



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

April 2018

Stellungnahme des ENSI zum
Entsorgungsprogramm 2016 der Entsorgungspflichtigen
Stellungnahme der KNS

KNS-02858

Zusammenfassung

Die Entsorgungspflichtigen müssen ein Entsorgungsprogramm erstellen (Art. 32 des Kernenergiegesetzes). Das Entsorgungsprogramm ist alle fünf Jahre anzupassen (Art. 52 der Kernenergieverordnung). Das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) und das Bundesamt für Energie (BFE) sind für die Überprüfung und die Einhaltung des Entsorgungsprogramms zuständig (Art. 52 der Kernenergieverordnung).

In seiner Verfügung zum ersten von den Entsorgungspflichtigen eingereichten Entsorgungsprogramm 2008 hatte der Bundesrat festgelegt, dass das nächste Entsorgungsprogramm im Jahr 2016 einzureichen ist – zeitgleich mit der Kostenstudie 2016 und zusammen mit einem Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsplan (RD&D-Plan). Dementsprechend hat die Nagra (Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle) im Dezember 2016 das im Auftrag der Entsorgungspflichtigen erstellte Entsorgungsprogramm 2016 sowie den geforderten aktualisierten RD&D-Plan vorgelegt.

Die Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit (KNS) äussert sich in der vorliegenden Stellungnahme zur Stellungnahme des ENSI betreffend das Entsorgungsprogramm 2016. Sie beschränkt sich dabei auf ausgewählte Aspekte unter besonderer Berücksichtigung der aus der Aktualisierung resultierenden Änderungen gegenüber dem ersten Entsorgungsprogramm aus dem Jahr 2008.

Die KNS stellt fest, dass das ENSI das Entsorgungsprogramm 2016 (EP16) im Detail geprüft und seine Ergebnisse umfassend dokumentiert hat. Die Prüfung umfasste auch den aktuellen RD&D-Plan der Nagra. Das ENSI kommt nach seiner Prüfung zum Schluss, dass die Nagra mit dem Einreichen des EP16 und des aktuellen RD&D-Plans den gesetzlichen Auftrag gemäss Art. 32 des Kernenergiegesetzes und Art. 52 der Kernenergieverordnung – bezogen auf die vom ENSI zu prüfenden Aspekte – erfüllt hat. Als Ergebnis hält das ENSI Auflagenanträge für zukünftige Aktualisierungen des Entsorgungsprogramms und des RD&D-Plans fest und fasst Empfehlungen, deren sicherheitstechnische Relevanz von geringerer Bedeutung ist und die das ENSI im Rahmen der laufenden Aufsicht behandeln will, in einer separaten Aktennotiz zusammen.

Aus Sicht der KNS ist die vom ENSI bei der Prüfung des EP16 gewählte Vorgehensweise sachgerecht; die Fragen bzw. Kriterien, anhand derer das ENSI das EP16 und den aktuellen RD&D-Plan der Nagra beurteilt, sind zielführend. Die KNS kann sich der Beurteilung des EP16 durch das ENSI grundsätzlich anschliessen und unterstützt die vom ENSI formulierten Auflagenanträge und Empfehlungen.

Als Ergebnis ihrer Beurteilung formuliert die KNS Empfehlungen im Hinblick auf die nächste Aktualisierung des Entsorgungsprogramms. Die Empfehlungen betreffen

- den Umgang mit den Abfällen aus Medizin, Industrie und Forschung (MIF), die nach dem Ende der Einlagerung in das Lager für schwach- und mittelaktiven Abfälle (SMA) anfallen werden,
- die Konkretisierung des Konzepts für ein Pilotlager,
- die Frage, ob bzw. wie konkrete Erfahrungswerte hinsichtlich der Umsetzbarkeit der aktuellen Lagerkonzeption frühzeitig gewonnen werden können.

Die KNS gibt auch hinsichtlich der nächsten Aktualisierung des RD&D-Plans der Nagra eine Empfehlung ab; diese nimmt Bezug auf die Detaillierung der Angaben zu den von der Nagra geplanten Arbeiten.

Ferner adressiert die KNS in einer weiteren Empfehlung die behördlichen Vorgaben für Umfang und Inhalt der Rahmenbewilligungsgesuche (RBG) für geologische Tiefenlager.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Ausgangslage	1
1.2	Gesetzliche Vorgaben	1
1.3	Weitere Vorgaben	2
1.4	Zur vorliegenden Stellungnahme der KNS	2
2	Spezifische Kommentare zu den einzelnen Kapiteln der Stellungnahme des ENSI	2
2.1	Zu „2 Herkunft, Art und Menge der radioaktiven Abfälle“	2
2.2	Zu „3 Die geologischen Tiefenlager“	8
2.3	Zu „5 Realisierungsplan für die geologischen Tiefenlager“	13
2.4	Zu „6 Zwischenlagerung“	19
2.5	Zu „7 RD&D-Plan“	22
3	Auflagen	24
3.1	Erfüllung der Auflagen des Bundesrats zum EP08	24
3.2	Neue Auflagenanträge des ENSI	28
4	Zusammenfassung und Empfehlungen	29
4.1	Zusammenfassende Beurteilung	29
4.2	Empfehlungen der KNS	29
Anhang 1		32
	Weitere Anmerkungen der KNS zum RD&D-Plan 2016	32
Anhang 2		33
	Auflagenanträge des ENSI	33
Referenzen		35
Abkürzungen und Symbole		37

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Gemäss Kernenergiegesetzgebung müssen die Entsorgungspflichtigen den zuständigen Behörden ein Entsorgungsprogramm vorlegen und dieses alle fünf Jahre anpassen. Das erste Entsorgungsprogramm wurde von der Nagra (Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle) im Auftrag der Entsorgungspflichtigen erstellt [NTB 08-01] und 2008 beim Eidgenössischen Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) eingereicht (Entsorgungsprogramm 2008, EP08). Nach der behördlichen Prüfung durch das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI), das Bundesamt für Energie (BFE) und die Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit (KNS) und unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Anhörung zum EP08 stellte der Bundesrat 2013 fest, dass der gesetzliche Auftrag der Entsorgungspflichtigen betreffend das Entsorgungsprogramm mit dem EP08 erfüllt wurde [BR Vf-EP08].

In seiner Verfügung zum EP08 hatte der Bundesrat festgelegt, dass das nächste Entsorgungsprogramm im Jahr 2016 einzureichen ist – zeitgleich mit der Kostenstudie 2016 und zusammen mit einem Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsplan (RD&D-Plan). Dementsprechend hat die Nagra im Dezember 2016 das Entsorgungsprogramm 2016 (EP16) [NTB 16-01] sowie den geforderten aktualisierten RD&D-Plan [NTB 16-02] vorgelegt.¹

1.2 Gesetzliche Vorgaben

Gemäss Art. 32 des Kernenergiegesetzes (KEG, SR 732.1) müssen die Entsorgungspflichtigen ein Entsorgungsprogramm erstellen. Gemäss Art. 52 Abs. 1 der Kernenergieverordnung (KEV, SR 732.11) haben die Entsorgungspflichtigen im Entsorgungsprogramm Angaben zu machen über:

- die Herkunft, Art und Menge der radioaktiven Abfälle;
- die benötigten geologischen Tiefenlager einschliesslich ihres Auslegungskonzepts;
- die Zuteilung der Abfälle zu den geologischen Tiefenlagern;
- den Realisierungsplan für die Erstellung der geologischen Tiefenlager;
- die Dauer und die benötigte Kapazität der zentralen und der dezentralen Zwischenlagerung;
- den Finanzplan für die Entsorgungsarbeiten bis zur Ausserbetriebnahme der Kernanlagen mit Angaben über die zu tätigen Arbeiten, die Höhe der Kosten und die Art der Finanzierung;
- das Informationskonzept.

Gemäss Art. 52 Abs. 2 KEV haben die Entsorgungspflichtigen das Entsorgungsprogramm alle fünf Jahre anzupassen.

Gemäss Art. 52 Abs. 3 KEV sind das ENSI und das BFE für die Überprüfung und die Überwachung der Einhaltung des Entsorgungsprogramms zuständig.

¹ Die Kostenstudie 2016 mit den Schätzungen der Kosten für die Stilllegung und die Entsorgung der radioaktiven Abfälle der schweizerischen Kernanlagen wurde ebenfalls im Dezember 2016 eingereicht. Erstellt wurde die Kostenstudie im Auftrag der Eigentümer der schweizerischen Kernanlagen von swissnuclear, dem Branchenverband der schweizerischen Kernkraftwerksbetreiber.

1.3 Weitere Vorgaben

Der Bundesrat hat in seiner Verfügung [BR Vf-EP08] zum Entsorgungsprogramm 2008 (EP08) verschiedene Auflagen für das Entsorgungsprogramm 2016 (EP16) und folgende formuliert, die von den Entsorgungspflichtigen zu berücksichtigen sind.

1.4 Zur vorliegenden Stellungnahme der KNS

Die KNS kann zuhanden des Bundesrats und des Departements Stellung zu Gutachten des ENSI nehmen (Art. 71 Abs. 3 KEG). Dabei kann sie sich auf ausgewählte Punkte beschränken und spricht sich insbesondere darüber aus, ob die vorgesehenen Vorkehren zum Schutz von Mensch und Umwelt ausreichen (Art. 5 Verordnung über die KNS, VKNS; SR 732.16).

In der vorliegenden Stellungnahme äussert sich die KNS zur Stellungnahme des ENSI zum Entsorgungsprogramm 2016 (EP16) [ENSI 33/592]. Sie beschränkt sich dabei auf ausgewählte Aspekte unter besonderer Berücksichtigung der aus der Aktualisierung resultierenden Änderungen gegenüber dem Entsorgungsprogramm 2008 (EP08). Verschiedene dieser Aspekte hat die KNS bereits in ihrer Stellungnahme zum Vorschlag der in Etappe 3 des Sachplanverfahrens geologische Tiefenlager (SGT) weiter zu untersuchenden geologischen Standortgebiete [KNS-02820] angesprochen. Wo angezeigt, wird darauf Bezug genommen.

In ihrer Stellungnahme zum Entsorgungsprogramm 2008 (EP08) hatte die KNS als Ergebnis ihrer Beurteilung neun Empfehlungen festgehalten. Diese sind im Hinblick auf die Verfügung des Bundesrats zum EP08 im Detail zwischen BFE, ENSI und KNS besprochen worden und entsprechend dem resultierenden gemeinsamen Verständnis in die Auflagen der bundesrätlichen Verfügung eingeflossen [BR Vf-EP08]. Auf die Umsetzung der Auflagen des Bundesrats im vorliegenden EP16 wird in Kapitel 3.1 eingegangen.

Die KNS erhielt einen Entwurf der Stellungnahme des ENSI zum EP16 am 3. November 2017 sowie eine in wenigen Punkten aktualisierte Entwurfsversion am 23. Februar 2018. Eine Delegation der KNS tauschte sich mit einer Vertretung des ENSI über dessen Stellungnahme und die Position der KNS hierzu in Sitzungen am 17. Januar sowie am 21. Februar 2018 aus.

Zur Prüfung der korrekten Wiedergabe der angeführten Aussagen der Nagra und des ENSI wurde die Stellungnahme der KNS vor ihrer Verabschiedung diesen zugestellt.

2 Spezifische Kommentare zu den einzelnen Kapiteln der Stellungnahme des ENSI

2.1 Zu „2 Herkunft, Art und Menge der radioaktiven Abfälle“

Sachstand EP16

Die Nagra legt im EP16 die Herkunft der Abfälle dar und gibt die Volumen der konditionierten beziehungsweise der in Endlagerbehälter verpackten Abfälle, die voraussichtlich anfallen werden, gesondert nach Kategorien² gemäss KEV und Herkunft an. Sie macht dies für folgende

² In Art. 51 der Kernenergieverordnung (KEV, SR 732.11) werden drei Kategorien von Abfälle unterschieden: schwach- und mittelaktive Abfälle, alphanoxische Abfälle sowie hochaktive Abfälle. Letztere umfassen neben den verglasten hochaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung auch die abgebrannten Brennelemente.

vier aktualisierte Szenarien, die sich bezüglich der angenommenen Betriebszeit der schweizerischen Kernkraftwerke und bezüglich der Berücksichtigung der Auswirkungen der total-revidierten³ Strahlenschutzverordnung (StSV) auf die Abfallmenge unterscheiden:

- Szenario 1a: 50-jähriger Betrieb der bestehenden Kernkraftwerke (Kernkraftwerk Mühleberg: 47 Jahre)⁴, StSV gemäss Stand am 1. Januar 2014
- Szenario 1b: 50-jähriger Betrieb der bestehenden Kernkraftwerke (Kernkraftwerk Mühleberg: 47 Jahre), Revision der StSV mit geänderten nuklidspezifischen Freigrenzen und maximal 30 Jahre Abklinglagerung von sehr schwachaktiven Materialien
- Szenario 2a: 60-jähriger Betrieb der bestehenden Kernkraftwerke (Kernkraftwerk Mühleberg: 47 Jahre), StSV gemäss Stand am 1. Januar 2014
- Szenario 2b: 60-jähriger Betrieb der bestehenden Kernkraftwerke (Kernkraftwerk Mühleberg: 47 Jahre), Revision der StSV mit geänderten nuklidspezifischen Freigrenzen und maximal 30 Jahre Abklinglagerung von sehr schwachaktiven Materialien

Hinsichtlich der radioaktiven Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung (MIF) wird in allen vier Szenarien einheitlich von einer Sammlerperiode bis 2065 (Ende des Einlagerungsbetriebs im Lager für schwach- und mittelaktive Abfälle⁵) ausgegangen.

Massgebend für das EP16 ist das Szenario 2b, das zum grössten in die geologischen Tiefenlager einzubringenden radiologischen Inventar führt und die grössten Abfallmengen umfasst. Der zeitliche Anfall der radioaktiven Abfälle für das Szenario 2b ist in [NTB 16-01, Fig. 2-1] grafisch dargestellt.

Das EP16 unterscheidet sich gemäss Angaben der Nagra gegenüber dem EP08 durch eine verbesserte Abschätzung hinsichtlich anfallender Abfallmengen, durch die Konkretisierung von Annahmen hinsichtlich der Verpackung und durch die Realisierung verschiedenster Optimierungsschritte seitens der Abfallverursacher. Aufgrund dieser leicht veränderten Randbedingungen resultieren Unterschiede in den Abfallmengen zwischen dem EP16 und dem EP08. Dies wird in [NTB 16-01] für die verschiedenen Abfallkategorien und die für die Tiefenlagerung relevanten verpackten Abfallvolumina am Szenario 1a im Vergleich zum dazu weitgehend identischen „Referenzfall“ aus dem EP08 illustriert.

Die Angaben zur Konditionierung, Charakterisierung und Inventarisierung der radioaktiven Abfälle im vorliegenden EP16 sind gegenüber dem EP08 in ihren Grundsätzen unverändert und Änderungen beschränken sich auf redaktionelle Anpassungen und die Aufdatierung von Referenzangaben.

³ Die totalrevidierte Strahlenschutzverordnung wurde am 26. April 2017 vom Bundesrat verabschiedet und ist am 1. Januar 2018 in Kraft getreten.

⁴ Gemäss Gesuch der BKW Energie AG vom 18.12.2015 um Anordnung der Stilllegung des Kernkraftwerks Mühleberg (KKM) wird dieses Ende 2019 endgültig den Leistungsbetrieb einstellen. Damit wird die Betriebszeit des KKM 47 Jahre betragen (Aufnahme des kommerziellen Betriebs am 6. November 1972).

⁵ Im Lager für die hochaktiven Abfälle (HAA-Lager) werden die abgebrannten Brennelemente (kurz: BE) und die verglasten hochaktiven Abfälle aus der Wiederaufarbeitung (kurz: HAA) eingelagert. Die alphanuklidischen Abfälle (kurz: ATA) können aufgeteilt und teilweise mit den hochaktiven und teilweise mit den schwach- und mittelaktiven Abfällen (kurz: SMA) entsorgt werden. Diejenigen schwach- und mittelaktiven Abfälle sowie alphanuklidischen Abfälle, die allenfalls dem HAA-Lager zugeteilt werden, werden als LMA (langlebige schwach- und mittelaktive Abfälle) bezeichnet.

In Anhang A.6.2 in [NTB 16-01] werden von der Nagra die Ergebnisse der Arbeiten in Erfüllung der Empfehlungen aus dem Agneb⁶-Forschungsprojekt „Abfallbewirtschaftung im Vergleich“⁷ zusammengefasst:

- Bei den technischen Verfahren zur Vermeidung bzw. Reduktion von organischen Stoffen in schwach- und mittelaktiven Abfällen (SMA) stellt die Pyrolyse eine grundsätzlich machbare Option dar, die aber aufgrund der relativ geringen Relevanz von organischen Stoffen in einem geologischen Tiefenlager und einer Gesamtbetrachtung auf Basis des aktuellen Kenntnisstands nicht angemessen ist.
- Bezüglich der Vermeidung bzw. Reduktion von metallischen Materialien in SMA stellt das Einschmelzen von primär kontaminierten Metallkomponenten ein erprobtes Verfahren dar, das durch eine Minimierung des Oberflächen/Massen-Verhältnisses zu einer deutlichen Verringerung der korrosiven Gasbildungsrate führen kann und zusätzlich ein Dekontaminationspotenzial aufweist. Das Verfahren kann bei Bedarf zu jedem Zeitpunkt bis zur nuklearen Betriebsbewilligung der geologischen Tiefenlager zur Anwendung kommen.
- Da die definitive Festlegung der Endlagerbehälter für abgebrannte Brennelemente und verglaste hochaktive Abfälle erst im Rahmen des nuklearen Baubewilligungsgesuchs für das Lager für hochaktive Abfälle (HAA-Lager)⁵ oder für ein allfälliges Kombilager⁸ erfolgen wird, können die gegenwärtigen von der Nagra durchgeführten Untersuchungen und sicherheitstechnischen Beurteilungen zur Auslegung der Endlagerbehälter unter Berücksichtigung von zukünftigen technologischen Entwicklungen in anderen Ländern und in anderen technischen Bereichen kontinuierlich fortgeführt werden. Bei den Arbeiten der Nagra stehen aktuell Behälter aus Karbonstahl oder Gusseisen mit der Option einer Kupferbeschichtung im Vordergrund. Zudem wurden Arbeiten zur Untersuchung der Machbarkeit von weiteren Beschichtungen (z. B. nickel-, titan- oder keramikbasiert) für Endlagerbehälter aus Karbonstahl oder Gusseisen initiiert.

Beurteilung durch das ENSI

Das ENSI beurteilt die Annahmen im Szenario 2b als richtig und nachvollziehbar. Die unterstellten Laufzeiten der schweizerischen Kernkraftwerke (KKW) von 47 Jahren für KKM bzw. 60 Jahren für die übrigen KKW und die Sammelperiode für MIF-Abfälle bis 2065 entsprechen gemäss aktueller Beurteilung einer plausiblen Annahme bzw. einer in Bezug auf das erwartete Abfallmengenengerüst realistischen Abschätzung.

Die Angaben der Nagra zum Abfallinventar wurden letztmals im Rahmen des sicherheitstechnischen Gutachtens zum Vorschlag der in Etappe 3 SGT weiter zu untersuchenden geologischen Standortgebiete geprüft. Aufgrund von neuen Abschätzungen hinsichtlich der anfallenden Abfallmengen und von neuen Annahmen hinsichtlich der Verpackung in Endlagerbehältern resultieren im EP16 leichte Unterschiede in Bezug auf das Abfallinventar. Das ENSI hat das Inventar im EP16 geprüft und kann die von der Nagra erwähnten wesentlichen Gründe für relevante Abweichungen bei den Abfallmengen nachvollziehen. Nach Einschätzung des ENSI berücksichtigt die Nagra damit im vorliegenden EP16 die Auflage 6.3 aus der Verfügung des Bundesrats zum EP08 ([BR Vf-EP08], siehe auch Kapitel 3.1) bezüglich der Abfallmengen.

Die Art und Menge der Stilllegungsabfälle des PSI und derjenigen CERN-Abfälle, deren Entsorgung in der Schweiz vorgesehen ist, wurden im EP16 aufdatiert und konkretisiert. Damit

⁶ Agneb Arbeitsgruppe des Bundes für die nukleare Entsorgung

⁷ Forschungsprogramm „Radioaktive Abfälle“ der Arbeitsgruppe des Bundes für die nukleare Entsorgung: Abfallbewirtschaftung im Vergleich, Projektbericht; ENSI 33/188, Februar 2015 [7]

⁸ Anordnung des HAA- und des SMA-Lagers am gleichen Standort.

wurde eine Empfehlung des ENSI aus der Stellungnahme zum EP08 umgesetzt. Auch zukünftig sind vor jeder Revision des Entsorgungsprogramms die Anlagenplanungen der nennenswerten MIF-Abfallproduzenten dahingehend abzufragen, ob sich Änderungen in den Abfallprognosen ergeben haben.

Das ENSI hat die Arbeiten der Entsorgungspflichtigen im Hinblick auf eine vertiefte Auswertung und sicherheitstechnische Beurteilung von heute verfügbaren technischen Verfahren zur Vermeidung bzw. Reduktion von organischen Stoffen und der Gasbildung aus der Korrosion von metallischen Materialien in schwach- und mittelaktiven Abfällen zur Kenntnis genommen. Aus Sicht des ENSI wurden die Empfehlungen aus dem Projekt „Abfallbewirtschaftung im Vergleich“ für das EP16 berücksichtigt.

Basierend auf der aktuellen Kenntnislage bezüglich der Gasbildung im geologischen Tiefenlager stimmt das ENSI der Nagra zu, dass die Reduktion und das Einschmelzen der metallischen Abfälle ein höheres sicherheitstechnisches Optimierungspotenzial bietet als die Reduktion der Organika. Jedoch stellt die Reduktion der organischen Abfälle nicht nur aufgrund der Gasproduktion, sondern auch in Hinblick auf die Verringerung anderer Aspekte, wie die Radionuklid-Komplexierung, eine sinnvolle Option dar. Daher sollten aus Sicht des ENSI die laufenden Projekte der Betreiber zum Thema Reduktion der organischen Abfälle (z. B. der bituminierten Abfälle) weitergeführt werden.

Das ENSI anerkennt, dass das Einschmelzverfahren zur Reduktion der metallischen Abfälle bei Bedarf zu jedem Zeitpunkt bis zur Einlagerung der Abfälle im geologischen Tiefenlager zur Anwendung kommen kann. Allerdings dürfen die metallischen Abfälle nicht bereits anderweitig irreversibel konditioniert sein.

Auf die Thematik möglicher Behältermaterialien für die HAA-Lagerbehälter nimmt das ENSI in seiner Beurteilung des Kapitels 3 „Die geologischen Tiefenlager“ des EP16 Bezug. Dort verweist das ENSI auf seine Beurteilung entsprechender Angaben der Nagra im Rahmen der Detailprüfung in Etappe 2 SGT, wonach aus heutiger Sicht der Darstellung der technischen Möglichkeiten hinsichtlich HAA-Behältermaterial durch die Nagra als korrekt beurteilt wird. Bei der Frage Beschichtung bzw. Ummantelung stimmt das ENSI der Nagra zu, dass der Entscheid hierüber im Zusammenhang mit den zu erwartenden Gasbildungs- bzw. -migrationsraten und damit auch der gewählten Stollenverfüllung geklärt werden muss.

Stellungnahme der KNS

Die KNS stellt fest, dass das ENSI die Angaben der Nagra zu Herkunft, Art und Menge der radioaktiven Abfälle sorgfältig geprüft hat. Sie nimmt befriedigt zur Kenntnis, dass für das ENSI nach Prüfung die Unterschiede in den Angaben zum Abfallinventar zwischen dem vorliegenden EP16 und dem Vorschlag der in Etappe 3 SGT weiter zu untersuchenden geologischen Standortgebiete nachvollziehbar sind. Grundsätzlich teilt die KNS die Einschätzung des ENSI, dass das von der Nagra als massgebend betrachtete Szenario 2b auf plausiblen Annahmen beruht.

Im Detail hält die KNS hinsichtlich der Ausführungen der Nagra und deren Beurteilung durch das ENSI fest:

- Das erwartete verpackte Volumen der MIF-Abfälle ist im aktuellen EP16 deutlich kleiner als im EP08. Grund hierfür ist laut Nagra der Abbau von Konservativitäten bei der Erfassung der erwarteten CERN-Abfälle und der Abfälle aus den PSI-Beschleunigeranlagen. Die Reduktion des einzulagernden Volumens der MIF-Abfälle trägt auch zur Verringerung

des Gesamtabfallvolumens im EP16 im Vergleich zum EP08 bei.⁹ Das ENSI sieht mit der Aktualisierung der Angaben zu den Stilllegungsabfällen des PSI und zu den CERN-Abfällen einen entsprechenden Hinweis aus seiner Stellungnahme zum EP08 als erfüllt an.

Nach Einschätzung der KNS dürften zum jetzigen Zeitpunkt die Mengenangaben der zu erwartenden Stilllegungsabfälle aus dem CERN und aus den Beschleunigeranlagen des PSI aufgrund des Charakters dieser Anlagen als Grossforschungseinrichtungen noch mit vergleichsweise grossen Unsicherheiten behaftet sein. Dies ist bei der Bewertung der Belastbarkeit der ermittelten Volumenreduktion der MIF-Abfälle zu berücksichtigen. Der Hinweis des ENSI, auch zukünftig vor jeder Revision des Entsorgungsprogramms die Anlagenplanung der Produzenten nennenswerter Mengen von MIF-Abfällen dahingehend abzufragen, ob sich Änderungen in den Abfallprognosen ergeben haben, ist im Sinne der KNS und wird unterstützt (vgl. auch Kapitel 2.4).

Offen ist, wie mit den MIF-Abfällen verfahren werden soll, die nach Ende der Einlagerung von radioaktiven Abfällen in das SMA-Lager – nach heutiger Planung ab 2065 – anfallen werden. Gemäss Art. 33 Abs. 1 Bst. a KEG ist der Bund für die Entsorgung der MIF-Abfälle verantwortlich.¹⁰ Die KNS empfiehlt in diesem Zusammenhang den zuständigen Stellen beim Bund, zeitnah entsprechende Festlegungen zu treffen, insbesondere auch um bestehenden Regelungsbedarf zu identifizieren und allfällige Regelungslücken schliessen zu können.

- Die KNS begrüsst ausdrücklich, dass sich das ENSI für eine Weiterführung der Arbeiten der Betreiber zur Reduktion von Organika in Abfallgebinden (Abfälle, Verfüllmaterial) ausspricht. Eine Reduktion des Organika-Anteils in einem geologischen Tiefenlager ist aus Sicht der KNS eine sicherheitsgerichtete Massnahme, die neben einer Verminderung der Gasbildung vor allem auch dazu beiträgt, durch Organika bedingte mögliche negative Auswirkungen auf den Transport von gelösten Radionukliden (z. B. verringerte Rückhaltung) zu vermeiden. Dies gilt umso mehr, als nach Einschätzung der KNS offen ist, ob das aktuelle Verständnis der komplexen Wechselwirkung organischer Bestandteile in den Abfällen mit den übrigen Abfallkomponenten und der Verfüllung der Lagerkavernen bereits als abschliessend betrachtet werden kann.
- Aus Sicht der KNS stellen das Einschmelzen von primär kontaminierten Metallkomponenten und die aus der Optimierung des Oberflächen/Masse-Verhältnisses resultierende Verringerung der Gasbildungsrate der Metallkorrosion ein Mittel im Sinne des Schutzes des Opalinustons dar, mit dem die Druckerhöhung infolge Gasbildung im Tiefenlager abgemildert werden kann. Internationale Erfahrungen zeigen, dass entsprechende Anlagen zum Einschmelzen zuverlässig betrieben werden können. Um die Möglichkeit eines späteren Einschmelzens metallischer Abfälle bis zum Zeitpunkt deren Einlagerung offen zu halten, dürfen die entsprechenden Abfälle, wie vom ENSI festgestellt, nicht bereits anderweitig irreversibel konditioniert sein. Im Hinblick auf die Vorgabe in Art. 54 Abs. 1 KEV, wonach radioaktive Abfälle möglichst rasch konditioniert werden müssen, kommt dieser Feststellung besondere Bedeutung zu.

⁹ Vergleich des verpackten Abfallvolumens der MIF-Abfälle im Szenario 1a (EP16) mit jenem im Referenzszenario im EP08

¹⁰ Art. 33 Abs. 1 Bst. a KEG:

Der Bund entsorgt: die radioaktiven Abfälle, die nach Artikel 27 Absatz 1 des Strahlenschutzgesetzes (StSG, SR 814.50) abgeliefert worden sind.

Art. 27 Abs. 1 StSG:

Wer radioaktive Abfälle verursacht, die nicht als Folge der Nutzung von Kernenergie entstehen, muss sie an eine von der zuständigen Behörde bezeichnete Stelle abliefern.

- Hinsichtlich der sicherheitstechnischen Bewertung der Gasbildung in den Tiefenlagern (HAA- und SMA-Lager) in der Nachbetriebsphase ist die Frage zentral, ob belastbar ausgeschlossen werden kann, dass die Gasproduktion die Sicherheitsfunktionen des Wirtgesteins und der technischen Barrieren nach dem Verschluss der Lager negativ beeinträchtigt. Die Nagra kommt zum Schluss, dass diese Frage mit Ja zu beantworten ist (Anhang A.6.2, [NTB 16-01]).

Die KNS merkt hierzu an, dass es nach heutigem Wissensstand Modellvorstellungen, Konzepte und Daten gibt, welche die Aussage der Nagra stützen. Es gibt aber auch Hinweise (z. B. [Tomonaga 2017]), dass die Wechselwirkung des gebildeten Gases mit der Verfüllung der Lagerstollen bzw. Lagerkavernen und mit dem umgebenden Wirtgestein ein komplexerer Prozess ist als bisher angenommen, der noch nicht vollumfänglich verstanden ist. Auch steht der Nachweis der Funktionalität allfälliger technischer Massnahmen zum kontrollierten Abführen der im Tiefenlager gebildeten Gase noch aus. Aus diesem Grund hat der Hinweis der KNS aus ihrer Stellungnahme zum Vorschlag der in Etappe 3 SGT weiter zu untersuchenden geologischen Standortgebiete [KNS-02820] weiter Bestand, dass im weiteren Prozess der Standorteinengung robuste Ansätze zur Lösung der Problematik der Gasentwicklung in einem geologischen Tiefenlager evaluiert werden sollten. Grundsätzlich positiv bewertet die KNS in diesem Sinne Forschungsarbeiten der Nagra, welche gemäss RD&D-Plan [NTB 16-02] diese Thematik adressieren.

- Bei den Abfällen aus den Kernanlagen sind gemäss [NTB 16-01] verschiedentlich Optimierungsmassnahmen bezüglich Verpackung, Verfüllung und Lagerbehälter vorgesehen (z. B. kompaktere Verpackung oder optimierte Endlagerbehälter mit besserer Volumenausnutzung).

Die von der Nagra aufgeführten Optimierungsschritte können zur Flexibilisierung der Lagerauslegung und fallweise zur Reduktion des verpackten Gesamtvolumens der einzulagernden Abfälle beitragen. Bei den hochaktiven Abfällen sind Optimierungsmassnahmen bezüglich der Behälterbeladung hinsichtlich der resultierenden Wärmeleistung der Behälter, der sich daraus ergebenden Temperaturerhöhung im umgebenden Opalinuston und den möglichen (negativen) Auswirkungen dieser Temperaturerhöhung auf die geomechanischen und geochemischen Eigenschaften des Opalinustons zu beurteilen.

- Auch wenn die Konkretisierung der Behältermaterialien gemäss Angaben der Nagra erst für die Baubewilligungsgesuche für die Tiefenlager vorgesehen ist, sollten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zu alternativen Behältermaterialien für BE/HAA⁵ zielgerichtet fortgeführt bzw. intensiviert werden. Dies auch, da die Wahl des Verfüllmaterials für die Lagerstollen eng mit der Wahl des Behältermaterials bzw. dessen Beschichtung verknüpft ist. Wie in ihrer Stellungnahme zum Vorschlag der in Etappe 3 SGT weiter zu untersuchenden geologischen Standortgebiete [KNS-02820] festgehalten, sollten aus Sicht der KNS technologische Fortschritte auch bei von der Nagra nicht favorisierten Materialvarianten, wie beispielsweise bei keramischen Werkstoffen, weiterverfolgt werden.
- Mit den Angaben zu Herkunft, Art und Menge der radioaktiven Abfälle im EP16 und der Ausweisung der Unterschiede zum EP08 ist die entsprechende Auflage 6.3 aus der Verfügung des Bundesrats zum Entsorgungsprogramm 2008 [BR Vf-EP08] auch nach Ansicht der KNS erfüllt.

2.2 Zu „3 Die geologischen Tiefenlager“

Sachstand EP16

Der Schwerpunkt des Kapitels 3 „Die geologischen Tiefenlager“ des EP16 liegt auf der Darlegung verschiedener Aspekte von Entsorgungs- und Lagerkonzepten. Die wesentliche Änderung gegenüber dem EP08 stellt die Bezugnahme auf den aktuellen Sachstand im Sachplanverfahren geologische Tiefenlager (SGT) dar.

Die Angaben zu den Entsorgungskonzepten in anderen Ländern wurden im EP16 aufdatiert, ebenso wie die Ausführungen zum Lagerkonzept. Hinsichtlich der Aussagen zur Geologie wird im EP16 auf den gegenüber dem EP08 erhöhten Kenntnisstand eingegangen; dieser spiegelt sich in der Darlegung des Fortschritts im SGT seit 2008 und der im Hinblick auf Etappe 3 SGT geplanten Felduntersuchungen wider. Die Ausführungen zur Sicherheit bzw. dem Nachweis der Sicherheit sind im EP16 entsprechend dem aktuellen Projektstand aktualisiert und neu in eigene Abschnitte zur Langzeitsicherheit und zur Betriebssicherheit gegliedert. Hinsichtlich Raumnutzung und Umweltverträglichkeit wird als wesentliche Änderung auf die Planungsstudien hingewiesen; diese dokumentieren im Rahmen einer intensiven Zusammenarbeit mit den Standortregionen gemäss SGT Standortareale für die Oberflächenanlagen.

Die im EP08 dargelegten Auslegungskonzepte für das HAA-, SMA-Lager und Kombilager sind weiterhin grundsätzlich gültig. Die Beschreibung der Auslegungskonzepte des HAA- und des SMA-Lagers sowie deren Detaillierungsgrad wurden im EP16 aber an den aktuellen Sachstand im SGT angepasst. Dazu gehören u. a.:

- Angaben zu den erdwissenschaftlichen Untersuchungen untertag (EUU) und deren Beziehung zu den zu erstellenden Testbereichen, die gemäss Art. 64 KEV Bestandteil der geologischen Tiefenlager sind.
- Detailliertere Ausführungen zum Zugang nach untertag (z. B. zwei getrennte Zugänge im Rahmen EUU, Einlagerungsbetrieb mit Haupt- und Nebenzugang, Feststellung, dass die Zugänge grundsätzlich als Rampe, Schacht oder Blindschacht ausgeführt werden können).
- Detailliertere Ausführungen zur geplanten Oberflächeninfrastruktur (Oberflächenanlagen Hauptzugang, Nebenzugangsanlagen).
- Aktualisierung des Betriebs- und Verschlusskonzepts (z. B. Präzisierung der geplanten gestaffelten Verschlussmassnahmen).
- Aktualisierung der Ausführungen zur modellhaften Umsetzung der konzeptuellen Vorgaben und Annahmen für die Lager (u. a. Berücksichtigung der Festlegung der Standorte für die Oberflächenanlagen im Rahmen von Etappe 2 SGT, detaillierte Angaben zu den notwendigen Nebenzugängen und zu den Transportmöglichkeiten der Endlagerbehälter nach Untertage).

Neu kommt die Darlegung von Varianten ausgeprägter zum Tragen. So werden in eigenen Abschnitten jeweils die aktuell im Vordergrund stehenden Auslegungsvarianten für das HAA- und das SMA-Lager – entsprechend den Angaben hierzu in der Dokumentation der Nagra für ihren Vorschlag für die in Etappe 3 SGT weiter zu untersuchenden geologischen Standortgebiete – zusammengefasst.

Die Beschreibung des Auslegungskonzepts eines Kombilagere, also einer Anordnung des HAA- und des SMA-Lagers am gleichen Standort, wurde an den aktuellen Sachstand im SGT angepasst und im Detaillierungsgrad erweitert. So wird unter anderem aufgrund der übergeordneten Realisierungspläne von einer deutlich längeren Einlagerungsbetriebsphase beim Kombilager ausgegangen als bei den Einzellagern. Der Bau des Lagerteils BE/HAA⁵ und des dazugehörigen Pilotlagers BE/HAA wird gemäss aktuellen Annahmen der Nagra teilweise

gleichzeitig mit der Einlagerung der SMA/LMA⁵-Endlagerbehälter erfolgen. Das Kombilager ist daher so auszulegen, dass der Bau des Lagerteils- und Pilotlagers BE/HAA räumlich getrennt von der Einlagerung im SMA/LMA-Lagerteil erfolgen kann.

Beurteilung durch das ENSI

Das ENSI stellt fest, dass das von der Nagra vorgestellte Entsorgungskonzept den Angaben im Sachplans geologische Tiefenlager (SGT) entspricht. Es beurteilt das von der Nagra im Lagerkonzept vorgesehene Mehrfachbarrierensystem als geeignet, um den gesetzlich geforderten dauernden Schutz von Mensch und Umwelt vor der ionisierenden Strahlung radioaktiver Abfälle zu gewährleisten. Der Grundsatz, dass sowohl die technischen als auch die geologischen Barrieren in signifikantem Masse zur Barrierenwirkung des Gesamtsystems beitragen, entspricht den behördlichen Vorgaben (Art. 11 KEV, [ENSI G03]). In beiden Lagern wird zur Gewährleistung der Langzeitsicherheit ein System gestaffelter, passiv wirkender technischer und natürlicher Barrieren eingesetzt.

Aussagen der Nagra zu den geologischen Tiefenlagern, welche den aktuellen Stand im Standortauswahlprozess widerspiegeln, wurden vom ENSI und seinen Experten auch im Rahmen der Detailprüfung in Etappe 2 SGT beurteilt [ENSI 33/540]. Dabei wurden unter anderem die Themen Lagerkonzepte, Sicherheitsnachweise sowie Betriebssicherheit, die jeweils auch im EP16 wieder angesprochen werden, bereits geprüft. Die resultierenden Beurteilungen und Forderungen sind von der Nagra für die weiteren Schritte bei der Lagerrealisierung zu berücksichtigen.

Das ENSI ist mit den Aussagen der Nagra in [NTB 16-01] bezüglich Lagerauslegung einverstanden. Mit fortschreitender Konkretisierung der Projekte für die geologischen Tiefenlager im Rahmen des Sachplanverfahrens und des weiteren Bewilligungsverfahren gemäss KEG muss die Lagerauslegung stufengerecht verfeinert und an die lokalen Bedingungen angepasst sowie die Eignung der verschiedenen Varianten geprüft werden. Die abschliessende Auslegung der Lager (detaillierte Anordnung der untertägigen Lagerkammern, detaillierte Ausgestaltung der technischen Barrieren) ist auf die detaillierten Befunde der erdwissenschaftlichen Untersuchungen untertag (EUU), die Resultate aus dem künftigen RD&D-Plan und die Erfahrungen aus ausländischen Programmen abzustimmen. Bis Baubeginn sind auf dem Gebiet der Technik (Robotik, Steuerungen etc.) noch weitere Entwicklungen zu erwarten, die unter Berücksichtigung von Erfahrungen aus ausländischen Programmen in die definitive Auslegung der Lagertechnologie einfließen können.

Das ENSI stimmt der grundsätzlichen Vorgehensweise der Nagra zu, einen genügend grossen Handlungsspielraum für eine Optimierung der vorhandenen Lagerauslegungsprojekte und der Technologie für Bau, Betrieb und Verschluss der geologischen Tiefenlager sowie für die Entwicklung der Technik für die Rückholbarkeit der Abfälle bis zum nuklearen Baugesuch aufrecht zu erhalten. Damit können neue Informationen, zukünftige Erkenntnisse und technologische Entwicklungen zur Erhöhung der Sicherheit berücksichtigt werden.

Die Nagra führt in Kapitel 5 in [NTB 16-01] aus, dass nach ihrer Auswahl der Standorte für die Vorbereitung der Rahmenbewilligungsgesuche¹¹ (RBG) gemäss Konzeptteil SGT eine weitere Konkretisierung der Lagerprojekte für die Einreichung der RBG lediglich für die vorgeschlagenen Standorte (oder den vorgeschlagenen Standort im Falle eines Kombilagers) erfolgen soll. Hierzu hält das ENSI fest, dass die Standortwahl im RBG zu begründen ist. Deshalb hat die Nagra für alle Standortgebiete die vorhandenen Konzepte der Lagerbauwerke, einschliess-

¹¹ Wenn ein geologisches Tiefenlager für alle Abfallkategorien vorgesehen wird (Kombilager), ist nur ein Rahmenbewilligungsgesuch einzureichen.

lich der Zugangsbauwerke und der untertägigen Bauwerke auf Lagerebene, standortspezifisch anzupassen. Für den sicherheitstechnischen Vergleich sind alle sicherheitsrelevanten Elemente der Lagerprojekte zu bewerten.

Bezüglich des Auslegungskonzepts für das Kombilager weist das ENSI unter anderem auf folgende Aspekte hin:

- Die Aussage der Nagra im EP16, dass die beiden Lagerteile (HAA und SMA) jeweils im gleichen oder in unterschiedlichen Wirtgesteinen liegen könnten, steht im Widerspruch zu Aussagen der Nagra in [NTB 14-01], wonach als Wirtgestein nur der Opalinuston weitergezogen wird.
- Bei der Evaluation einer Kombilager-Lösung hat die Nagra gemäss Vorgabe des ENSI aufzuzeigen und zu begründen, welche Mindestabstände zwischen HAA- und SMA-Lager einzuhalten sind und welche Konsequenzen sich daraus für den Platzbedarf ergeben.
- Die Nagra geht bei einem Kombilager davon aus, dass die LMA-Lagerkavernen in das SMA-Lager integriert werden. Aus Sicht des ENSI kann dies sicherheitstechnisch sinnvoll sein; es sind Abklärungen vorzulegen, die aufzeigen, inwiefern die unterschiedlichen Abfalltypen der Kategorie LMA und SMA miteinander kompatibel sind, und ob eine zusätzliche Aufteilung der Abfälle auf räumlich stärker separierte Lagerkavernen die gesamtheitliche Sicherheit erhöhen könnte.

Stellungnahme der KNS

Im Rahmen der Detailprüfung in Etappe 2 SGT hatten das ENSI und seine Experten die aktuellen Angaben der Nagra zu den Lagerkonzepten, die Sicherheitsbetrachtungen für die Untertageanlagen in der Betriebsphase und die provisorischen Sicherheitsanalysen für die Nachverschlussphase der geologischen Tiefenlager sowie den geologischen Kenntnisstand in den möglichen Standortgebieten bereits beurteilt. Entsprechend liegt der Fokus der Analyse des Kapitels 3 des EP16 durch das ENSI auf den gegenüber dem EP08 aktualisierten Aspekten, die im Rahmen von Etappe 2 SGT noch nicht detailliert behandelt bzw. geprüft worden sind.

Die Vorgehensweise des ENSI bei seiner Beurteilung der Angaben zu den geologischen Tiefenlagern im EP16 ist für die KNS nachvollziehbar. Die KNS hatte sich bereits im Rahmen der Prüfung des Vorschlags der Nagra für die in Etappe 3 SGT weiter zu untersuchenden geologischen Standortgebiete mit den aktuellen Lagerkonzepten, den Sicherheitsnachweisen und den geologischen Grundlagen sowie der jeweiligen Beurteilung durch das ENSI befasst. Nach Prüfung des sicherheitstechnischen Gutachtens des ENSI zum Einengungsvorschlag der Nagra kam sie zum Schluss, dass sie sich der Argumentation des ENSI bei der Beurteilung des Vorschlags der Nagra grundsätzlich anschliessen kann [KNS-02820].

Zur vorliegenden Beurteilung des ENSI merkt die KNS Folgendes an:

- Das ENSI bezieht sich in seinen Angaben auch auf verschiedene Aspekte aus der Dokumentation seiner Detailprüfung in Etappe 2 SGT, auf welche die Nagra bei der weiteren Entwicklung der Lagerkonzepte und Lagerprojekte verstärkt den Fokus legen sollte. Diese betreffen unter anderem die Möglichkeiten unabhängiger Fluchtwege zur Geländeoberfläche, Fragen der Realisierung bzw. Realisierbarkeit der aktuell vorgesehenen HAA-Lagerstollen (Blindstollen mit einer Länge bis zu 1'000 m), standortspezifische Betrachtungen der Versiegelungstrecken und deren Anforderungen sowie Varianten für den standortspezifischen Lagerzugang und für das Verfüllmaterial der HAA-Lagerstollen.

Die Hinweise des ENSI aus dessen Detailbeurteilung der von der Nagra für die Standorteinengung in Etappe 2 SGT eingereichten Unterlagen unterscheiden sich sachgemäss hinsichtlich des für die Umsetzung massgebenden Zeithorizonts und des Detaillierungsgrads. Die KNS hat – wie bereits in ihrer Stellungnahme zu Etappe 2 SGT festgehalten –

keine grundsätzlichen Einwände gegen diese Hinweise des ENSI. Bei deren Umsetzung ist aus ihrer Sicht eine zeitliche und inhaltliche Priorisierung angebracht, wobei der Schwerpunkt zunächst auf den für die Standortwahl und die Rahmenbewilligungsgesuche (RBG) relevanten Aspekten liegen sollte. Die KNS geht davon aus, dass dies vom ENSI im Rahmen der laufenden Aufsichtstätigkeit entsprechend verfolgt werden wird.

- Wie in ihrer Stellungnahme zum Vorschlag der in Etappe 3 SGT weiter zu untersuchenden geologischen Standortgebiete [KNS-02820] festgehalten, begrüsst die KNS die Feststellung des ENSI, dass Varianten des Verfüllmaterials der HAA-Lagerstollen zu untersuchen und die daraus entstehenden Konsequenzen für das Gesamtsystem zu bewerten sind. Aus Sicht der KNS könnte insbesondere eine zementbasierte Verfüllung eine Alternative zu einer Bentonitverfüllung darstellen.
- Das ENSI weist darauf hin, dass die Nagra im Hinblick auf die Begründung der Standortwahl im RBG für alle betrachteten Standortgebiete die vorhandenen Konzepte der Lagerbauwerke, einschliesslich der Zugangsbauwerke und der untertägigen Bauwerke auf Lagerebene, standortspezifisch anzupassen und für den sicherheitstechnischen Vergleich alle sicherheitsrelevanten Elemente der Lagerprojekte zu bewerten hat.

Die KNS teilt die Einschätzung des ENSI in dieser Sache. Die Standortgebiete sind für die Begründung der Standortwahl sicherheitstechnisch zu vergleichen. Dazu gehört die Bewertung der im Konzeptteil des SGT festgelegten Kriterien zur Sicherheit und technischen Machbarkeit und der Sicherheitsnachweise. Dies bedingt, dass die standortspezifische Ausgestaltung der Lager auf konzeptueller Ebene soweit zu konkretisieren ist, als dies für den sicherheitstechnischen Vergleich notwendig ist.

- Das SMA- und das HAA-Lager können an zwei verschiedenen Standorten, bei einer entsprechenden geologischen Situation aber auch als Kombilager im gleichen Standortgebiet erstellt werden; in diesem Fall können die Oberflächeninfrastruktur und ein Teil der Zugangsbauwerke nach Untertage gemeinsam genutzt werden. Ob ein Kombilager realisiert werden kann, hängt massgeblich vom verfügbaren Platzangebot auf Lagerebene und dem erforderlichen Platzbedarf für den HAA- und den SMA-Lagerteil ab. Zu betrachten sind dabei auch allfällige Anforderungen an die räumliche Trennung der Lagerteile zur Vermeidung von unerwünschten Wechselwirkungen. In ihrer Stellungnahme zum Gutachten des ENSI zum Vorschlag der in Etappe 3 SGT weiter zu untersuchenden Standortgebiete [KNS-02820] hatte die KNS darauf hingewiesen, dass die für eine vergleichende Beurteilung der Variante eines Kombilagere erforderlichen Grundlagen hinsichtlich Lagerkonzeption bzw. -auslegung des Kombilagere im Zuge von Etappe 3 SGT erarbeitet werden sollten. In diesem Zusammenhang begrüsst die KNS die Empfehlung des ENSI, die sicherheitsrelevanten Aspekte der räumlichen Anordnung der Elemente eines Kombilagere, welche Auswirkungen auf den Platzbedarf haben können, zu analysieren und zu bewerten. Sie unterstützt auch den vom ENSI formulierten Auflagenantrag A.2, nach dem die Entsorgungspflichtigen die Konsequenzen möglicher Wechselwirkungen der einzelnen Lagerteile eines Kombilagere aufzuzeigen und im Hinblick auf das Rahmenbewilligungsgesuch (RBG) mögliche Varianten sicherheitstechnisch zu bewerten haben.

Nach Ansicht der KNS weisen alle anderen im Rahmen von Etappe 2 SGT betrachteten möglichen Wirtgesteine für ein SMA-Lager eindeutige Nachteile gegenüber Opalinuston auf. Sie hatte daher die Fokussierung auf das Wirtgestein Opalinuston für ein SMA-Lager in ihrer Stellungnahme zum Vorschlag der Etappe 3 weiter zu untersuchenden geologischen Standortgebiete begrüsst [KNS-02820]. Sollte die Nagra dennoch eine Aufteilung

des SMA-Lagerteils auf zwei Wirtgesteine in Betracht ziehen, ist aus Sicht der KNS zunächst belastbar darzulegen, welche sicherheitstechnischen Konsequenzen damit verbunden wären.¹²

- Die aktuellen Lagerkonzepte für die geologischen Tiefenlager basieren mit den Elementen Hauptlager, Pilotlager und Testbereich auf dem Konzept des kontrollierten geologischen Langzeitlagers wie es auch in die Kernenergiegesetzgebung eingeflossen ist. Wichtige Elemente dieses von der „Expertengruppe Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfälle“ (EKRA) [EKRA SB] entwickelten Konzepts sind eine (zeitlich befristete) Beobachtungsphase nach Abschluss des Einlagerungsbetriebs und die Rückholbarkeit der eingelagerten radioaktiven Abfälle ohne grossen Aufwand bis zum endgültigen Verschluss der Tiefenlager. Neben den Testbereichen ist für die Beobachtung des Pilotlagers von zentraler Bedeutung. Im EP16 wird zu Planungszwecken von einer Dauer der Beobachtungsphase von 50 Jahren ausgegangen.

Aus Sicht der KNS bestehen im Hinblick auf die Konkretisierung bzw. Umsetzung eines Pilotlagers insbesondere noch folgende Unsicherheiten:

- Eng verknüpft mit der mit dem Pilotlager angestrebten Kontrollfunktion ist die Notwendigkeit, die Prozesse nach Einlagerung einer repräsentativen Abfallmenge (d. h. nach Verfüllung der Pilotlagerstollen bzw. -kammern und deren Verschluss) messtechnisch über einen längeren Zeitraum erfassen und auswerten zu können. Viele Prozesse im Nahfeld der Abfälle werden nach deren Einlagerung aber so langsam ablaufen, dass daraus resultierende messtechnisch erfassbare Veränderungen im Zeitraum von 50–150 Jahren kaum auftreten werden. Dies gilt insbesondere für die hochaktiven Abfälle, wenn vom resultierenden Temperaturanstieg im Nahfeld abgesehen wird. Entsprechend stellt sich die Frage, welche Messgrössen während der angenommenen Dauer der Beobachtungsphase in einem Pilotlager für HAA bzw. SMA erfasst werden sollten.
- Offen ist nach Einschätzung der KNS, wie Messwerte, die von einer erwarteten Entwicklung deutlich abweichen, zu gegebener Zeit zu beurteilen sind. So stellt sich die Frage, ob bzw. wie derartige Messwerte zuverlässig interpretiert werden können und wie sichergestellt werden kann, dass keine Messfehler vorliegen.
- Ein Pilotlager muss gemäss Art. 64 KEV räumlich und hydraulisch vom Hauptlager getrennt sein, es sollen aber die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse mit denjenigen im Hauptlager vergleichbar und die Ergebnisse der Überwachung auf die Vorgänge im Hauptlager übertragbar sein. Die in diesen Vorgaben enthaltene Diskrepanz (räumliche Trennung ↔ Übertragbarkeit) erschwert die Umsetzbarkeit. Kritisch wird insbesondere die Übertragbarkeit beurteilt bzw. die Notwendigkeit, diese Übertragbarkeit belastbar nachzuweisen.

Vor diesem Hintergrund gelangt die KNS zur Einschätzung, dass die sicherheitstechnische Aussagekraft eines Pilotlagers offen ist.

Seitens ENSI wird erwartet, dass das Monitoringkonzept für das Rahmenbewilligungsgesuch (RBG) unter anderem ein Konzept für die Überwachung im Pilotlager beinhaltet (siehe Kapitel 2.3). Im Hinblick auf die Entwicklung eines schlüssigen Konzepts für ein

¹² Die Nagra hat in ihrem Vorschlag der in Etappe 3 SGT weiter zu untersuchenden geologischen Standortgebiete festgehalten, dass der Opalinuston das prioritäre Wirtgestein für ein SMA-Lager in den möglichen Standortgebieten darstellt [NTB 14-01]. Die Tongesteinsabfolge 'Brauner Dogger' und die Effinger Schichten wurden von der Nagra als „weitere Wirtgesteine“ für ein SMA-Lager eingestuft. „Weiteres Wirtgestein“ bedeutet dabei, dass dieses Wirtgestein von der Nagra zwar bei der in Etappe 2 SGT durchgeführten Analyse und Einengung nicht weiter betrachtet wurde, grundsätzlich aber als Wirtgestein für Abfälle, welche tiefe Anforderungen an die Barrierenwirkung stellen, zur Verfügung steht, falls ein entsprechendes Standortgebiet in Etappe 3 SGT weiter betrachtet werden sollte.

Pilotlager empfiehlt die KNS der Nagra, die genannten grundlegenden Aspekte (Umfang und Inhalt der für die Überwachung des Pilotlagers erforderlichen Messungen; Interpretation bzw. Interpretierbarkeit der erfassten Messwerte; Gewährleistung der Übertragbarkeit der Ergebnisse der Überwachung auf das Hauptlager) aufzugreifen und entsprechende Abklärungen zu initiieren. Damit daraus resultierende Erkenntnisse allenfalls bereits bis zur Einreichung der RBG vorliegen können, sollte mit den Abklärungen zeitnah begonnen werden.

Dem ENSI legt die KNS nahe, die Erwägungen bei der weiteren Konkretisierung der behördlichen Vorgaben für ein Pilotlager adäquat zu berücksichtigen.

2.3 Zu „5 Realisierungsplan für die geologischen Tiefenlager“

Sachstand EP16

Der grundsätzliche Ablauf bei der geplanten Realisierung der geologischen Tiefenlager hat sich gemäss Angaben der Nagra im EP16 gegenüber dem EP08 nur wenig geändert. Stark geändert hat sich dagegen die terminliche Situation: So wurde im EP08 von einer Inbetriebnahme des SMA-Lagers im Jahr 2035 und des HAA-Lagers im Jahr 2050 ausgegangen. Nach aktueller Planung liegt der Termin für die Inbetriebnahme für das SMA-Lager nun im Jahr 2050 und für das HAA-Lager im Jahr 2060. Die wichtigsten Gründe hierfür sind:

- Das Sachplanverfahren war in der Kostenstudie 2006, auf deren Angaben das EP08 basierte, im Detail noch nicht bekannt. Zudem hat sich das Verfahren als wesentlich aufwändiger erwiesen, als im Konzeptteil SGT [BFE SGT] ursprünglich vorgesehen. Insgesamt wird heute mit einer rund zehn Jahre längeren Dauer für die Standortwahl gerechnet.
- Für das SMA-Lager hat das ENSI in seiner Beurteilung des EP08 den vorgesehenen Zeithorizont für die erdwissenschaftlichen Untersuchungen untertag (EUU) als eine zu optimistische Annahme beurteilt, um die für die Einreichung des Baubewilligungsgesuchs notwendigen geologischen, sicherheitstechnischen und bautechnischen Datengrundlagen zu erheben. Für das EP16 liegen nunmehr vertiefte Planungsgrundlagen hinsichtlich des Programms SMA für erdwissenschaftliche Untersuchungen untertag vor. Daraus resultiert für den SMA-Realisierungsplan auch nach Abschluss der Phase Standortwahl und Rahmenbewilligung eine zusätzliche Verzögerung von fünf Jahren gegenüber dem EP08.

Wie schon im EP08 beruhen die angegebenen Zeitpunkte und Phasenlängen im Realisierungsplan auf günstigen Annahmen (z. B. keine rechtlich bedingten Verzögerungen bei den Feldarbeiten in Etappe 3 SGT, Abwicklung der Vorbereitung und der Durchführung der EUU ohne relevante Überraschungen, keine Rekurse mit längeren Verzögerungen beim Bau- und im Betriebsbewilligungsverfahren).

Die wichtigsten Merkmale des Realisierungsplans sind:

- Die Wahl der Standorte für das SMA- und das HAA-Lager erfolgt im Sachplanverfahren geologische Tiefenlager (SGT), welches bis zur Erteilung der jeweiligen Rahmenbewilligung parallel geführt wird.
- Mit der Rahmenbewilligung werden die Grundzüge des Projekts festgelegt; die detaillierte Auslegung der Anlagen erfolgt erst für die nukleare Baubewilligung. Die nukleare Baubewilligung berücksichtigt u. a. Erkenntnisse, die im Rahmen von EUU gewonnen werden.

- Der Bau der Anlagen erfolgt so weit, wie dies für die Aufnahme des Betriebs notwendig ist. Der Bau zusätzlicher BE/HAA-Lagerstollen innerhalb der erschlossenen Lagerzone ist für das HAA-Lager bzw. das Kombilager während der Betriebsphase vorgesehen.
- Nach Abschluss der Einlagerung in jeder Lagerkammer erfolgt ihr Verschluss; nach Einlagerung aller Abfälle erfolgen die Stilllegung und der Rückbau der Verpackungsanlagen und die Einlagerung allfälliger Stilllegungsabfälle der Verpackungsanlagen. Gleichzeitig beginnt die Beobachtungsphase (Annahme 50 Jahre); in dieser erfolgt nach einer beschränkten Dauer (Annahme 10 Jahre) die Verfüllung und Versiegelung der Zugänge zu den Lagerfeldern des Hauptlagers auf Lagerebene und der nicht mehr benötigten Zugänge von der Oberfläche nach Untertage.
- Nach Abschluss der Beobachtungsphase erfolgen der Gesamtverschluss und der Rückbau der Gesamtanlage (Zugangsbauwerke, restliche Teile der Oberflächeninfrastruktur), anschliessend kann die Überwachung von der Oberfläche aus weitergeführt werden.

Gestützt auf die Feldarbeiten in Etappe 3 SGT und weitere Erkenntnisse wird die Nagra zwei bis drei Jahre vor Einreichung der Rahmenbewilligungsgesuche die Auswahl der Standorte für die Vorbereitung der Rahmenbewilligungsgesuche (RBG) gemäss Konzeptteil Sachplan geologische Tiefenlager [BFE SGT] bekannt geben können. Zeitgleich würde die Bekanntgabe der Realisierung eines allfälligen Kombilagers erfolgen. Die Dokumentation der Standortwahl erfolgt gemäss Vorgaben der Kernenergiegesetzgebung (Art. 62 KEV) als Bestandteil der Unterlagen zum RBG im sicherheitstechnischen Vergleich der zur Auswahl stehenden Optionen hinsichtlich Sicherheit des geplanten Tiefenlagers sowie einer Bewertung der für die Auswahl des Standorts ausschlaggebenden Eigenschaften.

Nach Bekanntgabe der Auswahl der Standorte für die Vorbereitung der Rahmenbewilligungsgesuche durch die Nagra erfolgt eine weitere Konkretisierung der Lagerprojekte an den vorgeschlagenen Standorten unter Berücksichtigung der Zusammenarbeit mit den Standortregionen.

Mit der Rahmenbewilligung werden grundsätzliche, politisch bedeutsame Fragen entschieden, die sich in Zusammenhang mit einer Kernanlage stellen; insbesondere legt die Rahmenbewilligung den Standort fest. Die rechtlichen Vorgaben an das Rahmenbewilligungsgesuch bedingen an den gewählten Standorten folgende Untersuchungen und Arbeiten:

- Bereitstellung einer geologischen Synthese mit geologischen Datensätzen für die Langzeitsicherheit und die Anlagenprojektierung
- Sicherheitstechnischer Vergleich der in Etappe 3 SGT vertieft untersuchten SMA- und HAA-Standortgebiete inklusive der Bewertung der für den Standortentscheid ausschlaggebenden Eigenschaften
- Vertiefung der Projekte zur Anlage (inkl. Betrieb und Verschluss): Dazu sind Konzepte zu ober- und untertägigen Anlagenelemente zu erarbeiten
- Dokumentation der raumplanerischen Abstimmung
- Abklärungen zur Umweltverträglichkeit (UVP, 1. Stufe)
- Erarbeitung eines Überwachungskonzepts (Monitoring)
- Erstellung eines Sicherheitsberichts (Konzept)

Zum Zeitpunkt der Rahmenbewilligung werden im Hinblick auf eine spätere Optimierung im Rahmen des mehrstufigen Bewilligungsverfahrens für die Lagerauslegung noch verschiedene Varianten offen gehalten. Damit soll ermöglicht werden, neue Erkenntnisse aus den erst nach der Rahmenbewilligung durchzuführenden erdwissenschaftlichen Untersuchungen untertag (EUU) und den Ergebnissen und Erfahrungen aus dem RD&D-Plan und aus ausländischen

Programmen mit zu berücksichtigen; die abschliessenden Entscheide sollen spätestens beim Baubewilligungsgesuch gefällt werden. Dies betrifft aus heutiger Sicht insbesondere:

- Varianten hinsichtlich Materialien und Auslegungskonzepte für die BE/HAA-Endlagerbehälter
- Varianten für die Auslegung der BE/HAA-Lagerkammern und der SMA/LMA-Lagerkavernen
- Varianten für die Auslegung und Einbringung der Verfüllmaterialien
- Varianten für die Auslegung und Erstellung der Versiegelungselemente
- Varianten zur Gestaltung des Verschlusses der SMA/LMA-Lagerkavernen bezüglich Gasfreisetzung
- Varianten für die Auslegung der Tunnel inklusive Ausbruchsicherung, Verkleidung und Wahl des Abdichtungssystems.

Im Rahmen der nuklearen Baubewilligungsgesuche wird die detaillierte Anordnung und Auslegung der untertägigen Lagerbauten und der technischen Barrieren sowie der Infrastruktur und Technologie für den Bau, Betrieb und Verschluss der Lager festgelegt. In den Gesuchen werden die für den Bau des Lagers notwendigen Erkenntnisse aus den EUU berücksichtigt.

Beurteilung durch das ENSI

Der Vorschlag der Nagra für die schrittweise Realisierung der vorgesehenen geologischen Tiefenlager und die Zweckmässigkeit des vorliegenden Realisierungsplans für das SMA-bzw. HAA-Lager wurden durch das ENSI geprüft und beurteilt. Das ENSI kommt zum Schluss, dass die Entsorgungspflichtigen die gesetzlichen und behördlichen Vorgaben im vorgeschlagenen Realisierungsplan korrekt berücksichtigt haben. Der Realisierungsplan für das SMA- bzw. das HAA-Lager orientiert sich am gesetzlich geforderten schrittweisen Vorgehen gemäss KEG und KEV und bildet die damit verbundenen Schritte korrekt und vollständig ab. Der Realisierungsplan in der vorliegenden Form wird als stufengerecht beurteilt. Im Detail hält das ENSI unter anderem Folgendes fest:

- Die Entsorgungspflichtigen haben im Realisierungsplan dargelegt, wann sie welche Unterlagen zu den Themen Beobachtungsphase, Verschluss des Lagers, Rückholung ohne grossen Aufwand und temporärer Verschluss in Krisenzeiten einreichen werden. Im RD&D-Plan wird aufgezeigt, wann die Nagra diese Arbeiten in Angriff nehmen möchte. Aus Sicht des ENSI ist daher die entsprechende Auflage 6.4 aus der Verfügung des Bundesrats zum EP08 [BR Vf-EP08] erfüllt.
- Die Entsorgungspflichtigen weisen beim Realisierungsplan eines Kombilagers auf die Synergieeffekte hinsichtlich der Vorbereitung und Durchführung der erdwissenschaftlichen Untersuchungen untertag (EUU), des Baus, des Betriebs der BE/HAA- und SMA/LMA-Lagerteile, der Beobachtungsphase und des Verschlusses hin. Aus Sicht des ENSI muss sichergestellt werden, dass die Wechselwirkungen der einzelnen Lagerteile keine relevante Beeinträchtigung der Betriebs- und Langzeitsicherheit der einzelnen Lagerteile darstellen.
- Das ENSI erwartet, dass das Monitoringkonzept für das Rahmenbewilligungsgesuch insbesondere Konzepte für die Überwachung im Pilotlager, für die EUU und für die Beobachtungen im geologischen Tiefenlager beinhaltet. Gemäss RD&D-Plan beginnt das „Baseline monitoring“ (Nullmessungen) mit den detaillierten Standortuntersuchungen nach Erteilung der Rahmenbewilligung, wobei Teile der Nullmessungen bereits vor dem RBG beginnen (z. B. seismisches und geodätisches Messnetz, Langzeitmesssysteme für hydraulische Potenziale in Aquiferen). Die vorliegenden Erläuterungen der Nagra geben dem ENSI Hinweise auf deren Aktivitäten bezüglich der Nullmessungen, bieten jedoch keine Übersicht über die Strategie für die Nullmessungen der Nagra. In einem Auflagenantrag

(A.4) hält das ENSI daher fest, dass die Entsorgungspflichtigen mit dem nächsten Entsorgungsprogramm ein Konzept für die Nullmessungen vorzulegen haben.

- Die Entsorgungspflichtigen hatten im EP16 gemäss den Auflagen 5.1 und 5.2 ([BR Vf-EP08], siehe auch Kapitel 3.1) zu erläutern, wie die Ergebnisse der EUU im Baubewilligungsgesuch für das SMA-Lager zeitlich berücksichtigt werden können, sowie die Planung für die EUU des SMA-Lagers und die dort geplanten Experimente zu konkretisieren und darzulegen. Mit den nun vorliegenden Angaben der Nagra zu den geplanten Experimenten für die EUU und zum Zeitbedarf für die Durchführung und Auswertung der Experimente sowie für die Erstellung der Unterlagen für das Baubewilligungsgesuch (neu fünf Jahre) sind aus Sicht des ENSI diese Auflagen erfüllt.
- Für das HAA-Lager hat sich der Zeitbedarf für die Durchführung und Auswertung der Experimente sowie die Erstellung der Unterlagen für das Baubewilligungsgesuch von dreizehn Jahren (EP08) auf acht Jahre (EP16) verkürzt. Gemäss Angaben der Entsorgungspflichtigen beruht die Kürzung des Zeitbedarfs für die EUU nicht auf einer Anpassung des Untersuchungsprogramms für die EUU, sondern resultiert daraus, dass im EP16 der Beginn des Einlagerungsbetriebs im HAA-Lager auf das Ende des Einlagerungsbetriebs des SMA-Lagers abgestimmt wurde. Das ENSI beurteilt die Dauer für die EUU auf Basis der vorgeschlagenen Experimente als knapp bemessen, insbesondere weil der gewählte Massstab der Experimente den Zeitbedarf signifikant beeinflussen kann. Das ENSI empfiehlt daher den Entsorgungspflichtigen, aus Gründen der Sicherheit und Nachvollziehbarkeit, für zukünftige Entsorgungsprogramme die Dauer für die EUU aber auch der anderen Phasen der Realisierung eines geologischen Tiefenlagers auf den effektiven Zeitbedarf zu schätzen und nicht mit Randbedingungen zu verknüpfen.
- Im bestehenden RD&D-Plan sind vor allem Forschungsziele und -themen dargelegt. Spezifische offene Fragen sind nicht aufgelistet. Das ENSI hat daher als Auflagenantrag (A.6) formuliert, dass in künftige Entsorgungsprogrammen und RD&D-Plänen eine vollständige Auflistung der aus Sicht der Entsorgungspflichtigen wichtigen offenen Fragen aufzunehmen ist, zusammen mit Angaben darüber, wie und innert welcher Frist die Entsorgungspflichtigen deren Beantwortung vorsehen.
- Die Entsorgungspflichtigen hatten gemäss Auflage 6.2 aus der Verfügung des Bundesrats zum EP08 [BR Vf-EP08] darzulegen, wie das Gesamtsystem „geologisches Tiefenlager“ technisch und zeitlich umgesetzt werden soll und wie dabei die einzelnen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten miteinander und mit den Meilensteinen und Entscheidungen bei der Realisierung eines geologischen Tiefenlagers vernetzt sind. Für sicherheitsrelevante Entscheidungen waren verschiedene Alternativen zu betrachten und ein insgesamt für die Sicherheit günstiges Vorgehen zu wählen.

Gemäss Beurteilung des ENSI wurde die Auflage 6.2 bezüglich der geforderten vernetzten Darstellung sowie bezüglich des Umgangs mit verschiedenen Alternativen nur teilweise erfüllt. In einem neuen Auflagenantrag (A.7) fordert das ENSI daher, dass die vernetzte Darstellung einzelner Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten miteinander und mit den Meilensteinen und Entscheidungen bei der Realisierung eines geologischen Tiefenlagers bis zur nächsten Aktualisierung des Entsorgungsprogramms weiterzuentwickeln ist.

- Das ENSI stellt fest, dass im vorgelegten Realisierungsplan die grundsätzlichen Abläufe festgelegt, die notwendigen Arbeiten sowie der erforderliche Handlungsspielraum stufengerecht identifiziert und die für die Umsetzung des Entsorgungsprogramms relevanten Entscheidungspunkte korrekt bezeichnet werden. Bezüglich der Standortauswahl folgt der Plan den Vorgaben des SGT. Der Realisierungsplan gewährleistet nach Einschätzung des ENSI den erforderlichen Handlungsspielraum und genügend Flexibilität, um relevante technische und wissenschaftliche Erkenntnisse insbesondere für den Bau, Betrieb und Verschluss der geologischen Tiefenlager zu berücksichtigen.

Stellungnahme der KNS

Die KNS bestätigt die Beurteilung des ENSI, dass sich die von der Nagra vorgelegten Realisierungspläne für das HAA-Lager und für das SMA-Lager an den gesetzlichen und behördlichen Vorgaben orientieren und diese korrekt berücksichtigen.

Bezüglich der Beurteilung der Realisierungspläne im EP16 durch das ENSI hält die KNS Folgendes fest:

- In ihrer Stellungnahme zum EP08 [KNS 23/262] hatte die KNS festgehalten, dass sie wie das ENSI der Meinung sei, dass die damals von der Nagra vorgesehene Zeitdauer von weniger als zehn Jahren für Bewilligung, Vorbereitung, Bau und Betrieb des Felslabors am SMA-Standort zu optimistisch sei. Vor diesem Hintergrund nimmt die KNS die aktualisierten Angaben der Nagra zu den vorgesehenen Arbeiten und zur Zeitplanung für die erdwissenschaftlichen Untersuchungen untertag (EUU) für das SMA-Lager zur Kenntnis. Sie teilt die Einschätzung des ENSI, dass damit die entsprechenden bundesrätlichen Auflagen 5.1 und 5.2 ([BR Vf-EP08, siehe auch Kapitel 3.1) erfüllt worden sind.
- Die KNS unterstützt die Forderung des ENSI, dass von den Entsorgungspflichtigen mit dem nächsten Entsorgungsprogramm ein Konzept für die Nullmessungen vorzulegen ist. Die Nullmessungen sind der erste Schritt für das Monitoring eines Tiefenlagers und stellen eine Grundvoraussetzung dar, um die zeitliche Entwicklung wichtiger sicherheitstechnischer Eigenschaften des Tiefenlagers und dessen Umweltauswirkungen anhand der im Monitoring erfassten Zustandsgrössen beurteilen zu können. Ein möglichst frühzeitiger Beginn der Nullmessungen ist erforderlich, um statistisch belastbare Aussagen zu den ungestörten Anfangsbedingungen zu erhalten. Aus Sicht der KNS stellt das Konzept für die Nullmessungen einen Teil des Monitoringkonzepts dar; entsprechend ist vor Beginn der Nullmessungen festzulegen, welche Messgrössen im Rahmen des Monitorings zu erfassen sind. (Vgl. hierzu auch die Einschätzung der KNS zur Konzeption eines Pilotlagers in Kapitel 2.2.)
- Gemäss Beurteilung des ENSI wurde die geforderte Darstellung, wie die einzelnen von der Nagra vorgesehenen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten miteinander und mit den Meilensteinen und Entscheidungen bei der Realisierung eines geologischen Tiefenlagers verknüpft sind, nur teilweise erfüllt. Eine entsprechende Darstellung sieht das ENSI bei der Nagra noch im Aufbau.

Die KNS stellt hierzu fest, dass aus ihrer Sicht die Ausführungen im EP16 [NTB 16-01] und im RD&D-Plan [NTB 16-02] bezüglich der Verknüpfung der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten die entsprechenden Vorgaben in der bundesrätlichen Auflage 6.2 noch nicht erfüllen. In den Unterlagen der Nagra finden sich zwar neben Angaben zu geplanten Forschungsaktivitäten und deren zeitlicher Einordnung teilweise auch Darstellungen zu den Beziehungen einzelner Forschungsthemen untereinander. Offen bleibt dabei aber, welcher Art die Beziehungen sind. Detailliertere Angaben, wie die geplanten Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten miteinander und mit den entsprechenden Meilensteinen und Entscheidungen vernetzt sind, werden nicht gemacht.¹³ Die technische Umsetzung des Gesamtsystems eines geologischen Tiefenlagers besteht aus diversen untereinander komplex vernetzten Einzelsystemen (z. B. Aspekte der Abfallkonditionierung, der Behältermaterialien, der Lagerkonzeptualisierung), Einzelkomponenten (Transporte, Oberflächenanlagen, Zugangsbauwerke, Untertagebauten) und Zeitabschnitten (EUU, Bau Tiefenlager, Lagerbetrieb, Verschluss und Nachverschlussphase), zu denen zu gegebener Zeit Entscheide gefällt werden müssen, die dann wiederum das Gesamtsystem beeinflussen. Aus Sicht der KNS müsste dieser Umstand bei der Darstellung der

¹³ In welchem Umfang bzw. Detaillierungsgrad das in der ENSI-Stellungnahme angesprochene „Requirementsmanagementssystem“ der Nagra die geforderten Angaben enthält, kann die KNS nicht beurteilen.

Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Kontext des Realisierungsplans angemessen berücksichtigt werden. Auch aus Sicht der KNS muss daher der entsprechende Teil der Auflage 6.2 bestehen bleiben.

- Gemäss Auflage 6.4 aus der Verfügung des Bundesrats zum EP08 [BR Vf-EP08] ist im EP16 darzulegen, wie die Langzeitarchivierung der Informationen zu geologischen Tiefenlagern vorbereitet wird. Des Weiteren sind vorbereitende Arbeiten im Hinblick auf die für das Baubewilligungsgesuch erforderlichen Konzepte für die Rückholung, die Markierung und den temporären Verschluss in Krisenzeiten sowie für die Planung der Beobachtungsphase und des endgültigen Verschlusses der Tiefenlager darzulegen.¹⁴ Das ENSI kommt bezüglich der von ihm zu bewertenden Punkte zum Schluss, dass diese Auflage mit entsprechenden Angaben im Realisierungsplan und im RD&D-Plan von den Entsorgungspflichtigen erfüllt worden ist.

Die KNS stellt hierzu fest, dass sich im EP16 bzw. im aktuellen RD&D-Plan der Nagra Angaben zu den Punkten Beobachtungsphase, Verschluss des Lagers, Rückholung ohne grossen Aufwand und temporärer Verschluss in Krisenzeiten finden. Dem aktuellen Projektstand entsprechend haben diese Angaben noch einen allgemeinen Charakter. Die KNS geht davon aus, dass bis zur nächsten Aktualisierung des Entsorgungsprogramms bzw. des RD&D-Plans die Planung sowie die Entwicklung der entsprechenden Konzepte weiter fortgeschritten sein werden und damit auch konkretere Angaben möglich sein werden. Hinweisen möchte die KNS darauf, dass die geforderten Informationen teilweise sehr grundlegende Fragestellungen betreffen, bei denen zum Teil noch erheblicher Klärungsbedarf gesehen wird, der mit entsprechendem Aufwand verbunden sein kann.

- Die für ein Rahmenbewilligungsgesuch (RBG) für ein geologisches Tiefenlager erforderlichen Unterlagen sind in Artikel 23 KEV und Artikel 62 KEV aufgelistet. Sie umfassen insbesondere einen Sicherheits- und Sicherheitsbericht, einen Umweltverträglichkeitsbericht, einen Bericht über die Abstimmung mit der Raumplanung sowie einen Bericht zur Begründung der Standortwahl. Diese beiden Artikel und weitere rechtliche Vorgaben für das RBG sind relativ allgemein gehalten. Damit ist ein Interpretationsspielraum bei der Auslegung der Vorgaben verbunden, welcher zu Unsicherheiten in der Verfahrensumsetzung führen kann. Aus Sicht der KNS erscheint es im Hinblick auf eine effiziente Abwicklung der RBG wichtig, dass das Verfahren wo nötig noch weiter konkretisiert wird. Dazu gehört auch die inhaltliche Abgrenzung zur Baubewilligung als nächstem Bewilligungsschritt. Die KNS empfiehlt daher den zuständigen Behörden, die Vorgaben für Umfang und Inhalt für die RBG zeitnah festzulegen, so dass diese früh genug in Etappe 3 SGT zur Verfügung stehen.

Im vorgegebenen mehrstufigen Bewilligungsverfahren (Rahmenbewilligung, Bewilligung EUU, Baubewilligung, Betriebsbewilligung) ist die Rahmenbewilligung der erste Schritt der Standortwahl. Um bis zur Baubewilligung flexibel auf neue Entwicklungen in Wissenschaft und Technik reagieren zu können, sind in den RBG nach Einschätzung der KNS konkrete Festlegungen hinsichtlich der Ausgestaltung der Lager nur dort zu treffen, wo dies für den Nachweis der technischen Machbarkeit sowie für die Nachvollziehbarkeit der Begründung der Standortwahl erforderlich ist.

- Das ENSI hat aus seiner Beurteilung des EP16 und des aktuellen RD&D-Plans resultierende Empfehlungen, die Aspekte von sicherheitstechnisch geringerer Bedeutung betreffen, in der Aktennotiz [ENSI 33/593] zusammengefasst. Das ENSI sieht vor, deren Umsetzung im Rahmen der laufenden Aufsicht zu verfolgen. Die in [ENSI 33/593] aufgelisteten Empfehlungen sind zweigeteilt: Zum einen werden Empfehlungen gemacht, die für kommende Aktualisierungen des Entsorgungsprogramms und des RD&D-Plans relevant

¹⁴ Die Angaben im EP16 zu den vorbereitenden Arbeiten zur Langzeitarchivierung der Information und zur Markierung werden nicht vom ENSI, sondern vom BFE beurteilt.

sind, zum anderen Empfehlungen, die für die Standortwahl im Rahmen von Etappe 3 SGT sowie für die RBG der Nagra von Bedeutung sind. Aspekte der letztgenannten Empfehlungen will das ENSI dabei auch im Rahmen seiner Dokumentation der Anforderungen an Etappe 3 SGT oder im Rahmen der geplanten Revision der Richtlinie ENSI-G03 „Spezifische Auslegungsgrundsätze für geologische Tiefenlager und Anforderungen an den Sicherheitsnachweis“ berücksichtigen.

Die KNS begrüsst die Vorgehensweise des ENSI und kann sich den mit den aufgeführten Empfehlungen verbundenen Zielsetzungen inhaltlich grundsätzlich anschliessen. Die Zuordnung der Empfehlungen zu den Meilensteinen Standortwahl, RBG oder Baubewilligungsgesuch ist jedoch für die KNS im Einzelfall nicht immer vollumfänglich nachvollziehbar. Bezüglich der Erwartungen des ENSI, bis wann die mit den Empfehlungen verbundenen Ziele erreicht sein sollten, regt die KNS an, die zeitliche Einordnung in das Bewilligungsverfahren für ein geologisches Tiefenlager unter Berücksichtigung konkreter behördlicher Vorgaben für die RBG zu prüfen und im Bedarfsfall anzupassen.

Ergänzend macht die KNS folgende Anmerkungen:

- In ihrer Stellungnahme zum EP08 [KNS 23/262] hatte die KNS darauf hingewiesen, dass nach ihrer Beurteilung der dem damaligen Realisierungsplan zu Grunde gelegte Zeitplan den bisherigen Erfahrungswerten nicht Rechnung trage und insgesamt zu optimistisch ausfalle. Der nun mit dem EP16 aktualisierte Realisierungsplan geht nach Einschätzung der KNS bezüglich der Umsetzung der weiteren Arbeiten für die Realisierung der Tiefenlager nach wie vor von sehr optimistischen Annahmen aus.¹⁵ So sieht die Nagra beispielsweise vor, dass die Auswahl der Standorte für die Vorbereitung der Rahmenbewilligungsgesuche (RBG) rund drei Jahre nach Beginn von Etappe 3 SGT erfolgen können wird. Diese Zeitplanung ist aus Sicht der KNS mit verschiedenen Unsicherheiten behaftet: Es ist noch offen, wann die Nagra mit den geplanten Sondierbohrungen in den Standortgebieten beginnen können wird¹⁶, wieviele Bohrungen tatsächlich notwendig sein werden, um die noch erforderlichen geologischen Informationen zu erhalten, und wie viele Bohrungen zeitlich parallel abgeteuft werden können. Ob die vorgesehene Zeitplanung eingehalten werden kann, wird unter anderem von diesen Punkten abhängen. Die diesbezüglichen Annahmen der Nagra stellen nach Einschätzung der KNS eine mögliche Variante dar, die aber von einer sehr günstigen Entwicklung ausgeht.
- Gemäss [BFE SGT] ist die sichere und dauernde Entsorgung der radioaktiven Abfälle von den nutzniessenden Generationen vorzubereiten und umzusetzen. In diesem Zusammenhang erscheint es der KNS wichtig, dass die behördlichen Vorgaben und Entscheide im Verfahrensverlauf der geologischen Tiefenlagerung (Standortwahl, Bau, Betrieb und Verschluss der Lager) zeitgerecht vorliegen, um unnötige Verzögerungen zu vermeiden.

2.4 Zu „6 Zwischenlagerung“

Sachstand EP16

Die grundsätzlichen Annahmen hinsichtlich Ausgestaltung der Zwischenlagerung haben sich seit 2008 nicht verändert. Aufgrund der Anpassung des Realisierungsplans und den dem EP16 zugrunde liegenden Szenarien wurden die Angaben zur Dauer und Kapazität der Zwi-

¹⁵ Anders als im EP08 sind im EP16 in der grafischen Darstellung des Realisierungsplans keine Bandbreiten mehr für die jeweilige Dauer der einzelnen Phasen angegeben.

¹⁶ Zeitpunkt der Vorlage der Bewilligungen, zeitliche Verzögerungen aufgrund allfälliger Rekurse

schenlagerung überprüft und wo notwendig angepasst. Dazu wird im EP16 die Zwischenlagerlogistik (Einbringung von Gebinden in Lagercontainer, Randbedingungen für die Stapelhöhen, maximale Bodenbelastungen) berücksichtigt.

Für eine konservative Abschätzung der maximal benötigten Zwischenlagerkapazität für SMA wird im EP16 angenommen, dass auch im bezüglich Abfallmenge ungünstigsten Szenario 2b¹⁷ alle Abfälle im zentralen Zwischenlager (ZWILAG) bzw. im Zwischenlager des Kernkraftwerks Beznau (ZWIBEZ) zwischengelagert werden, bevor sie zu den geologischen Tiefenlagern transportiert werden. Für die Beurteilung der Zwischenlagerkapazität ist die Phase nach Rückbau der KKW inklusive der dortigen Zwischenlager massgebend. Im EP16 werden die Kapazitäten der dezentralen SMA-Zwischenlager bei den KKW im Gegensatz zum EP08 nicht mehr betrachtet.

Auch für das Szenario 2b ist bei Zwischenlagerung aller Abfälle (SMA und HAA¹⁸) genügend Zwischenlagerkapazität vorhanden. Falls sich die Inbetriebnahme der geologischen Tiefenlager verzögern sollte, können die Zwischenlager mit administrativen und technischen Massnahmen (Verträge, Unterhalt, evtl. Nachrüstungen, Ersatz oder Erneuerung von ausgewählten Komponenten) auch länger als vorgesehen betrieben werden.

Im Hinblick auf die bundesrätliche Auflage 6.1 [BR Vf-EP08] wurde von den schweizerischen Abfallproduzenten eine Studie erstellt, die sich mit dem internationalen Stand der Technik und laufenden Forschungsprogrammen zur Brennelement-Integrität nach Langzeitlagerung und Transport beschäftigt (Anhang A.6.1 in [NTB 16-01]). Die wichtigsten Folgerungen sind, dass die Integrität während der Trockenlagerung für den weitaus grössten Teil der Hüllrohre gewährleistet ist, da z. B. wegen der Inertatmosphäre keine signifikanten Korrosionsprozesse erwartet werden. Selbst wenn einzelne Hüllrohre beschädigt wären, sollte dies die Integrität und die Handhabbarkeit des gesamten Brennelements nicht in Frage stellen. Unabhängig von dieser Studie hat die Nagra ein eigenes experimentelles Programm initiiert, an welchem auch internationale Experten beteiligt sind [NTB 16-02].

Für die Abfälle des Bunds (MIF-Abfälle) werden mit dem Bundeszwischenlager (BZL) und dessen Erweiterung (PSI Stapelplatz Ost, OSPA) zwei Zwischenlager zur Verfügung stehen. Für die Betrachtung der Zwischenlagerkapazität im MIF-Bereich wird Folgendes berücksichtigt:

- Die Produktion von Abfällen des Bunds für die geologische Tiefenlagerung läuft zwar bis ins Jahr 2065, diese Abfälle können jedoch ab 2050 ohne Belegung der Zwischenlager (BZL, OSPA) direkt ins Tiefenlager gebracht werden.
- Die Stilllegung der Anlagen des PSI-West kann ab 2050 geplant werden, was ebenfalls zu keiner Belegung der Zwischenlager (BZL, OSPA) führt.

Mit diesen Annahmen ergibt sich eine Auslastung der Lager BZL und OSPA von ca. 97 %.

Das CERN stellt hinsichtlich der Angaben zur verfügbaren Zwischenlagerkapazität einen Sonderfall dar. Es verfügt über eine eigene Zwischenlagerkapazität; diese ist aufgrund seines internationalen Status nicht im Entsorgungsprogramm auszuweisen. Ein sehr geringer Anteil der radioaktiven MIF-Abfälle des CERN wird am PSI konditioniert. Die Zwischenlagerung dieser Abfälle ist in den Angaben zur Zwischenlagerkapazität des Bundeszwischenlagers (BZL) berücksichtigt.

¹⁷ 60-jähriger Betrieb der bestehenden Kernkraftwerke (KKM: 47 Jahre), aktualisierte nuklidspezifischen Freigrenzen gemäss StSV und 30 Jahre Abklinglagerung von sehr schwachaktiven Materialien (siehe Kapitel 2.1)

¹⁸ Bei Optimierung der Stellplätze für abgebrannte Brennelemente und verglaste hochaktive Abfälle in den bestehenden Zwischenlagern.

Beurteilung durch das ENSI

Die Angaben der Nagra bezüglich der Kapazitäten der Zwischenlager sind für das ENSI nachvollziehbar. Das ENSI begrüsst die Berücksichtigung der Zwischenlagerlogistik (Einbringung von Gebinden in Lagercontainer, Randbedingungen für die Stapelhöhen, maximale Bodenbelastungen) für die Berechnung der Zwischenlagerkapazität im EP16.

Das ENSI stimmt der Aussage im EP16 zu, dass für die bestehenden KKW und für die bis 2050 erwarteten Abfälle aus dem MIF-Bereich (mit Ausnahme des CERN) genügende Zwischenlagerkapazität zur Verfügung gestellt werden kann. Die Betriebszeiten der bestehenden Zwischenlager sind grundsätzlich flexibel und können mit administrativen und technischen Massnahmen angepasst werden.

Um die Anzahl der Stellplätze für die Zwischenlagerung abgebrannter Brennelemente und verglaste hochaktive Abfälle im ZWILAG und ZWIBEZ zu erhöhen, sind mit dem Entsorgungsprogramm 2021 neue Konzepte zu erstellen und dem ENSI zur Prüfung einzureichen (A.8 in [ENSI 33/592]).

Die für die KKW gewählte Methode der konservativen Abschätzung der maximal benötigten Zwischenlagerkapazität wird im MIF-Bereich nicht übernommen. Insbesondere ist für die Stilllegungsabfälle der Anlagen des PSI-West eine direkte Anlieferung an das geologische Tiefenlager vorgesehen und keinerlei Zwischenlagerkapazität eingeplant. Bei einer allfälligen Verzögerung der Inbetriebnahme des SMA-Lagers sind aus Sicht des ENSI neue Kapazitätsreserven für die Zwischenlagerung von MIF-Abfällen (Produktion ab 2050) und für die Stilllegung der Anlagen des PSI-West zu planen. Vor jeder Revision des Entsorgungsprogramms sind die Anlagenplanungen der nennenswerten MIF-Abfallproduzenten dahingehend abzufragen, ob sich Änderungen in den Abfallprognosen ergeben haben.

Das ENSI ist mit der Aussage im EP16 über die Verfügbarkeit einer Zwischenlagerkapazität mit internationalem Status im CERN nicht einverstanden. Vielmehr wurde der Anteil der CERN-Abfälle, welcher auf Basis des drei-Parteien-Abkommens zur Abfallbewirtschaftung des CERN der Schweiz zugeteilt wird, vom Bundesamt für Gesundheit offiziell beim PSI, der Sammelstelle des Bundes, zur Ablieferung angemeldet. Im Rahmen des nächsten Entsorgungsprogramms sind von den zuständigen Bundesstellen ausreichende Kapazitäten für die Zwischenlagerung der CERN-Abfälle einschliesslich von Kapazitätsreserven für die Abklinglagerung von sehr schwachaktiven Materialien auszuweisen (A.9 in [ENSI 33/592]).

Die Auflage 6.1 aus der Verfügung des Bundesrats zum EP08 [BR Vf-EP08] zur Langzeitstabilität von abgebrannten Brennelementen wurde erfüllt. Der vom ENSI dokumentierte weitere Handlungs- und Forschungsbedarf hinsichtlich Brennelement-Alterung und Trockenlagerung [ENSI-AN-9765] ist in den zukünftigen RD&D-Plänen aufzugreifen (A.10 in [ENSI 33/592]).

Stellungnahme der KNS

Die KNS kann die Einschätzungen des ENSI zu den Angaben zur Zwischenlagerung im EP16 grundsätzlich nachvollziehen.

In ihrer Stellungnahme zum Entsorgungsprogramm 2008 (EP08) hatte die KNS empfohlen, dass eine Prognose für die Belegung der Zwischenlager zum Zeitpunkt der nächsten Aktualisierung des Entsorgungsprogramms gemacht werden sollte. Bei der nächsten Aktualisierung sollten diese Prognose und der dazumalige Ist-Zustand verglichen und allfällige Abweichungen bewertet und gegebenenfalls die Prognosegrundlagen verbessert werden. Aus Sicht der KNS ist dieser Hinweis nach wie vor aktuell; auf diese Weise kann allfälligen Kapazitätsengpässen bei der Zwischenlagerung, insbesondere auch bei den MIF-Abfällen, frühzeitig mit

entsprechenden Massnahmen wie der Planung von zusätzlichen Zwischenlagerkapazitäten begegnet werden.

Aus Sicht der KNS kann noch nicht abschliessend beurteilt werden, ob die abgebrannten Brennelemente nach einer verlängerten Zwischenlagerung wie heute geplant aus den Transport- und Lagerbehältern entnommen und in die Endlagerbehälter umgelagert werden können. Hierbei spielen Aspekte der Materialalterung unter fortgesetzter Strahleneinwirkung sowie der lizenzierten Lebensdauer der Transport- und Lagerbehälter eine wichtige Rolle. Die KNS unterstützt daher die Forderung des ENSI, dass der vom ENSI identifizierte weitere Handlungs- und Forschungsbedarf hinsichtlich Brennelement-Alterung und Trockenlagerung in den zukünftigen RD&D-Plänen der Nagra zu berücksichtigen ist (A.10 in [ENSI 33/592]).

2.5 Zu „7 RD&D-Plan“

Sachstand RD&D-Plan

Die Nagra hat gemäss Auflage 6.1 aus der Verfügung des Bundesrats zum EP08 zusammen mit dem Entsorgungsprogramm einen aktualisierten Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrations-Plan (RD&D-Plan, [NTB 16-02]) eingereicht. Das Hauptziel des RD&D-Plans liegt in der Festlegung des Zwecks, des Umfangs, der Art und der zeitlichen Abfolge der verschiedenen zukünftigen RD&D-Aktivitäten, basierend auf den entsprechenden Anforderungen und Planungsannahmen für die Lagerrealisierung. Der Schwerpunkt der Darlegungen liegt auf den Aktivitäten der nächsten zehn Jahre; RD&D-Aktivitäten über diesen Zeitraum hinaus werden allgemeiner behandelt. Für die einzelnen Themenbereiche sind die jeweiligen Ziele dargestellt sowie der bestehende Stand von Wissenschaft und Technik, der Fortschritt seit dem letzten RD&D-Plan 2009 und die geplanten Aktivitäten für die nächsten fünf bis zehn Jahre kurz zusammengefasst.

Beurteilung durch das ENSI

Das ENSI hat sich bei der Beurteilung des RD&D-Plans 2016 der Nagra an folgenden Aspekten orientiert:

- **Aktueller Stand von Wissenschaft und Technik**
Das ENSI hat geprüft, ob aus seiner Sicht der aktuelle Stand von Wissenschaft und Technik auf den entsprechenden Forschungsgebieten von der Nagra korrekt eingeschätzt wird, oder ob relevante Aspekte des Forschungsgebietes nicht berücksichtigt wurden.
- **Fortschritte im Vergleich zum RD&D-Plan von 2009**
Die Nagra hat im RD&D-Plan 2009 Forschungsziele definiert. Das ENSI verfolgt, inwieweit diese Ziele stufengerecht erreicht wurden oder sie allenfalls weiterbestehen.
- **Ziele der nächsten 5–10 Jahre und Bearbeitungszeiten für diese Ziele**
Das ENSI hat geprüft, ob die in den jeweiligen Forschungsgebieten für die kommenden 5–10 Jahre gesteckten Ziele sinnvoll und realistisch erreichbar sind, um eine fristgemässe Realisierung des geologischen Tiefenlagers zu ermöglichen. Hierbei wurde auch die zeitliche Verknüpfung der Forschungsaktivitäten mit dem Realisierungsplan des Entsorgungsprogramms berücksichtigt. Das ENSI hat geprüft, ob sich aus seiner Sicht zum jetzigen Zeitpunkt wichtiger Forschungsbedarf abzeichnet, den die Nagra aktuell nicht abzudecken plant.
- **Berücksichtigung von Auflagen**
Das ENSI hat geprüft, in wie weit die Auflagen aus der Verfügung des Bundesrats zum Entsorgungsprogramm 2008 [BR Vf-EP08] mit den eingereichten Dokumenten (Entsor-

ungsprogramm 2016 sowie RD&D-Plan 2016) erfüllt wurden und welche Auflagen allenfalls für künftige Aktualisierungen weiterbestehen bleiben. Falls notwendig, stellt das ENSI neue Forderungen für die künftigen Aktualisierungen der oben genannten Dokumente.

Das ENSI kommt zu dem Ergebnis, dass die im aktualisierten RD&D-Plan [NTB 16-02] dargestellten Massnahmen die oben aufgeführten Kriterien erfüllen und somit die Auflage 6.5 aus der Verfügung des Bundesrats zum Entsorgungsprogramm 2008 [BR Vf-EP08] berücksichtigt wurde. Das ENSI empfiehlt dem Bundesrat in einer Auflage festzustellen, dass bei künftigen Aktualisierungen des Entsorgungsprogramms und des RD&D-Plans zu jedem Forschungsgebiet die Ergebnisse der Forschungsprojekte und Experimente aufzuzeigen sind, die in der vorherigen Version des RD&D-Plan zu diesem Forschungsgebiet aufgeführt wurden. Dies auch, falls Experimente nicht erfolgreich waren oder abgebrochen wurden (A.11 in [ENSI 33/592]).

Aspekte aus der Prüfung des EP16 und des aktuellen RD&D-Plans, welche für kommende Aktualisierungen dieser Dokumente wichtig sind, deren sicherheitstechnische Relevanz aber von geringerer Bedeutung ist, sind in entsprechenden Empfehlungen in der Aktennotiz [ENSI 33/593] dokumentiert.

Stellungnahme der KNS

Die KNS stellt fest, dass das ENSI den aktuellen RD&D-Plan [NTB 16-02] der Nagra detailliert geprüft hat. Empfehlungen, die sich aus der Prüfung ergeben haben und die für die zukünftigen Aktualisierungen des Entsorgungsprogramms und des RD&D-Plans von Bedeutung sind, werden in der ENSI-Aktennotiz [ENSI 33/593] zusammengefasst. Nach Einschätzung der KNS stellen die dort aufgelisteten Empfehlungen des ENSI ein umfangreiches Arbeitsprogramm dar, das von der KNS unterstützt werden kann. Hervorzuheben sind aus Sicht der KNS die Empfehlungen des ENSI zur Vertiefung des Kenntnisstands über die für das Nahfeld relevanten chemischen Wechselwirkungen und zur Klärung der Frage, ob hinsichtlich der Lagerbehälter für HAA-Abfälle entsprechende international gewonnene Erkenntnisse auf die von der Nagra als mögliche Variante betrachteten kupferbeschichteten Eisenbehälter im Bentonit- und Opalinustonumfeld übertragen werden können.

Zum RD&D-Plan der Nagra hält die KNS fest:

- Im RD&D-Plan werden von der Nagra die in den kommenden 5–10 Jahren geplanten Arbeiten dargestellt. Zur Beurteilung der Relevanz der von der Nagra geplanten Arbeiten, insbesondere im Hinblick auf die RBG, sollten aus Sicht der KNS die massgebenden Fragestellungen mit dem dazugehörigen Zeithorizont aufgelistet und dann aufgezeigt werden, wie erforderliche Lösungen zeitgerecht erreicht werden können. Von Bedeutung ist dabei auch, mögliche Konsequenzen aufzuzeigen, falls die angestrebten Ziele nicht oder nicht vollumfänglich erreicht werden können. Die KNS empfiehlt der Nagra, bei der nächsten Aktualisierung des RD&D-Plans diese Punkte zu berücksichtigen.
- Die vorliegenden Erkenntnisse aus den Etappen 1 und 2 des Sachplanverfahrens geologische Tiefenlager (SGT) stellen bereits eine vergleichsweise gute Wissensbasis dar, die im Hinblick auf das RBG gezielt und standortspezifisch zu aktualisieren bzw. zu erweitern ist. Das von der Nagra dazu vorgesehene Arbeitsprogramm erscheint der KNS grundsätzlich sachgerecht. Detailliertere Angaben zu Umfang, Inhalt und Abwicklung der Arbeiten werden nach deren Vorliegen im Hinblick auf deren Bedeutung für die Standortwahl in Etappe 3 SGT bzw. die folgenden Verfahrensschritte zu beurteilen sein.
- Wo für die Standortwahl notwendig, sind die – für die aktuelle Stufe der Projekte zur Tiefenlagerung radioaktiver Abfälle sachgerechten – konzeptuellen Überlegungen zur Lagerauslegung soweit zu konkretisieren, dass diese im Auswahlprozess berücksichtigt werden können. So sind beispielsweise die sicherheitstechnische Bedeutung der Gasbildung

im Tiefenlager nach dessen Verschluss, das Verhalten der Auflockerungszone insbesondere in der frühen Nachbetriebsphase sowie die Materialmöglichkeiten für die Verfüllung der Lagerstollen bzw. Lagerkavernen grundsätzliche, teilweise zusammenhängende Fragestellungen, deren Beantwortung bereits im Hinblick auf das RBG soweit fortgeschritten sein sollte, dass mögliche Varianten in den Lagerkonzepten verglichen und bewertet werden können.

- Langzeitexperimenten kommt aus Sicht der KNS eine besondere Bedeutung zu, um bei der Untersuchung von Prozessen, bei denen eine längerfristige Zeitkomponente von Bedeutung ist (z. B. Selbstabdichtungsprozesse im Wirtgestein), möglichst aussagekräftige und belastbare Ergebnisse erhalten zu können. Neben einem möglichst frühzeitigen Beginn sollten Experimente, die entsprechende Fragestellungen adressieren, im Rahmen der technischen und organisatorischen Möglichkeiten so lange wie möglich weitergeführt werden.
- Die KNS erachtet es als sachgerecht, dass der Detaillierungsgrad der Lagerauslegung im Verfahrensablauf vom Standortwahlauswahlprozess bis zu den Bewilligungsschritten für die geologischen Tiefenlager stufengerecht dem jeweiligen Stand der Tiefenlagerprojekte angepasst wird. Dies trägt dazu bei, dass zukünftige Erkenntnisse und technische Entwicklungen bei der schrittweisen Optimierung der Lagerauslegung angemessen berücksichtigt werden können. Aus Sicht der KNS erscheint es aber wichtig, die Zeit bis zu den Meilensteinen Rahmenbewilligung und Baubewilligung konsequent zu nutzen, um im Hinblick auf eine Optimierung der Lagerauslegung frühzeitig konkrete Erfahrungen hinsichtlich der Umsetzbarkeit der aktuellen Lagerkonzeption zu machen; dies, sofern dafür erforderliche Experimente und Untersuchungen – beispielsweise im Felslabor Mont Terri – bereits möglich sind. Die KNS empfiehlt der Nagra daher zu prüfen, ob bzw. wie durch geeignete zusätzliche Untersuchungen ein entsprechender Erfahrungsgewinn erreicht werden könnte.

Weitere Anmerkungen der KNS zum Inhalt des RD&D-Plans [NTB 16-02] sind in Anhang 1 zusammengefasst.

3 Auflagen

3.1 Erfüllung der Auflagen des Bundesrats zum EP08

Nachfolgend wird die Berücksichtigung bzw. die Erfüllung der Auflagen aus der Verfügung des Bundesrats zum Entsorgungsprogramm 2008 [BR Vf-EP08] beurteilt. Während die Auflagen 5.1 und 5.2 spezifisch das EP16 betreffen, gelten die Auflagen 6.1 bis 6.5 für das EP16 und die folgenden Entsorgungsprogramme.

Auflage 5.1 Baugesuch geologisches Tiefenlager und Auflage 5.2 Felslabor SMA

„Die Nagra hat bei der Aktualisierung des Entsorgungsprogramms zu erläutern, wie die Ergebnisse der Felslaboruntersuchungen im nuklearen Baugesuch zeitlich berücksichtigt werden können.“

„Die Planung für das untertägige Felslabor des SMA-Lagers und die dort geplanten Experimente sind zu konkretisieren und darzulegen.“

Beurteilung durch das ENSI

Der Zeitbedarf für die Durchführung und Auswertung der Experimente sowie die Erstellung der Unterlagen für das Baubewilligungsgesuch hat sich für das SMA-Lager von einem Jahr

im EP08 auf fünf Jahre im EP16 verlängert. Aus Sicht des ENSI sind diese Angaben plausibel und stufengerecht für das Entsorgungsprogramm 2016. Damit erachtet das ENSI die Bundesratsauflage 5.1 als erfüllt.

Aus Sicht des ENSI sind die Angaben der Nagra zu den geplanten Experimenten im Rahmen der erdwissenschaftlichen Untersuchungen untertag (EUV) plausibel und stufengerecht für das Entsorgungsprogramm 2016. Damit hat die Nagra die Bundesratsauflage 5.2 erfüllt. Das ENSI weist darauf hin, dass Langzeitversuche zum Verhalten von SMA-Abfällen frühzeitig im Rahmen von Felslabor-Experimenten (z. B. Mont Terri) durchzuführen sind.

Stellungnahme der KNS

Die KNS kommt zum Schluss, dass mit den aktualisierten Angaben der Nagra zu den vorgesehenen Arbeiten und zur Zeitplanung für die erdwissenschaftlichen Untersuchungen untertag (EUV) für das SMA-Lager die Auflage 5.1 und die Auflage 5.2 des Bundesrats als erfüllt zu betrachten sind.

Auflage 6.1 Forschungsprogramm

„Die Nagra hat zusammen mit dem Entsorgungsprogramm einen Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrations-Plan (RD&D-Plan) einzureichen. Darin sind Zweck, Umfang, Art und zeitliche Abfolge der zukünftigen RD&D-Aktivitäten sowie der Umgang mit bestehenden offenen Fragen zu dokumentieren. Es sind zusätzlich die Arbeiten zur Untersuchung der Langzeitstabilität von abgebrannten Brennelementen während der Zwischenlagerung, der Stand von Wissenschaft und Technik bezüglich Langzeitverhalten der Brennelement-Hüllrohre und die sich daraus ergebenden Konsequenzen auszuweisen. In den RD&D-Plan 2016 sind das Verständnis der geologisch-tektonischen Entwicklung des Hegau-Bodensee-Grabens und die Rolle der Zementminerale bei der Speziierung und Stabilisierung von Fe(II) und Fe(III) zu integrieren.“

Beurteilung durch das ENSI

Das ENSI beurteilt die verschiedenen in der Auflage 6.1 zusammengefassten Verpflichtungen betreffend das Forschungsprogramm nur als teilweise erfüllt.

Der Teil der bundesrätlichen Auflage 6.1, welcher die Dokumentation des Umgangs mit bestehenden offenen Fragen verlangt, bleibt bestehen. Zu diesem Teil der Auflage wurde seitens ENSI ein entsprechender Antrag für eine neue Auflage (A.6 in [ENSI 33/592]) formuliert.

Der Teil der bundesrätlichen Auflage 6.1, welcher verlangt, den Stand von Wissenschaft und Technik bezüglich Langzeitverhalten der Brennelement-Hüllrohre und die sich daraus ergebenden Konsequenzen auszuweisen, wurde durch die Entsorgungspflichtigen berücksichtigt. Das ENSI hat weiteren Handlungs- und Forschungsbedarf hinsichtlich Brennelement-Alterung und Trockenlagerung dokumentiert [ENSI-AN-9765] und fordert, dass die zusätzlich genannten Forschungsaktivitäten hinsichtlich Brennelement-Alterung und Trockenlagerung in den zukünftigen RD&D-Plänen der Nagra berücksichtigt werden (A.10 in [ENSI 33/592]).

Stellungnahme der KNS

Die KNS ist der Ansicht, dass die Nagra mit dem aktuellen RD&D-Plan wie gefordert Zweck, Umfang und Art der zukünftigen RD&D-Aktivitäten dokumentiert hat. Dabei wird auch eine zumindest grobe zeitliche Einordnung der geplanten Aktivitäten vorgenommen. Hinsichtlich der geforderten Dokumentation des Umgangs mit bestehenden offenen Fragen kommt sie zum Schluss, dass dieser Teil der Auflage im EP16 noch nicht umfassend erfüllt ist. Der vom ENSI hierzu formulierte Auflagenantrag (A.6 in [ENSI 33/592]) ist nach Ansicht der KNS sachgerecht.

Aus Sicht der KNS sind die Entsorgungspflichtigen mit ihren Arbeiten zum Langzeitverhalten der Brennelement-Hüllrohre und den sich daraus ergebenden Konsequenzen der entsprechenden Verpflichtung aus der Auflage 6.1 nachgekommen. Dass das ENSI inzwischen weiteren Handlungs- und Forschungsbedarf in der Sache festgehalten und dessen Berücksichtigung durch die Entsorgungspflichtigen in einem neuen Auflagenantrag adressiert hat, ist zu begrüßen (A.10 in [ENSI 33/592]).

Auflage 6.2 Gesamtsystem Tiefenlager

„In den zukünftigen Entsorgungsprogrammen ist darzulegen, wie das Gesamtsystem ‚geologisches Tiefenlager‘ technisch und zeitlich umgesetzt werden soll und wie dabei die einzelnen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten miteinander und mit den Meilensteinen und Entscheidungen bei der Realisierung eines geologischen Tiefenlagers vernetzt sind. Hinsichtlich der Entscheidungen hat die Nagra aufzuzeigen, wann sie warum welche Forschungsvorhaben und Entwicklungen in Angriff nimmt und wo sie wann welche Schwerpunkte setzt. Für sicherheitsrelevante Entscheidungen sind verschiedene Alternativen zu betrachten und ein insgesamt für die Sicherheit günstiges Vorhaben zu wählen.“

Beurteilung durch das ENSI

Die Entsorgungspflichtigen haben wie gefordert den zeitlichen Rahmen für die Realisierung des Gesamtsystems der geologischen Tiefenlager im Entsorgungsprogramm 2016 anhand der Planung des Sachplans geologische Tiefenlager und der Bewilligungsschritte gemäss KEG/KEV dargestellt. Ebenfalls wurde im Rahmen der Kostenstudie 2016 eine mögliche technische Umsetzung des Gesamtsystems dokumentiert. Die diesbezüglichen Teile der bundesrätlichen Auflage 6.2 sind erfüllt.

Aus Sicht des ENSI ist die Umsetzung der Bundesratsauflage 6.2 bezüglich vernetzter Darstellung und Umgang mit verschiedenen Alternativen nur teilweise erfüllt und bleibt für das nächste Entsorgungsprogramm bestehen. Zu diesem Teil der Auflage wurde ein entsprechender Auflagenantrag (A.7 in [ENSI 33/592]) durch das ENSI formuliert.

Stellungnahme der KNS

Die KNS sieht die bundesrätliche Auflage 6.2 im EP16 nur als teilerfüllt an. So erfüllen die massgebenden Angaben der Nagra bezüglich der Verknüpfung der Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten die gestellten Anforderungen aus Sicht der KNS noch nicht. Sie begrüsst daher den entsprechenden Auflagenantrag A.7 des ENSI.

Auflage 6.3 Abfallmengen

„Die Entsorgungspflichtigen müssen auch im Rahmen der zukünftigen Entsorgungsprogramme darlegen, welche Abfallmengen aktuell erwartet werden und dass diese abdeckend sind. Die Nagra hat ferner aufzuzeigen, welche Methodik zur Prognose verwendet wurde, welche Unterschiede sich zu früheren Prognosen ergeben haben und wie diese Unterschiede zu begründen und zu bewerten sind.“

Beurteilung durch das ENSI

Das ENSI kommt zu dem Schluss, dass die Nagra die bundesrätliche Auflage 6.3 im Rahmen des Entsorgungsprogramms 2016 berücksichtigt hat. Die Auflage bleibt jedoch, aufgrund ihres periodischen Charakters, auch für künftige Aktualisierungen bestehen.

Stellungnahme der KNS

Mit den Angaben zu Herkunft, Art und Menge der radioaktiven Abfälle im EP16 und der Ausweisung der Unterschiede zum EP08 ist die entsprechende Auflage 6.3 aus der Verfügung des Bundesrats zum Entsorgungsprogramm 2008 nach Ansicht der KNS für das EP16 erfüllt.

Auflage 6.4 Realisierungsplan

„In zukünftigen Entsorgungsprogrammen ist darzulegen, wie die Langzeitarchivierung der Informationen zu geologischen Tiefenlagern vorbereitet wird. Für das Baubewilligungsgesuch werden in der Kernenergiegesetzgebung und durch die Richtlinie ENSI-G03 ein Projekt für die Beobachtungsphase, ein Plan für den Verschluss der Anlage sowie Konzepte für die Rückholung, die Markierung und den temporären Verschluss in Krisenzeiten gefordert. Die vorbereitenden Arbeiten dazu sind ebenfalls in zukünftigen Entsorgungsprogrammen darzulegen.“

Beurteilung durch das ENSI

Die Entsorgungspflichtigen haben im Realisierungsplan dargelegt, wann sie welche Unterlagen zu den Themen Beobachtungsphase, Verschluss des Lagers, Rückholung ohne grossen Aufwand und temporärer Verschluss in Krisenzeiten einreichen werden. Im RD&D-Plan wird aufgezeigt, wann die Nagra diese Arbeiten in Angriff nehmen möchte. Die Angaben sind kompatibel mit den behördlichen Vorgaben. Aus Sicht des ENSI ist daher die Bundesratsauflage zum Realisierungsplan erfüllt. Die vorbereitenden Arbeiten zu diesen Themen sind in zukünftigen Entsorgungsprogrammen bzw. RD&D-Plänen stufengerecht zu konkretisieren.

Stellungnahme der KNS

Die KNS stellt fest, dass sich im EP16 bzw. im aktuellen RD&D-Plan der Nagra Angaben zu den Punkten Langzeitarchivierung und Markierung, Verschluss der Tiefenlager, Rückholung sowie temporärer Verschluss in Krisenzeiten finden. Dem aktuellen Projektstand entsprechend haben diese Angaben noch einen allgemeinen Charakter. Die KNS geht davon aus, dass bis zur nächsten Aktualisierung des Entsorgungsprogramms bzw. des RD&D-Plans die Planung sowie die Entwicklung der entsprechenden Konzepte weiter fortgeschritten sein werden und damit auch konkretere Angaben möglich sein werden. Für das EP16 beurteilt die KNS die bundesrätliche Auflage 6.4 als erfüllt.

Auflage 6.5 Berücksichtigung von Erfahrung und Stand von Wissenschaft und Technik

„Die Nagra hat in den nächsten Entsorgungsprogrammen aufzuzeigen, dass sie nach aktueller Erfahrung und dem Stand von Wissenschaft und Technik alle notwendigen Vorkehrungen getroffen hat, damit die gesetzlich festgelegten Schutzziele beim Bau, beim Betrieb und nach dem Verschluss eines geologischen Tiefenlagers erreicht werden. Im Hinblick auf einen zusätzlichen Gewinn für die Sicherheit sind angemessene Optimierungsmassnahmen aufzuzeigen und zu prüfen. Die Angemessenheit ist dabei im Gesamtzusammenhang zu bewerten (d. h. unter anderem bezüglich Betriebssicherheit, Langzeitsicherheit, Transportsicherheit, Personendosen, Anfall neuer Abfälle, etc.).“

Beurteilung durch das ENSI

Das ENSI kommt nach Prüfung zum Ergebnis, dass die im NTB 16-02 dargestellten Massnahmen des RD&D-Plans die Beurteilungskriterien des ENSI (Einschätzung des aktuellen Stands von Wissenschaft und Technik, Fortschritte im Vergleich zum RD&D-Plan 2009, Forschungsziele der nächsten 5-10 Jahre und Bearbeitungszeiten für diese Ziele, Berücksichtigung von Auflagen) erfüllen und somit die Auflage 6.5 aus der Verfügung des Bundesrats zum Entsorgungsprogramm 2008 berücksichtigt wurde.

Diejenigen Aspekte der Auflagen 6.1 bis 6.5, welche sich an künftige Entsorgungsprogramme richten und nicht ausschliesslich das vorliegende Entsorgungsprogramm aus dem Jahr 2016 betreffen, gelten aufgrund ihres periodischen Charakters auch für künftige Entsorgungsprogramme.

Stellungnahme der KNS

Die KNS kommt zum Schluss, dass mit dem EP16 die Auflage 6.5 aus der Verfügung des Bundesrats zum EP08 grundsätzlich erfüllt worden ist. Dabei ist festzustellen, dass der Aspekt der Prüfung allfälliger Optimierungsmassnahmen zur Erhöhung der Sicherheit im EP16 noch eine untergeordnete Rolle einnimmt, da entsprechende Entscheide über mögliche Varianten erst später im Verfahren zu treffen sind.

3.2 Neue Auflagenanträge des ENSI

Aufgrund seiner Beurteilung der von den Entsorgungspflichtigen eingereichten Unterlagen formuliert das ENSI in seiner Stellungnahme [ENSI 33/592] elf Anträge für neue Auflagen für das Entsorgungsprogramm 2021 bzw. für weitere Aktualisierungen des Entsorgungsprogramms und des RD&D-Plans. Diese Anträge sind in Anhang 2 aufgelistet.

Stellungnahme der KNS

Die KNS kann den vom ENSI gemachten Auflagenanträgen für zukünftige Aktualisierung des Entsorgungsprogramms bzw. des RD&D-Plans folgen. Die Anträge adressieren Aufgaben und Inhalte, die aus Sicht der KNS im Hinblick auf die weiteren Schritte im Prozess der Realisierung geologischer Tiefenlager für radioaktive Abfälle bzw. für die nächste Aktualisierung des Entsorgungsprogramms und des RD&D-Plans grundsätzlich von Relevanz sind. Von besonderer Bedeutung sind aus Sicht der KNS die folgenden Auflagenanträge (siehe Anhang 2):

- Auflagenantrag A.2
„Die Entsorgungspflichtigen haben bei der Evaluation einer Kombilager-Lösung aufzuzeigen, welche Konsequenzen sich aus möglichen Wechselwirkungen der einzelnen Lagerteile eines Kombilagere ergeben. [...]“
- Auflagenantrag A.4
„Die Entsorgungspflichtigen haben mit dem Rahmenbewilligungsgesuch ein Konzept für die Nullmessungen vorzulegen. [...]“
- Auflagenantrag A.7
„Die vernetzte Darstellung einzelner Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten miteinander und mit den Meilensteinen und Entscheidungen bei der Realisierung eines geologischen Tiefenlagers ist bis zur nächsten Aktualisierung des Entsorgungsprogramms weiterzuentwickeln. [...]“
- Auflagenantrag A.10
„[...] Ergänzend zu den von der Nagra vorgesehenen Arbeiten (NTB 16-02, Kapitel 7.3.4) sind die in der Aktennotiz [ENSI AN-9765] zusätzlich genannten Forschungsaktivitäten hinsichtlich Brennelement-Alterung und Trockenlagerung in den zukünftigen RD&D-Plänen zu berücksichtigen.“

4 Zusammenfassung und Empfehlungen

4.1 Zusammenfassende Beurteilung

Die KNS stellt fest, dass das ENSI das Entsorgungsprogramm 2016 (EP16) im Detail geprüft und seine Ergebnisse umfassend dokumentiert hat. Die Prüfung umfasste auch den aktuellen Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsplan (RD&D-Plan 2016) der Nagra. Das ENSI kommt nach seiner Prüfung zum Schluss, dass die Nagra mit dem Einreichen des EP16 und des aktuellen RD&D-Plans den gesetzlichen Auftrag gemäss Art. 32 KEG und Art. 52 KEV – bezogen auf die vom ENSI zu prüfenden Aspekte – erfüllt hat. Als Ergebnis hält das ENSI Auflagenanträge für zukünftige Aktualisierungen des Entsorgungsprogramms und des RD&D-Plans fest und fasst Empfehlungen, deren sicherheitstechnische Relevanz von geringerer Bedeutung ist und die das ENSI im Rahmen der laufenden Aufsicht behandeln will, in einer separaten Aktennotiz [ENSI 33/593] zusammen.

Die KNS hat sich mit dem EP16 und dem aktuellen RD&D-Plan der Nagra sowie mit dem Entwurf der Stellungnahme des ENSI hierzu befasst. In der vorliegenden Stellungnahme zum Entwurf der ENSI-Stellungnahme beschränkt sie sich auf ausgewählte Punkte. Aus Sicht der KNS ist die vom ENSI bei der Prüfung des EP16 gewählte Vorgehensweise und sind speziell die Fragen bzw. Kriterien, anhand derer das ENSI das EP16 und den aktuellen RD&D-Plan der Nagra beurteilt, sachgerecht und zielführend. Die KNS kann sich der Beurteilung des EP16 durch das ENSI grundsätzlich anschliessen und unterstützt die vom ENSI formulierten Auflagenanträge und Empfehlungen.

4.2 Empfehlungen der KNS

Als Ergebnis ihrer Beurteilung formuliert die KNS nachfolgende Empfehlungen im Hinblick auf die nächste Aktualisierung des Entsorgungsprogramms. Die KNS empfiehlt dem Bundesrat, diese Empfehlungen in entsprechenden Auflagen zu berücksichtigen.

Empfehlung 1

Die KNS stellt fest, dass noch offen ist, wie mit den Abfällen aus Medizin, Industrie und Forschung (MIF) verfahren werden soll, die nach Ende der Einlagerung von radioaktiven Abfällen in das SMA-Lager – nach heutiger Planung ab 2065 – anfallen werden. Da gemäss Vorgabe des KEG der Bund für die Entsorgung der MIF-Abfälle verantwortlich ist, empfiehlt die KNS den zuständigen Stellen beim Bund, zeitnah entsprechende Festlegungen zu treffen, insbesondere auch, um bestehenden Regelungsbedarf zu identifizieren und allfällige Regelungslücken schliessen zu können.

Empfehlung 2

Aus Sicht der KNS bestehen im Hinblick auf die Konkretisierung bzw. Umsetzung eines Pilotlagers noch verschiedene Unsicherheiten, insbesondere bezüglich Umfang und Inhalt von Messungen zur Überwachung eines Pilotlagers für HAA bzw. SMA, bezüglich der Interpretation bzw. Interpretierbarkeit der erfassten Messwerte sowie bezüglich der Gewährleistung der Übertragbarkeit der gewonnenen Erkenntnisse auf das Hauptlager. Im Hinblick auf die Entwicklung eines schlüssigen Konzepts für ein Pilotlager empfiehlt die KNS der Nagra, die genannten Aspekte aufzugreifen und entsprechende Abklärungen zu initiieren.

Empfehlung 3

Aus Sicht der KNS erscheint es wichtig, die Zeit bis zu den Meilensteinen Rahmenbewilligung und Baubewilligung konsequent zu nutzen, um im Hinblick auf eine Optimierung der Lagerauslegung frühzeitig konkrete Erfahrungen hinsichtlich der Umsetzbarkeit der aktuellen Lagerkonzeption zu machen, soweit dies durch Experimente und Untersuchungen, beispielsweise im Felslabor Mont Terri, bereits möglich ist. Die KNS empfiehlt der Nagra zu prüfen, ob bzw. wie durch geeignete zusätzliche Untersuchungen ein entsprechender Erfahrungsgewinn erreicht werden könnte.

Die nachfolgende Empfehlung der KNS bezieht sich auf die nächste Aktualisierung des RD&D-Plans der Nagra. Die KNS empfiehlt dem Bundesrat, auch diese Empfehlung in einer entsprechenden Auflage zu berücksichtigen.

Empfehlung 4

Im aktuellen RD&D-Plan werden von der Nagra die in den kommenden 5–10 Jahren geplanten Arbeiten dargestellt. Zur Beurteilung der Relevanz der von der Nagra geplanten Arbeiten, insbesondere im Hinblick auf die Rahmenbewilligungsgesuche, sollten aus Sicht der KNS die massgebenden Fragestellungen mit dem dazugehörigen Zeithorizont aufgelistet und dann aufgezeigt werden, wie erforderliche Lösungen zeitgerecht erreicht werden können. Von Bedeutung ist auch, mögliche Konsequenzen aufzuzeigen, falls die angestrebten Ziele nicht oder nicht vollumfänglich erreicht werden können. Die KNS empfiehlt der Nagra, bei der nächsten Aktualisierung des RD&D-Plans diese Punkte zu berücksichtigen.

Sodann gibt die KNS folgende weitere Empfehlung betreffend die Rahmenbewilligungsgesuche (RBG) für geologische Tiefenlager ab; diese Empfehlung richtet sich nicht an die Entsorgungspflichtigen, sondern ist an die in Sachen RBG zuständigen Behörden adressiert.

Empfehlung 5

Die rechtliche Vorgaben für ein Rahmenbewilligungsgesuch (RBG) für ein geologisches Tiefenlager sind relativ allgemein gehalten. Damit ist ein Interpretationsspielraum bei der Auslegung dieser Vorgaben verbunden, welcher zu Unsicherheiten in der Verfahrensumsetzung führen kann. Aus Sicht der KNS erscheint es im Hinblick auf eine effiziente Abwicklung der RBG wichtig, dass das Verfahren wo nötig noch weiter konkretisiert wird. Dazu gehört auch die inhaltliche Abgrenzung zur Baubewilligung als nächstem Bewilligungsschritt. Die KNS empfiehlt daher den zuständigen Behörden, die Vorgaben für Umfang und Inhalt eines RBG zeitnah festzulegen, so dass diese früh genug in Etappe 3 SGT zur Verfügung stehen.

Die vorliegende Stellungnahme wurde von der KNS am 22. März 2018 in ihrer 116. Sitzung verabschiedet.

Brugg, 5. April 2018

Eidgenössische Kommission
für nukleare Sicherheit

Der Präsident

sign. Dr. B. Covelli

Geht an: Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und
Kommunikation (UVEK)
Bundesamt für Energie (BFE)
Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI)

Anhang 1

Weitere Anmerkungen der KNS zum RD&D-Plan 2016

Ergänzend zu ihren in Kapitel 2.5 festgehaltenen Einschätzungen macht die KNS folgende weitere Anmerkungen zum RD&D-Plan 2016 der Nagra [NTB 16-02]:

– Geologische Verhältnisse (Tektonik und Sedimentologie)

Im Hinblick auf die Rahmenbewilligungsgesuche (RBG) sind Arbeiten zur Sedimentologie und den (grossräumigen) tektonischen Verhältnissen nach Einschätzung der KNS insbesondere dann relevant, wenn diese zu standortspezifischen Erkenntnissen führen (können). Als Beispiel hierfür ist die Frage der Bedeutung der Hebung des Südschwarzwalds auf die tektonischen Verhältnisse in den einzelnen Standortgebieten anzuführen, welche aus Sicht der KNS noch zu klären ist.

– Geologische und klimatische Langzeitentwicklung

Die von der Nagra geplanten Arbeiten zur Datierung quartärer Ablagerungen sind grundsätzlich zu begrüssen.

Die Frage, wie tief sich das Eis in der letzten Eiszeit in die dazumal bereits bestehenden Talfüllungen eingeschnitten hat, wird von der Nagra in ihren geplanten Forschungsarbeiten bisher noch nicht angegangen. Zur Beantwortung ist eine Korrelation ausserhalb der quartären Talfüllungen abgelagerter letzteiszeitlicher Gletschersedimente (Grundmoräne) mit entsprechenden Ablagerungen innerhalb der Talfüllungen notwendig. Gelänge solch eine Korrelation, könnten die Erkenntnisse in die Szenarien möglicher zukünftiger Vergletscherungen und deren Auswirkungen an den Standorten der Tiefenlager einfließen.

– Thermische Effekte

Die Bestimmung der maximalen Temperaturbelastung im Nahfeld der hochaktiven Abfälle erfordert entsprechende gesicherte Stoffdaten (z. B. Wärmeleitfähigkeit) für die Bentonitverfüllung (oder mögliche alternative Verfüllmaterialien) und den Opalinuston. Zu berücksichtigen ist dabei auch die zeitliche Entwicklung dieser Stoffdaten. Entsprechende Experimente sind aus Sicht der KNS wesentlich und daher zu begrüssen.

– Selbstabdichtung

Das Konzept der Selbstabdichtung ist in der bestehenden Lagerkonzeption im Hinblick auf die Langzeitsicherheit relevant (Selbstabdichtung der Auflockerungszone und der Versiegelungsbauwerke). Aus Sicht der KNS ist noch nicht abschliessend gezeigt, dass die Selbstabdichtung im postulierten Umfang und im erwarteten Zeitraum wirksam wird bzw. werden kann, so beispielsweise unter dem Einfluss der temporären Temperaturerhöhung im HAA-Nahfeld. Arbeiten zum Verständnis des Prozesses und zur weiteren Abklärung der Wirksamkeit der Selbstabdichtung sind daher nach Einschätzung der KNS auch im Hinblick auf das RBG von Bedeutung.

– Glaskorrosion bei den verglasten HAA-Abfällen

Die am PSI laufenden Langzeit-Experimente zur Glasauflösung im Zusammenhang mit verglasten hochaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung sollen gemäss Angaben im RD&D-Plan beendet werden. Gründe hierfür werden nicht genannt. Derartige Experimente können nach Einschätzung der KNS experimentelle Daten liefern, die im Zusammenhang mit der Beschreibung des Prozesses der Glasauflösung und der Prognose dessen Langzeitentwicklung von grosser Bedeutung sind. Ohne genauere Details zur zeitlichen Planung der Experimente am PSI zu kennen, erscheint es der KNS lohnenswert, eine Weiterführung dieser Experimente in Betracht zu ziehen, sofern die technischen Randbedingungen dies zulassen.

Anhang 2

Auflagenanträge des ENSI

Auflagenantrag A.1

Sind weitere Reduktionen potenzieller Gasbildung aus metallischen Abfällen in der weiteren Planung und Detaillierung der Tiefenlagerprojekte notwendig, ist das ENSI zeitnah über die geänderten Anforderungen an die endlagerspezifischen Abfalleigenschaften zu informieren.

Auflagenantrag A.2

Die Entsorgungspflichtigen haben bei der Evaluation einer Kombilager-Lösung aufzuzeigen, welche Konsequenzen sich aus möglichen Wechselwirkungen der einzelnen Lagerteile eines Kombilagers ergeben. Dazu ist im Hinblick auf das Rahmenbewilligungsgesuch aufzuzeigen, welche Varianten grundsätzlich bestehen, welcher relative Platzbedarf sich daraus ergibt und welche Varianten sicherheitstechnisch anzustreben sind.

Auflagenantrag A.3

Die Entsorgungspflichtigen haben die Vor- und Nachteile sowie den Aufwand verschiedener Varianten (z. B. „Verschluss des Hauptzugangs nach zehn Jahren Beobachtungsphase und einer allfälligen vorgängigen Öffnung des Hauptzugangs bei einer Rückholung ohne grossen Aufwand“, „Offenhalten aller Zugänge bis zum ordnungsgemässen Verschluss“, „Rückholung über die Nebenzugänge“) aus Sicht der Langzeitsicherheit, Betriebssicherheit und Rückholung ohne grossen Aufwand zu diskutieren und zu bewerten. In diesem mit dem Rahmenbewilligungsgesuch einzureichenden Konzept zum Verschluss des geologischen Tiefenlagers ist die vorgesehene Verschlussvariante zu begründen und dazu mit Alternativen zu vergleichen.

Auflagenantrag A.4

Die Entsorgungspflichtigen haben mit dem Rahmenbewilligungsgesuch ein Konzept für die Nullmessungen vorzulegen. Darin ist begründet darzulegen, welche Prozesse und Parameter wichtig für die Umweltüberwachung und die Nullmessungen sind und wie diese zu erfassen sind. Ausserdem ist für jeden Parameter die geeignete Messmethodik, die notwendige räumliche und zeitliche Dichte an Daten, der benötigte Zeitbedarf bis zum Erreichen einer geeigneten Zeitreihe sowie der daraus abgeleitete Beginn der Messungen zu diskutieren. Darüber hinaus haben die Entsorgungspflichtigen darzulegen, wie existierende Sondierbohrungen in der Phase nach der Einreichung des Rahmenbewilligungsgesuchs z. B. für Langzeit- oder Nullmessungen genutzt werden.

Auflagenantrag A.5

Die Entsorgungspflichtigen müssen im Rahmen des Entsorgungsprogramms 2021 die Anforderungen für die verschiedenen Nutzungsphasen der erdwissenschaftlichen Untersuchungen untertag (EUU) darlegen und erläutern, wie und wann die technischen Nachweise erfolgen sollen, um eine spätere Umnutzung zu erreichen.

Auflagenantrag A.6

In künftige Entsorgungsprogramme und RD&D-Pläne ist eine vollständige Auflistung der aus Sicht der Entsorgungspflichtigen wichtigen offenen Fragen aufzunehmen, zusammen mit Angaben darüber, wie und innert welcher Frist die Entsorgungspflichtigen deren Beantwortung vorsehen.

Auflagenantrag A.7

Die vernetzte Darstellung einzelner Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten miteinander und mit den Meilensteinen und Entscheidungen bei der Realisierung eines geologischen Tiefenlagers ist bis zur nächsten Aktualisierung des Entsorgungsprogramms weiterzuentwickeln. Dabei sollen auch die gegenseitigen Wechselwirkungen von Parametern und Lager-elementen berücksichtigt werden. Getroffene Entscheide sollen zusammen mit deren Begründungen in einer Form dokumentiert werden, die langfristigen Bestand hat, damit sie auch künftig nachvollziehbar bleiben. Weiterhin soll für diejenigen Alternativen, welche für den Standortentscheid in Etappe 3 SGT relevant sein können, ein ausreichender Kenntnisstand vorhanden sein, der den sicherheitstechnischen Vergleich erlaubt und für die Sicherheit günstige Entscheide ermöglicht.

Auflagenantrag A.8

Um die Anzahl der Stellplätze für die Zwischenlagerung abgebrannter Brennelemente und verglaste hochaktiver Abfälle zu erhöhen, sind von den Entsorgungspflichtigen mit dem EP21 neue Konzepte zu erstellen und dem ENSI zur Prüfung einzureichen. Dabei sind insbesondere die thermischen Belastungen der betroffenen Gebäudeteile zu ermitteln. Bei der Erstellung des jeweiligen Stellplatzkonzeptes soll berücksichtigt werden, dass die einzelnen Behälter für Inspektionen und allfällige Instandhaltungsarbeiten kurzfristig zugänglich sein sollen.

Auflagenantrag A.9

Im Rahmen des nächsten Entsorgungsprogramms sind von den zuständigen Bundesstellen ausreichende Kapazitäten für die Zwischenlagerung der CERN-Abfälle einschliesslich von Kapazitätsreserven für die Abklinglagerung von sehr schwachaktiven Materialien auszuweisen.

Auflagenantrag A.10

Das ENSI hat Handlungs- und Forschungsbedarf hinsichtlich Brennelement-Alterung und Trockenlagerung in der Aktennotiz ENSI AN-9765 dokumentiert. Ergänzend zu den von der Nagra vorgesehenen Arbeiten (NTB 16-02, Kapitel 7.3.4) sind die in der Aktennotiz zusätzlich genannten Forschungsaktivitäten hinsichtlich Brennelement-Alterung und Trockenlagerung in den zukünftigen RD&D-Plänen zu berücksichtigen.

Auflagenantrag A.11

In künftigen RD&D-Plänen sind zu jedem Forschungsgebiet die Ergebnisse der Forschungsprojekte und Experimente aufzuzeigen, die in der vorherigen Version des RD&D-Plans zu diesem Forschungsgebiet aufgeführt wurden. Dies auch, falls ein Experiment nicht erfolgreich war oder abgebrochen wurde.

Referenzen

- [BFE SGT] Sachplan geologische Tiefenlager, Konzeptteil; BFE, 2. April 2008 (Revision vom 30. November 2011) [↗]
- [BR Vf-EP08] Verfügung zum Entsorgungsprogramm 2008 der Entsorgungspflichtigen sowie zum Bericht zum Umgang mit den Empfehlungen in den Gutachten und Stellungnahmen zum Entsorgungsnachweis vom Oktober 2008; Schweizerische Bundesrat, Bern, 28. August 2013 [↗]
- [EKRA SB] Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfälle: Schlussbericht; Expertengruppe Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfälle (EKRA), Bern, 31. Januar 2000 [↗]
- [ENSI 33/540] Sicherheitstechnisches Gutachten zum Vorschlag der in Etappe 3 SGT weiter zu untersuchenden geologischen Standortgebiete, Sachplan geologische Tiefenlager Etappe 2; ENSI 33/540; ENSI, Brugg, April 2017 [↗]
- [ENSI 33/592] Stellungnahme zum Entsorgungsprogramm 2016 der Entsorgungspflichtigen; ENSI 33/592; ENSI, Brugg, Entwurf Oktober 2017, aktualisiert im Februar 2018
- [ENSI 33/593] Empfehlungen und Hinweise aus der Beurteilung des Entsorgungsprogramms und des RD&D-Plans 2016; ENSI 33/593; ENSI, Brugg, Entwurf Februar 2018
- [ENSI-AN-9765] Behälteralterung und Brennstoffverhalten bei der trockenen Zwischenlagerung: derzeitiger Stand und allfälliger Handlungsbedarf; ENSI-AN-9765; ENSI, Brugg, 14. September 2016
- [ENSI G03] Spezifische Auslegungsgrundsätze für geologische Tiefenlager und Anforderungen an den Sicherheitsnachweis, Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen ENSI-G03; ENSI, Brugg, April 2009 [↗]
- [KNS 23/262] Stellungnahme zum Entsorgungsprogramm 2008; KNS 23/262; Brugg, Dezember 2011 [↗]
- [KNS-02820] Sachplan geologische Tiefenlager Etappe 2, Stellungnahme zum sicherheitstechnischen Vorschlag der in Etappe 3 weiter zu untersuchenden geologischen Standortgebiete; KNS-02820; Brugg, Juni 2017 [↗]
- [NTB 08-01] Entsorgungsprogramm 2008 der Entsorgungspflichtigen; NTB 08-01; Nagra, Wettingen, Oktober 2008
- [NTB 14-01] SGT Etappe 2: Vorschlag weiter zu untersuchender geologischer Standortgebiete mit zugehörigen Standortarealen für die Oberflächenanlagen; Sicherheitstechnischer Bericht zu SGT Etappe 2: Sicherheitstechnischer Vergleich und Vorschlag der in Etappe 3 weiter zu untersuchenden geologischen Standortgebiete; NTB 14-01; Nagra, Wettingen, Dezember 2014

- [NTB 16-01] Entsorgungsprogramm 2016 der Entsorgungspflichtigen;
NTB 16-01; Nagra, Wettingen, Dezember 2016
- [NTB 16-02] The Nagra Research, Development and Demonstration (RD&D) Plan
for the Disposal of Radioactive Waste in Switzerland;
NTB 16-02; Nagra, Wettingen, Dezember 2016
- [Tomonaga 2017] On-line monitoring of the gas composition in the full-scale
emplacement experiment at Mt. Terri (Switzerland);
Y. Tomonaga, N. Giroud, M. S. Brennwald, R. Kipfer & P. Wersin,
Clay Conference 2017 Proceedings

Abkürzungen und Symbole

Weblink bzw.
SR-Nummer
↓

[↗]	Referenz im Internet verfügbar (Stand bei Redaktionsschluss) Verweis in der elektronischen Version der Stellungnahme verlinkt	
ATA	Alphatoxische Abfälle: Radioaktive Abfälle, deren Gehalt an Alphastrahlern den Wert von 20'000 Becquerel/g konditionierter Abfall übersteigt (Art. 51 Kernenergieverordnung KEV)	
BE	(abgebrannte) Brennelemente	
BFE	Bundesamt für Energie	www.bfe.admin.ch
BZL	Bundeszzwischenlager	
CERN	Vom <u>C</u> onseil <u>E</u> uropéen pour la <u>R</u> echerche <u>N</u> ucléaire gegründete europäische Organisation für Kernforschung	home.cern
EKRA	Expertengruppe Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfälle	
ENSI	Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat	www.ensi.ch
EP08	Entsorgungsprogramm 2008	
EP16	Entsorgungsprogramm 2016	
EUU	Erdwissenschaftliche Untersuchungen untertag	
HAA	Hochaktive Abfälle: abgebrannte Brennelemente und verglaste Spaltprodukte aus der Wiederaufarbeitung (Art. 51 KEV)	
KEG	Kernenergiegesetz	SR 732.1
KEV	Kernenergieverordnung	SR 732.11
KNS	Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit	www.kns.admin.ch
KKM	Kernkraftwerk Mühleberg	
KKW	Kernkraftwerk(e)	
LMA	Langlebige mittelaktive Abfälle: Bezeichnung für diejenigen ATA und SMA, die aufgrund besonderer sicherheitstechnischer Anforderungen an die geologische Barriere allenfalls in einem separaten Teil des HAA-Lagers eingelagert werden.	
MIF	(Radioaktive Abfälle aus) Medizin, Industrie, Forschung	
Nagra	Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle	www.nagra.ch
NTB	Nagra Technischer Bericht	
OSPA	Geplanter „Stapelplatz Ost OSPA“ für die Lagerung von MIF-Abfällen auf dem Gelände des PSI	
PSI	Paul Scherrer Institut	www.psi.ch
RD&D	Research, Development and Demonstration <i>Forschung, Entwicklung und Demonstration</i> ¹⁹	

¹⁹ Demonstration im Sinne von „Ausführung“, „Veranschaulichung“ oder „Darlegung“

RBG	Rahmenbewilligungsgesuch	
SGT	Sachplan geologische Tiefenlager → Radioaktive Abfälle → Sachplan geologische Tiefenlager	www.bfe.admin.ch
SMA	schwach- und mittelaktive Abfälle: Alle radioaktiven Abfälle, die nicht den hochaktiven oder den alphanotoxischen zugeteilt sind (Art. 51 KEV)	
SR ...	Systematische Rechtssammlung → Bundesrecht → Systematische Rechtssammlung	www.admin.ch
StSV	Strahlenschutzverordnung	SR 814.501
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation	www.uvek.admin.ch
VKNS	Verordnung über die Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit	SR 732.16
ZWILAG	Zentrales Zwischenlager der Zwischenlager Würenlingen AG	www.zwilag.ch
ZWIBEZ	Zwischenlager des Kernkraftwerks Beznau	

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

Telefon +41 58 481 86 86
contact@kns.admin.ch
www.kns.admin.ch