



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit
Commission fédérale de sécurité nucléaire
Commissione federale per la sicurezza nucleare
Swiss Federal Nuclear Safety Commission

März 2012

Stellungnahme zum Bericht zum Umgang mit den Empfehlungen in den Gutachten und Stellungnahmen zum Entsorgungsnachweis (NTB 08-02)

KNS 23/270

Zusammenfassung

Im Dezember 2002 reichte die Nagra den "Entsorgungsnachweis für abgebrannte Brennelemente, verglaste hochaktive Abfälle sowie langlebige mittelaktive Abfälle" ein. In der Folge verfassten verschiedene nationale und internationale Gremien und Expertengruppen, darunter auch die damalige Eidgenössische Kommission für die Sicherheit von Kernanlagen (KSA), Gutachten beziehungsweise Stellungnahmen zu diesem Entsorgungsnachweis.

In seiner Verfügung vom 28. Juni 2006 verlangte der Bundesrat von den Kernkraftwerksgesellschaften gleichzeitig mit dem Entsorgungsprogramm einen Bericht, in welchem alle offenen Fragen, Hinweise und Empfehlungen der Stellungnahmen und Gutachten zum Entsorgungsnachweis systematisch erfasst werden und aufgezeigt wird, wie diese im weiteren Verfahren berücksichtigt werden.

Die Nagra hat gegen Ende 2008 diesen Bericht [NTB 08-02] eingereicht. Einer Aufforderung des Bundesamt für Energie (BFE) entsprechend, äussert sich die Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit (KNS) im vorliegenden Dokument zu diesem Bericht und zur Stellungnahme des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorats (ENSI) dazu. Sie beschränkt sich dabei im Wesentlichen auf den Umgang mit den expliziten Empfehlungen der damaligen KSA.

Zusammenfassend kommt die KNS zum Schluss, dass die Nagra alle expliziten Empfehlungen der ehemaligen KSA in ihrem Bericht aufgenommen hat. Viele dieser Empfehlungen sind aktuell bereits umgesetzt oder sind in das Forschungs- und Entwicklungsprogramm der Nagra sowie in Forschungsprojekte der Behörden eingeflossen. In seiner Bewertung äussert sich die KNS ausführlich zu einzelnen Themenbereich, die in den Empfehlungen der KSA angesprochen wurden und für die Tiefenlagerung radioaktiver Abfälle besonders wichtig sind. Hervorzuheben sind dabei die folgenden Punkte:

- Grundsätzlich sind die Auswirkungen der Komponenten eines Tiefenlagers einschliesslich der Lagerbehälter auf das Wirtgestein und die Verfüllmaterialien zu minimieren. Wichtig sind dabei insbesondere Prozesse, bei welchen sich Gase bilden.
- Die Entwicklung von Methoden zur Validierung von Verschlüssen soll mit hoher Priorität angegangen werden. Im Gegensatz zur Nagra und zum ENSI möchte die KNS am Selbstverschluss, einer wichtigen Komponente des EKRA-Konzepts, festhalten. Sie legt deshalb grossen Wert darauf, dass die von der KSA geforderte Machbarkeitsstudie durchgeführt wird.
- Von der Nagra geplante Arbeiten zur Entwicklung eines Monitoring-Systems, zur Rückholung sowie zur langfristigen Sicherstellung von Informationen über ein geologisches Tiefenlager sollen gezielt vorangetrieben werden.
- Ein zukünftiger Arbeitsschwerpunkt der Nagra soll die grundsätzliche Überprüfung des Lagerkonzepts sein.

Die KNS äussert sich auch zur Stellungnahme des ENSI. Sie kommt zum Schluss, dass das ENSI den von der Nagra vorgelegten Bericht zum Umgang mit den Empfehlungen in den Gutachten und Stellungnahmen zum Entsorgungsnachweis detailliert geprüft hat. Das ENSI sieht die Empfehlungen der damaligen KSA sachgerecht berücksichtigt. Bis auf die Einschätzung der Rolle des Selbstverschlusses stimmt die KNS dieser Einschätzung grundsätzlich zu. Das ENSI leitet aus seiner Beurteilung eine Reihe von Empfehlungen ab. Die KNS unterstützt diese Empfehlungen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Ausgangslage	1
1.2	Zur vorliegenden Stellungnahme der KNS	1
2	Zum Umgang mit den Empfehlungen der KSA	2
2.1	Barrierenwirkung der Rahmengesteine	2
2.2	Erhöhte Gasdrücke und Temperaturen	3
2.3	Robustheit des Tiefenlagersystems	4
2.4	Mindestanforderungen und Auslegungskriterien für Barrieren	5
2.5	Berücksichtigung der Erfordernisse der Entsorgung bei Betrieb der Kernanlagen und Konditionierung der Abfälle	5
2.6	Integrale Beurteilung der Gasfrage	6
2.7	Anforderungen an die Verschlüsse	7
2.8	Selbstverschlussbauwerk	7
2.9	Monitoringkonzept	8
2.10	Rückholstudie	9
2.11	Managementsystem	10
2.12	Wissensmanagement	10
2.13	Datenbank für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten	11
2.14	Expertengremium	11
2.15	Langfristig Sicherstellung der Information	12
2.16	Beachtung der Hinweise und Empfehlungen	12
2.17	Forschungs- und Entwicklungsprogramm	13
2.18	Partizipation	14
2.19	Entsorgungsrat	14
3	Zur Stellungnahme des ENSI	15
3.1	Aus der Stellungnahme des ENSI	15
3.2	Beurteilung durch die KNS	19
4	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	20
	Referenzen	23
	Abkürzungen	25

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Am 19. Dezember 2002 reichte die Nagra den „Entsorgungsnachweis für abgebrannte Brennelemente, verglaste hochaktive Abfälle sowie langlebige mittelaktive Abfälle“ ein [NTB 02-05]. Die KNS wurde auf den 1. Januar 2008 eingesetzt. Sie existierte damit zur Zeit der Beurteilung dieses Entsorgungsnachweises noch nicht. Die Vorgängerorganisation der KNS, die damalige Eidgenössische Kommission für die Sicherheit von Kernanlagen (KSA), nahm jedoch dazu ausführlich Stellung [KSA EN-OPA].

Daneben verfassten die damalige Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK), welche per 1. Januar 2009 ins ENSI überführt wurde, und die Kommission für nukleare Entsorgung (KNE) ein Gutachten [HSK EN-OPA] beziehungsweise eine Stellungnahme [KNE EN-OPA]. Ausserdem wurde der Entsorgungsnachweis von einer internationalen Expertengruppe¹ der OECD/NEA überprüft [NEA-IRT].

Diese Gremien formulierten im Rahmen ihrer Beurteilung des Entsorgungsnachweises offene Fragen, Hinweise und Empfehlungen.

Am 28. Juni 2006 erliess der Bundesrat seine Verfügung zum Gesuch der Nagra vom 19. Dezember 2002 betreffend den Entsorgungsnachweis für abgebrannte Brennelemente, verglaste hochaktive Abfälle sowie langlebige mittelaktive Abfälle [BR]. In dieser verlangte er, dass die Kernkraftwerkgesellschaften gleichzeitig mit dem Entsorgungsprogramm einen Bericht zu unterbreiten haben, der alle in den Gutachten und Stellungnahmen von HSK, KNE, KSA und den OECD/NEA-Experten enthaltenen offenen Fragen, Hinweise und Empfehlungen systematisch erfasst und aufzeigt, wie diese im weiteren Verfahren zeit- und sachgerecht beantwortet werden [BR, S. 25].

Die Nagra hat den geforderten „Bericht zum Umgang mit den Empfehlungen in den Gutachten und Stellungnahmen zum Entsorgungsnachweis“ [NTB 08-02] gegen Ende 2008 zusammen mit dem Entsorgungsprogramm [NTB 08-01] eingereicht.

Das Bundesamt für Energie (BFE) hat die KNS aufgefordert, zu diesem Bericht Stellung zu nehmen. Auch das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) erhielt eine entsprechende Aufforderungen.

1.2 Zur vorliegenden Stellungnahme der KNS

Die KNS äussert sich in der vorliegende Stellungnahme ausschliesslich zur Umsetzung der in der Stellungnahme der KSA [KSA EN-OPA] explizit ausgewiesenen Empfehlungen. Ausserdem beurteilt sie in Kapitel 3 die Stellungnahme des ENSI zum Bericht der Nagra zum Umgang mit den Empfehlungen in den Gutachten und Stellungnahmen zum Entsorgungsnachweis [ENSI SGT1].

Die Nagra ordnet in ihrem Bericht [NTB 08-02] die Empfehlungen in den Stellungnahmen und Gutachten zum Entsorgungsnachweis fünf Themenbereichen zu. In Kapitel 4 stellt sie zusammenfassend dar, wie die Empfehlungen zu den verschiedenen Themenbereichen umgesetzt werden. In Anhang 1 des Berichts [NTB 08-02, S. A-1 bis A-91] führt die Nagra die Empfehlungen im Wortlaut auf und nimmt zu jeder Stellung. In der vorliegenden

¹ International Review Team: NEA-IRT

Stellungnahme orientiert sich die KNS an diesem Anhang 1. Sie zitiert die Empfehlungen aus der KSA-Stellungnahme und die zugehörigen Stellungnahmen der Nagra. Anschliessend beurteilt sie jeweils die Stellungnahme der Nagra.

Die KNS hat seit ihrem Bestehen zur Themenbereich geologische Tiefenlagerung die nachfolgenden Stellungnahmen verfasst:

- Sachplan geologische Tiefenlager Etappe 1, Stellungnahme zum sicherheitstechnischen Gutachten des ENSI zum Vorschlag geologischer Standortgebiete; KNS April 2010 [KNS SGT1]
- Sachplan geologische Tiefenlager Etappe 2, Stellungnahme zur Notwendigkeit ergänzender geologischer Untersuchungen in Etappe 2; KNS Juni 2011 [KNS USGT2]
- Stellungnahme zum Entsorgungsprogramm 2008; KNS Dezember 2011 [KNS EP08]

Im Rahmen dieser Stellungnahmen hat die KNS die meisten Aspekte bereits aufgenommen, die in den Empfehlungen der KSA angesprochen sind. Sie verweist deshalb, wo zutreffend, auf die entsprechenden Beurteilungen in diesen Stellungnahmen.

Seit der Beurteilung des Entsorgungsnachweises im Jahre 2005 ist das Projekt zur geologischen Tiefenlagerung der radioaktiven Abfälle weiterentwickelt worden. Die KNS berücksichtigt diese Entwicklung in der vorliegenden Stellungnahme. Insbesondere trägt die KNS auch dem gegenwärtig laufenden Sachplanverfahren Rechnung. Dieses soll mit der Standortwahl für ein HAA-Lager und ein SMA-Lager enden. Gegenwärtig sind aber sowohl für das HAA-Lager als auch für das SMA-Lager noch mehrere Standortgebiete in Abklärung. Es ist deshalb angezeigt, die von der damaligen KSA gemachten Empfehlungen, soweit zutreffend, auf die andern Standortgebiete für das HAA-Lager und die Standortgebiete für das SMA-Lager zu übertragen.

In der Stellungnahme der KSA [KSA EN-OPA] finden sich neben den expliziten Empfehlungen weitere Ausführungen, die ebenfalls den Charakter von Empfehlungen haben. Die Nagra führt diese in Anhang 1 ihres Berichts [NTB 08-02, S. A-1 bis A-91] ebenfalls auf. Die KNS geht auf diese Empfehlungen in der vorliegenden Stellungnahme nicht explizit ein. Sie erwartet aber, dass auch diese adäquat umgesetzt werden.

2 Zum Umgang mit den Empfehlungen der KSA

2.1 Barrierenwirkung der Rahmengesteine

Empfehlung der KSA 1.1.1-03

Nach erfolgter Standortwahl soll die Barrierenwirkung der Rahmengesteine genauer abgeklärt und in der Sicherheitsanalyse auch im Referenzfall berücksichtigt werden.
(KSA EN-OPA, Empfehlung 3-1, Seiten 29, 38 und 95)

Stellungnahme der Nagra

Falls der Opalinuston im Zürcher Weinland weiter verfolgt wird, wird die Barrierenwirkung der Rahmengesteine im Rahmen zukünftiger Sondier- und Synthesearbeiten im Hinblick auf das Rahmenbewilligungsgesuch detailliert untersucht. In den zusätzlichen Sondierbohrungen (vertikal/schräg) werden die Untersuchungen durchgeführt, welche zur Charakterisierung der Transporteigenschaften der Rahmengesteine notwendig sind, damit diese auch im Referenzfall der Sicherheitsanalyse berücksichtigt werden können (Identifikation von potenziellen

Transportpfaden, mineralogische, hydraulische und geochemische Untersuchungen der Transportpfade und der Gesteinsmatrix, Diffusionsparameter etc.). Zudem werden skalenübergreifende Systemmodelle (Lagermodell, Standortmodell, ggf. Regionalmodell) zur quantitativen Überprüfung der Barrierenwirkung von Wirt- und Rahmengesteinen sowie zu Konsistenzprüfungen (z.B. hydraulische Modelle vs. Diffusionsmodelle) erstellt.

Beurteilung durch die KNS

Die KNS begrüsst die von der Nagra für den Fall, dass dieses Standortgebiet weitergezogen wird, vorgesehenen weiteren Untersuchungen zur Barrierenwirkung der Rahmengesteine im Zürcher Weinland (heute: Zürich Nordost). Nach ihrer Auffassung müssen diese Untersuchungen aber bei allen Standorten erfolgen, welche in die Etappe 3 weitergezogen werden und bei welchen die Rahmengesteine für den sicheren Einschluss von Bedeutung sind. Es muss insbesondere abgeklärt werden, ob allenfalls vertikale Störungen vorhanden sind. Zur gezielten Erkundung von geologischen Strukturen und Elementen können, neben den von der Nagra erwähnten Vertikal- und Schrägbohrungen, auch abgelenkte Bohrungen² erforderlich sein.

In Etappe 3 genügt es nach Ansicht der KNS nicht, die lateralen Veränderungen der lithologischen Eigenschaften der Wirtgesteine und der Rahmengesteine nur auf die geologischen Standortgebiete eingeschränkt abzuklären. Die lateralen Veränderungen müssen vielmehr über die Standortgebiete hinaus präzisiert werden, namentlich im nördlichen Mittelland und im Tafeljura.

Verlässliche Modellrechnungen setzen einerseits konsistente hydrogeologische Modelle zu den Standortgebieten voraus. Die KNS hat diesen Aspekt bereits in ihrer Stellungnahme zur Notwendigkeit ergänzender geologischer Untersuchungen in Etappe 2 erörtert [KNS USGT2, 4.2.3, 4.2.5.3, 4.2.5.4 und 4.2.6]. Andererseits ist wichtig, dass geeignete Modelle für die Radionuklidenausbreitung in der Geosphäre verwendet werden. In diesem Zusammenhang sollte nach Ansicht der KNS insbesondere die Modellierung der Ausbreitung der Radionuklide über Fliesspfade in geologischen Störungen überprüft werden.

2.2 Erhöhte Gasdrücke und Temperaturen

Empfehlung der KSA 1.3.4-04

Zudem sollten die Auswirkungen der über längere Zeit erhöhten Gasdrücke und Temperaturen auf die Transporteigenschaften von Opalinuston und Bentonit untersucht werden. Anschliessend soll eine integrale Beurteilung der Gasfrage erfolgen. (KSA EN-OPA, Empfehlung 3-3, Seiten 37, 38 und 95)

Stellungnahme der Nagra

Zur Gasfreisetzung und zu thermisch induzierten Prozessen laufen zurzeit mehrere Studien und Untersuchungen. Die Resultate der Untersuchungen über Auswirkungen verschiedener Prozesse auf die Eigenschaften des Opalinustons und des Bentonits werden für den Sicherheitsbericht zum Rahmenbewilligungsgesuch zusammengefasst.

² Abgelenkte Bohrungen: Bei solchen Bohrungen wird die Bohrrichtung im Verlauf der Bohrung gezielt geändert. Auf diese Weise entstehen beispielsweise gekrümmte Bohrlöcher.

Zusätzliche Informationen zum Langzeitverhalten von Opalinuston und Bentonit bei erhöhten Gasdrücken und erhöhten Temperaturen werden im Rahmen mehrerer F+E-Projekte erwartet (THM-Bent, High-T Bentonite, THM-LabPerm). Die Ergebnisse der Laborexperimente werden im Rahmen von In-situ-Versuchen im Felslabor Mont Terri verifiziert werden (HG-A, EU-FP7: PEBS³ und 1:1 Einlagerungs-Demonstrationsversuch).

Beurteilung durch die KNS

Die KNS begrüsst die von der Nagra vorgesehenen Untersuchungen zu den Auswirkungen der verschiedenen Prozesse auf die Wirtgesteine und die Verfüllmaterialien, welche durch das Tiefenlager ausgelöst werden. Sie legt Wert darauf, dass alle Prozesse berücksichtigt werden, die durch die Abfallgebinde und die Lagereinbauten ausgelöst werden können und die Thematik auch für das SMA-Lager untersucht wird.

Die Nagra betrachtet diese Untersuchungen als länger andauernde Aktivität, welche während der nächsten Jahre auf das Rahmenbewilligungsgesuch ausgerichtet ist. Für das Rahmenbewilligungsgesuch sollte hier deshalb ein quantifizierter Meilenstein formuliert werden.

Grundsätzlich soll aber nach Ansicht der KNS der Vermeidung solcher Prozesse Priorität zukommen. Sie hat in diesem Zusammenhang deshalb bereits in ihrer Stellungnahme im Rahmen von Etappe 1 des Sachplans geologische Tiefenlager empfohlen, die aktuellen Lagerkonzepte zu überprüfen und dabei der Anpassung der Abfallgebinde, Verfüllmaterialien und Einbauten an das chemisch-physikalische Milieu im Tiefenlager grosse Bedeutung beizumessen. Insbesondere hat sie auf die Entwicklung von BE/HAA-Lagerbehältern aus alternativen Materialien wie Keramik und die Vermeidung von organischen Stoffen in den Abfällen hingewiesen. [KNS SGT1, 3.2.2.3] Im Hinblick auf die Vermeidung organischer Stoffe in den Abfällen empfiehlt sie zudem in ihrer Stellungnahme zum Entsorgungsprogramm konkret, den Stand der Technik im Bereich der Mineralisierung organischer Materialien in der Schweiz umzusetzen [KNS EP08, 3.1.2, Empfehlung 5].

2.3 Robustheit des Tiefenlagersystems

Empfehlung der KSA 2.1.1-05

Nach erfolgter Standortwahl soll die Robustheit des Tiefenlagersystems hinsichtlich Einhaltung des Schutzziels 1 der HSK-R-21 durch die Analyse weiterer Fälle systematisch und umfassender untersucht werden. (KSA EN-OPA, Empfehlung 3-2, Seiten 31, 38 und 95)

Stellungnahme der Nagra

Die Methodik bzgl. Auswahl von Rechenfällen wird im Hinblick auf das Rahmenbewilligungsgesuch überprüft und bei Bedarf angepasst, mit speziellem Augenmerk auf die Auswahl der "What-if?"-Rechenfälle.

Beurteilung durch die KNS

Die damalige KSA hat ihre Empfehlung zu einer Zeit formuliert, als es den Sachplan geologische Tiefenlager [SGT] noch nicht gab. Gemäss diesem sind bereits in Etappe 2 quantitative provisorische Sicherheitsanalysen zu erstellen. Nach Ansicht der KNS muss deshalb für alle

³ Long term performance of engineered barrier systems (Forschungsprojekt der Europäischen Union)

Standortgebiete, die in Etappe 2 weiter betrachtet werden, die Robustheit systematisch und umfassend untersucht werden. Eine geringere Robustheit könnte nämlich ein Aspekt sein, welcher im Rahmen der Gesamtbewertung zum Ausscheiden eines Standorts beitragen könnte. Die KNS weist allerdings darauf hin, dass die Robustheit eines Tiefenlagersystems nicht allein durch die Geologie bestimmt ist, sondern auch massgeblich vom Lagerkonzept und dessen Umsetzung abhängt. Deshalb ist die Empfehlung der KNS, die Lagerkonzepte unter Beachtung verschiedener Aspekte grundsätzlich zu überprüfen [KNS USGT2, 6.2.2], auch für die Robustheit des Tiefenlagersystems von grosser Bedeutung.

2.4 Mindestanforderungen und Auslegungskriterien für Barrieren

Empfehlung der KSA 2.1.2-01

Seite 45: Für die einzelnen Barrieren sollen Mindestanforderungen bzw. Auslegungskriterien festgelegt werden.

Seite 49 und 96: Es sollen Auslegungskriterien für die einzelnen Barrieren des Lagersystems festgelegt werden. (KSA EN-OPA, Empfehlung 5-2, Seiten 45, 49 und 96)

Stellungnahme der Nagra

Im Rahmen des Requirements Managements werden für jede Barriere die zu erfüllenden Anforderungen (bei Bedarf quantitative Mindestanforderungen bzw. qualitative Auslegungsgrundsätze) festgelegt. Dabei wird auch dokumentiert, für welche Konzepte diese Anforderungen gelten und unter welchen Bedingungen (z.B. alternative Auslegung) diese Anforderungen modifiziert werden können.

Beurteilung durch die KNS

Die KNS begrüsst das Vorgehen der Nagra und nimmt positiv zur Kenntnis, dass die Nagra in Unterkapitel 5.2 des NTB 08-02 diese Thematik als Daueraufgabe bezeichnet. Die KNS legt Wert darauf, dass bereits in Etappe 2 eine entsprechende Auswertung erfolgt, wie dies die Nagra vorsieht.

2.5 Berücksichtigung der Erfordernisse der Entsorgung bei Betrieb der Kernanlagen und Konditionierung der Abfälle

Empfehlung der KSA 3.4-02

Beim Betrieb der Kernanlagen sowie der Behandlung und Konditionierung von Abfällen soll der Abstimmung mit den Erfordernissen der Entsorgung bis und mit geologischer Tiefenlagerung im Sinne einer Optimierung Rechnung getragen werden; hinsichtlich BE/HAA gilt dies speziell für die Kernauslegung und die Festlegung des maximalen Abbrands, hinsichtlich LMA für den Gehalt an organischen Stoffen. (KSA EN-OPA, Empfehlung 5-3, Seiten 44, 50 und 95)

Stellungnahme der Nagra

Den KKW-Betreibern sind die Randbedingungen der geologischen Tiefenlagerung von BE/HAA, insbesondere die maximal zulässige Wärmeleistung der BE-/HAA-Endlagerbehälter, bekannt. Es wurden und werden diesbezüglich Studien durchgeführt, in denen der Ein-

fluss des Abbrands der BE und des Letzkerns auf die Verpackung der BE für eine optimierte geologische Tiefenlagerung untersucht wurde/wird. Bei den gegenwärtig vorliegenden BE ist eine optimierte Verpackung der BE/HAA nicht in Frage gestellt, da genügend BE mit niedrigen Abbränden für die Beladung der Behälter vorliegen. Der hinsichtlich einer optimalen und auch wirtschaftlichen Entsorgung maximal zu wählende Abbrand ist Gegenstand der erwähnten Studien.

Bei den LMA sind die Abfälle aus der Wiederaufarbeitung von grosser Bedeutung. Dort wird durch die Substitution von LMA von Sellafield Ltd (früher: BNGS / BNFL) durch wenige HAA-Kokillen die Menge an organischen Stoffen bereits drastisch reduziert. Des Weiteren wurde von der Nagra und den Betreibern bei AREVA (früher: Cogema) darauf hingewirkt, dass geplante organische Beimischungen in ansonsten metallischen Abfällen mit hoher Wahrscheinlichkeit vermieden werden und AREVA plant, die Konditionierung von Rohabfällen mit organischem Bindematerial (Bitumen) durch eine Methode ohne Organika zu ersetzen.

Beurteilung durch die KNS

Die Nagra ist beim Entsorgungsnachweis davon ausgegangen, dass die UO_2 -Brennelemente und die MOX-Brennelemente Endabbrände von $48 \text{ GWt/t}_{\text{SM}}$ aufweisen und UO_2 -Brennelemente 40 Jahre sowie die MOX-Brennelemente 55 Jahre zwischengelagert werden, bevor diese der geologischen Tiefenlagerung zugeführt werden. Heute liegen die Endabbrände der Brennelemente aus den schweizerischen Druckwasserreaktoren aber im Bereich zwischen $55 \text{ GWt/t}_{\text{SM}}$ und $60 \text{ GWt/t}_{\text{SM}}$. Brennelemente mit diesen Abbränden müssen länger zwischengelagert werden, bis deren Nachzerfallswärmeleistung auf ein entsprechendes Niveau abgeklungen ist. Die KNS begrüsst deshalb, dass die Frage der künftigen Endabbrände der Brennelemente abgeklärt wird. Beim Entscheid über die künftigen Endabbrände sollen die sicherheitstechnischen Kriterien im Vordergrund stehen. Insbesondere ist zu vermeiden, dass Brennelemente aus einem Kernkraftwerk erst sehr lange Zeit nach dessen definitiver Ausserbetriebnahme der Endlagerung zugeführt werden können. Überprüft werden soll insbesondere auch der Einsatz von MOX-Brennelementen, da diese bei gleichem Endabbrand wesentlich länger zwischengelagert werden müssen als UO_2 -Brennelemente, bis deren Nachzerfallswärmeleistung entsprechend abgeklungen ist.

Falls sich zeigen sollte, dass aus der Wiederaufarbeitung trotzdem LMA-Gebinde mit einem wesentlichen Anteil an organischen Stoffen zurückgenommen werden müssen, so soll nach Auffassung der KNS die Möglichkeit der Neukonditionierung dieser Abfälle abgeklärt werden. Nach Ansicht der KNS ist die Thematik der organischen Stoffe in den Abfällen auch für die schwach- und mittelaktiven Abfälle sicherheitsrelevant. Sie hat diese Thematik bereits in ihrer Stellungnahme im Rahmen von Etappe 1 aufgenommen [KNS SGT1, 2.2.3.2 und 3.2.2.3] und in ihrer Stellungnahme zum Entsorgungsprogramm empfohlen, den Stand der Technik im Bereich der Mineralisierung organischer radioaktiver Materialien in der Schweiz umzusetzen [KNS EP08, 3.1.2, Empfehlung 5].

2.6 Integrale Beurteilung der Gasfrage

Empfehlung der KSA 4.1.3-04

Um eine Gefährdung der Barrierenwirkung des Opalinustons durch die Gasentwicklung infolge Korrosion der Stahlbehälter zu vermeiden, sollen alternative Behälterwerkstoffe und/oder Behälterkonzepte evaluiert werden. [...] Anschliessend soll eine integrale Beurteilung der Gasfrage erfolgen. (KSA EN-OPA, Empfehlung 3-3, Seiten 37, 38 und 95)

Stellungnahme der Nagra

Neben der Evaluation der Behältermaterialien und der Behälterkonzepte wird auch die Frage der Gasfreisetzung durch den Bentonit und den Opalinuston in die Gesamtbeurteilung der Behältermaterialien einfließen. Deshalb wird auch das Thema der Gasfreisetzung durch den Opalinuston weiter untersucht (vgl. Stellungnahmen zu den Empfehlungen Nr. 1.3.2-01, 1.3.2-02 und 4.1.1-04). Die Resultate aus dieser Gesamtbeurteilung werden mitbestimmen, welche Behälteroptionen in das Rahmenbewilligungsgesuch aufgenommen werden sollen.

Beurteilung durch die KNS

Eine integrale Beurteilung der Gasfrage ist unumgänglich sowohl für das HAA-Lager als auch das SMA-Lager, insbesondere wenn für letzteres als Wirtgestein der bevorzugte Opalinuston gewählt wird. Nach Auffassung der KNS muss aber jedenfalls der Vermeidung von Gasbildung erste Priorität beigemessen werden. Dies gilt insbesondere auch für die Wahl der Behälter für die HAA und abgebrannten Brennelemente.

2.7 Anforderungen an die Verschlüsse

Empfehlung der KSA 4.1.5-02

Es sollen Anforderungen an Festigkeit und Durchlässigkeit der Verschlüsse quantifiziert und in Ausführungsspezifikationen umgesetzt werden. (KSA EN-OPA, Empfehlung 5-5, Seiten 49, 51 und 96)

Stellungnahme der Nagra

Die Anforderungen an Festigkeit und hydraulische Eigenschaften der Verschlüsse und Schlüsselzonen des Lagers werden im Rahmen des Requirements Management Prozesses entwickelt und in der Berichterstattung zum Rahmenbewilligungsgesuch aufgeführt. Zur Bestätigung der Annahmen und zum Nachweis der Machbarkeit wurden bereits kleinskalige Versuche im Mont Terri durchgeführt (EU-FP6: ESDRED⁴ – SB-Versuch). Weitere Versuche unter realistischen Randbedingungen sind geplant (Mont Terri Stollenversiegelungsversuch).

Beurteilung durch die KNS

Es gibt weltweit noch keine validierten Verfahren zum Verschluss von Tiefenlagerbauten. Es gilt daher Methoden zur Validierung von Verschlüssen zu entwickeln und diese experimentell zu überprüfen. Die experimentelle Überprüfung wird einen längeren Zeitraum erfordern. Die KNS legt deshalb Wert darauf, dass Versuche im Massstab 1:1 mit hoher Priorität angegangen werden.

2.8 Selbstverschlussbauwerk

Empfehlung der KSA 4.1.5-05

Die Machbarkeit eines Selbstverschlussbauwerks soll in einer Studie abgeklärt werden. (KSA EN-OPA, Empfehlung 5-1, Seiten 45, 50 und 96)

⁴ ESDRED: Engineering studies and demonstrations of repository designs

Stellungnahme der Nagra

Im Entwurf der neuen HSK-Richtlinie G03 wird anstelle eines Selbstverschlussbauwerks ein schneller Verschluss verlangt. Ein diesbezügliches Konzept wird für das Rahmenbewilligungsgesuch ausgearbeitet, welches im Hinblick auf die weiteren nuklearen Bewilligungen stufengerecht vertieft wird.

Beurteilung durch die KNS

Gemäss Erläuterungsbericht zur Richtlinie G03 sieht das ENSI von der Forderung eines Selbstverschlusses ab, da damit viele ungeklärte Fragen und Risiken verbunden sind: Fragen des Unterhalts, um die selbsttätige Einsatzbereitschaft aufrechtzuerhalten, die Feststellung und Verifizierung dieser Bereitschaft ohne eine Probeauslösung, das Verhindern einer unbeabsichtigten Auslösung, die Überwachung und Gewährleistung der Fähigkeit der Einrichtung und die mit einer Selbstverschlusseinrichtung verbundene geringere Versiegelungsqualität. [ENSI-G03 ERB, 5.1.6]

Die KNS weist darauf hin, dass der Selbstverschluss ein wichtiges Element des EKRA-Konzepts ist. Der Umstand, dass noch ungeklärte Fragen und technische Schwierigkeiten bestehen, ist nach Auffassung der KNS kein Grund, bereits heute auf einen Selbstverschluss zu verzichten. Auch ist der in der G03 geforderte temporäre Verschluss [ENSI-G03, 5.1.6] kein Ersatz für einen Selbstverschluss.

Nach Auffassung der KNS müssen die ungeklärten Fragen und technischen Risiken eines Selbstverschlusses deshalb im Rahmen einer Machbarkeitsstudie eingehend untersucht werden. Auf der Basis der Ergebnisse dieser Studie soll dann entschieden werden, ob ein Selbstverschluss insgesamt sicherheitstechnische Vorteile aufweist. Die KNS unterstützt deshalb explizite die Empfehlung der damaligen KSA, die Machbarkeit eines Selbstverschlussbauwerks in einer Studie abzuklären.

2.9 Monitoringkonzept

Empfehlung der KSA 4.3.1-02

Es sollen ein Monitoringkonzept für die Überwachung des Pilotlagers erstellt und die Forschung und Entwicklung für den Einsatz geeigneter langzeitstabiler Messsysteme zielgerichtet vorangetrieben werden. (KSA EN-OPA, Empfehlung 5-4, Seiten 48, 51 und 96)

Stellungnahme der Nagra

Für das Rahmenbewilligungsgesuch wird ein Konzept bzgl. Monitoring erstellt, welches auch die Überwachung des Pilotlagers umfasst. Dieses Konzept wird dann im Hinblick auf die weiteren nuklearen Bewilligungen stufengerecht detaillierter ausgearbeitet. Weiter wird im Rahmen partnerschaftlicher Projekte an der Entwicklung von Messsystemen und deren Erprobung gearbeitet.

Zurzeit laufen Verhandlungen mit der EU zur Durchführung des EU-FP7 Projekts MoDeRn⁵. Dieses Projekt schliesst sowohl die Ausarbeitung von Monitoringkonzepten als auch die Instrumentenentwicklung ein (z.B. 'wireless transmission', 'non-intrusive' Monitoring). Die

⁵ MoDeRn: Monitoring developments for safe repository operation and staged closure

Rolle eines Pilotlagers und ein darauf abgestimmtes Monitoringprogramm werden ebenfalls in diesem EU-Projekt diskutiert werden.

Beurteilung durch die KNS

Die KNS begrüsst, dass die Nagra an der Entwicklung von Messsystemen für das Monitoring-System arbeitet. Die Anforderungen an dieses System zur Langzeitüberwachung sind hoch. Systemkomponenten wie beispielsweise Sensoren müssen über lange Zeit ohne Unterhalt funktionstüchtig bleiben. Solche Komponenten müssen zum Teil noch entwickelt und in Langzeittests geprüft werden. Mit der Entwicklung muss deshalb schon heute begonnen werden, damit ausreichend Zeit für die Langzeittests zur Verfügung steht.

Die KNS hat bereits ein Projekt für die Entwicklung von Sensoren zur Temperatur- und Druckmessung im verfüllten Pilotlager angeregt.

Die KNS empfiehlt der Nagra, die Entwicklung des Monitoring-Systems gezielt voranzutreiben, damit bereits für die Rahmenbewilligung erste Erfahrungen mit neuartigen Komponenten des Monitoring-Systems für das Pilotlager vorliegen.

2.10 Rückholstudie

Empfehlung der KSA 4.3.2-03

Die Rückholstudie soll bezüglich der Verlässlichkeit bzw. Reparierbarkeit der automatisierten Rückbaugeräte bei den vorherrschenden Einsatzbedingungen und bezüglich der zum Rückbau eventuell notwendigen Oberflächenanlagen vertieft werden. (KSA EN-OPA, Empfehlung 5-6, Seiten 50, 51 und 96)

Stellungnahme der Nagra

Im Hinblick auf das Rahmenbewilligungsgesuch werden Projektkonzepte für die Rückholung erarbeitet, soweit diese für die Grundzüge des Projekts massgebend sind. Dazu gehören insbesondere auch vertiefte Abklärungen und Untersuchungen der In-situ-Bedingungen (Standfestigkeit untertägiger Anlagen, Temperaturen, Zustand der Schienen, etc.) zum Zeitpunkt der Rückholung und die Überprüfung und möglicherweise die Verbesserung der Rückholkonzepte inkl. der Auslegung der Rückholungseinrichtungen (Zuverlässigkeit, Robustheit). Die Konzepte zur Handhabung rückgeholter Behälter werden hinsichtlich der Auslegung der Oberflächenanlagen, inkl. Ableitung von Anforderungen, stufengerecht präzisiert und im Rahmen des Requirements Managements festgehalten, wobei beim Rahmenbewilligungsgesuch voraussichtlich noch Alternativen offen gehalten werden.

Im Rahmen der Untersuchungen im Felslabor am Standort sind Demonstrationsversuche zur Rückholung vorgesehen; diese werden im Hinblick auf das nukleare Baubewilligungsgesuch durchgeführt.

Die Konzepte und die Auslegung werden stufengerecht für die weiteren Bewilligungsschritte verfeinert.

Beurteilung durch die KNS

Die Rückholung der Abfälle ohne grossen Aufwand bis zum definitiven Verschluss des geologischen Tiefenlagers ist ein zentraler Aspekt des EKRA-Konzepts. Auch erwartet das BFE, dass im Rahmen der Kostenstudie für die Entsorgung der radioaktiven Abfälle die Kosten für

eine Rückholung der Abfälle berechnet werden [ENSI/BFE ESP, S. 44], was nach Ansicht der KNS ohne ein ausreichend fundiertes Rückholungskonzept nicht erfolgen kann.

Die KNS begrüsst deshalb die von der Nagra zur Rückholung vorgesehenen Konzeptabklärungen und Untersuchungen. Sie ist allerdings der Auffassung, dass bereits im Felslabor Mont Terri Versuche zur Rückholung der Abfälle im Massstab 1:1 durchgeführt werden sollen und nicht erst im Felslabor am Standort. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Rückholung der Abfälle auch vom Lagerkonzept abhängig ist, insbesondere von den verwendeten Lagerbehältern und der damit verbundenen Einlagerungstechnik. Die Rückholung ist daraufhin abzustimmen.

2.11 Managementsystem

Empfehlung der KSA 5.1-01

Die Nagra soll ihr Management-System unter Berücksichtigung der entsprechenden Empfehlungen der IAEO auf die Norm ISO 9004:2000 ausbauen und künftig laufend dem sich ändernden Stand des Entsorgungsprogramms anpassen. (KSA EN-OPA, Empfehlung 8-3, Seiten 89 und 99)

Stellungnahme der Nagra

Die Nagra hat 2005 ihr Qualitätsmanagement-System nach ISO 9001:2000 zertifizieren lassen. Das Qualitätsmanagement-System der Nagra ist so ausgerichtet, dass es alle relevanten Geschäftstätigkeiten umfasst (strategische Planung, operative Führung, Mitarbeiterprozesse, Projektprozesse, Öffentlichkeitsarbeit, unterstützende Prozesse). Das System wird bei Bedarf den neuen Bedürfnissen angepasst, auch unter Berücksichtigung der Empfehlungen der IAEA. Zurzeit besteht aus Sicht der Nagra kein Bedarf, das System auf ISO 9004 auszurichten.

Beurteilung durch die KNS

ISO 9004:2000 ist ein Leitfaden, der sowohl die Wirksamkeit als auch die Effizienz des Qualitätsmanagementsystems betrachtet. Das Ziel der Norm besteht in der Leistungsverbesserung von Organisationen, die zum Beispiel die Normenreihe ISO 9001:2000 anwenden, im Hinblick auf eine Entwicklung in Richtung Total-Quality-Management (TQM). Der Anhang von ISO 9004:2000 enthält unter anderem einen Leitfaden zur Selbstbewertung.

Der Nagra obliegt eine äusserst komplexe und fachlich anspruchsvolle Aufgabe. Deshalb ist ein ständiges Hinterfragen der eigenen Leistung und der Eignung des Qualitätsmanagementsystems von besonderer Bedeutung. Die ISO 9004:2000 bietet dafür eine gute Hilfe. Die KNS würde es daher begrüssen, wenn die Nagra ihr Qualitätsmanagementsystem im Sinne der KSA-Empfehlung ausbauen und pflegen würde. Sie misst aber dieser Erweiterung nicht dieselbe Bedeutung zu wie die KSA. Für die KNS ist die Berücksichtigung der entsprechenden Empfehlungen der IAEA wichtiger.

2.12 Wissensmanagement

Empfehlung der KSA 5.1-03

Die Nagra soll zudem in ihr QM-System einen Prozess "Wissensmanagement" aufnehmen. (KSA EN-OPA, Empfehlung 8-5, Seiten 92 und 100)

Stellungnahme der Nagra

Wissensmanagement (Knowledge-Management) ist Bestandteil des Nagra Qualitätsmanagement-Systems. Das von der Nagra betriebene Knowledge-Management ist Bestandteil der strategischen Planung und hat einen direkten Einfluss auf das mittelfristige Arbeitsprogramm und die strategische Ressourcenplanung. Bezüglich des Wissensmanagements sind auch die periodischen Synthesen zu erwähnen, wo in der Berichterstattung (Hauptberichte, Referenzberichte) das jeweilige Wissen integral und im Kontext dargestellt wird; diese Information wird auch in sogenannten Projektdokumentationen festgehalten.

Beurteilung durch die KNS

Dem Wissensmanagement kommt bei einem Langzeitprojekt wie der geologischen Tiefenlagerung der radioaktiven Abfälle eine ganz besondere Bedeutung zu. Es gilt, insbesondere das Wissen systematisch und in einer Form zu erfassen, dass es von neuen Mitarbeitenden leicht übernommen werden kann, und dessen Erhalt für die gesamte Dauer des Projekts zu gewährleisten. Ob das Wissensmanagement diesen Anforderungen genügt, kann die KNS zurzeit nicht beurteilen, da sie nicht über ausreichende Informationen verfügt.

2.13 Datenbank für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten

Empfehlung der KSA 5.1-04

Die Erkenntnisse und Daten aus Entwicklungs- und Forschungsarbeiten der Nagra sowie weiterer beteiligter Organisationen und der Behörden sollen von der Nagra [in einer] Datenbank zusammengestellt werden. (KSA EN-OPA, Empfehlung 8-5, Seiten 92 und 100)

Stellungnahme der Nagra

Die Nagra hat im Rahmen ihres Qualitätsmanagement-Systems ein Knowledge-Management- und ein Requirements Management-System erstellt, um das relevante Wissen im Zusammenhang mit der Entwicklung der geologischen Tiefenlager unter Berücksichtigung der Anforderungen formell evaluieren zu können. In dieses System fließen auch relevante Informationen anderer Organisationen (inkl. Behörden) ein. Die Resultate aus den Forschungs- und Entwicklungsarbeiten werden in sogenannten Projektdokumentationen (Datenbanken) erfasst.

Beurteilung durch die KNS

Auch bei diesem Thema verfügt die KNS zurzeit nicht über genügend Informationen, um sich ein Urteil zu bilden. Wichtig ist aus Sicht der KNS, dass der Zugang zur Datenbank für alle Beteiligten, also auch die Behörden und deren Experten sowie die Vertreter der Regionen gewährleistet ist.

2.14 Expertengremium

Empfehlung der KSA 5.1-07

Die Nagra [soll] ein ständiges Gremium von unabhängigen externen Experten bestellen, welches ihre Arbeiten auf Qualität, Vollständigkeit der Nachweisführung sowie die Grundausrichtung ihrer Tätigkeit überprüft. (KSA EN-OPA, Empfehlung 8-3, Seiten 90 und 99)

Stellungnahme der Nagra

Die Nagra hat seit mehreren Jahren ein geologisches Beratergremium. Auch für andere spezifische Themen hat die Nagra ein Expertengremium (Canister Materials Review Board, Gas Release Review Board) mit international anerkannten Fachspezialisten. Die Nagra beabsichtigt, ihr Netzwerk an ständigen Experten zu erweitern. Weiter unterhält die Nagra Kontakte zu einer ganzen Reihe von anerkannten Wissenschaftlern, die als Reviewer für einzelne Arbeiten bzw. Berichte dienen.

Beurteilung durch die KNS

Die KNS begrüsst, dass die Nagra ihr Netzwerk an ständigen Experten erweitern will. Dabei soll sie ihr Augenmerk insbesondere auch auf Experten aus anderen Bereichen mit ähnlichen Fragestellungen wie im Bereich Entsorgung radioaktiver Abfälle richten, da solche Experten neue Sichtweisen einbringen können.

2.15 Langfristig Sicherstellung der Information

Empfehlung der KSA 5.2-02

Die Nagra und die Behörden sollen schon jetzt Forschungsarbeiten zur Weitergabe der Informationen über ein verschlossenes geologisches Tiefenlager an spätere Generationen aktiv verfolgen. (KSA EN-OPA, Empfehlung 8-6 [Seite 92 als "8-7" bezeichnet], Seiten 92 und 100)

Stellungnahme der Nagra

Die Informationen zu einem versiegelten geologischen Tiefenlager sollen und müssen archiviert werden, und es sollen weitere Massnahmen ergriffen werden, um die Informationen für zukünftige Generationen zu erhalten. In Anbetracht des grossen internationalen Interesses wird dieser Fragestellung im Kontext von internationalen Kooperationsprojekten nachgegangen, mit dem Ziel, die Methoden und Vorgehensweisen im Rahmen des Rahmenbewilligungsgesuchs auf Stufe Konzept darzulegen und zu beschreiben. Anschliessend werden die Unterlagen stufengerecht verfeinert; die Langzeitarchivierung und Markierung des Lagers sind auch Bestandteil der nachfolgenden Bewilligungsverfahren.

Beurteilung durch die KNS

Die KNS misst dieser Thematik grosse Bedeutung bei. Sie erachtet es als ausreichend, wenn beim Rahmenbewilligungsgesuch ein Konzept vorgelegt wird. Nach Auffassung der KNS sind aber auch für ein Konzept noch tiefergehende Abklärungen erforderlich, da auch international noch kaum konkrete Vorstellungen zur langfristigen Sicherstellung der Informationen bestehen. Nach Auffassung der KNS sollten deshalb sowohl die Nagra als auch die Behörden bereits heute entsprechende Studien in Auftrag geben.

2.16 Beachtung der Hinweise und Empfehlungen

Empfehlung der KSA 5.2-05

Die Nagra soll die im Rahmen der Beurteilung durch HSK, KNE, NEA-IRT und KSA aufgeworfenen Fragen, die Hinweise und Empfehlungen sowie den identifizierten Bedarf an Forschung und Entwicklung – begleitend zum Entsorgungsprogramm gemäss Art. 32 KEG

und Art. 52 KEV – im Rahmen eines Forschungs- und Entwicklungsprogramms weiter verfolgen. Besondere Bedeutung ist dabei der Frage der für die Abfallbehälter verwendeten Werkstoffe beizumessen. (KSA EN-OPA, Empfehlung 9-1, Seite 98)

Stellungnahme der Nagra

Die Nagra hat den vorliegenden Bericht angefertigt, um das Vorgehen bei der Bearbeitung der in den Gutachten und Stellungnahmen zum Entsorgungsnachweis gemachten Hinweise und Empfehlungen zu klären; der Bericht ergänzt das strategische Arbeitsprogramm, welches im Entsorgungsprogramm dokumentiert ist. Ein Nagra-interner RD&D-Plan enthält die Details zu allen Forschungs- und Entwicklungsgebieten inklusive einer Darlegung der Anforderungen und dem Zeitpunkt der geplanten Studien.

Beurteilung durch die KNS

Diese Empfehlung hat der Bundesrat mit Punkt 3 seiner Verfügung zum Entsorgungsprogramm aufgenommen [BR]. Die Nagra ist mit dem in dieser Stellungnahme beurteilten Bericht der entsprechenden Forderung des Bundesrats nachgekommen.

2.17 Forschungs- und Entwicklungsprogramm

Empfehlung der KSA 5.2-07

Im Rahmen des von den Abfallproduzenten vorzulegenden Entsorgungsprogramms soll ein Forschungs- und Entwicklungsprogramm erstellt werden, das regelmässig dem aktuellen Stand von Wissen und Technik angepasst wird und auch sozialwissenschaftliche Untersuchungen und Projekte umfasst. (KSA EN-OPA, Empfehlung 8-1, Seiten 84 und 98)

Stellungnahme der Nagra

Das Entsorgungsprogramm enthält auch Angaben zum zukünftigen Forschungs- und Entwicklungsprogramm. Dieses basiert auf einem detaillierteren Nagra-internen R&D-Plan. Darin sind keine sozialwissenschaftlichen Untersuchungen und Projekte vorgesehen, da gemäss Konzept Sachplan geologische Tiefenlager sozialwissenschaftliche Aspekte unter der Federführung des BFE mit den betroffenen Regionen abgewickelt werden.

Beurteilung durch die KNS

Mit der Aufnahme des Unterkapitels „5.6 Standortunabhängige Arbeiten sowie Forschung und Entwicklung“ in das Entsorgungsprogramm [NTB 08-01] ist die Nagra nach Auffassung der KNS dieser Empfehlung nachgekommen. Die KNS hat sich in ihrer Stellungnahme zum Entsorgungsprogramm zu den darin aufgeführten Forschungs- und Entwicklungsthemen geäussert: Sie hat empfohlen, künftig jeweils für die kommenden Jahre Schwerpunkte zu setzen, wobei die grundsätzliche Überprüfung der Lagerkonzepte einer der Schwerpunkte sein soll [KNS EP08, S. 13, Empfehlung 8].

Dass die Forschung zu sozialwissenschaftlichen Aspekten nicht von der Nagra in Auftrag gegeben wird, sondern unter der Federführung des BFE in Zusammenarbeit mit den Regionen, wird von der KNS begrüsst. Damit ist die Unabhängigkeit dieser Forschung von den Entsorgungspflichtigen gewährleistet. Nach Auffassung der KNS ist es wichtig, dass diese Forschung einerseits den aktuellen und andererseits Themen der Zukunft Rechnung

trägt. Zu letzteren gehören die langfristige Sicherstellung der Dokumentation zu den geologischen Tiefenlagern und die Markierung der Lager für die ferne Zukunft.

Ein weiterer wichtiger Teil der Entsorgungsforschung ist die regulatorische Sicherheitsforschung des ENSI. Die KNS wird ihre diesbezüglichen Vorstellungen über den ENSI-Rat einbringen, der gegenwärtig eine neue Strategie zur regulatorische Sicherheitsforschung erarbeitet.

2.18 Partizipation

Empfehlung der KSA 5.2-08

In die Verfahrensschritte, die zur Umsetzung der geologischen Tiefenlagerung führen, insbesondere die im Anschluss an den Entsorgungsnachweis anstehende Standortwahl sollen alle wichtigen betroffenen Kreise einbezogen werden. Dieser Einbezug soll in einem geregelten partizipativen Prozess erfolgen, der gemäss dem aktuellen Stand des Wissens durchgeführt wird. Um die Glaubwürdigkeit des Verfahrens sicherzustellen, soll die Federführung beim Bund bzw. bei den betroffenen Kantonen liegen. (KSA EN-OPA, Empfehlung 8-4, Seiten 90 und 99)

Stellungnahme der Nagra

Die Standortwahl erfolgt gemäss Konzept Sachplan geologische Tiefenlager, welches unter der Federführung des BFE erarbeitet wurde. Das Konzept sieht ebenfalls einen klar geregelten partizipativen Prozess mit breiter Beteiligung der betroffenen Regionen vor. Auch die Umsetzung des Konzepts (d.h. die Standortwahl) erfolgt unter der Federführung des BFE.

Beurteilung durch die KNS

Mit dem Sachplan geologische Tiefenlager ist der Bundesrat nach Ansicht der KNS dieser Empfehlung der damaligen KSA für die Phase der Standortwahl nachgekommen.

2.19 Entsorgungsrat

Empfehlung der KSA 5.2-09

Die Idee des Entsorgungsrats soll durch den Bund möglichst rasch umgesetzt werden. (KSA EN-OPA, Empfehlung 8-2, Seiten 88 und 99)

Stellungnahme der Nagra

Dies ist Aufgabe der Behörden und nicht der Nagra.

Beurteilung durch die KNS

Mit der Einsetzung des Beirats Entsorgung ist das UVEK nach Ansicht der KNS dieser Empfehlung der damaligen KSA nachgekommen.

3 Zur Stellungnahme des ENSI

Das ENSI wurde beauftragt, zum „Bericht zum Umgang mit den Empfehlungen in den Gutachten und Stellungnahmen zum Entsorgungsnachweis“ [NTB 08-02] der Nagra Stellung zu nehmen. Das ENSI ist diesem Auftrag nachgekommen und hat die Ergebnisse in einer Stellungnahme dokumentiert [ENSI 2012]. Nachfolgend werden Teile dieser Stellungnahme zusammengefasst. Der Schwerpunkt liegt dabei im Umgang mit den in [KSA EN-OPA] explizit aufgeführten Empfehlungen der damaligen KSA.

3.1 Aus der Stellungnahme des ENSI

3.1.1 Vorgehensweise des ENSI

Die Nagra fasst die rund 200 von den verschiedenen Gutachtern gemachten Empfehlungen in [NTB 08-02] in fünf übergeordneten Themenbereichen zusammen. Das ENSI folgt in seiner Stellungnahme [ENSI 2012] dieser thematischen Zusammenfassung. Innerhalb eines Themenbereichs werden die Empfehlungen – soweit möglich – thematisch weiter zusammengefasst. Die Bewertung des ENSI folgt nicht den einzelnen Empfehlungen sondern orientiert sich an diesen übergreifenden Themen.

Für seine Bewertung hat das ENSI in Beurteilungsblättern die verschiedenen Themen anhand folgender vier Leitfragen bearbeitet:

1. Wurden die Empfehlungen vollständig und nachvollziehbar aufgenommen?
2. Werden die Empfehlungen von der Nagra stufengerecht umgesetzt?
3. Steht der Inhalt im Einklang mit anderen Unterlagen zur geologischen Tiefenlagerung?
4. Wie werden die Themen in den weiteren Realisierungsschritten berücksichtigt?

Basierend auf den Ergebnissen dieser Bewertung wird vom ENSI nachvollzogen, wie die Nagra mit den Empfehlungen umgeht. Themen, die für das laufende Sachplanverfahren und das Rahmenbewilligungsgesuch als wichtig eingestuft werden, werden eingehender diskutiert. Da die geologische Tiefenlagerung seit der Beurteilung des Entsorgungsnachweises im Jahre 2005 weiter entwickelt wurde, berücksichtigt das ENSI bei seiner Beurteilung den aktuellen Stand der Entsorgung radioaktiver Abfälle in der Schweiz.

3.1.2 Themenbereich 1: Geologische Untersuchungen

Zum Umgang mit der Empfehlung⁶ 1.1.1-03 der KSA, in welcher eine genauere Abklärung der Barrierenwirkung der Rahmengesteine gefordert wird, äussert sich das ENSI nicht explizit. Es sieht den Themenbereich „vertiefte Charakterisierung der Rahmengesteine“ aber sowohl in den behördlichen Anforderungen als auch im aktuellen Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrations-Plan der Nagra [NTB 09-06] berücksichtigt [ENSI 2012, S. 12].

Die Nagra plant vertiefte Untersuchungen zur Gasfreisetzung und zu thermisch induzierten Prozessen und deren Auswirkungen auf die Eigenschaften des Opalinuston und des Bentonits. Damit kommt sie unter anderem der KSA-Empfehlung 1.3.4-04 nach. Bezüglich des Gastransports im Opalinuston empfiehlt das ENSI, die Rolle der Auflockerungszone als mögliche präferenzielle Gaswegsamkeit für das Rahmenbewilligungsgesuch im Detail zu klären [ENSI 2012, S. 10].

⁶ Die Nummerierung der Empfehlungen gibt jene in [NTB 08-02, Anhang 1] wieder

Die Nagra plant auch Untersuchungen und numerische Modellierungen von gekoppelten Prozessen im Nahfeld und in der Geosphäre. Hierbei weist das ENSI darauf hin, dass aus den vorliegenden Unterlagen nicht klar ist, wie die Nagra mit der Komplexität der Modellierung von THMC⁷-Kopplungen umgehen wird. Es erwartet daher, dass die Nagra das diesbezügliche konzeptuelle Vorgehen in den Unterlagen zu Etappe 2 des Sachplans geologische Tiefenlager darlegt. [ENSI 2012, S. 10]

Weiter sollten nach Ansicht des ENSI das Verständnis gekoppelter THM⁸-Prozesse im Hinblick auf bruchhafte Verformungen vertieft werden und die Angaben zur Lagerauslegung und zur Ausbruchsicherung bereits im Hinblick auf die nächsten Entscheidungsschritte näher konkretisiert werden. [ENSI 2012, S. 11]

Das ENSI stellt noch weitere Forderungen zu Themen aus dem Bereich „Geologische Untersuchungen“, die es als wichtig für das laufende Sachplanverfahren und das Rahmenbewilligungsgesuch beurteilt. Es sind dies: [ENSI 2012, S.9]

- die Verbesserung des Verständnisses der geologisch-tektonischen Entwicklung des Hegau-Bodensee-Grabens,
- eine vertiefte Abklärung der Bruchbildungen, die durch Erdbeben induziert werden können, und
- eine Vertiefung des Prozessverständnisses bezüglich glazialer Tiefenerosion.

3.1.3 Themenbereich 2: Beurteilung der Sicherheit

Die Empfehlung 2.1.1-05 der KSA zur Untersuchung der Robustheit des Tiefenlagersystems wird in der Stellungnahme des ENSI nicht explizit angesprochen.

Das ENSI stellt fest, dass die Nagra im Zuge der Überprüfung der Methodik der Sicherheitsanalyse auch die Notwendigkeit zur Erweiterung des Spektrums an Rechenfällen prüfe und gemäss Richtlinie ENSI-G03 die sicherheitstechnische Relevanz von Ungewissheiten zu quantifizieren ist [ENSI 2012, S. 15]. Eine direkte Stellungnahme zur Empfehlung 2.1.1-05 der KSA, in welcher die Untersuchung der Robustheit des Tiefenlagersystems gefordert wird, gibt das ENSI aber nicht.

Die Forderung der KSA nach Auslegungskriterien für die einzelnen Barrieren des Lagersystems (Empfehlung 2.1.2-01) sieht das ENSI durch die Nagra erfüllt [ENSI 2012, S. 15-16]. Bereits im Rahmen der generischen Sicherheitsbetrachtungen in Etappe 1 des Sachplans geologische Tiefenlager wurden quantitative Zielvorgaben an die Eigenschaften der geologischen Barriere festgelegt und erwartete Rückhaltebeträge der verschiedenen Elemente des Barrierensystems ermittelt. Nach Ansicht des ENSI werden grundlegenden Aspekte der Empfehlung auch in den weiteren Arbeiten der Nagra berücksichtigt werden.

3.1.4 Themenbereich 3: Aktualisierung der Informationen zu den radioaktiven Abfällen

In Empfehlung 3.4-02 spricht sich die KSA dafür aus, dass beim Betrieb der Kernanlagen sowie der Behandlung und Konditionierung der Abfälle der Abstimmung mit den Erfordernissen der Entsorgung bis und mit geologischer Tiefenlagerung Rechnung getragen werden soll. Gemäss ENSI setzt die Nagra diese Empfehlung im Sinne eines fortlaufenden Prozes-

⁷ THMC: Thermisch-Hydraulisch-Mechanisch-Chemisch

⁸ THM: Thermisch-Hydraulisch-Mechanisch

ses in enger Zusammenarbeit mit den Abfallverursachern um. Dies bezieht sich einerseits auf künftige Abbrandstrategien von BE [ENSI 2012, S. 20] und andererseits auf die Abfallkonditionierung zur Vermeidung und Reduzierung von organischen Materialien bei LMA [ENSI 2012, S. 20].

Das ENSI formuliert noch weitere Empfehlungen bzw. Forderungen zu Themen aus dem Bereich „Aktualisierung der Informationen zu den radioaktiven Abfällen“, welche es als wichtig für das laufende Sachplanverfahren und das Rahmenbewilligungsgesuch beurteilt:

- Das ENSI empfiehlt der Nagra, die Experimente zur Glasauflösung unter Tiefenlagerbedingungen weiterzuführen [ENSI 2012, S. 20].
- Das ENSI fordert von der Nagra, die Abbauraten von organischem Material mit zusätzlichen Experimenten unter Tiefenlagerbedingungen abzustützen [ENSI 2012, S. 21].
- Das ENSI fordert, den Stand von Wissenschaft und Technik bezüglich des Verhaltens der Brennelement-Hüllrohre zu verfolgen [ENSI 2012, S. 22].

3.1.5 Themenbereich 4: Barrieren- und Lagerkonzepte

Zur Vermeidung einer Gefährdung der Barrierenwirkung des Opalinustons durch die Gasentwicklung empfiehlt die KSA, alternative Behälterwerkstoffe und/oder Behälterkonzepte zu evaluieren (Empfehlung 4.1.3-04). Weiter empfiehlt die KSA, dass die Gasfrage nach weiteren Untersuchungen⁹ integral beurteilt werden soll. Das ENSI hält fest, dass die Nagra plane, die Behältermaterialien für das Rahmenbewilligungsgesuch nochmals zu evaluieren. Es empfiehlt, die Entwicklung des Stands von Wissenschaft und Technik bezüglich Behältermaterialien weiterhin eng zu verfolgen, da eine Verringerung der Gasproduktion durch eine geeignete Wahl des Behältermaterials eine sicherheitsgerichtete Massnahme ist [ENSI 2012, S. 27]. Weiterhin weist das ENSI darauf hin, dass es die Beibehaltung der Option Kupfer als alternatives Behältermaterial als sinnvoll erachtet. Das ENSI empfiehlt auch, die Entwicklung eines Konzepts zur Herstellung von Prototypen möglichst frühzeitig vorzusehen.

In Empfehlung 4.1.5-02 fordert die KSA, dass Anforderungen an Festigkeit und Durchlässigkeit der Verschlüsse quantifiziert und in Ausführungsspezifikationen umgesetzt werden sollen. Die Nagra plant diesbezüglich, die Konzepte für Versiegelung und Verschluss für das Rahmenbewilligungsgesuch weiter zu konkretisieren und für die weiteren Bewilligungsschritte nach Kernenergiegesetz KEG stufengerecht zu verfeinern. Dieses Vorgehen schätzt das ENSI als zielgerichtet ein. Es erwartet, dass die Nagra im Rahmen der Bewilligungsschritte zur Realisierung eines HAA-Lagers die Verfüll- und Versiegelungskonzepte konkretisiert und eine Bestätigung der materialtechnischen Kennwerte vorlegt [ENSI 2012, S. 27]. Es weist darauf hin, dass zum Versiegelungskonzept auch die Darlegung möglicher Unzulänglichkeiten und Abweichungen beim Einbau von Siegelstrecken und deren Konsequenzen auf die Langzeitsicherheit gehören.

Die KSA-Empfehlung 4.1.5-05 zur Bewertung der Machbarkeit eines Selbstverschlussbauwerks wird von der Nagra nicht weiter verfolgt, da in der Richtlinie ENSI-G03 von der Forderung eines Selbstverschlusses abgesehen wurde.

Bezüglich der KSA Empfehlungen zur Erstellung eines Monitoringkonzepts für das Pilotlager (Empfehlung 4.3.1-02) bewertet das ENSI die von der Nagra geplanten Massnahmen als zielführend und sinnvoll [ENSI 2012, S. 29]. Laut Nagra werden im Rahmen eines EU-Projekts sowohl das Monitoringkonzept diskutiert als auch Monitoringkomponenten evaluiert

⁹ Untersuchung der Auswirkungen der über längere Zeit erhöhten Gasdrücke und erhöhten Temperaturen auf die Transporteigenschaften des Bentonits und des Opalinustons

werden. Das ENSI hält fest, dass die Diskussion der Beladung, Anordnung und Ausgestaltung des Pilotlagers und die daraus abgeleiteten Anforderungen an die Überwachung ebenfalls bei der Erarbeitung eines Monitoring-Konzepts der Nagra zu berücksichtigen sind.

Ähnlich bewertet das ENSI das Vorgehen der Nagra im Zusammenhang mit der von der KSA geforderten Durchführung einer Rückholstudie (Empfehlung 4.3.2-03). Vertiefte Projektkonzepte für die Rückholung will die Nagra im Hinblick auf das Rahmenbewilligungsgesuch entwickeln. Das ENSI hält eine frühzeitige Erarbeitung eines Konzepts für die Rückholung wichtig. Dabei sind die Randbedingungen, die beim Entscheid eines Rückholens der Abfälle vorliegen können, zu definieren und das Vorgehen der Rückholung detaillierter zu erarbeiten, insbesondere die Vorgehensweise bei bereits erhöhten Temperaturen in den Lagerstollen [ENSI 2012, S. 29–30]. Das ENSI erwartet, dass die Nagra die Empfehlungen zur Rückholung systematisch erfasst und bei den weiteren Schritten der Realisierung von Tiefenlagern stufengerecht einfließen lässt. Es verweist darauf, dass gemäss Kernenergieverordnung KEV vor Inbetriebnahme des Tiefenlagers die sicherheitsrelevanten Techniken in den Testbereichen zu erproben und deren Funktionstüchtigkeit nachzuweisen sind.

Das ENSI formuliert noch weitere Empfehlungen bzw. Forderungen zu Themen aus dem Bereich „Barrieren- und Lagerkonzepte“, welche es als wichtig für das laufende Sachplanverfahren und das Rahmenbewilligungsgesuch beurteilt:

- Das ENSI fordert, für Ausbaukonzepte, die den Einsatz von Spritzbeton, Tübbing und massiven Stahleinbauten vorsehen, deren Auswirkungen auf die Langzeitsicherheit eines HAA-Lagers im Detail zu überprüfen [ENSI 2012, S. 26–27].
- Das ENSI empfiehlt, die Annahmen für die thermodynamischen Datenbanken für erhöhte Temperaturen und hohe pH-Werte punktuell durch Experimente abzustützen [ENSI 2012, S. 28].
- Das ENSI fordert, dass die zeitliche und räumliche Entwicklung der Porosität und der Durchlässigkeit des Wirtgesteins innerhalb der pH-Fahne eingehend untersucht wird und dabei die Konsequenzen für den Gastransport durch den Opalinuston evaluiert werden [ENSI 2012, S. 29].
- Das ENSI weist darauf hin, dass für das notwendige Verständnis zu gekoppelten Phänomenen im Nahfeld eines Tiefenlagers verstärkte Anstrengungen im Laufe der nächsten Jahre erforderlich sind. Es erwartet, dass das konzeptuelle Vorgehen in Etappe 2 des Sachplans geologische Tiefenlager dargelegt wird [ENSI 2012, S. 29].
- Das ENSI empfiehlt der Nagra, die Empfehlungen der Gutachter aus dem Themenbereich „Barrieren- und Lagerkonzepte“ in ihr „Requirements Management“ aufzunehmen.
- Das ENSI fordert, die Rolle der Zementminerale bei der Speziierung und Stabilisierung von Fe(II) und Fe(III) zu klären.

3.1.6 Themenbereich 5: Weitere Aspekte (Managementsystem, organisatorische Aspekte)

Der in Empfehlung 5.1-01 von der KSA geforderte Ausbau des Management-System der Nagra auf die Norm ISO 9004:2000 wird von der Nagra nicht weiter verfolgt, was in Übereinstimmung mit der Einschätzung des ENSI zur Notwendigkeit dieser Massnahme steht.

Die Empfehlungen 5.1-03 (Aufnahme eines Prozesses „Wissensmanagement“ in das QM-System der Nagra) und 5.1-07 (Bestellung eines ständigen Gremiums von unabhängigen externen Experten) sieht das ENSI durch die Nagra bereits vollständig umgesetzt [ENSI 2012, S. 36].

Zur Forderung 5.1-04 (Zusammenstellung von Erkenntnissen und Daten aus Entwicklungs- und Forschungsarbeiten) äussert sich das ENSI nicht explizit. Gleiches gilt für KSA-Empfehlungen 5.2-05 (Weiterverfolgung der durch die Gutachter aufgeworfenen Fragen im Rahmen eines Forschungs- und Entwicklungsprogramms) und 5.2-07 (Erstellung eines Forschungs- und Entwicklungsprogramms im Rahmen des Entsorgungsprogramms). Hier verweist das ENSI auf den Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrations-Plan der Nagra [NTB 09-06]. Dieser wird vom ENSI als Teil der zu bewertenden Unterlagen für zukünftige Entsorgungsprogramme eingestuft. Aus Sicht des ENSI ist damit gewährleistet, dass eine systematische Zusammenstellung bereits vorliegender und neu gewonnener Erkenntnisse sowie deren Relevanz für die jeweiligen anstehenden Schritte im Sachplanverfahren geologische Tiefenlager dokumentiert wird. Auf diesem Weg sieht das ENSI auch den Inhalt der entsprechenden Forderung der KSA umgesetzt.

Der Forderung der KSA nach Forschungsarbeiten zur Weitergabe von Informationen über ein verschlossenes Tiefenlager (Empfehlung 5.2-02) will die Nagra im Rahmen einer internationalen Kooperation nachkommen [ENSI 2012, S. 35]. In diesem Zusammenhang verweist das ENSI auf die Kernenergieverordnung und die Richtlinie ENSI-G03, wonach zusätzlich zur Dokumentation des Baus und des Betriebs eine Dokumentation zur langfristigen Sicherstellung der Kenntnisse über das geologische Tiefenlager erstellt und nach dessen ordnungsgemässen Verschluss abgegeben werden muss.

3.1.7 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Zusammenfassend stellt das ENSI in seiner Stellungnahme [ENSI 2012] fest, „dass die Nagra alle Empfehlungen der HSK, der KNE, der KSA und des NEA-IRT in den vom schweizerischen Bundesrat geforderten Bericht NTB 08-02 aufgenommen hat“. [ENSI 2012, S. 37]. Es hält fest, dass die aufgeführten Empfehlungen aus seiner Sicht stufengerecht bearbeitet werden und verweist hier insbesondere auf den Sachplan geologische Tiefenlager. Die Angaben der Nagra stehen gemäss der Beurteilung durch das ENSI nicht in Widerspruch zu anderen aktuellen Dokumenten im Zusammenhang mit geologischen Tiefenlagern. Schliesslich stellt das ENSI fest, dass mit Ausnahme von drei Themen alle Empfehlungen in die behördlichen Anforderungen und Wegleitungen oder in das Forschungs- und Entwicklungsprogramm der Entsorgungspflichtigen eingeflossen sind. Das Forschungs- und Entwicklungsprogramm wird zukünftig als Teil des Entsorgungsprogramms vom ENSI periodisch überprüft werden. Diese drei Themen sind in die künftigen Aufgaben des Forschungs- und Entwicklungsprogramms zu integrieren:

1. Verbesserung des Verständnisses der geologisch-tektonischen Entwicklung des Hegau-Bodensee-Grabens
2. Verfolgung des Stands von Wissenschaft und Technik bezüglich dem Verhalten der Brennelement-Hüllrohre
3. Klärung der Rolle der Zementminerale bei der Speziierung und Stabilisierung von Fe(II) und Fe(III)

Als Schlussfolgerung ist festzuhalten, dass das ENSI alle von der KSA in ihren Empfehlungen angesprochenen Themenbereiche durch die Nagra berücksichtigt sieht.

3.2 Beurteilung durch die KNS

Die KNS kommt zum Schluss, dass das ENSI in seiner Stellungnahme den von der Nagra vorgelegten „Bericht zum Umgang mit den Empfehlungen in den Gutachten und Stellungnahmen zum Entsorgungsnachweis“ [NTB 08-02] gründlich geprüft hat. Das ENSI berücksichtigt in seiner Bewertung auch die seit Abgabe der Empfehlungen stattgefundenene Entwicklung in behördlichen Anforderungen und Wegleitungen sowie im Forschungs- und

Entwicklungsprogramm der Entsorgungspflichtigen. Dies erleichtert es, den Blickwinkel, unter welchem der Bericht NTB 08-02 der Nagra betrachtet wird, in Richtung laufender und zukünftiger Arbeiten im Rahmen des Sachplans geologische Tiefenlager zu vergrössern.

Die Empfehlungen der damaligen KSA sieht das ENSI sachgerecht berücksichtigt. Die KNS stimmt dieser Einschätzung mit folgender Ausnahme zu: Im Fall der Empfehlung 4.1.5-05 der KSA zur Machbarkeitsstudie eines Selbstverschlussbauwerks kommt die KNS zu einer anderen Bewertung als das ENSI¹⁰. Auch wenn die Forderung eines Selbstverschlusses nicht explizit in der Gesetzgebung verankert ist, hält die KNS an diesem Bestandteil des EKRA-Konzepts fest und empfiehlt, den Selbstverschluss in der Planung für ein Tiefenlager grundsätzlich weiter vorzusehen und die Möglichkeiten der Umsetzung zu prüfen. (vgl. 2.8)

Die KNS unterstützt die Forderungen und Empfehlungen, die das ENSI in seiner Stellungnahme ausspricht. Hervorheben möchte die KNS nachfolgende Punkte, die sie als besonders wichtig für den weiteren Fortgang des Sachplans geologische Tiefenlager erachtet:

- Behältermaterial und –konzept: Die KNS unterstreicht die Wichtigkeit einer Überprüfung und gegebenenfalls Anpassung des bestehenden Behälterkonzepts für die Einlagerung von BE/HAA in ein Tiefenlager sowie der Frage des Behältermaterials.
- Minimierung des Inventars an gasbildenden Materialien im Tiefenlager: Priorität hat nach Ansicht der KNS die Minimierung des in das Tiefenlager eingebrachten Inventars an gasbildenden Materialien. Diesem Aspekt sollte bei allen Planungsschritten im Zusammenhang mit der Errichtung eines Tiefenlagers für radioaktive Abfälle grösstmögliche Beachtung zukommen.
- Einlagerungslogistik von BE/HAA: Die Kernausslegung und die Festlegung des maximalen Abbrands der Brennelemente sollte auf eine optimierte, d. h. möglichst rasche Einlagerung von BE/HAA in das Tiefenlager abgestimmt sein.
- Erosion: Die glaziale Tiefenerosion kann die Langzeitsicherheit eines HAA-Lagers wesentlich beeinflussen. Die KNS unterstützt daher die Forderung des ENSI nach einer Verbesserung des Prozessverständnisses in diesem Bereich nachdrücklich.

4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Im Dezember 2002 reichte die Nagra den "Entsorgungsnachweis für abgebrannte Brennelemente, verglaste hochaktive Abfälle sowie langlebige mittelaktive Abfälle" ein. Sie stützte sich dabei auf ein modellhaftes geologisches Tiefenlager im Zürcher Weinland. In der Folge verfassten die damalige Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK), die Kommission für nukleare Entsorgung (KNE), die damalige Eidgenössische Kommission für die Sicherheit von Kernanlagen (KSA) sowie eine internationale Expertengruppe der OECD/NEA Gutachten beziehungsweise Stellungnahmen zu diesem Entsorgungsnachweis.

Diese Gremien formulierten im Rahmen ihrer Beurteilungen offene Fragen, Hinweise und Empfehlungen. In seiner Verfügung vom 28. Juni 2006 zum Entsorgungsnachweis verlangte der Bundesrat von den Kernkraftwerkgesellschaften gleichzeitig mit dem Entsorgungsprogramm einen Bericht, in welchem aufgezeigt wird, wie diese offenen Fragen, Hinweise und Empfehlungen im weiteren Verfahren berücksichtigt werden.

¹⁰ Das ENSI sieht in der Richtlinie ENSI-G03 unter Punkt 5.1.6 („Temporärer Verschluss während der Betriebsphase“) die EKRA-Forderungen zur Gewährleistung eines raschen Lagerverschlusses umgesetzt.

Die Nagra hat gegen Ende 2008 diesen Bericht [NTB 08-02] eingereicht. Einer Aufforderung des Bundesamt für Energie (BFE) entsprechend, äussert sich die Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit (KNS) im vorliegenden Dokument zu diesem Bericht und zur Stellungnahme des ENSI dazu. Sie beschränkt sich dabei im Wesentlichen auf den Umgang mit expliziten Empfehlungen der damaligen KSA. Da die KNS auf verschiedene Themen, die in diesen Empfehlungen angesprochenen sind, bereits in früheren Stellungnahmen eingegangen ist, nimmt sie an entsprechenden Stellen auf diese Stellungnahmen Bezug. Im Weiteren trägt die KNS dem Umstand Rechnung, dass im laufenden Sachplanverfahren sowohl ein Standort für ein HAA-Lager als auch ein SMA-Lager gesucht wird.

Zusammenfassend kommt die KNS zum Schluss, dass die Nagra alle expliziten Empfehlungen der ehemaligen KSA in ihrem Bericht aufgenommen hat. Viele dieser Empfehlungen sind aktuell bereits umgesetzt oder sind in das Forschungs- und Entwicklungsprogramm der Nagra sowie in Forschungsprojekte der Behörden eingeflossen. Aus der Beurteilung der KNS sind die folgenden Punkte hervorzuheben:

- Die Rahmengesteine sollen in Etappe 3 in allen noch aktuellen Standortgebieten vertieft abgeklärt werden. Auch sollte die Modellierung der Ausbreitung der Radionuklide über Fliesspfade in geologischen Störungen überprüft werden. (vgl. 2.1)
- Die verschiedenen in ein Tiefenlager eingebrachten Komponenten wie beispielsweise jene zur gebirgsmechanischen Sicherung können Prozesse initiieren, die potentiell negative Auswirkungen auf das Wirtgestein und die Verfüllmaterialien haben. Dass die Nagra vorsieht, die Auswirkungen solcher Prozesse detaillierter zu untersuchen, ist zu begrüssen. Grundsätzlich soll aber der Vermeidung der Prozesse Priorität zukommen. Wichtig sind dabei insbesondere Prozesse, bei welchen sich Gase bilden. (vgl. 2.2 und 2.6)
- Die Robustheit eines geologischen Tiefenlagersystems ist neben der Geologie auch massgeblich vom Lagerkonzept abhängig. Dies soll bei der von der KNS geforderten grundsätzlichen Überprüfung der Lagerkonzepte berücksichtigt werden. (vgl. 2.3)
- Die KNS begrüsst, dass die Frage der künftigen Endabbrände der Brennelemente überprüft wird. Einbezogen werden soll dabei auch der Einsatz von MOX-Brennelementen. Es soll insbesondere vermieden werden, dass Brennelemente aus einem Kernkraftwerk erst sehr lange Zeit nach dessen Ausserbetriebnahme der Endlagerung zugeführt werden können. Falls aus der Wiederaufarbeitung LMA-Gebinde mit einem wesentlichen Anteil an organischen Stoffen zurückgenommen werden müssen, soll im Hinblick auf die Reduktion des Organikagehalts deren Neukonditionierung abgeklärt werden. (vgl. 2.5)
- Die Entwicklung von Methoden zur Validierung von Verschlüssen soll mit hoher Priorität angegangen werden. Im Gegensatz zur Nagra und zum ENSI möchte die KNS am Selbstverschluss, einer wichtigen Komponente des EKRA-Konzepts, festhalten. Sie legt deshalb grossen Wert darauf, dass die von der KSA geforderte Machbarkeitsstudie durchgeführt wird. (vgl. 2.7 und 2.8)
- Die Entwicklung des Monitoring-Systems zur Überwachung des Pilotlagers soll gezielt vorangetrieben werden, damit bereits für die Rahmenbewilligung erste Erfahrungen mit neuartigen Komponenten zur Verfügung stehen. (vgl. 2.9)
- Die von der Nagra vorgesehenen Abklärungen und Untersuchungen zur Rückholung sind zu begrüssen. Es sollen aber bereits im Felslabor Mont Terri Versuche im Massstab 1:1 durchgeführt werden. Dabei soll als Beitrag zur grundsätzlichen Überprüfung des Lagerkonzepts insbesondere auch der Einfluss von Lagerbehältern verschiedener Grösse auf die Rückholbarkeit untersucht werden. (Vgl. 2.10)
- Wichtig erscheint, dass die Nagra in ihre Beratergremien auch Experten aus anderen Bereichen beruft. (vgl. 2.14)

- Studien zur Thematik "langfristige Sicherstellung der Information über ein geologisches Tiefenlager" sollten bereits heute von der Nagra und den Behörden in Auftrag gegeben werden. (vgl. 2.15)
- Ein Schwerpunkt des Forschungsprogramms der Nagra soll die grundsätzliche Überprüfung des Lagerkonzepts sein. Ihre Vorstellungen zur regulatorischen Sicherheitsforschung im Bereich Entsorgung wird die KNS über den ENSI-Rat einbringen. (vgl. 2.17)

Die KNS äussert sich auch zur Stellungnahme des ENSI. Sie kommt zum Schluss, dass das ENSI den von der Nagra vorgelegten Bericht zum Umgang mit den Empfehlungen in den Gutachten und Stellungnahmen zum Entsorgungsnachweis detailliert geprüft hat. Die Vorgehensweise, mit der das ENSI den Bericht der Nagra beurteilt, hält die KNS für geeignet und zielführend.

Das ENSI sieht die Empfehlungen der damaligen KSA sachgerecht berücksichtigt. Die KNS stimmt dieser Einschätzung mit Ausnahme der Bewertung des Selbstverschlusses zu. Anders als das ENSI hält die KNS am Selbstverschluss als Bestandteil des EKRA-Konzepts fest und legt Wert darauf, dass die Möglichkeit der Umsetzung eines solchen Bauwerks in einer Machbarkeitsstudie geprüft wird (vgl. 2.8).

Das ENSI leitet aus seiner Beurteilung eine Reihe von Empfehlungen ab. Die KNS unterstützt diese Empfehlungen. Darüber hinaus macht die KNS einige weitere Empfehlungen zu Punkten, die sie als besonders wichtig für den weiteren Fortgang des Sachplans geologische Tiefenlager erachtet. Diese Empfehlungen stehen nicht im Widerspruch zu jenen des ENSI.

Die vorliegende Stellungnahme wurde von der KNS am 16. Februar 2012 in ihrer 45. Sitzung verabschiedet.

Brugg, 07.03.2012

Eidgenössische Kommission
für nukleare Sicherheit

Der Präsident

Sign. Dr. B. Covelli

Geht an: – Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK)
– Bundesamt für Energie (BFE)

Referenzen

- [BR] Verfügung des Schweizerischen Bundesrats zum Gesuch der Nagra vom 19. Dezember 2002 betreffend den Entsorgungsnachweis für abgebrannte Brennelemente, verglaste hochaktive Abfälle sowie langlebige mittelaktive Abfälle, Bern, 28. Juni 2006.
- [ENSI 2012] Stellungnahme zum „Bericht zum Umgang mit den Empfehlungen in den Gutachten und Stellungnahmen zum Entsorgungsnachweis“ (NTB 08-02). ENSI, April 2012 (ENSI 35/114).
- [ENSI/BFE ESP] Stellungnahme zum Entsorgungsprogramm 2008 der Entsorgungspflichtigen, ENSI, April 2012 (ENSI 33/110).
- [ENSI-G03] Spezifische Auslegungsgrundsätze für geologische Tiefenlager. Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen G03, Ausgabe April 2009.
- [ENSI-G03 ERB] Spezifische Auslegungsgrundsätze für geologische Tiefenlager. Erläuterungsbericht zur Richtlinie G03, Ausgabe April 2009.
- [ENSI SGT1] Sicherheitstechnisches Gutachten zum Vorschlag geologischer Standortgebiete, Sachplan geologische Tiefenlager Etappe 1; ENSI Januar 2010 (ENSI 33/070)
- [HSK EN-OPA] HSK 35/99: Gutachten zum Entsorgungsnachweis der Nagra für abgebrannte Brennelemente, verglaste hochaktive sowie langlebige mittelaktive Abfälle (Projekt Opalinuston), Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen, Würenlingen, 2005.
- [KSA EN-OPA] Stellungnahme zum Entsorgungsnachweis für abgebrannte Brennelemente, verglaste hochaktive sowie langlebige mittelaktive Abfälle (Projekt Opalinuston). KSA 23/170, Eidgenössische Kommission für die Sicherheit von Kernanlagen (KSA), August 2005.
- [KNE EN-OPA] Projekt Opalinuston Zürcher Weinland der Nagra – Beurteilung der erdwissenschaftlichen Datengrundlagen und der bautechnischen Machbarkeit, Expertenbericht HSK 35/98, Kommission Nukleare Entsorgung, Würenlingen, 2005.
- [KNS SGT1] Sachplan geologische Tiefenlager Etappe 1, Stellungnahme zum sicherheitstechnischen Gutachten des ENSI zum Vorschlag geologischer Standortgebiete; KNS April 2010 (KNS 23/119).
- [KNS USGT2] Sachplan geologische Tiefenlager Etappe 2, Stellungnahme zur Notwendigkeit ergänzender geologischer Untersuchungen in Etappe 2; KNS Juni 2011 (KNS 23/247).
- [KNS EP08] Stellungnahme zum Entsorgungsprogramm 2008; KNS Dezember 2011 (KNS 23/262).

- [NEA-IRT] Die Sicherheit der geologischen Tiefenlagerung von BE, HAA und LMA in der Schweiz. Eine internationale Expertenprüfung der radiologischen Langzeitsicherheitsanalyse der Tiefenlagerung im Opalinuston des Zürcher Weinlands. No. 5669, OECD Nuklear Energy Agency, Paris, 2004.
- [NTB 02-05] Project Opalinus Clay; Safety Report – Demonstration of disposal feasibility for spent fuel, vitrified high-level waste and long-lived intermediate-level waste (Entsorgungsnachweis). Nagra Technischer Bericht 02-05, Dezember 2002.
- [NTB 08-01] Entsorgungsprogramm 2008 der Entsorgungspflichtigen. Nagra Technischer Bericht, 2008.
- [NTB 08-02] Bericht zum Umgang mit den Empfehlungen in den Gutachten und Stellungnahmen zum Entsorgungsnachweis. Nagra Technischer Bericht, 2008.
- [NTB 09-06] The Nagra Research, Development and Demonstration (RD&D) Plan for the Disposal of Radioactive Waste in Switzerland. Nagra Technischer Bericht, 2009.
- [SGT] Sachplan geologische Tiefenlager. Konzeptteil. BFE; 2. April 2008.

Abkürzungen

BE	(abgebrannte) Brennelemente
BFE	Bundesamt für Energie
EKRA	Expertengruppe „Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfälle“
ENSI	Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat
HAA	Hochaktive Abfälle: abgebrannte Brennelemente und verglaste Spaltprodukte aus der Wiederaufarbeitung (Art. 51 KEV)
HSK	Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (seit 1.1.2009 ENSI)
IAEA	International Atomic Energy Agency (deutsch: Internationale Atomenergie-Organisation IAEO)
IRT	Internation Review Team
KEG	Kernenergiegesetz (SR 732.1)
KEV	Kernenergieverordnung vom 10. Dezember 2004 (SR 732.11)
KKW	Kernkraftwerk
KNE	Kommission für nukleare Entsorgung
KNS	Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit
KSA	Eidgenössische Kommission für die Sicherheit von Kernanlagen
LMA	Langlebige mittelaktive Abfälle: die alphanotoxischen Abfälle und die dem HAA-Lager zugeordneten schwach- und mittelaktiven Abfälle
MOX	Uran/Plutonium-Mischoxid
Nagra	Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle
NEA	Nuclear Energy Agency (halb-autonome Institution innerhalb der OECD)
NTB	Nagra Technischer Bericht
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
SGT	Sachplan geologische Tiefenlager (Konzeptteil)
SMA	Schwach- und mittelaktive Abfälle: alle radioaktiven Abfälle, die nicht den hochaktiven oder den alphanotoxischen zugeteilt sind (Art. 51 KEV)
SR	Systematische Sammlung des Bundesrechts
THM	Thermisch-Hydraulisch-Mechanisch
THMC	Thermisch-Hydraulisch-Mechanisch-Chemisch
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation

Eidgenössische Kommission
für nukleare Sicherheit
Gaswerkstrasse 5
5200 Brugg
Schweiz / Switzerland

Telefon +41 56 462 86 86
contact@kns.admin.ch
www.kns.admin.ch