bereits Radionuklide aus den Einlagerungskammern mobilisiert sind, und für die Abschätzung des noch vorhandenen Mobilisierungspotentials.

Zur Charakterisierung und Unterscheidung nicht kontaminierter und kontaminierter Lösungen im Grubengebäude ist ein systematisches und abgestuftes Untersuchungsprogramm zu entwickeln. Es sind an allen Stellen, an denen Lösungen vorkommen, Probenahmestellen einzurichten und regelmäßig Proben zu nehmen, auch an bisher hydrochemisch und radiologisch nicht auffälligen Stellen. Zur Dokumentation der Ergebnisse ist eine geeignete Datenbank anzulegen. Das Untersuchungsprogramm muss gewährleisten, dass die Analyseergebnisse verglichen und daraufhin untersucht werden, inwieweit aus den Ergebnissen Informationen zu Strömungswegen sowie zur Herkunft der Lösungen und ihrer Inhaltsstoffe gewonnen werden können.

Hinsichtlich Herrichtung bzw. Einrichtung von Probenahmestellen, Probenahme, Rückstellproben sowie deren Behandlung und Analytik gelten die allgemeinen Ausführungen in Kapitel 6.4 entsprechend. Auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse kann das Programm später auf ausgewählte aussagekräftige Probenahmestellen eingeengt oder erweitert werden.

Das Analysenprogramm sollte schrittweise aufgebaut sein. Die in den Untersuchungsschritten anzuwendenden Parametersätze sind unter Berücksichtigung des Abfallinventars und plausibler Indikatorparameter für Abfälle abzuleiten. Auf Grund allgemeiner Kenntnis über das Abfallinventar wird nach derzeitiger Einschätzung die schrittweise Untersuchung auf folgende Parameter vorgeschlagen, mit denen auch einige Belange des Strahlenschutzes und der Freigabe von Lösungen berücksichtigt werden können:

1. Tritium, gammaspektrometrisch messbare Radionuklide,
2. gesamter organischer Kohlenstoff (TOC), Nitrat, Bor,
3. in Abhängigkeit von den Ergebnissen aus 1. und 2.: ausgewählte Uranisotope, Betastrahler (z. B. Tc-99, C-14) und
4. in Abhängigkeit von den Ergebnissen aus 1. bis 3.: ausgewählte Alphastrahler, flüchtige Radionuklide, lösliche organische Stoffe, Spurenelemente der Fäusserkorrosion, stabile Isotope, gegebenenfalls weitere Parameter.

6.7 Kenntnis über Verteilung von feuchten Zonen im Gebirge

Aus einer Kartierung durchfeuchteter Gebirgszonen können Rückschlüsse auf Wegsamkeiten für Lösungen gezogen werden. Möglicherweise sind auch Aussagen zum Umfang vorhandener Lösungsmengen und zu Lösungsreservoirien ableitbar. Erkenntnisse über die Durchfeuchtung der Abfalleinlagerungskammern können zu Aussagen zu möglicherweise schon stattfindenden Auflösungsprozessen und zur Mobilisierung von Radionukliden führen. Wie und wie schnell Versatzmaßnahmen zur Stabilisierung beitragen, kann ebenfalls von der Durchfeuchtung abhängen, da sich dadurch beispielsweise der Reibungskoeffizient des Versatzmaterials ändert.

Informationen zu durchfeuchteten Zonen können durch den Einsatz geophysikalischer Messverfahren gewonnen werden. Für die Schachtanlage Asse II ist insbesondere ein Einsatz von Georadar und geoelektrischen Untersuchungsverfahren denkbar. Es wird deshalb empfohlen, die diesbezüglichen Möglichkeiten zu prüfen und gegebenenfalls ein entsprechendes Messprogramm durchzuführen. Je nach Auflösungsvermögen der gewählten Untersuchungsverfahren könnten dabei gegebenenfalls neben den Informationen zur Durchfeuchtung auch weitere Informationen zum Zustand des Bergwerkes gewonnen werden.

Hinsichtlich vorhandener Lösungen in Bereichen, die der direkten Beobachtung nicht zugänglich sind, stellen sich verschiedene Fragen, denen möglicherweise mit diesen Untersuchungsmethoden weiter nachgegangen werden kann:

- Wo befinden sich Lösungen, die von außen in das Grubengebäude eingedrungen sind, aber noch nicht in zugänglichen Bereichen aus dem Gebirge ausgetreten sind?
- Haben sie zu Durchfeuchtungen in größeren Bereichen geführt?
- Wo gibt es Durchfeuchtungen in verfüllten Bereichen der Südflanke?
- Wo gibt es Durchfeuchtungen im verfüllten Bereich der ehemaligen Carnallitit-Abbaue?

7 Untersuchungen zu radiologischen Sachverhalten

7.1 Messungen und Untersuchungen zum betrieblichen Strahlenschutz

Für den betrieblichen Strahlenschutz sind Messungen erforderlich

- zur Ermittlung der beruflichen Strahlenexposition,
- zum Schutz vor Kontamination und Kontaminationsverschleppung sowie
- zur Erhebung radiologischer Istzustände,

um die Voraussetzungen für die Einhaltung der Dosisgrenzwerte sowie für die Erfüllung der Anforderungen der §§ 5 und 6 StrlSchV (Reduzierungsgebot) zu schaffen.

Im Hinblick auf diese Ziele werden für die derzeit durchgeführten Untersuchungen – wenn notwendig – nachfolgend Ergänzungen und Modifizierungen vorgeschlagen.

Zur Ermittlung der beruflichen Strahlenexposition aufgrund äußerer Bestrahlung werden amtliche und betreibereigene Personendosimeter eingesetzt. Die Messungen sind im bis-

herigen Umfang weiterzuführen.

Die Grubenluftkontamination in häufig befahrenen Bereichen ist regelmäßig mit einem vorhandenen mobilen Schwebstoffsammler zu überwachen. Die mit Luft beaufschlagten Filter sind gammaspektrometrisch zu untersuchen sowie auf Alphastrahler hin zu analysieren. Die Filter sind für eventuelle spätere Nachmessungen aufzubewahren. Bei Arbeiten mit hoher Entwicklung von Schwebstoffen, die mit radioaktiven Stoffen kontaminiert sein können, sind ebenfalls mobile Schwebstoffsammler einzusetzen und die beaufschlagten Filter wie vorangehend dargestellt auszuwerten und aufzubewahren. Zusätzlich erfolgt eine jährliche Inkorporationsmessung im Ganzkörperzähler, die weiterhin durchzuführen ist. In Abhängigkeit der Ergebnisse sind gegebenenfalls Maßnahmen zur Reduzierung der Strahlenexposition des Personals zu ergreifen. Es sind die Vorgaben der Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle zur Ermittlung der Körperdosen – Teil 2: Ermittlung der Körperdosis bei innerer Strahlenexposition (Inkorporationsüberwachung) (§§ 40, 41 und 42 StrlSchV) [11] zu beachten.

Die Überwachung der Grubenluft auf Radon ist in der derzeitigen Form fortzusetzen. Daraus muss entsprechend der jeweils geltenden Genehmigungslage die Exposition der Beschäftigten durch Radon ermittelt werden.

Mobile und ortsfeste Messgeräte für die Ermittlung von Oberflächenkontaminationen von Personen und Gegenständen sind vorhanden. Deren Anwendung nach Durchführung von Tätigkeiten, die zu Oberflächenkontaminationen führen können, sowie bei der Kontrolle von Gegenständen, die aus Kontrollbereichen herausgebracht werden sollen, ist sicherzustellen. Der Nachweis der Eignung der Messgeräte zur Erfassung von Alphastrahlern ist noch zu führen (siehe auch [9]).

Vor und bei materialabhebenden Arbeiten im Grubengebäude sind intensive Erkundungen des abzutragenden Materials und des angrenzenden Materials für die Vorausschau und Erfassung hinsichtlich möglicher Schwebstoffbelastungen erforderlich. Es sind dabei auch Stoffe zu berücksichtigen, die sich z. B. im Fahrbahnbereich unter der Fahrbahn befinden könnten. Für die Erkundungen ist ein detailliertes Vorgehen festzulegen, das die Auswertung von Unterlagen, gammaspektrometrischen Messungen am Material sowie Probenahmen (Bohrungen) mit Auswertung im Labor umfasst. Das Vorgehen kann gestuft erfolgen, indem Kriterien festgelegt werden, bei deren Einhaltung weiter vertiefende Untersuchungen nicht mehr erforderlich sind.

Zusätzlich zu den zuvor beschriebenen Messungen zum betrieblichen Strahlenschutz sind durch geeignete Messungen Grundlagen für eine bessere Beurteilung der radiologischen Situation zu schaffen sowie ggf. Indikatordaten für eine Analyse längerfristiger Veränderungen von Radionuklidkonzentrationen in der Grube aufzunehmen. Als vorrangig zu untersuchen schätzen die Kommissionen ein:

- Freisetzungverhalten des Tritiums aus den eingelagerten Abfällen. Damit sind zum einen die festgestellten Diskrepanzen zwischen Tritiuminventar und jährlicher Freisetzung aufzuklären. Zum anderen ist zu ermitteln, in welcher chemischen Verbindung Tritium in der Grubenluft vorkommt.

- Beim C-14 ist zu klären, ob neben CO₂ auch andere gasförmige Kohlenstoffverbindungen als Trägerverbindungen relevant sind.
- Bei einer Stichprobe von längerfristig beschäftigten Personen in der Anlage werden Ausscheidungsanalysen auf Tritium und gegebenenfalls andere Radionuklide empfohlen.

7.2 Messungen und Untersuchungen zum Strahlenschutz in der Umgebung

Hinsichtlich der Emissionsüberwachung ist die Notwendigkeit von über das bereits laufende Programm hinausgehende Maßnahmen derzeit nicht gegeben. Die folgenden Ausführungen befassen sich nur mit der Immissionsüberwachung. Aus Sicht der Kommissionen dient diese Immissionsüberwachung lediglich der Beweissicherung. Sie betonen, dass, abgesehen von den mit den Grubenabwettern in zulässigem Umfang abgegebenen Radionukliden, keine Freisetzung aus dem Bergwerk in die Umgebung der Asse stattfindet.

Das Programm für die Überwachung der Umgebung der Schachtanlage Asse durch die Betreiberin enthält Messungen von Luft, Boden und Bewuchs sowie Wasser. Als unabhängige Messstelle führt der Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) Messungen durch. Die vorliegenden Messprogramme enthalten Lagepläne für Messorte und Probenahmestellen.

Das Messprogramm der Betreiberin zur Immissionsüberwachung umfasst derzeit:

- Messungen der Gesamtbetaaktivität an Wasserproben (Grund- und Oberflächenwasser; 26 Messpunkte),
- Untersuchung von Trinkwasser auf Sr-90, Cs-137, Pu-239 (2 Messpunkte),
- Messung der kurz- und langlebigen Aerosolaktivität in der Luft (10 Messpunkte, davon 2 kontinuierlich),

(Die Nachweisgrenze für Co-60 an den beiden kontinuierlich beprobten Messstellen wird mit weniger als 10 µBq/m³ angegeben. Als gemessene Radionuklide werden die Gammastrahler Be-7 und Pb-210 in den Umweltberichten dokumentiert.)

- Bestimmung der Aktivität von Gammastrahlern an Grasproben (vier Messpunkte),
- Bestimmung der Aktivität von Gammastrahlern an Bodenproben (vier Messpunkte),
- Messung der Aktivitätsbelegung des Bodens (vier Messpunkte),
- Überwachung der externen Strahlenbelastung an 39 Messpunkten.

Die Betreiberin berichtet jährlich zusammenfassend über die Ergebnisse der Umgebungsüberwachung.

Das oben zusammengefasste Programm der Umgebungsüberwachung wurde für die Forschungsanlage Asse II entwickelt. Es entspricht nicht in allen Teilen den Vorgaben der aktuellen Richtlinie für die Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) [4] in Bezug auf die Überwachung von Endlagerstandorten (REI, Anhang C2). Die Weiterführung und Ausgestaltung des Messprogramms muss daher unter Berücksichtigung der vorliegenden Messdaten mit Blick auf die aktuellen Anforderungen geprüft und präzisiert werden.

Losgelöst von Strahlenschutzfragen und den in jedem Fall zu erfüllenden Anforderungen der REI, Anhang 10 [4] sehen ESK und SSK die Notwendigkeit, Messungen von ausgewählten Indikatornukliden im Umfeld der Asse auch mit Nachweisgrenzen im natürlichen Konzentrationsniveau durchzuführen, um radioökologische Aspekte der Umweltüberwachung besser zu verstehen und Basisdaten für eine langfristige Überwachung des Standortes zu erarbeiten. Die grundsätzliche Zweckmäßigkeit des bisherigen Immissionsüberwachungsprogramms wird damit nicht in Frage gestellt. Die im Folgenden vorgeschlagenen Messungen bestimmter Radionuklide sind als erste Hinweise für eine systematische Weiterentwicklung des Messprogramms zu verstehen.

Messungen der Gesamtbetaaktivität an Wasserproben sind unter den derzeitigen Umständen, bei denen Ableitungen radioaktiv kontaminierter Wässer nicht stattfinden und ein Eintrag von Radionukliden aus dem Bergwerk in das Grundwasser nicht möglich ist, nur zur Beweissicherung geeignet. Sie sind allerdings von der REI nicht gefordert. Gefordert werden vielmehr gammaspektrometrische Analysen und Tritiumbestimmungen. Unabhängig von der radiologischen Überwachungsaufgabe sind Messungen von H-3 und C-14 an Wasserproben mit Nachweisgrenzen im natürlichen Konzentrationsniveau zu empfehlen, da diese Radionuklide auch Informationen über die Altersstruktur des Grundwassers und damit die natürliche Grundwasser-Dynamik am Standort liefern. Zusätzlich sollten auch Bestimmungen des lokalen Hintergrundniveaus von Cl-36 und I-129 durchgeführt werden. Die Notwendigkeit von Messungen weiterer langlebiger Radionuklide im Grundwasser sollte systematisch geprüft werden. Ziel dieser Messungen sollte es sein, Vergleichswerte auch für die Beurteilung von Messbefunden in fernerer Zukunft zu dokumentieren.

Die Untersuchung von Trinkwasser sollte in regelmäßigen Abständen (die auch deutlich mehr als ein Jahr betragen können) zusätzlich durch Bestimmungen der Richtdosis (Indikatorparameter nach Anlage 3 Nr. 20 TrinkwV) und von Tritium (Indikatorparameter nach Anlage 3 Nr. 19 TrinkwV) ergänzt werden. Außerdem sollte Uran analysiert und in Hinblick auf die derzeit aus chemisch-toxischen Gründen diskutierten Grenz- oder Leitwerte bewertet werden.

Die über die gammaspektrometrische Analyse von Filterproben überwachte aerosolgebundene Ableitung von Radionukliden in die Umgebungsluft sollte daraufhin überprüft werden, ob – zumindest in größeren zeitlichen Abständen – durch empfindlichere Messeinrichtungen oder ergänzende Messverfahren, wie die Massenspektrometrie, auch weitere, vor allem langlebige Radionuklide erfasst werden können. Vor allem aus Gründen der Beweissicherung sind Messungen des derzeitigen Zustandes in Bezug auf Cl-36 und vor allem I-129 zu empfehlen.

Die Messungen von Radionukliden in Gasproben sollten ergänzt werden um Bestimmungen von C-14, gegebenenfalls auch von H-3. Diese Radionuklide stellen die bedeutendsten Aktivitätsableitungen mit der Grubenluft dar und werden in organischem Material gespeichert.

Die Untersuchung von Bodenproben sollte zur Beweissicherung zumindest stichprobenhaft um Radionuklide wie C-14 und I-129 ergänzt werden, die als Indikatoren auch für frühere Ableitungen dienen können.

Die Messungen der flächenbezogenen Betaaktivität des Bodens mit einem Kontaminations-

monitor sind im bestimmungsgemäßen Betrieb aufgrund ihrer geringen Sensitivität wenig zur Überwachung geeignet. Sie können daher gegebenenfalls reduziert, eingestellt oder durch andere geeignete Verfahren ersetzt werden.

Das Messprogramm zur Überwachung der Ortsdosisleistung im Umfeld der Asse kann nach derzeitiger Einschätzung unverändert weiter geführt werden.

In Bezug auf das Messnetz weisen ESK und SSK darauf hin, dass die Schachtanlage Asse II aufgrund ihrer Lage auf einem Höhenzug vor allem bei der Überwachung des Wassers Besonderheiten in Vergleich zu anderen Standorten aufweist. Die Zusammenhänge von hydrologischem und hydrogeologischem System mit den Messstellen und Messbefunden sollten daher soweit aufgeklärt und beschrieben werden, dass eine Interpretation von Beobachtungsdaten sowohl in Bezug auf die radiologische Überwachungsaufgabe als auch auf eine radioökologische Indikatorfunktion möglich ist.

7.3 Messungen und Untersuchungen zur Freigabe von Lösungen aus dem Bergwerk

Die bisherige rechnerische Herleitung der Aktivitätskonzentrationen von Lösungen zur Prüfung, ob bei ihrer Abgabe an ein anderes Bergwerk eine effektive Dosis im Bereich von einigen 10 μSv im Jahr eingehalten wird, umfasst die Radionuklide H-3 und Cs-137. Gemäß der Summenformel der Strahlenschutzverordnung müssen gegebenenfalls auch weitere Radionuklide (z. B. Co-60, Sr-90, Ra-226, Ra-228, Am-241) berücksichtigt werden. Dies ist nur möglich, indem für alle langlebigen Radionuklide des Inventars der Asse ein Freigabewert, bezogen auf den vorgesehenen Entsorgungsweg, ermittelt wird.

Für die einzelnen Typen von anfallenden Lösungen ist regelmäßig, z. B. vierteljährlich, ein Nuklidvektor zu bestimmen, wobei alle Radionuklide, für die ein Freigabewert festzulegen ist, abgedeckt sein müssen. Die Routinemessungen können sich dann auf ein Leitnuklid des Vektors beschränken (z. B. Cs-137). Die Messungen müssen so empfindlich sein, dass die Nachweisgrenze bei ca. 10 % des jeweiligen Freigabewertes liegt.

Gemäß § 29 (2) Satz 4 StrlSchV dürfen die Voraussetzungen für die Freigabe nicht zielgerichtet durch Vermischen oder Verdünnen herbeigeführt, veranlasst oder ermöglicht werden. Erfolgt eine Vermischung radioaktiver Stoffe mit einer Aktivität oberhalb der Freigabewerte mit freigegebenen Stoffen, nachdem ihr unterschiedlicher radiologischer Zustand messtechnisch oder durch andere Verfahren festgestellt wurde, so handelt es sich nach Auffassung der Kommissionen um eine unzulässige Vermischung im Sinne des § 29 (2) Satz 4 StrlSchV. Die an verschiedenen Stellen aufgefangenen Lösungen müssen daher separat beprobt werden. Sofern eine Homogenisierung zur repräsentativen Probenahme aus einer Charge vor der Aktivitätsbestimmung erfolgt, stellt dies keine unzulässige Vermischung dar.

Von den freigegebenen Chargen sind Rückstellproben zu nehmen und über Tage aufzubewahren. Stichprobenartige Kontrollen der Messungen des Betreibers sollten aufsichtlich veranlasst werden.

8 Zusammenfassung

Ausgehend von der Frage des BMU nach ergänzenden Messungen zu Kontaminationen im Grubengebäude der Schachtanlage Asse II, die erforderlich sind, um Ausmaß und Herkunft von Kontaminationen sowie daraus resultierende Strahlenexpositionen für das Personal und die Bevölkerung abschätzen zu können, stellen ESK und SSK in der vorliegenden Stellungnahme Rahmenbedingungen und Anforderungen für Untersuchungen und Messungen zusammen. Die Untersuchungen und Messungen betreffen einerseits geowissenschaftliche Sachverhalte zu Grubengebäude und Deckgebirge und andererseits radiologische Sachverhalte.

Aus Sicht von ESK und SSK muss für das Erreichen des notwendigen Systemverständnisses der Schachtanlage Asse II ein umfassender Plan für Messungen und Untersuchungen erstellt und umgesetzt werden. Die derzeitigen Messprogramme sollten zunächst an den jeweiligen Fragestellungen und dem daraus resultierenden Informationsbedarf gespiegelt, gegebenenfalls optimiert und durch weitere Messungen ergänzt werden. Die Ergebnisse der einzelnen Untersuchungen sollten systematisch zusammengefasst, qualitätsgesichert und nachvollziehbar dokumentiert werden sowie in eine das Gesamtsystem umfassende Bewertung einfließen, aus der das weitere Vorgehen abgeleitet werden kann.

Zur qualitativen und quantitativen Charakterisierung der geomechanischen und geohydraulischen Situation im Grubengebäude der Südflanke und des hangenden Deckgebirges sind die Kenntnis der Lage der Auflockerungszonen mit ihrer räumlich-zeitlichen Entwicklung und die Kenntnis der Wirksamkeit der Versatzmaßnahmen von zentraler Bedeutung. Diese Kenntnisse sind insbesondere erforderlich für die Formulierung von Aussagen hinsichtlich der derzeit verbleibenden Resttragfähigkeit (Reststabilität), ihrer voraussichtlichen zeitlichen Entwicklung und damit hinsichtlich der bergbaulichen Sicherheit. Aus den geotechnischen Messungen sind potentielle Versagensbereiche und Schutzschicht-Schwachstellen zu identifizieren. Die Befunde aus diesen Messdaten sollten soweit möglich durch Befahrungen vor Ort überprüft werden und schließlich in die Überarbeitung des Mess- und Untersuchungsprogramms einfließen.

Die Kenntnis möglicher Wegsamkeiten für Lösungen im Grubengebäude ist für alle weiteren Betrachtungen hinsichtlich einer möglichen Strahlenexposition aus kontaminierten Lösungen für das Betriebspersonal, aber auch der Bewertung der Langzeitsicherheit in Abhängigkeit vom jeweiligen Stilllegungskonzept, von Bedeutung. Für alle Kammern und Sohlen der Schachtanlage Asse II sollten daher die Bohrungen, Rolllöcher, Rampen und Strecken sowie sonstige Verbindungswege zwischen den Sohlen von der Markscheiderei aus dem Risswerk vollständig zusammengestellt werden. Ebenso könnten aus einer Kartierung der durchfeuchteten Zonen Rückschlüsse auf vorhandene Wegsamkeiten gezogen werden. Unter Berücksichtigung der in Frage kommenden Verschlusskonzepte sollten diejenigen Grubenbereiche identifiziert und hinsichtlich ihrer hydraulischen Wirksamkeit bewertet werden, über die Deckgebirgslösungen in die Einlagerungskammern eingetragen werden können.

Weitere Informationen über mögliche Wegsamkeiten für Lösungen versprechen die Charakterisierung und die systematische und regelmäßige Untersuchung der kontaminierten und nicht kontaminierten Lösungen im Grubengebäude. Dazu wird ein schrittweise aufgebautes

Analysenprogramm vorgeschlagen.

Eine Voraussetzung für belastbare Aussagen zur Stabilität des Grubengebäudes und der weiteren Entwicklung des Lösungszutritts ist eine verbesserte Kenntnis von Position und Ausbildung des Zutrittsortes der aus dem Deckgebirge zutretenden Lösung und zum im Deckgebirge angeschlossenen Grundwasserreservoir. Gebirgsverletzende Erkundungsverfahren wären mit dem Risiko der unbeherrschbaren Zunahme des Zutritts verbunden. Zur Lokalisierung des Zutrittsortes kommen daher vor allem verletzungsfreie, insbesondere geophysikalische Verfahren in Frage.

Durch (gelenkte) Bohrungen im grubennahen Deckgebirge der Asse-Südflanke sind die für die Einschätzung der künftigen Entwicklung des Lösungszutritts aus dem Deckgebirge wesentlichen geowissenschaftlichen Eigenschaften des Röts und benachbarter Einheiten zu erheben. Das betrifft insbesondere den strukturell-mechanischen Zustand und die Gebirgsdurchlässigkeit der beteiligten Gesteinskörper sowie die Bewegung und die hydrochemische Gliederung des Grundwassers. Es ist ein tiefendifferenziertes Netz von Messstellen zur hydraulischen und hydrochemischen Beobachtung des Grundwassers einzurichten. Durch hydrochemische und isotonenphysikalische Untersuchungen von Grundwasser und (wahrscheinlich) aus dem Deckgebirge stammenden Lösungen im Grubengebäude ist diese Lösungsherkunft zu verifizieren.

Für die einzelnen Typen von im Grubengebäude anfallenden Lösungen ist regelmäßig, z. B. vierteljährlich, ein Nuklidvektor zu bestimmen, wobei alle Radionuklide, für die ein Freigabewert festzulegen ist, abgedeckt sein müssen. Die Messungen müssen so empfindlich sein, dass die Nachweisgrenze bei ca. 10 % des jeweiligen Freigabewertes liegt.

Die Voraussetzungen für die Freigabe dürfen nicht zielgerichtet durch Vermischen oder Verdünnen herbeigeführt, veranlasst oder ermöglicht werden. Erfolgt eine Vermischung radioaktiver Stoffe mit einer Aktivität oberhalb der Freigabewerte mit freigebbaren Stoffen, nachdem ihr unterschiedlicher radiologischer Zustand messtechnisch oder durch andere Verfahren festgestellt wurde, so handelt es sich nach Auffassung der Kommissionen um eine unzulässige Vermischung im Sinne des § 29 (2) Satz 4 StrlSchV. Die an verschiedenen Stellen aufgefangenen Lösungen müssen daher separat beprobt werden.

Für den betrieblichen Strahlenschutz sind Messungen zur Ermittlung der beruflichen Strahlenexposition, zum Schutz vor Kontamination und Kontaminationsverschleppung sowie zur Erhebung radiologischer Ist-Zustände erforderlich. Auf diese Weise werden die Voraussetzungen für die Einhaltung der Dosisgrenzwerte sowie die Erfüllung des Reduzierungsgebots geschaffen. Im Hinblick auf diese Ziele werden in Kapitel 7.1 für die derzeit durchgeführten Untersuchungen in der Schachtanlage Asse II Ergänzungen und Modifizierungen vorgeschlagen.

Vor und bei materialabhebenden Arbeiten im Grubengebäude sind intensive Erkundungen des abzutragenden Materials und des angrenzenden Materials für die Vorausschau und Erfassung hinsichtlich möglicher Schwebstoffbelastungen erforderlich. Es sind dabei auch Stoffe zu berücksichtigen, die sich z. B. im Fahrbahnbereich unter der Fahrbahn finden könnten. Für die Erkundungen empfehlen ESK und SSK, ein detailliertes gestuftes Vorgehen festzulegen,

das die Auswertung von Unterlagen, gammaspektrometrische Messungen am Material sowie Probenahmen (Bohrungen) mit Auswertung im Labor umfasst.

Das Messprogramm der Betreiberin für die Umgebungsüberwachung wurde als Programm einer Forschungsanlage entwickelt. Es entspricht nicht in allen Teilen den Vorgaben der aktuellen Richtlinie für die Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen in Bezug auf die Überwachung von Endlagerstandorten. Nach Auffassung der Kommissionen muss daher die Weiterführung und Ausgestaltung des Messprogramms unter Bezug auf die aktuellen Anforderungen unter Berücksichtigung der vorliegenden Messdaten geprüft und präzisiert werden.

ESK und SSK sehen die Notwendigkeit, Messungen von ausgewählten Indikatornukliden im Umfeld der Asse auch mit Nachweisgrenzen im natürlichen Konzentrationsniveau durchzuführen, um radioökologische Aspekte der Umweltüberwachung besser zu verstehen und Basisdaten für eine langfristige Überwachung des Standortes zu erarbeiten. Die in Kapitel 7.2 vorgeschlagenen Messungen bestimmter Radionuklide verstehen sich als erste Hinweise für eine systematische Weiterentwicklung des Messprogramms.

9 Verzeichnis der verwendeten Unterlagen

- [1] Schreiben des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (Az.: RS III 2 – 17005/0) vom 04.07.2008 an den Vorsitzenden der Entsorgungskommission (ESK), Herrn Dipl.-Ing. Michael Sailer, und den Vorsitzenden der Strahlenschutzkommission, Herrn Prof. Dr. Rolf Michel, betr.: Sicherheit der Asse, Einrichtung einer Ad-hoc-Arbeitsgruppe „Asse“
- [2] STELLUNGNAHME der ESK und der SSK zur Schachtanlage Asse II – Plausibilitätsprüfungen der Angaben des Betreibers, Anlage zum Ergebnisprotokoll der 3. ESK-Sitzung am 17.09.2008
- [3] Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV) vom 20.07.2001 (BGBl. I, S. 1714) zuletzt geändert durch Artikel 2 §3 Abs. 31 des Gesetzes vom 1. September 2005 (BGBl. I, S. 2618)
- [4] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kern-technischer Anlagen, Rundschreiben des BMU vom 07.12.2005 -RS II 5 – 15603/5 (GMBL. 2006, Nr. 14-17)
- [5] G. Kappei: Kontaminierte Salzlösungen in der Schachtanlage Asse. Vortragsunterlagen anlässlich der Befahrung am 08.07.2008
- [6] Information von Umweltstaatssekretär Dr. Stefan Birkner, Landtags-Ausschuss für Umwelt und Klimaschutz am 20. Juni 2008, http://www.umwelt.niedersachsen.de/master/C47943068_N11622631_L20_D0_I598.html
- [7] Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz: Ergebnisbericht, Untersuchungen im Forschungsbergwerk Asse II, Juli 2008
- [8] Schachtanlage Asse, Gutachtliche Stellungnahme zum Ist-Zustand des Betriebes hinsichtlich der strahlenschutzrelevanten Aspekte und zum vorhandenen radioaktiven Inventar, erstellt im Auftrag des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt und Klimaschutz und des Bundesministeriums für Forschung und Technologie von der TÜV NORD EnSys Hannover GmbH Co. KG, August 2008
- [9] Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz: Statusbericht des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt und Klimaschutz über die Schachtanlage Asse II Hannover, 01.09.2008

- [10] M. Heydorn, Dr. G. Hensel, Dr. G. Bracke (GSF):
Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle,
Projekt Langzeitsicherheit Asse, Lagerbereiche
(14/77756/RHV/RB/BW/001/02)
Stand: 20.06.2005

- [11] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Anlage
zum Rundschreiben vom 12.01.2007 – RS II 3 – 15530/1, Richtlinie für die physi-
kalische Strahlenschutzkontrolle zur Ermittlung der Körperdosen – Teil 2: Ermitt-
lung der Körperdosis bei innerer Strahlenexposition (Inkorporationsüberwachung)
(§§ 40, 41, 42 StrlSchV)