



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 – Plausibilitätsprüfungen der
Angaben des Betreibers**

Stellungnahme der Strahlenschutzkommission und der
Entsorgungskommission

*Verabschiedet in der 3. Sitzung von der Entsorgungskommission am 17. September 2008
Verabschiedet in der 227. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 25./26. September 2008*

INHALT

1	Anlass der Beratungen/Hintergrund der Stellungnahme.....	3
2	Beratungsauftrag.....	3
3	Beratungshergang.....	4
4	Bewertungsgrundlagen.....	4
5	Stellungnahme.....	5
5.1	Eingelagertes Radionuklidinventar	5
5.1.1	Sachverhalt.....	5
5.1.2	Bewertung	6
5.2	Strahlenschutz- und radiologische Fragestellungen	9
5.2.1	Sachverhalt.....	9
5.2.2	Bewertung	11
5.3	Mögliche Ursachen der Cs-137-Kontamination	12
5.3.1	Sachverhalt.....	12
5.3.1.1	Kontaminationen.....	12
5.3.1.2	Unfälle	13
5.3.1.3	Abfallkammern 12 und 11.....	13
5.3.1.4	Lösungszutritte	14
5.3.2	Bewertung	14
5.3.2.1	Zusammenhang der Kontamination mit den Unfällen.....	15
5.3.2.2	Zusammenhang der Kontaminationen mit Abfällen in benachbarten Einlagerungskammern.....	15
6	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	17
7	Verzeichnis der verwendeten Unterlagen.....	20

1 Anlass der Beratungen/Hintergrund der Stellungnahme

In der Schachtanlage Asse II wurden von 1909 bis 1963 Stein- 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 mittlerradioaktive Abfälle mit einer Gesamtaktivität von $7,8 \text{ E}+15 \text{ Bq}$ eingelagert. Seit 1988 werden Laugenzuflüsse 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 (LBEG) in Hannover - 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. Es wurde festgelegt, dass das NMU zur genauen Aufklärung des Sachverhaltes bis Ende August 2008 einen Statusbericht zur Asse erstellen wird.

2 Beratungsauftrag

Mit Schreiben RS III 3 – 17005/0 vom 04.07.2008 [1] hat das BMU die Entsorgungskommission (ESK) und die Strahlenschutzkommission (SSK) beauftragt, über die Sicherheit der Schachtanlage Asse II zu beraten und eine gemeinsame Stellungnahme von ESK und SSK zu folgender Fragestellung zu erarbeiten:

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?

3 Beratungshergang

Die ESK richtete im Rahmen ihrer konstituierenden Sitzung am 30.06.2008 die Ad-hoc-Arbeitsgruppe „Asse“ ein. Im Rahmen der 224. Sitzung der SSK am 03.07.2008 wurden auf Wunsch des BMU auch Vertreter der SSK für diese Ad-hoc-Arbeitsgruppe benannt.

In ihrer ersten Sitzung am 07./08.07.2008 wurden die Aufgaben und die Arbeitsweise der Ad-hoc-Arbeitsgruppe festgelegt, die Vorgehensweise bezüglich der Beschaffung weiterer Unterlagen geklärt und die für den zweiten Sitzungstag geplante Befahrung der Schachtanlage Asse II vorbereitet. Entsprechend dem Beratungsauftrag richtete die Ad-hoc-Arbeitsgruppe drei Unterarbeitsgruppen mit folgenden Aufgaben ein:

- Überprüfung der Inventarangaben,
- Klärung von Strahlenschutz- und radiologischen Fragestellungen und
- Identifizierung möglicher Ursachen der Cs-137-Kontamination und eventueller Auswirkungen der Befunde auf geologische und sicherheitstechnische Aussagen.

Am 08.07.2008 wurden im Beisein von Asse-Mitarbeitern eine Befahrung der Schachtanlage Asse II durchgeführt und im Anschluss intern die Fragestellungen für die weiteren Untersuchungen geklärt. Diese wurden in den drei Unterarbeitsgruppen weiter bearbeitet. Die Unterarbeitsgruppe zur Klärung von Strahlenschutz- und radiologischen Fragestellungen führte dafür am 25.07.2008 ein umfangreiches Fachgespräch mit den Strahlenschutzbeauftragten des Betreibers durch.

In der 2. Sitzung der Ad-hoc-Arbeitsgruppe „Asse“ am 25.08.2008 wurden die Beratungsergebnisse der drei Unterarbeitsgruppen beraten und zu einem Stellungnahme-Entwurf zusammengefügt. Dieser Entwurf wurde im anschließenden Umlaufverfahren mit den Mitgliedern der Ad-hoc-Arbeitsgruppe abgestimmt und wunschgemäß am 29.08.2008 dem BMU zur Vorabinformation zugesandt. Dieses Datum wird auch als Redaktionsschluss für diese Stellungnahme betrachtet, insofern wurden neuere Entwicklungen nicht berücksichtigt. Die Stellungnahme wurde von der ESK in ihrer 3. Sitzung am 17.09.2008 und von der SSK in ihrer 227. Sitzung am 25./26.09.2008 verabschiedet.

4 Bewertungsgrundlagen

Die vorliegende Stellungnahme beruht auf dem im Verzeichnis der verwendeten Unterlagen aufgeführten und durch Erläuterungen des Betreibers bei Vor-Ort-Terminen ergänzten Informationsstand zu den Verhältnissen in der Asse und zum Messprogramm. Die Bewertung dieser Informationen erfolgt zum einen im Sinne von Plausibilitätsprüfungen durch Betrachtungen zu Aktivitäts- und Mengebilanzen, durch erfahrungsgestützte Einschätzungen früherer Praktiken und Techniken sowie zum anderen basierend auf allgemeinen Kenntnissen des geologischen, gebirgsmechanischen und hydraulischen Zustands des Gebirges. Für die Beurteilung des radiologischen Messprogramms wurden die Anforderungen der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [2] sowie der Richtlinie für die Emissions- und Immissionsüberwachung (REI) [3] als Maßstäbe benutzt.

5 Stellungnahme

5.1 Eingelagertes Radionuklidinventar

5.1.1 Sachverhalt

Zwischen 1967 und 1978 wurden in der Schachtanlage Asse 125.787 Stück Gebinde mit radioaktiven Abfällen eingelagert, davon 1.293 Stück Gebinde mit mittelradioaktivem Abfall (MAW-Gebinde) und 124.494 Stück Gebinde mit schwachradioaktivem Abfall (LAW-Gebinde) [4, 5]. Als Inventar zum Zeitpunkt der Einlieferung wird für die LAW-Gebinde insgesamt ein Wert von 2,78 E+15 Bq angegeben, für die MAW-Gebinde insgesamt 5,03 E+15 Bq.

Bis Juli 1971 wurden in den ersten vier Kampagnen etwa 9.325 Stück LAW-Gebinde eingelagert, die überwiegende Menge wurde erst danach eingelagert. Für letztere galten systematischere Annahmebedingungen und Randbedingungen für die Dokumentation. Für die ab Juli 1971 eingelagerten Materialien ist eine Dokumentation in Form von sogenannten Begleitlisten vorhanden [4].

Im Rahmen der Vorbereitung der Verschließung der Asse stellte sich die Frage, wie das eingelagerte radioaktive Inventar ermittelt werden konnte. Das Inventar spielt unter anderem als Ausgangsbasis für die Rechnungen zur Langzeitsicherheit eine zentrale Rolle.

Der Betreiber entschied sich dafür, mit Hilfe der zu diesem Zweck neu entwickelten Datenbank ASSEKAT die vorhandenen Dokumentationen und Informationen aufzuarbeiten. Basis für die Information waren hauptsächlich die Begleitlisten, außerdem Fragebögen zu den ersten vier Einlagerungsphasen, Kernbrennstoffmeldungen, Materialbegleitscheine des Forschungszentrums Karlsruhe sowie die Betriebsbücher des Forschungsbergwerks Asse. Ergänzt wurden diese vorhandenen Informationen durch verschiedenartige Anfragen und Plausibilitätsüberprüfungen im Rahmen der Erstellung des Berichtes [4]. Das detaillierte Vorgehen und die Ergebnisse der Aufarbeitung sind [4] zu entnehmen. Der vom August 2002 datierte Bericht [4] ist vom Betreiber in das Genehmigungsverfahren als Unterlage eingebracht worden.

Das Vorgehen in [4] wurde in einem im August 2008 fertig gestellten Bericht des TÜV Nord EnSys [5] überprüft, wobei kleinere Unstimmigkeiten erkannt wurden. In der Zusammenfassung von [5] wird ausgeführt:

„Auftragsgemäß haben wir eine zusammenfassende Bewertung des radioaktiven Aktivitätsinventars vorgenommen. Hierzu haben wir die von der Betreiberin gewählte Systematik bei der Realisierung der Nachdeklaration zur abdeckenden Bestimmung des nuklidspezifischen Aktivitätsinventar, auf ihre Vollständigkeit, Plausibilität und Nachvollziehbarkeit hin dargestellt und bewertet. Weiterhin haben wir für die LAW- und MAW-Gebinde untersucht, ob das eingelagerte Aktivitätsinventar mit den bestehenden Genehmigungen und Annahmebedingungen im Einklang steht. Für die MAW-Gebinde haben wir wunschgemäß eine 100 %-Sichtung und Prüfung der uns vorgelegten Unterlagen vorgenommen; für LAW-Gebinde wurde auftragsgemäß eine stichprobenweise Prüfung durchgeführt.“

5.1.2 Bewertung

Die ESK und die SSK haben den Bericht [4] zunächst unter folgendem Aspekt geprüft:

- Ist das Vorgehen zur Ermittlung des Inventars plausibel und angemessen?

Bei einem Endlager würde nach heutigem Standard eine detailliertere Begleitdokumentation (BfS-Produktkontrolle) und somit eine detailliertere Überprüfung der angenommenen Abfälle vor ihrer Einlagerung erfolgen. Aus diesen Daten würde kontinuierlich ein Aktivitätsinventar der eingelagerten Abfälle erstellt und fortgeschrieben werden.

Dies war bei der Asse nicht im nach heutigem Stand von Wissenschaft und Technik erforderlichen Umfang der Fall und wurde damals auch nicht vom Betreiber gefordert. Nachträglich kann weder die Dokumentation vollständig hergestellt werden, noch können Eingangsprüfungen hinsichtlich der Übereinstimmung von tatsächlichem Inhalt des Gebindes mit der Dokumentation nachgeholt werden. Deshalb kann ein Inventar der in der Asse eingelagerten Stoffe mit der heute geforderten Zuverlässigkeit nicht erstellt werden.

Es stellt sich aber die Frage, ob das in [4] gewählte Vorgehen unter den gegebenen Umständen zur bestmöglichen Erkenntnis über das radioaktive Inventar führen kann. Hierzu kann festgestellt werden, dass die durchgeführten Auswertungen und Recherchen in [4] grundsätzlich geeignet sind, zu einer Festlegung hinsichtlich des Inventars für eine Langzeitsicherheitsanalyse zu kommen. Die Methodik in [4] beinhaltet die kritische Auswertung vorhandener Dokumente, Plausibilitätsüberlegungen zu Abfallzusammensetzungen sowie die Befragung an der damaligen Einlagerung beteiligter Personen, wobei zu beachten ist, dass die Einlagerung vor 41 Jahren begann und bis vor 30 Jahren erfolgte.

Die ESK/SSK-Ad-hoc-Arbeitsgruppe hat stichprobenartig beim größten Ablieferer für Abfälle in der Asse – dem Forschungszentrum Karlsruhe (FZK) und dort insbesondere der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK) – eigene Erkundungen eingezogen, die zu folgendem Ergebnis führen (Hinweis: Alle Angaben in den nachfolgenden Spiegelstrichen gelten als Gesamtwert der abgelieferten WAK/HDB¹-Gebinde.):

- Die Abschätzungen zum Radionuklidinventar beruhen auf der Gebindebegleitdokumentation und den Angaben der Abgeber aus heutiger Sicht. Sie wurden von der GSF auf Plausibilität geprüft und in Abstimmung mit den Abgebern festgelegt.
- Die Spaltprodukt- und Aktiniden-Nuklidaten des GSF-Berichts wurden anhand von Beispielen geprüft (Sr-90, Tc-99, I-129, Np-237, Pu-Nuklide, Am-241 und Cm-244, alle in Relation zu Cs-137). Sie entsprechen den Erwartungswerten, welche auf Basis einer Abbrandrechnung eines „mittleren“ WAK-Brennstoffs erzeugt werden können.
- Insbesondere die langlebigen Nuklide (Tc-99, I-129 und Np-237) entsprechen den Erwartungswerten für den mittleren WAK-Brennstoff, auch wenn die GSF konservativ das Cs-137-Inventar der Asse um ca. 25 % höher angesetzt hat als aus der Plausibilisierung der Gebindebegleitdokumentation abgeleitet worden war.

¹ Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (HDB)

- Die Pu-Nuklide sind in Relation zum Cs-137 etwa um den Faktor 5 erhöht, bezogen auf den mittleren WAK-Brennstoff. Auch dies ist plausibel, da die Pu-enthaltenden MAW-Abfälle hauptsächlich aus den Lösungsmittel-Waschabfällen der WAK stammen und damit stromabwärts (Richtung Pu-Produkt) Pu stärker angereichert enthalten als Cs-137.
- Die Pu-Masse von 9,7 kg ist mit FZK/WAK abgestimmt und plausibel. Sie entspricht den Angaben, die WAK gegenüber den internationalen Kontrollbehörden gemacht hat.
- Die Pu-Masse ist konservativ auf 11,8 kg zum Stichtag (01.01.2003) erhöht worden aufgrund der Unsicherheitsfaktoren der Verfahren zur Inventarbestimmung aus den Reststoffbegleitscheinen.
- Pu liegt zu 95 % in den Gebinden in den LAW-Kammern und zu 5 % in den Gebinden der MAW-Kammer der Asse vor.

Die vor allem auf das MAW-Inventar orientierten Untersuchungen des TÜV in [5] kommen zum Schluss, dass – bis auf kleinere Unstimmigkeiten – das Vorgehen zur Inventarermittlung plausibel ist.

Bei der Überprüfung der Inventare der natürlichen Zerfallsreihen wurde allerdings festgestellt, dass in [4] zwei Sachverhalte nicht richtig berücksichtigt wurden:

- Das Inventar von Ra-228 wurde nicht an das Inventar seines Mutternuklids Th-232 gekoppelt, so dass die Ra-228-Aktivität für das Jahr 2003 um mehr als zwei Größenordnungen zu gering berechnet wurde.
- Bei der Nuklidzusammensetzung von Thorium wurden nur die Nuklide Th-232 und Th-228 einbezogen. Chemisch abgetrenntes Thorium enthält aber stets das aus der Uranreihe stammende Th-230. In [18] dargestellte Nuklidvektoren von chemisch abgetrenntem Thorium zeigen Th-230/Th-232-Verhältnisse von 0,2 bis 0,5. Bei diesen Werten beeinflusst das im Thorium enthaltene Th-230 das Zeitverhalten des Ra-226 über einen Zeitraum von ca. 10.000 Jahren und muss bei Langzeitbetrachtungen daher einbezogen werden.

Als Zwischenergebnis ist aus Sicht der ESK und der SSK festzuhalten, dass die Vorgehensweise bei der Erstellung von [4] grundsätzlich plausibel ist. Allerdings ergeben sich Fragen hinsichtlich des Uran- und Thorium-Inventars und der Berechnung zur Ermittlung von Radionukliden der natürlichen Zerfallsreihen.

Auch bei Korrektur dieser Fragen ist das Ergebnis von [4] nur dann plausibel, wenn die getroffenen Grundvoraussetzungen gegeben sind. Die Kommissionen prüften deshalb in einem zweiten Schritt folgenden Aspekt:

- Sind die in [4] getroffenen Grundvoraussetzungen belastbar abgesichert?

Die Grundvoraussetzungen bei der Erstellung von [4] sind insbesondere,

- dass die Begleitdokumentation zwar unvollständig ist, aber durch die vorgenommenen nachträglichen Überprüfungen der Datensatz herstellbar war, und
- dass die Annahmebedingungen von den Anlieferern prinzipiell eingehalten wurden.

Auch in [5] werden diese Grundvoraussetzungen implizit als gegeben vorausgesetzt. Bezogen auf die Einzelbinde ist die Überprüfung der Grundvoraussetzungen auch nicht mehr in jedem Fall möglich.

Die ESK und SSK sehen einige Indizien dafür, dass diese Grundvoraussetzungen nicht in jedem Fall gegeben waren bzw. sind. Die Indizien werden im Folgenden dargestellt:

- In den Anlieferungsbedingungen der Asse wurde die Annahme von Gebinden mit Flüssigkeiten, faul- und gärfähigen Abfallstoffen, leicht- oder selbstentzündlichen Abfallstoffen oder Abfallstoffen, die eine heftige chemische Reaktion erwarten lassen, nicht zugelassen. Entsprechend wird in [4] nur von Abfällen ausgegangen, die fest oder verfestigt sind. In [6, S. 10] wird dagegen von einem Transportunfall unter Tage berichtet: *„Am Morgen des 10.09.1980 ist beim Transport von Fässern aus Kammer 7 in Kammer 6 der 750-m-Sohle ein Fass mit schwachaktiven Abfällen geplatzt. (...) Als es dann mit dem Fassgreifer aufgenommen wurde, ist der Boden aufgeplatzt und der Inhalt (eine schwarze, relativ flüssige Masse) eruptionsartig herausgespritzt, sodass das Fass anschließend völlig leer war. (...) Mit großer Wahrscheinlichkeit war das Fass von einem Kernkraftwerk angeliefert worden. Es hatte bereits rund zwei Jahre in der Kammer 7 gelegen.“* Es stellt sich hier die Frage, inwieweit auch andere Gebinde mit Flüssigkeiten vorliegen und ob solche Gebinde hinsichtlich ihres Radioaktivitätsgehaltes richtig deklariert wurden.
- Eine Reihe von Abfallgebinden aus den siebziger Jahren wurden für die Einlagerung in der Asse vorgesehen und entsprechend konditioniert und dokumentiert. Wegen der Schließung des Einlagerungsbetriebes kam es aber nicht mehr zu einem Verbringen in die Asse. Solche Abfälle – als Altabfälle bezeichnet – verblieben z. B. in den Landessammelstellen. Im Jahr 2000 wurden solche in der Landessammelstelle Geesthacht verbliebenen Altabfälle aufgrund von Korrosionsschäden umgepackt. Dabei wurden Falschdeklarationen entdeckt, wie z. B. das Vorhandensein von Flüssigkeiten oder Abfällen mit deutlich höheren Aktivitäten. Es stellt sich hier die Frage, inwieweit auch in der Asse eingelagerte Fässer in einzelnen Fällen entsprechend falsch deklariert wurden.
- Das Gesamtinventar an Tritium (H-3) wird in [4] für den 01.01.2003 mit $1,20 \text{ E}+12 \text{ Bq}$ angegeben. Die Emissionen an Tritium in der Fortluft des Bergwerkes beliefen sich nach dem Jahresbericht des Betreibers für das Jahr 2006 auf 41 GBq , für 2005 auf 47 GBq [8, S. 33]. Verglichen mit dem in [4] angegebenen Gesamtinventar an Tritium würde dies bedeuten, dass pro Jahr ein 25stel bis ein 30stel des Tritiuminventars in die Abluft des Bergwerkes gelangt. Es stellt sich hier die Frage, ob wirklich das gesamte Tritiuminventar der Abfälle erfasst wurde; es könnte sich auch die Frage stellen, was eine so hohe Freisetzungsrates über den Zustand der Abfallbinde und des Versatzes aussagt.
- In dem bereits erwähnten Bericht [6] wird von einer Fassumlagerung von Kammer 7 nach Kammer 6 der 750-m-Sohle im Jahr 1980 berichtet. Die Schilderung lässt vermuten, dass dies nicht eine einmalige Aktion war. In den aktuellen Unterlagen zur Belegung der Kammern, z. B. [7], wird zu Kammer 7 als Einlagerungszeit 7/1977 – 7/1978 angegeben mit einer Einlagerung von insgesamt 4.356 Behältern, zu Kammer 6 die Einlagerungszeit 6/1978 – 12/1978 und 7.611 Behälter. Es stellt sich die Frage, wie weit Umlagerungsaktionen noch in die nach Kammern aufgeschlüsselten Inventarangaben eingegangen sind.

Insgesamt ergeben sich aus den angeführten Indizien gewisse Zweifel, ob die in den Begleitlisten angegebenen Abfalldaten (Materiallisten) den tatsächlichen Zustand vollständig abbilden. Die Zweifel haben aber unterschiedliche Auswirkungen auf die Nutzbarkeit der Ergebnisse aus [4], je nach dem Zweck, für den das Inventar benutzt wird. Beim weiteren Umgang mit der Frage des tatsächlichen Inventars sind aus Sicht der ESK und der SSK zu beachten:

- Zunächst sind die dargestellten notwendigen Korrekturen am Inventar durchzuführen.
- Bei der Verwendung des modifizierten Inventars nach [4] für Fragen des Langzeitsicherheitsnachweises ist durch geeignete Betrachtungen abzusichern, dass mögliche Unschärfen, die sich aus den angesprochenen Punkten ergeben, sich nicht in einer erheblichen Weise auf entscheidungsrelevante Ergebnisse der Langzeitsicherheitsuntersuchung auswirken.
- Bei einer Verwendung des modifizierten Inventars nach [4] für Fragen der Planung von Maßnahmen, die von örtlichen Verteilungen des Inventars abhängen, sind mögliche Bandbreiten sehr sorgfältig abzuwägen.
- Aus der Gesamtbetrachtung (Summenbildung der Aktivitäten) ist ein Rückschluss auf Einzelbinde aus einzelnen Kammern für die Arbeits- und Strahlenschutzmaßnahmen nicht möglich.

5.2 Strahlenschutz- und radiologische Fragestellungen

5.2.1 Sachverhalt

Während des Einlagerungsbetriebs war das gesamte Bergwerk unter Tage als Kontrollbereich ausgewiesen. Derzeit sind nur noch zwei Kontrollbereiche eingerichtet (Auslaugversuche, Laugensumpf vor Kammer 12). Der Auslaugversuch ist eine nicht dem Betreiber gehörende Anlage mit eigenständiger Genehmigung. Er hat keinen direkten Bezug zu den eingelagerten Abfällen und weist keine Kontaminationen auf. Der Kontrollbereich vor dem Laugensumpf (Messstelle 12) steht im Zusammenhang mit der Einlagerung radioaktiver Abfälle in der Asse. Dort wurden Kontaminationen beobachtet.

Außerdem wurden auch an anderen Stellen der Asse radioaktiv kontaminierte Laugen festgestellt. Entsprechende Informationen zu Kontaminationen liegen von Messstelle 3 (750-m-Sohle, vor Kammer 8) und Messstelle 109 (775-m-Sohle) vor [9, 10].

Weitere Bereiche, die nicht betreten werden dürfen, sind mit Gittern abgesperrt.

Alle Stoffe und Materialien, die außerhalb der abgesperrten oder als Kontrollbereiche ausgewiesenen Bereiche gehandhabt werden, werden als nicht-radioaktiv im rechtlichen Sinne betrachtet. Eine strahlenschutzrechtliche Genehmigung zum Umgang mit diesen Stoffen gibt es daher (bisher) nicht. Das gilt auch für die über die Abwetter vor allem mit Tritium kontaminierten Laugen aus Lösungszutritten.

Der operative Strahlenschutz im Bergwerk Asse wird von einem Bereich „Strahlenschutz“ mit insgesamt 12 Beschäftigten wahrgenommen, der in die Teilbereiche „Strahlenschutz“ und „Wetterwirtschaft“ untergliedert ist. Ein Schichtbetrieb ist nicht eingerichtet. Sensitive

Arbeiten dürfen aber nur durchgeführt werden, wenn entsprechende Mitarbeiter des Strahlenschutzes anwesend sind.

Personen, die im Mittel die Hälfte ihrer jährlichen Arbeitszeit oder mehr unter Tage verbringen, sind als beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie B eingestuft. Insgesamt sind etwa 170 Personen des Eigenpersonals und 25 Personen von Fremdfirmen als beruflich strahlenexponierte Personen registriert. Die mit den betriebseigenen Dosimetern ermittelten Dosen für diese Personen betragen 0,2 bis 0,3 mSv im Kalenderjahr, im Wesentlichen hervorgerufen durch das im Salz enthaltene K-40. Auf den amtlichen Filmdosimetern soll in den letzten Jahren in keinem Fall ein Wert oberhalb der Erkennungsgrenze ermittelt worden sein.

Kontaminationsmonitore, mit denen sich Personen nach Verlassen von Strahlenschutzbereichen auf Kontaminationsfreiheit hin überprüfen können, befinden sich in einem Container vor Kammer 12 sowie übertägig in einem Gebäude des Strahlenschutzes.

Bei der untertägigen Arbeit kommt es zur Inkorporation von aus den radioaktiven Abfällen freigesetzten Radionukliden (H-3 und C-14 sowie Rn-222 und seine Folgeprodukte). Die Notwendigkeit, personenbezogene Werte der Körperdosis durch Inkorporation zu ermitteln, besteht nicht, da die entsprechende Erfordernisschwelle nach der Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle zur Ermittlung der Körperdosen - Teil 2: Ermittlung der Körperdosis bei innerer Strahlenexposition (Inkorporationsüberwachung) (§§ 40, 41 und 42 StrlSchV) [19] von 1 mSv effektive Dosis im Kalenderjahr unterschritten ist. Der größte Anteil an innerer Strahlenexposition resultiert aus Radon (Rn-222), das bei Konzentrationen von etwa 70 Bq/m³ und einem Gleichgewichtsfaktor von 0,4 bis 0,5, bezogen auf 1.500 Stunden jährliche Arbeitszeit, zu einer effektiven Dosis von 0,3 mSv pro Kalenderjahr führt. Es besteht nach § 111 Abs. 2 StrlSchV aber keine Pflicht, diese Dosis den beruflich strahlenexponierten Personen als berufliche Dosis zuzuweisen.

Die Emissions- und Immissionsmessungen werden aufgrund einer Anordnung nach § 19 Atomgesetz (AtG) von 1978 durchgeführt. Zuvor waren mit der Genehmigung nach § 3 StrlSchV die entsprechenden Festlegungen getroffen. Seit 1978 wurde das Messprogramm fortgeschrieben, insbesondere den zwischenzeitlichen Änderungen der REI angepasst.

Messprogramme werden von Betreiber, Behörde und unabhängiger Messstelle durchgeführt. Der Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) misst mittels Thermolumineszenzdosimetrie (TLD) und beprobt Wasser, Gras, Bodenbewuchs und Nahrungsmittel.

Das Abwetter wird vom Betreiber auf H-3 und C-14 hin überwacht. Die genommenen Sammelproben werden zur Auswertung an das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) gegeben. Die Schwebstofffilter aus der Abwetterüberwachung werden mit den eigenen Gammaskpektrometern ausgewertet. Die Filter gehen ebenfalls an das BfS, das Kontrollmessungen durchführt. Darüber hinaus wurde vom Betreiber stichprobenhaft I-129 analysiert, wobei keine Konzentrationen oberhalb der Nachweisgrenze üblicher Messverfahren gefunden wurden. Auf die Routineüberwachung dieses Radionuklids wurde daher verzichtet.

Labormessungen von reinen Beta- und Alpha-Strahlern in Probenmaterial des Betreibers wurden in der Vergangenheit vom Institut für Strahlenschutz in Neuherberg durchgeführt. Seit etwa acht Jahren erfolgen diese Messungen durch das Zentrale Radionuklidlaboratorium

der Universität Regensburg.

5.2.2 Bewertung

Grundsätzlich ist festzustellen, dass der Strahlenschutz in der Anlage durch das Bergrecht geprägt ist. Er entspricht nicht der in kerntechnischen Anlagen üblichen Philosophie. Dies wirkt sich von der grundlegenden Organisation des Strahlenschutzes in der Anlage bis zur personellen Ausstattung aus. Nach Auffassung der ESK und der SSK ist es erforderlich, die notwendigen Strahlenschutzgenehmigungen zu beantragen und umzusetzen. Es wird empfohlen, die innerbetrieblichen Strahlenschutzregeln konsistent und systematisch aufzubauen. Dabei ist es insbesondere erforderlich, unter Berücksichtigung der Regeln des Strahlenschutzes je nach den Gegebenheiten Kontrollbereiche bzw. Überwachungsbereiche einzurichten und diese klar und vorschriftsmäßig zu kennzeichnen.

Der Ist-Zustand der Kontamination in der Asse ist aus Sicht der Kommissionen bisher nicht ausreichend erhoben und dokumentiert. Es muss sowohl durch Auswertung von Unterlagen aus der Einlagerungszeit als auch durch aktuelle Messungen erfasst werden, in welchen Bereichen des Bergwerks Kontaminationen vorliegen, die überdeckt wurden. Da bei zukünftigen Baumaßnahmen unter Tage kontaminierte Bereiche auch wieder freigelegt werden können, ist die Kenntnis über solche Kontaminationen zur Gewährleistung des Strahlenschutzes relevant.

Die getroffenen Maßnahmen zur Ermittlung der Personendosis sind nach Auffassung der ESK und der SSK angemessen. Die auf der Basis der bisherigen Kenntnis über den radiologischen Ist-Zustand notwendigen Voraussetzungen zur Verhinderung von Kontaminationsverschleppungen und zur Kontrolle der Kontamination von Personen sind vorhanden. Die Einstufung des Personals als beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie B ist bislang ausreichend. Dies könnte sich aber ändern, falls eine Rückholung von Abfällen, auch nur versuchsweise, vorgesehen wird. In einem solchen Fall sind auch die Maßnahmen zur Inkorporationsüberwachung einer Neubewertung zu unterziehen.

Die Überwachung und Bilanzierung der mit dem Abwetter in die Umgebung abgegebenen radioaktiven Stoffe erfolgt in sinngemäßer Übereinstimmung mit Anforderungen der REI. Die Kommissionen kommen zu dem Schluss, dass zusätzliche Überwachungsmaßnahmen der Fortluft derzeit nicht erforderlich sind. Eine Neubewertung wäre notwendig, wenn eine Rückholung von Abfällen, auch versuchsweise, geplant wird.

Die Immissionsüberwachung erfüllt ebenfalls sinngemäß die Anforderungen der REI. Die Messwerte der Umgebungsüberwachung zeigen keinen Einfluss von Ableitungen aus der Asse auf die Aktivitätskonzentration in den überwachten Medien, weder durch Ableitungen mit dem Abwetter noch durch Einträge über das Grundwasser. Eine Weiterführung der Messungen ist aber aus Gründen der Beweissicherung notwendig.

Durch die H-3-Gehalte der Wetter kommt es zu einer Kontamination von Laugen im Bergwerk. Hinsichtlich der angestrebten Freigabe von Laugen an Dritte sehen die Kommissionen die Notwendigkeit weiterer zu treffender Maßnahmen:

- Vor einer Überführung von Laugen in das Speicherbecken auf der 490-m-Sohle und vor einer Freigabe muss eine repräsentative Beprobung und Analytik zur Ermittlung der Radionuklidkonzentrationen erfolgen. Defizite bestehen bisher möglicherweise bei der H-3-Messung (ggf. mangelnde Repräsentativität durch Ausgasen bei der Probenahme), da nicht abschließend geklärt ist, in welcher Form H-3 vorliegt.
- Außerdem muss gemäß § 29 Abs. 2 StrlSchV sichergestellt werden, dass die Voraussetzungen für die Freigabe nicht zielgerichtet durch Vermischen oder Verdünnen herbeigeführt, veranlasst oder ermöglicht werden. Im Konzept zur weiteren Verfahrensweise beim Umgang mit Laugen, das der Betreiber aufgrund der Anordnung des Landesamts für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) vom 24.07.2008 noch vorzulegen hat, muss dieser Aspekt in geeigneter Weise berücksichtigt werden. Entsprechende Regelungen für die Voraussetzung der Übergabe von Laugen in das Speicherbecken sind festzulegen.
- Im Hinblick auf andere Radionuklide als Cs-137 und H-3 in aufgefangenen Laugen sind Untersuchungen erforderlich, die umfassend klären, welche Radionuklide in den Laugen in messbaren Konzentrationen vorkommen. Dabei sind auch Radionuklide wie Ra-226, Ra-228 mit einzubeziehen, die im Wasser eventuell bereits natürlicherweise vorkommen. Auf der Basis dieser Kenntnisse ist zu entscheiden, ob eine regelmäßige Überwachung weiterer Nuklide erforderlich ist oder ob solche Nuklide im Rahmen eines zu definierenden Nuklidvektors mitberücksichtigt werden, die regelmäßigen Messungen sich aber auf ein bis zwei Leitnuklide beschränken.
- Um Engpässe der Laugenlagerung bei Verzögerungen (Messbedarf, Abstimmungsbedarf mit Behörde oder Abnehmern etc.) zu vermeiden, sollten umgehend Lagerkapazitäten für die Zutrittslösungen geschaffen werden, die den durchschnittlichen Anfall von mindestens 100 Tagen aufnehmen können. Andernfalls besteht die Gefahr, dass aus Strahlenschutzsicht erforderliche Maßnahmen nicht sorgfältig geprüft werden können und Entscheidungen unter Zeitdruck getroffen werden müssen.

5.3 Mögliche Ursachen der Cs-137-Kontamination

5.3.1 Sachverhalt

5.3.1.1 Kontaminationen

Der Beratungsauftrag bezieht sich auf Laugen-Kontaminationen mit Cs-137 auf der 750-m- und 775-m-Sohle der Schachtanlage Asse II, und hier insbesondere auf den Laugensumpf am östlichen Ende der nördlichen Richtstrecke auf der 750-m-Sohle vor Kammer 12 (Messstelle 21) [9]. Diese Stelle wurde 1988 ins Routinemessprogramm aufgenommen, nachdem bei unregelmäßigen Messungen erstmals Cs-137 in der Lauge festgestellt worden war. Nachdem 2004 mit 10.062 Bq/kg erstmals die Freigrenze überschritten worden war, wurde 2005 mit dem Abpumpen der Lauge in den Tiefenaufschluss (975-m-Sohle) begonnen (insgesamt ca. 2 GBq). 2007 wurde mit dem Achtfachen der Freigrenze ein Maximalwert erreicht [9, 10]. Im Juli 2008 wurde für diese Messstelle durch NLWKN [11] eine Cs-137-Konzentration von 2,1 E+4 Bq/l und eine Co-60-Konzentration von 4,3 Bq/l nachgewiesen.

Neben dieser Kontamination traten nach [10] weitere Kontaminationen an den Messstellen 3 (2. südliche Richtstrecke der 750-m-Sohle, vor Kammer 8) und 109 (775-m-Sohle, Tropfstelle

Bohrung in Richtung Kammer 6 auf der 750-m-Sohle, versiegt, auch in [9] genannt) auf.

Untersuchungsergebnisse des NLWKN [11] vom Juli 2008 belegen für den Bereich der 2. südlichen Richtstrecke auf der 750-m-Sohle Kontaminationen mit Cs-137 an den Messstellen 2 (vor Kammer 4, 560 Bq/l), 3 und 4 (beide vor Kammer 8, 44 Bq/l bzw. 720 Bq/l). Nach [9] bestehen weitere, offenbar begrenzte und geringere Kontaminationen in der Sohle der 2. südlichen Richtstrecke vor den Kammern 4 und 8, die auf Kontaminationen während der Einlagerung zurückgeführt werden.

5.3.1.2 Unfälle

Durch Unterlagen sind derzeit zwei Unfälle bzw. Vorfälle auf der 750-m-Sohle belegt, bei denen Radioaktivität freigesetzt worden ist:

„Der Betreiber HMGU führt die heute noch vorhandene Kontamination auf der 750-m-Sohle auf einen Unfall in Jahr 1973 zurück, bei dem flüssige radioaktive Stoffe auf der Sohle ausgelaufen sind“ [10]. Der Unterlage zu diesem Unfall [12] ist zu entnehmen, dass 48 Fässer betroffen waren und dass anschließend auf den Fahrbahnen auf der 750-m-Sohle (Füllort sowie Strecke zur Kammer 12) Dekontaminationsarbeiten (250 m² Strecke und Unfallort) stattfanden.

Bei dem zweiten Vorfall im Jahr 1980 ist *„beim Transport von Fässern aus Kammer 7 in Kammer 6 der 750-m-Sohle ein Fass mit schwachaktiven Abfällen geplatzt“* [13]. Der Unfallort lag wahrscheinlich in Kammer 7, möglicherweise auf der Strecke zwischen den Kammern 7 und 6. Auch in diesem Fall sind Dekontaminationsarbeiten durchgeführt worden.

5.3.1.3 Abfallkammern 12 und 11

In unmittelbarer Nähe zum Laugensumpf „vor Kammer 12“ (Messstelle 21) befinden sich die Abfallkammern 12 und 11. Sie kommen möglicherweise als Herkunftsort(e) für die vor Kammer 12 nachgewiesene Kontamination in Frage.

In Kammer 12 lagern nach [4] etwa 7.500 Gebinde, die 1980 insgesamt 2 E+13 Bq Cs-137 enthielten. Für die benachbarte Kammer 11 werden etwa 9.500 Gebinde mit insgesamt 1 E+14 Bq Cs-137 angegeben.

Die Abfallkammer 12 befindet sich nach [14] im „Jüngeren Steinsalz“ (Na3). Die den Kommissionen zur Verfügung gestellten Risszeichnungen [15] lassen eine Nähe zum Carnallitflöz erkennen. Es wird eine liegende Stapelung von 7.464 Gebinden (2.514 m³) ohne Salzversatz angegeben. Die mittleren Abmessungen der Kammer betragen 36 m x 32 m x 9,5 m, die Höhe im nördlichen Bereich nur 3 m. Die freie Höhe nach der Einlagerung wird mit 2 m angegeben. In Analogie mit anderen Kammern wird angenommen, dass sich auf der Sohle eine 2,2 m hohe Ausgleichsschicht aus Salzhaufwerk befindet. Das Leervolumen wird mit 7.800 m³, das Luftvolumen mit 4.300 m³ geschätzt.

Die Abfallkammer 11 befindet sich nach [14] zum größten Teil im „Jüngeren Steinsalz“ (Na3), der südöstliche Bereich im „Älteren Steinsalz“ (Na2). Es wird eine liegende Einlage-

rung von 9.399 Gebinden (6.792 m^3) angegeben (unten Abkipptechnik, oben Stapelung, dazwischen eine nach „mündlicher Überlieferung“ 0,8 m mächtige Ausgleichsschicht aus Salzhauwerk). Die mittleren Abmessungen der Kammer betragen $52 \text{ m} \times 25 \text{ m} \times 9,5 \text{ m}$. Die freie Höhe nach der Einlagerung wird mit 0 -1 m angegeben. Zu einer unteren Ausgleichsschicht oder zu Versatz liegen nach [14] keine Angaben vor, in den Risszeichnungen [15] ist kein Versatz angegeben. Das Leervolumen wird in [14] mit 11.500 m^3 , das Luftvolumen mit 4.500 m^3 geschätzt.

5.3.1.4 Lösungszutritte

Nach [16, 17] werden zwei wesentliche Lösungszutritte unterschieden:

- MgCl_2 -reiche Lösungen aus den Kaliabbauen:

Diese Zuläufe wurden erstmals 1939 beschrieben und sollen 1941 versiegt sein. Dennoch wird bis heute ein Zulauf von bis zu $0,5 \text{ m}^3/\text{d}$ nachgewiesen. Eine Abschätzung des gesamten Zulaufes auf der Grundlage dieses Wertes ergibt etwa 12.600 m^3 . Hierbei muss beachtet werden, dass 1939/40 Zuläufe bis zu etwa $130 \text{ m}^3/\text{d}$ beobachtet wurden, die tatsächlich zuge tretene Lösungsmenge also deutlich größer sein dürfte. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass die Kaliabbaue mit Fabrikrückständen versetzt wurden, die einen erheblichen Feuchtigkeitsanteil besessen haben.

- Deckgebirgslösung im Bereich der Südflanke:

Der Zulauf trat erstmalig 1988 auf der 553-m-Sohle auf und wird genetisch als Deckgebirgslösung interpretiert. In den tieferen Sohlen der Südflanke sind mehrere Zuläufe aufgetreten, die als sekundäre Zuläufe eingestuft wurden. Es wird versucht, die zutretende Salzlösung soweit wie möglich zu fassen. Der Zulauf wird mit derzeit ca. $12 \text{ m}^3/\text{d}$ angegeben.

Die zusetzenden Lösungen beider großer Zutritte wurden bis vor einigen Jahren in der gesamten Grube für betriebliche Zwecke eingesetzt (Befeuchten des Versatzes, Fahrbahnbau) bzw. in Grubenräumen auf den unteren Sohlen gestapelt.

5.3.2 Bewertung

Bei der nachfolgenden vorläufigen Bewertung handelt es sich angesichts des derzeitigen Informationsstandes zu den Verhältnissen in der Asse und zum Messprogramm des Betreibers um eine Plausibilitätsprüfung anhand der in [10] genannten bzw. [13] angeführten Informationen zu Kontaminationen, Geologie, Einlagerungsmengen und -techniken, Verschlüssen sowie zum gebirgsmechanischen und hydraulischen Zustand des Gebirges im Bereich der Laugenstellen. Weitere Informationen ergaben sich aus den Auskünften des Personals der Schachtanlage während der Befahrung durch die Ad-hoc-Arbeitsgruppe „Asse“ am 08.07.2008.

5.3.2.1 Zusammenhang der Kontamination mit den Unfällen

Kontamination auf der 750-m-Sohle vor Kammer 12 (Messstelle 21)

Der Unfall im Jahr 1973 (Füllort und Strecke Richtung Kammer 12) ist räumlich der Kontamination vor Kammer 12 zuzuordnen. Wie in 5.3.1.1 angegeben, betraf er 48 Fässer. Zu einem möglichen ursächlichen Zusammenhang des Unfalls mit der Kontamination im Sumpf vor Kammer 12 wird im Folgenden eine Plausibilitätsbetrachtung durchgeführt:

Es ist die Frage zu klären, ob die vor Kammer 12 auf der 750-m-Sohle aufgefangene Lauge durch die beim Zwischenfall vom 17.12.1973 freigesetzten radioaktiven Stoffe kontaminiert sein kann, oder ob eine andere Ursache in Betracht zu ziehen ist.

Die höchste im Unfallbericht [12] angegebene Kontamination (185 Bq/cm^2) ergibt hochgerechnet auf die gesamte angegebene Fläche des kontaminierten Fahrwegs von 250 m^2 eine Gesamtaktivität von $4,63 \text{ E}+8 \text{ Bq}$, von der nur ein Teil Cs-137 gewesen sein kann. Die vor Kammer 12 aufgefangene und beseitigte Lauge soll insgesamt $2 \text{ E}+9 \text{ Bq}$ Cs-137 enthalten haben. Es ist daher nicht plausibel, dass die Kontamination der Lauge ihre Ursache im beim Zwischenfall vom 17.12.1973 kontaminierten Fahrweg hat.

Weiteres Indiz gegen die „Unfallhypothese“ sind die anderenorts vorhandenen Kontaminationen (vgl. 5.3.1.1). Das Vorhandensein von solchen Kontaminationen an verschiedenen Stellen müsste durch weitere Unfälle erklärt werden.

Die ESK und die SSK sind deshalb der Auffassung, dass die Rückführung der Kontamination vor Kammer 12 alleine auf den in den Unterlagen dokumentierten Unfall von 1973 nicht plausibel ist und mindestens der Großteil der Kontamination aus anderen Ursachen herrühren muss.

Kontaminationen im Bereich der 2. südlichen Richtstrecke der 750-m-Sohle und auf der 775-m-Sohle (Messstellen 2, 3, 4, 109)

Bei diesen Kontaminationen besteht kein plausibler Lagebezug zu dem Unfall im Jahr 1973. Dies gilt wahrscheinlich auch für den Unfall von 1980 im Bereich der 2. südlichen Richtstrecke der 750-m-Sohle, der wahrscheinlich in Kammer 7 stattgefunden hat (s. 5.3.1.2). Der Unfallort liegt danach abseits der in diesem Bereich bekannten Kontaminationen und scheidet zumindest als deren direkte Ursache aus, zumal er nach [13] dekontaminiert worden ist. Die ehemalige Kontamination auf der 775-m-Sohle (s. 5.3.1.1) steht mit keinem der Unfälle in Zusammenhang.

5.3.2.2 Zusammenhang der Kontaminationen mit Abfällen in benachbarten Einlagerungskammern

Kontamination auf der 750-m-Sohle vor Kammer 12 (Messstelle 21)

Unter Berücksichtigung des radioaktiven Zerfalls (Faktor 0,5) machen die bisher angefallenen 2 GBq Cs-137 $0,02 \%$ des Inventars in Kammer 12 oder $0,004 \%$ des Inventars in Kammer 11 aus. Eine Voraussetzung für die Herleitung der Kontamination aus einer dieser Kammern wäre ein entsprechendes Flüssigkeitsdargebot in der (den) Kammer(n). Es gibt Abschät-

zungen, dass pro Abfallfass mit Mischabfall bis zu 20 l Wasser enthalten sein können. Das Flüssigkeitsdargebot aus den Abfällen selbst reicht für die Korrosion der Fässer und eine Freisetzung, nicht aber für den Transport zum Sumpf aus, zumal die Flüssigkeit z. T. materialgebunden und der freie Anteil damit deutlich geringer als 20 l pro Fass sein dürfte. Für ein zusätzliches Flüssigkeitsdargebot von außen bestehen in diesem Grubenteil zwei Möglichkeiten:

Die Flüssigkeit könnte aus den Carnallitit-Abbauen stammen. Es gibt ein Flüssigkeitsdargebot aus dem Versatzmaterial wie auch durch Gebirgslösungen. Gebirgslösungen sind aus dem Westfeld bekannt. Es ist plausibel, dass in der Nähe von Kammer 12 (eventuell auch Kammer 11) ähnliche Verhältnisse wie im Westfeld bzgl. der Lösungen herrschen. Ein hinreichendes Flüssigkeitsdargebot aus den Carnallitit-Abbauen ist daher denkbar. Die Sohlen der Kammern im Carnallitit-Feld, in den Kammern 12 und 11 und in den Strecken im Bereich dieser Kammern sind entfestigt, hydraulische Wegsamkeiten liegen demzufolge vor. Da die 750-m-Sohle die tiefste Sohle im Carnallitit-Feld ist, können Lösungen nicht in tiefere Sohlen abwandern, sondern müssten sich in den Wegsamkeiten entsprechend der Morphologie der Oberfläche des unversehrten Gebirges in Richtung der tiefsten Zone dieser Oberfläche bewegen. Für diese Vorstellung spricht: Der Sumpf vor Kammer 12 befindet sich in einer relativ tiefen Position und der Lösungsspiegel steigt nach dem Abpumpen von Lösung allmählich wieder bis zum Ausgangsniveau an - Hinweise auf ein ausgedehntes Einzugsgebiet und eine schwerkraft- bzw. morphologiegesteuerte Lösungsbewegung.

Nach den verfügbaren Informationen dürften also sowohl ein für den Radionuklidtransport hinreichendes Flüssigkeitsdargebot aus den Carnallitit-Abbauen als auch die hydraulischen Voraussetzungen für den Transport gegeben sein. Zur Klärung der hydraulischen Voraussetzungen für diese Möglichkeit sind Gefälledaten aus dem mutmaßlichen Einzugsgebiet des Sumpfes vor Kammer 12 bzw. eine Kartierung der Höhenverhältnisse im Ostteil der 750-m-Sohle erforderlich.

Kontaminationen im Bereich der 2. südlichen Richtstrecke der 750-m-Sohle und auf der 775-m-Sohle (Messstellen 2, 3, 4, 109)

Der Lösungszutritt bei Messstelle 109 auf der 775-m-Sohle hatte nur eine sehr geringe Schüttung und ist zwischenzeitlich versiegt bzw. durch eine Strömungsbarriere verschlossen. Er war an eine Bohrung in Richtung der Kammer 6 auf der 750-m-Sohle gebunden. Es ist daher davon auszugehen, dass es sich um Lösungen aus dieser Kammer gehandelt hat.

Die Kontaminationen in der Sohle der 2. südlichen Richtstrecke vor den Kammern 4 und 8 der 750-m-Sohle werden vom Betreiber auf Vorgänge während der Einlagerungszeit zurückgeführt [10]. Eindeutige Belege für diese Hypothese gibt es offenbar nicht. Diese durch jüngste Untersuchungen [11] bestätigten Kontaminationen (Messstellen 2, 3 und 4) könnten durchaus mit den Abfällen in den benachbarten Kammern 4 und 8 im Zusammenhang stehen. Das in den Abfällen enthaltene Wasser reicht für die Freisetzung von Inhaltsstoffen aus. Voraussetzung für deren Abtransport wären entsprechend den Ausführungen zur Kontamination vor Kammer 12 (Messstelle 21) ein ausreichendes Flüssigkeitsdargebot sowie das Vorhandensein lösungsgängiger Wegsamkeiten. Diese Voraussetzungen sind im Bereich der 2. südlichen Richtstrecke erfüllt. Deckgebirgslösung gelangt offenbar bereits auf zwei unterschiedlichen Pfaden auf die 750-m-Sohle:

- Zum einen werden Salzlösungszutritte nahe den Kammern 8 und 10 mit Rolllöchern in Verbindung gebracht [10]. Dieser Pfad führt nördlich an den Abfallkammern vorbei.
- Zum anderen werden vor der nicht mit Abfällen verfüllten Kammer 9 Lösungen gefasst, die nach ihrer Zusammensetzung aus dem Deckgebirge der Südflanke stammen [10], aber nicht über Rolllöcher oder ähnliche Wegsamkeiten in diesen Bereich gelangen.

Wegsamkeiten und Lösungsdargebot für den Radionuklidtransport sind also vorhanden. Sichtbar wird dies in der kammerseitigen Wand des Auffangsumpfes vor Kammer 9, wo Lösungszutritt aus dem wassergängigen Basisbereich von Kammer 9, Stalaktiten und andere Austrittsspuren von Lösung verursacht hat. Es ist plausibel, dass Deckgebirgslösung auf ähnlichem Weg bereits in die mit Abfällen gefüllten benachbarten Kammern gelangt sein könnte und demnach ist nicht auszuschließen, dass die Kontaminationen in der Streckensohle vor den Kammern 4 und 8 auf ähnliche Mechanismen zurückgehen wie der Zutritt von Deckgebirgslösung in den Auffangsumpf vor Kammer 9.

Die dargestellten Überlegungen haben gezeigt, dass Deckgebirgslösungen aus der Südflanke die Abfälle auf der 750-m-Sohle bereits erreicht haben könnten. Hier besteht zur weiteren Klärung dringender Handlungsbedarf.

6 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die der ESK und der SSK vorliegenden Unterlagen und Informationen zum Abfallinventar und Aktivitätsinventar und zu den für die mögliche Freisetzung und den möglichen Transport von Radionukliden relevanten Verhältnissen im Bereich der Einlagerungskammern erscheinen nicht in jedem Fall belastbar. Die vorläufige Beurteilung stützt sich daher auf Annahmen und Plausibilitätsbetrachtungen.

Zur Frage des Beratungsauftrags nach der Vollständigkeit und Nachvollziehbarkeit der Angaben des Helmholtz Zentrums München für Gesundheit und Umwelt (HMGU) zum radioaktiven Inventar – inklusive Angaben zu Unsicherheiten:

Bei der Ermittlung des Radionuklidinventars wurde vom Betreiber grundsätzlich plausibel vorgegangen. Allerdings ergeben sich hinsichtlich der ermittelten Daten zum radioaktiven Inventar Fragen hinsichtlich des Uran- und Thorium-Inventars sowie hinsichtlich der Berechnung zur Ermittlung von Radionukliden der natürlichen Zerfallsreihen.

Weiterhin gibt es eine Reihe von Indizien, dass Angaben zu individuellen Fassinhalten nicht immer belastbar sind. Daraus ergeben sich gewisse Zweifel, ob die in den Begleitlisten angegebenen Abfalldaten (Materiallisten) den tatsächlichen Zustand vollständig abbilden. Beim weiteren Umgang mit der Frage des tatsächlichen Inventars sind aus Sicht der ESK und der SSK zu beachten:

- Zunächst sind die dargestellten notwendigen Korrekturen am Inventar durchzuführen.
- Bei der Verwendung des modifizierten Inventars für Fragen des Langzeitsicherheitsnachweises ist durch geeignete Betrachtungen abzusichern, dass mögliche Unschärfen, die sich aus den angesprochenen Punkten ergeben, sich nicht in einer erheblichen Weise auf entscheidungsrelevante Ergebnisse der Langzeitsicherheitsuntersuchung auswirken.

- Bei einer Verwendung des modifizierten Inventars für Fragen der Planung von Maßnahmen, die von örtlichen Verteilungen des Inventars abhängen, sind mögliche Bandbreiten sehr sorgfältig abzuwägen.
- Aus der Gesamtbetrachtung (Summenbildung der Aktivitäten) ist ein Rückschluss auf Einzelbinde aus einzelnen Kammern für die Arbeits- und Strahlenschutzmaßnahmen nicht möglich.

Zur Frage des Beratungsauftrags nach der Vollständigkeit und Nachvollziehbarkeit der Angaben des Helmholtz Zentrums München für Gesundheit und Umwelt (HMGU) zum radiologischen Messprogramm innerhalb und außerhalb der Schachtanlage:

Aus Sicht der Kommissionen ist grundsätzlich festzustellen, dass der Strahlenschutz in der Schachtanlage Asse II durch das Bergrecht geprägt ist. Er entspricht nicht der in kerntechnischen Anlagen üblichen Philosophie. Es wird empfohlen, die innerbetrieblichen Strahlenschutzregeln konsistent und systematisch aufzubauen.

Der Ist-Zustand der Kontamination in der Asse ist aus Sicht der Kommissionen bisher nicht ausreichend erhoben und dokumentiert worden, die Kenntnis über solche Kontaminationen ist zur Gewährleistung des Strahlenschutzes jedoch erforderlich.

Die in der Asse getroffenen Maßnahmen zur Ermittlung der Personendosis sowie die Emissionsüberwachung sind nach Auffassung der ESK und der SSK angemessen; eine Neubewertung wäre aber notwendig, wenn eine Rückholung von Abfällen, auch versuchsweise, geplant wird.

Durch die H-3-Aktivitätskonzentrationen der Wetter kommt es zu einer Kontamination von Laugen im Bergwerk. Hinsichtlich der angestrebten Freigabe von Laugen an Dritte sehen die Kommissionen jedoch weitere Maßnahmen als erforderlich an. Vor einer Überführung der Laugen in das Speicherbecken auf der 490-m-Sohle und vor einer Freigabe muss eine repräsentative Beprobung und Analytik zur Ermittlung der Radionuklidkonzentrationen erfolgen. Außerdem muss gemäß § 29 Abs. 2 StrlSchV sichergestellt werden, dass die Voraussetzungen für die Freigabe nicht zielgerichtet durch Vermischen oder Verdünnen erfüllt werden können.

Um Engpässe bei der Laugenlagerung durch Verzögerungen (Messbedarf, Abstimmungsbedarf mit Behörde oder Abnehmern etc.) zu vermeiden, sollten umgehend Lagerkapazitäten für die Zutrittslösungen geschaffen werden, die den durchschnittlichen Anfall von mindestens 100 Tagen aufnehmen können. Andernfalls besteht die Gefahr, dass aus Strahlenschutzsicht erforderliche Maßnahmen nicht sorgfältig geprüft werden können und Entscheidungen unter Zeitdruck getroffen werden müssen. Es sollte darauf geachtet werden, dass die unterschiedlichen Ströme der Zutrittslösungen nicht vermischt werden.

Zur Frage des Beratungsauftrags nach der Vollständigkeit und Nachvollziehbarkeit der Angaben des Helmholtz Zentrums München für Gesundheit und Umwelt (HMGU) zu den möglichen Ursachen der aufgetretenen Kontaminationen:

Die Kommissionen halten die Herkunft der fraglichen Kontaminationen auf der 750-m-Sohle

(allein) aus Betriebsunfällen für nicht plausibel. Wahrscheinlicher ist eine Kontamination der Lösungen durch eingelagerte Abfälle. Das setzt allerdings ein Flüssigkeitsdargebot von außerhalb der Abfallkammern sowie das Vorhandensein wassergängiger Wegsamkeiten voraus. Dies gilt insbesondere für den Kontaminationsbereich „vor Kammer 12“. Hinsichtlich der Kontaminationen in der Streckensohle vor den Kammer 4 und 8 sollten weitere Untersuchungen durchgeführt werden.

Die Kontamination im Sumpf vor Kammer 12 ist nach derzeitiger Einschätzung im Wesentlichen auf den Transport von Radionukliden durch aus dem Carnallitit-Baufeld stammende Lösungen aus nahen Abfallkammern, insbesondere Kammer 12, zurückzuführen. Die umfassende chemische Untersuchung der Lösung im Sumpf vor Kammer 12 müsste hierzu neue Erkenntnisse liefern. Inwieweit die hydraulischen Verhältnisse im Bereich von Kammer 12 diese Vorstellungen stützen, ist durch Erhebung der Gefällesituation im Bereich der benachbarten Strecken und Kammern, dem mutmaßlichen Einzugsgebiet des Sumpfes vor Kammer 12 bzw. eine Kartierung der Höhenverhältnisse im Ostteil der 750-m-Sohle (gegebenenfalls Auswertung bereits vorhandener Informationen) zu klären.

Für die Kontaminationen vor den Abfallkammern im Bereich der 2. südlichen Richtstrecke sind ebenfalls detaillierte chemische Untersuchungen zur Klärung der Herkunft der Lösungen erforderlich; denn hier ist nicht auszuschließen, dass Deckgebirgslösung aus der Südflanke die Abfälle auf der 750-m-Sohle bereits erreicht hat. Bei beiden Kontaminationsbereichen sind zur Beantwortung nach der Frage des Vorhandenseins und der Herkunft von Kontaminationen nach Überprüfung des diesbezüglichen Inventars die Untersuchungen auf nicht-radiologische chemische Parameter auszuweiten. Ergänzend sind auch bisher radiologisch nicht auffällige Lösungsvorkommen zu untersuchen. Bei der Auswahl der Parameter sind potentielle Indikatoren für die eingelagerten Abfälle gezielt zu berücksichtigen, beispielsweise Anionen oder stark wasserlösliche organische Verbindungen. Dies gilt auch für radiologisch bisher nicht auffällige Lösungsvorkommen.

Bei der Interpretation und Würdigung der Untersuchungsergebnisse ist allerdings zu beachten, dass die Belastbarkeit von Aussagen zur Herkunft oder zur Entstehung von Lösungen im Bereich der Fahrbahn in Sümpfen oder Probenahmestellen dadurch eingeschränkt ist, dass grundsätzlich von der Vermischung mit verschiedenen betrieblich eingesetzten Lösungen (vgl. Abschnitt 5.3.1.4) ausgegangen werden muss. Der Nachweis diskreter möglicher Migrationswege von Lösungen kann dadurch erheblich erschwert, wenn nicht unmöglich gemacht werden.

Vor diesem Hintergrund ist festzustellen:

Die zu den möglichen Ursachen der Kontaminationen vorliegenden Angaben des Betreibers sind aus Sicht der ESK und der SSK nicht nachvollziehbar. Die Kommissionen gehen davon aus, dass die Kontaminationen vor der Kammer 12 aus einer Einlagerungskammer herrühren.

Ergänzende Untersuchungen zur Klärung von Ausmaß und Herkunft der Kontaminationen sind zwingend erforderlich.

7 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] Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV) vom 20.07.2001 (BGBl. I, S. 1714) zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 29. August 2008 (BGBl. I, S. 1793)
- [3] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI), Rundschreiben des BMU vom 07.12.2005 – RS II5 – 15603/5 (GMBL. 44, S. 502 (1993) und GMBL. vom 23. März 2006, Nr. 14-17, S. 253)
- [4] Bestimmung des nuklidspezifischen Aktivitätsinventars der Schachtanlage Asse, Abschlussbericht Dr. U. Gerstmann (GSF, Institut für Strahlenschutz), H. Meyer (Forschungsbergwerk Asse), M. Tholen (Forschungsbergwerk Asse), August 2002
- [5] 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
- [6] Notiz über den Besuch auf der Asse am 10. September 1980, Bechthold INE, 16.09.1980
- [7] Speicher- und Sohlenriss 750 m, 08.07.2008
- [8] Strahlenschutz und Umgebungsüberwachung im Bereich der Schachtanlage Asse, Jahresbericht 2006, H. Meyer, T. Wanka, GSF-Bericht 02/07
- [9] G. Kappei: Kontaminierte Salzlösungen in der Schachtanlage Asse. Vortragsunterlagen anlässlich der Befahrung am 08.07.2008
- [10] 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
- [11] Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz: Ergebnisbericht, Untersuchungen im Forschungsbergwerk Asse II, Juli 2008
- [12] Bericht der GSF vom 04.01.1974 über den Unfall am 17.12.1973
- [13] Bechthold, Besuchsnotiz v. 10. September 1980

- [14] GSF: Beschreibung der Lagerbereiche der Abfälle. Revision 02, Juni 2005
- [15] Schachtanlage Asse: Diverse Speicher- und Sohlenrisse, Seigerrisse und Längsschnitte
- [16] Zusammenstellung und Bewertung der vor 1988 im Grubengebäude der Schachtanlage ASSE II aufgetretenen Salzlösungen und Gase. Stand 30.05.2003
- [17] Zusammenstellung und Bewertung der ab 1988 im Grubengebäude der Schachtanlage ASSE II aufgetretenen Salzlösungen und Gase. Stand Januar 2006
- [18] R. Gellermann, H. Schulz, D. Weiß: Abschlussbericht zum Vorhaben StSch 4416: Methodische Weiterentwicklung des Leitfadens zur radiologischen Untersuchung und Bewertung bergbaulicher Altlasten und Erweiterung des Anwendungsbereichs. Teil B: Erweiterung des Anwendungsbereichs auf NORM-Rückstände. Bericht I: Vorkommen und Entstehung von radiologisch relevanten Bodenkontaminationen aus bergbaulichen und industriellen Prozessen. Bundesamt für Strahlenschutz, 2006
- [19] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle zur Ermittlung der Körperdosen - Teil 2: Ermittlung der Körperdosis bei innerer Strahlenexposition (Inkorporationsüberwachung) (§§ 40, 41 und 42 StrlSchV), Anlage zum Rundschreiben vom 12.1.2007 – RS II 3 - 15530/1